



HAL
open science

Rendre visibles les traces d'interaction pour renforcer la réflexivité de l'utilisateur.

Magali Ollagnier-Beldame, Thibaud Hulin

► To cite this version:

Magali Ollagnier-Beldame, Thibaud Hulin. Rendre visibles les traces d'interaction pour renforcer la réflexivité de l'utilisateur.. Roger Bautier, José Do-Nascimento. Les TIC comme miroir de la société : Une lecture pluridisciplinaire., L'Harmattan, pp.99-120, 2012, Nomino Ergo Sum. hal-00954909

HAL Id: hal-00954909

<https://hal.science/hal-00954909>

Submitted on 3 Mar 2014

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.

Restituer les traces numériques pour renforcer la réflexivité de l'utilisateur

Magali Ollagnier-Beldame*, Thibaud Hulin**

*Université de Lyon, CNRS Université Lyon 1, LIRIS, UMR5205, F-69622, France
mbeldame@liris.cnrs.fr

**Université de technologie de Compiègne, COSTECH, EA 2223, France
hulin.thibaud@gmail.com

1 Introduction

Les innovations technologiques récentes rendent aisé le traçage des individus dans les systèmes d'information (Arnaud et Merzeau, 2009). Ces systèmes traçants, déployés côté serveurs, prétendent décrire correctement les usages, comme ceux de *Google* (Gallezot, 2009) ou de *Facebook* : ils se présentent comme les prismes de nos activités. Malgré ces prétentions, le risque est grand d'opérer des déformations importantes en raison de leur éloignement physique et de la méconnaissance de l'activité réelle. Pour réduire la distance entre les traces numériques et leurs auteurs, il est possible de faire participer l'individu en lui restituant directement ses propres traces d'activité, comme autant de reflets de sa personne, afin de créer une situation de réflexivité (Mille et Prié, 2006). Dans ces conditions de retour sur soi, comment l'utilisateur réagit-il ? Est-il fasciné par son miroir, ou parvient-il à l'utiliser pour faciliter son activité et si oui comment ? Jaillet (2009) remarque, à juste titre, que les systèmes à bases de traces rendent beaucoup de service dans la formation, mais qu'il manque un "espace de création sémiotique des traces" (p. 233). L'enjeu est donc pour nous, à travers une réflexion sur les technologies comme miroir, de contribuer à comprendre comment se forment ces traces-signes qui prétendent aujourd'hui à une nouvelle connaissance de l'humain.

Pour cela, nous présenterons deux expérimentations réalisées à partir d'observations de terrains. Dans la première, une situation de travail, des salariés d'une grande entreprise française s'approprient des événements informatiques qui "font traces" pour eux alors que ces événements ne sont pas destinés à être objectivés et analysés. Dans la seconde, une situation d'éducation, des étudiants en sciences de la vie utilisent un système qui leur restitue des traces lors de leur activité de recherche d'information. Les résultats que nous obtenons montrent que l'utilisateur est actif face aux représentations qui lui sont transmises par le système. Afin de développer son activité ou d'améliorer son apprentissage, il met en forme les événements numériques représentés, et opère des transformations sémantiques. Nous proposerons alors d'examiner l'idée d'une « réflexivité renforcée », qui rend compte du passage de *l'événement informatique comme phénomène à la trace d'usage* (Davallon, 2003) *qui fait sens pour l'utilisateur*. Nous présenterons ensuite les limites de notre approche

et indiquerons les perspectives de recherche que présente le champ des traces numériques en tant que reflet pour l'individu.

2 Réflexivité et traces numériques : revue de la littérature

2.1. La réflexivité au cœur de l'activité humaine

Selon le dictionnaire du Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (2010), la réflexivité est la «*réflexion spontanée se prenant elle-même pour objet et se thématissant sur un plan spéculatif, scientifique, en élaborant des critères épistémologiques d'ordre rationnel*». Ainsi, tous les systèmes d'information n'offrent pas nécessairement des fonctionnalités réflexives. La réflexivité est d'ailleurs un concept plus ancien que les ordinateurs. Ainsi pour (Herrenschmidt, 2007), est réflexif ce qui peut s'énoncer par lui-même, comme avec la fonction métalinguistique de la langue depuis les premiers pictogrammes. La réflexivité est donc propre à l'écriture, de son origine à l'écriture numérique. Mais cette capacité du langage à parler de lui-même n'est pas tautologique, elle est la source de nouvelles connaissances. C'est ce que remarque (Guichard, 2010) lorsqu'il considère que ce qui est réflexif est "*ce qui donne de nouvelles informations sur lui quand on en regarde l'image en un miroir (on en apprend plus sur un ensemble d'objets en comprenant les relations entre ces derniers)*", afin de "*construire des perspectives itératives sur un tel ensemble*". Ce faisant, les acteurs de l'écriture, les lettrés, reconfigurent l'écriture, "la fabriquent et la transforment" (*ibid.* p. 43).

Le langage, corollaire de la pensée, est donc l'outil spontané de la réflexivité. En tant que processus objectivant l'activité de son acteur, elle a particulièrement intéressé les sciences humaines et sociales. Les économistes ont très tôt remarqué qu'une situation de réflexivité modifiait la situation elle-même. Certaines propositions peuvent ainsi s'avérer vraies parce qu'elles ont été prononcées, et ont entraîné un changement réflexif. Déjà Thomas et Thomas (1928) observaient des cas où "*si des hommes définissent des situations comme réelles, alors elles le sont dans leurs conséquences*" (pp. 571-572), ce qui permet à (Merton, 1948) de proposer le concept de "prophétie autoréalisatrice" (*self-fulfilling prophecy*). Selon ce principe, certaines propositions modifient les comportements de telle sorte que ce qui est attendu se produit effectivement. (Grunberg et Modigliani, 1954) ainsi que (Simon, 1954) ont discuté cette thèse, tout comme (Lucas, 1976) qui soutient que les personnes réagissent aux politiques économiques. Plus récemment, (Soros, 2008) a montré que la réflexivité des marchés financiers modifiait les équilibres attendus et pouvaient engendrer des situations de crise. On voit donc comme les situations réflexives ne sont pas des anomalies ou des jeux narcissiques : les enjeux sociaux peuvent être extrêmement conséquents.

Les épistémologues se sont eux-aussi emparés de cette thématique. Pour (Popper, 1957), la prédiction du destin d'Œdipe rend possible ce destin, phénomène

épistémologique qu'il nomme "l'effet (Edipe)". (Nagel, 1961) a alors observé qu'il est difficile d'évaluer la validité de telles thèses scientifiques. On pourrait cependant distinguer deux types de propositions scientifiques. La première, par exemple une prédiction économique, dépend de futur, et donc n'est pas vérifiable. Cependant, un second type de proposition réflexive peut consister à décrire une situation passée, par exemple lorsqu'un scientifique décrit sa méthodologie, ou observe une tendance paradigmatique dans sa discipline.

L'usage de propositions réflexives descriptives est particulièrement utilisé en sociologie. Pour (Bourdieu, 2001), la réflexivité définit la démarche même du sociologue qui observe son action pour mieux saisir ses implications dans l'environnement qu'il observe. Le chercheur doit comprendre les structures internes de son activité, son *habitus*, mettre à jour ses capacités relationnelles et prendre conscience qu'il s'inscrit lui-même dans des traditions culturelles et des cadres sociaux établis afin de prendre du recul sur ses mécanismes d'explicitation. Il doit alors objectiver sa relation à l'objet lors de l'élaboration du terrain et lors de l'interprétation des données, par exemple en s'interrogeant sur les raisons de son intérêt pour cet objet ou cette situation. Seul le sociologue est en mesure de mesurer pleinement cette réflexivité et construire une science objective.

Pour (Bloor, 1991), qui s'inspire des thèses de (Wittgenstein, 1974) sur les jeux de langage, la réflexivité est même la condition à partir de laquelle les sciences peuvent se penser elles-mêmes comme produits sociaux. Bloor propose un véritable "programme fort" (*strong program*) pour la sociologie des sciences : la réflexivité (avec la causalité, l'impartialité et la symétrie des causes) est un principe au fondement de la sociologie des sciences qui lui permet d'être sujette aux mêmes types d'appréciation que les autres sciences qu'elle observe. Bloor situe la réflexivité comme condition de toute connaissance sans se référer à un principe de vérité objective mais à des pratiques discursives régulées par des normes sociales. Avec (Foucault, 1966), on pourrait étendre le rôle de ce principe à l'ensemble des sciences humaines et sociales : cet auteur soutient qu'à partir de la philosophie critique de (Kant, 1997), l'homme se connaît comme sujet et objet de son étude. Pour (Flanagan, 1981), c'est le propre des sciences humaines classiques lorsqu'elles expliquent, contrôlent et prédisent de développer une conscience réflexive.

Ainsi, la réflexivité produit non seulement de nouvelles connaissances, mais elle renforce la solidité des connaissances déjà acquises dans l'espace socio-discursif. Sa fertilité ne se réduit cependant pas aux espaces collectifs. De Luze et Hess (1997) montrent qu'en ethno-méthodologie, la réflexivité est le phénomène de création de sens qu'un individu met en œuvre lorsqu'il communique. En effet, dans la mesure ou un acte de communication révèle plus ou moins un contexte donné, il suppose une distinction entre un fait et son interprétation qui relève de la réflexivité, particulièrement quand il utilise des mots comme "je", "maintenant", "ici". Ces termes sont d'ailleurs des indexicaux, au sens de (Peirce, 1932), ou encore des "déictiques" selon le vocabulaire de la pragmatique linguistique moderne.

La dimension individuelle de la réflexivité nous conduit alors à approfondir le fonctionnement de la réflexivité. Pour (Bourdieu, 1972), l'*habitus*, "système de dispositions durables et transformables" se comprend comme un ensemble de schèmes "permettant d'engendrer une infinité de pratiques adaptées à des situations toujours renouvelées, sans jamais se constituer en principes explicatifs" (pp. 199-

200). Dans le cas d'actions collectives, voire collaboratives, on repérera une "orchestration des habitus" (Bourdieu, 1976), ce qui relie la réflexion sur l'action à une réflexion sur la relation voire sur le lien éducatif, en suivant (Cifali, 1994). Il est alors possible de construire des méthodes d'explicitation (Vermersch, 1994) pour mettre à jour ces schèmes d'action.

Réfléchir à une psychologie de la réflexivité comme schèmes d'action permet de mettre à jour des propositions langagières ou des interactions sociales. Il revient à (Piaget, 1976) d'avoir forgé le concept d'abstraction réfléchissante : les structures logiques de la pensée lui permettent de se prendre pour objet. Les "schèmes d'action" correspondent à des opérations logiques qui, au-delà des formes qu'elles prennent dans le langage, découpent le réel et assure sa représentation. On a alors affaire à une activité métacognitive qui "prend la cognition comme objet, ou qui régule un aspect quelconque du fonctionnement cognitif" (Flavell, 1979). Toute activité suppose des processus méta-cognitifs et cognitifs, afin de structurer l'activité dans le temps, comme le contrôle et la régulation. L'activité réflexive permet alors l'incorporation des pratiques et favorise les apprentissages (Gagnière, 2004 ; Romero, 2004 ; Escorcía, 2007).

2.2. Réflexivité et traces numériques

Dans la pensée réflexive, les sujets se distancient à la fois d'eux-mêmes et de la situation immédiate, une telle distance leur permettant d'agir sur eux-mêmes et sur la situation. Ce processus, qui se déroule avant, après ou pendant l'action, a comme finalité un ajustement dans l'action. Dans le cas des supports numériques, on distingue deux rôles majeurs que les technologies peuvent jouer en lien avec l'analyse de l'activité et les processus réflexifs (Coën, 2006). Le premier est la possibilité de "réactualiser l'action" en ayant par exemple recours à un enregistrement. Cette fonction s'appuie sur les capacités de stockage des technologies. Ce processus a pour conséquence d'objectiver l'activité passée, certes en le réduisant (l'enregistrement audio perd l'image, la vidéo se fait selon des points de vue, *etc.*), mais en rendant ainsi accessible son déroulement à des tiers (par exemple en situation d'enseignement). La deuxième contribution des technologies est la capacité à soutenir l'explication de l'action, en offrant au sujet des outils pour lui permettre de la traiter. L'idée est de s'appuyer sur les capacités de calcul et d'analyse des technologies pour offrir au sujet des données pouvant l'aider : par exemple des graphiques retraçant des déplacements ou l'évolution d'une tâche, des données statistiques révélant la fréquence de tel ou tel comportement, *etc.* Ce deuxième apport des technologies par des inscriptions de l'activité, ou traces numériques, constitue une médiation privilégiée pour que les sujets développent un point de vue réflexif sur leur activité, en leur permettant de s'individuer et d'enrichir leurs compétences.

Dans sa définition la plus générale, la trace peut se comprendre comme une suite d'empreintes laissées par l'action d'un être vivant ou d'une machine. On appelle "trace numérique" un enregistrement d'éléments d'interaction entre un utilisateur et son environnement, dans le cadre d'une activité donnée. Dans l'espace numérique, les traces numériques sont donc des inscriptions liées à l'activité d'un utilisateur. Nous considérons qu'une suite de traces numériques inscrites volontairement sur un support constitue une écriture numérique. Celle-ci s'inscrit dans l'histoire de l'écriture

humaine (Christin, 2001) tout en assurant le passage progressif d'une "raison graphique" (Goody, 1979) à une "raison computationnelle" (Bachimont, 2004). Ce changement de support est caractéristique d'une mémoire durable qui associe à la fois des productions écrites (hypertextuelles, collaboratives, multimédia), mais aussi des traces d'activité non volontaires qui pointent des usages et des processus plutôt que des résultats.

Dans le domaine de l'Interaction Homme-Machine, de nombreuses recherches existent sur l'enregistrement automatique de l'activité des utilisateurs à des fins d'analyse ou de support à leur activité. Des synthèses de ces travaux ont été faites dans (Szilas et Kavakli, 2004), (Ollagnier-Beldame, 2006) et (Laflaquière, 2009). Elles proposent différentes classifications des "systèmes traçants" en fonction de leur objectif (analyse par un tiers, support à l'activité...), du niveau d'abstraction des traces (traces peu réfléchies de type *system logs*, design de traces modélisées...) et de l'accessibilité des traces pour les utilisateurs finaux (calculs, visualisation...). Parmi ces systèmes, certains ont été développés explicitement pour supporter l'activité de l'utilisateur par la visualisation de traces numériques (avec différents niveaux d'interprétation). Nous distinguerons alors deux types d'utilisation des traces.

Premièrement, certains systèmes renvoient des indications à l'utilisateur sur ses interactions, que (Jermann *et al.*, 2001) qualifient de "systèmes miroirs". Ces systèmes, très utilisés en contexte d'apprentissage, visent à inciter les utilisateurs à adopter une posture réflexive : se situer par rapport à une activité de référence (par exemple l'état des connaissances à acquérir ou le but à atteindre) ou par rapport à l'activité d'autres utilisateurs (par exemple en situation de collaboration). Deuxièmement, on peut mentionner les systèmes qui exploitent la seule propriété temporelle des événements passés entre l'utilisateur et le système. On en trouve deux sortes.

- D'une part, on rencontre des systèmes qui exploitent l'histoire de l'activité pour classer et retrouver des fichiers par une organisation temporelle. (Freeman, 1997) propose par exemple un système de gestion des fichiers en les plaçant sur un flux temporellement ordonné.
- D'autre part, on trouve les systèmes à historiques d'interactions. Ces systèmes présentent des mémoires contextuelles (lignes de temps, historiques de navigation) et parfois des possibilités de "rejouage" de l'activité (par exemple dans les systèmes qui supportent les activités de débats ou des compétitions d'échec).

Parmi ce que nous appelons les "systèmes traçants", on trouve aussi des systèmes dans lesquels des traces d'interactions "fortuites" sont construites automatiquement. Dans ces systèmes, contrairement aux systèmes traçants présentés ci-dessus, les traces ne sont pas destinées à être objectivées et analysées. Non "interprétées", elles se trouvent de facto présentes à l'écran. Il s'agit par exemple des traces présentes à certaines interfaces communicationnelles, comme les éditeurs de texte collectifs ou les chats où l'utilisateur voit constamment à l'écran les traces fortuites de ce qu'il a fait précédemment (à savoir le texte saisi dans l'éditeur et les publications du chat), ainsi que les traces des actions des autres utilisateurs puisqu'il s'agit dans ce cas d'activités conjointes. Ces traces ne respectent pas toujours la propriété de

séquençement des informations et s'apparentent parfois plus à des empreintes (apparemment) désordonnées qu'à une suite de pas à la linéarité stricte et définie par avance. Sans interprétation supplémentaire de la part du système, elles sont fidèles à ce que l'utilisateur a perçu de ce qu'il a fait. Dans (Ollagnier-Beldame, *op. cit.*), nous nous sommes intéressés à ce type de traces en situation de conception conjointe instrumentée numériquement. Nous avons montré que ces traces et leurs utilisations constituaient des ressources pour l'activité et que leurs propriétés (origine, type de perception, persistance à l'écran) étaient fondamentales pour comprendre comment les sujets humains les mobilisaient.

Dans tous les cas, la confrontation aux traces numérique permet une attention particulière à l'expérience passée, ce processus contribuant à la fois au développement du sujet et au diagnostic de l'analyste (Cahour et Licoppe, 2010). En effet, les traces numériques peuvent être pensées comme des artefacts transitionnels pour l'activité du sujet. Il s'agirait d'intermédiaires transitant entre soi et les autres ou entre soi à un instant $t1$ et soi à un instant $t2$. (Bationo-Tillon, 2006) définit le concept d'artefact transitionnel à partir de travaux d'auteurs qui s'intéressent à la médiation à leur réflexion tels que (Rabardel, 1995), (Tisseron, 1999) et (Winnicott, 1971). Pour Winnicott, l'aire transitionnelle pour l'adulte est un relais permettant de sentir que l'expérience ne s'est pas brutalement achevée. C'est un espace intermédiaire d'expérience qui permet la continuité dans le temps et qui permet de garder le lien avec son expérience tout en pouvant l'objectiver, la regarder comme extérieure à soi. Tisseron (*op. cit.*) souligne que les objets sont des instruments permanents de médiation pour l'assimilation psychique de nos expériences du monde. Pour Rabardel (*op. cit.*) les objets sont des potentiels d'instruments, médiateurs de trois types de rapports au monde : vers l'objet de l'activité, vers les autres et vers soi même. Les artefacts transitionnels transitent donc d'une situation à une autre tout en maintenant une certaine pérennité, permanence de l'expérience de l'individu, tout en conservant une certaine information.

L'idée de trace numérique est donc un concept générique qui relève d'une richesse sémantique certaine : les modifications intentionnelles et non intentionnelles de l'environnement, les observés informatiques, les traces-signes sujettes à interprétation, les événements, enfin les traces composées qui agrègent des traces minimales dans le système à base de trace. On voit que la réflexivité est un concept qui, loin d'être anecdotique, s'impose progressivement aux sciences humaines et sociales comme étant un principe épistémologique fondamental. Plus récemment, ce concept tend à montrer sa fertilité dans les situations d'apprentissage, en particulier dans les situations médiées par un ordinateur. Partant de ce constat, nous proposons ci-dessous des pistes pour renforcer la réflexivité de l'utilisateur à partir d'observations que nous avons faites.

3 Expérimentations : décrire l'utilisation des traces numériques par les sujets

3.1. Présentation

La première expérimentation s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche national de trois ans faisant intervenir plusieurs industriels. Elle vise à améliorer un outil existant et utilisé dans une grande entreprise française. Il s'agit d'un outil collaboratif de gestion électronique de documents. L'idée du projet est de l'enrichir à partir de traces d'interactions présentées aux utilisateurs. L'objectif est de personnaliser ainsi l'interface homme-machine afin de supporter les utilisateurs dans leur activité. L'expérimentation porte sur un point particulier du projet, situé en amont à l'enrichissement de l'outil avec des traces visualisées : Il s'agit d'un travail prospectif de compréhension des activités d'utilisation des traces d'interactions qui vise à alimenter la spécification du futur système enrichi par les traces. L'objectif est d'analyser certaines actions des utilisateurs, celles qui portent sur des traces "fortuites". Nous définissons les "traces fortuites" comme les éléments apparaissant à l'écran des utilisateurs et témoignant de leur activité. Il s'agit de tout ce qui apparaît au fur et à mesure que le système est utilisé. Le travail présenté ici traite donc de questions préliminaires et indispensables à l'enrichissement d'un système avec des traces d'interactions en vue de son adaptation : dans un système d'information, quelles utilisations sont faites des traces "fortuites"? Peut-on identifier des suites d'opérations de ces traces qui soient invariantes ? Ces suites d'opérations sont des schèmes d'usages au sens de Rabardel (*op. cit.*) en ce qu'elles ne concernent pas l'action principale des sujets (la co-rédaction) mais des actions secondaires qui en permettent la réalisation.

Cette première expérimentation met en évidence l'intérêt de l'utilisateur pour sa propre activité. Celui-ci repère des traces numériques, produites par son collaborateur ou par lui-même, qui font alors sens pour lui en tant qu'objets transitionnels. La manière dont ces traces sont réutilisées peuvent alors être décrites en terme de schèmes d'usages. Cependant, ces traces numériques ne sont pas un donné brut du support numérique. Ou bien elles sont un construit des informaticiens, répondant par exemple à des exigences de maintenance informatique (*system log*) ; ou bien elles répondent à une fonctionnalité différente, et correspondent donc à un détournement d'un usage initial. Afin de renforcer la réflexivité de l'utilisateur, il peut être intéressant de proposer des traces numériques qui soient spécialement conçues pour leur réutilisation. Dans cette optique, nous proposons une deuxième expérimentation qui présente comment des étudiants ont pu réutiliser les traces de leurs recherches d'information, et comment nous avons conçu de telles traces pour l'apprentissage.

3.2. Méthode

Points méthodologiques communs aux deux expérimentations

Les deux expérimentations que nous présentons ci-dessous ont pour objectif de dévoiler le potentiel réflexif des traces numériques en situations instrumentées. Ces deux expérimentations sont basées sur une approche d'observation participante (Malinowski, 1989), ce qui suppose à la fois une réflexion globale sur les spécificités de l'observateur qui interprète une situation qu'il ne saurait parfaitement "objectiver" ; mais aussi une réflexion spécifique sur le fait que l'observateur, quel qu'il soit, ne modifie pas les résultats qui l'intéressent. Ainsi, nous avons utilisé des méthodes rigoureuses que nous décrivons ci-dessous. Nous distinguons en particulier les actions, qui peuvent se décrire en terme de schème, des activités qui sont complexes et dépendent de l'histoire du sujet (Vygotski, 1997 ; Engeström, 1999).

Particularités méthodologiques de la première expérimentation

Dans la première expérimentation, l'activité observée est une rédaction collaborative supportée par une plate-forme. Cette plate-forme est outil de réutilisation et de partage d'informations techniques portant sur le thème des utilisations industrielles du gaz. Nous filmons trois acteurs qui co-rédigent un bulletin de veille, activité naturelle et habituelle dans le cadre de leur pratique professionnelle. Nous recueillons des enregistrements vidéo de l'activité, en plans larges et films d'écran. Ces enregistrements vidéo sont "montés" et synchronisés, ce qui nous permet de réaliser des chroniques de l'activité dans lesquelles nous décrivons ce que nous observons. Ces chroniques sont constituées de trois colonnes : le temps, l'espace numérique de l'action et l'action en elle-même. En voici un exemple:

Temps absolu	Espace de travail	Actions du sujet
0:01:33	Page d'accueil SCO2 - Zone de texte	Caïam clique sur « bibliothèque et boîte à outils » dans le menu principal. Affichage sur la même page de trois sous-menus : « Conférences », « Généralités », « Publications du projet »
0:01:36	Page SCO2 d'accueil - Zone de texte	Caïam clique sur « Publications du projet ». Affichage d'une liste de publications : Des dates associées à des libellés de texte cliquables
0:01:42	Page SCO2 d'accueil - Zone de texte	Caïam clique sur le premier lien de la liste « Document de travail – Bulletin de veille PEGASE – Juin/Août 2008 » (associé à la date du 30/04/2008). Ouverture d'une page nommée en haut « Publication » (titre de première zone), et contenant les informations relatives au document créé par Sargas
0:02:00	Page SCO2 d'accueil - Zone de texte	Sur la page « Publication », Caïam passe son pointeur sur les informations relatives au document Word « Pegase vide.doc »
0:02:02	Page SCO2 d'accueil - Zone de texte	Caïam clique sur « Modifier » en bas de page. Ouverture d'une nouvelle page nommée en haut « Modifier la publication » (titre de première zone)
0:02:10	Page SCO2 d'accueil - Zone de texte	Caïam fait défiler vers le bas la page (roulette souris)

Fig. 1. Extrait de la chronique d'activité

En parallèle, et pour reconstruire le cours d'expérience (Theureau, 1992, 2004), nous menons des autoconfrontations (Clot *et al.*, 2000) avec les acteurs à partir de

séquences des enregistrements vidéos en demandant aux acteurs d'explicitier a posteriori leur activité. Ces séances d'autoconfrontation sont menées à partir d'entretiens non structurés de type entretiens d'explicitation (Petitmengin et Bitbol, 2009), avec comme objectif de nous renseigner sur les unités d'activité significatives du point de vue des sujets.

Les séances d'autoconfrontations sont elles aussi filmées puis transcrites. Ceci nous permet de constituer ensuite des synthèses à partir des chroniques de l'activité, en fusionnant notre description des enchaînements des actions visibles sur les enregistrements vidéo avec une description du point de vue des sujets. La fusion de ces deux descriptions constitue un récit réduit, à savoir un récit du déroulement de l'action descriptible selon des variables observables, objectivables (Bationo-Tillon, *op. cit.*). Nous cherchons ainsi à reconstruire la dynamique globale de l'expérience du sujet dans sa situation d'activité.

Le récit réduit se présente donc sous la forme suivante

Objet	Autoconfrontations	Temps absolu	Temps relatif	Durée	N°	Espace de travail	Actions du sujet
enregistrement de la contribution	et c'est là qu'il y a l'opération d'enregistrer > voilà oui, là j'enregistre on voit bien, « nous vous remercions de votre contribution » et là je vous le dis tout de suite, je fais quelque chose systématiquement, je retourne, alors c'est peut être un peu, un aspect vérificateur, enfin, parce que les premiers temps avec Alamos, je pense que je suis pas le seul dans ce cas là j'ai fait des mauvaises manips et des contributions que j'avais fait, enfin bon au tout début hein que j'avais fait j'ai du faire des mauvaises manips et des documents pour lesquels j'avais contribué et que j'avais inséré dans le document ne s'y trouvaient pas parce que je n'ai pas du faire modifier ou je ne sais quoi, enfin et systématiquement y'a une vérification là, c'est-à-dire que je retourne à l'endroit et je rouvre le document pour voir, même si c'est une petite perte de temps >	0:14:47	0:07:14	0:00:04	158	Page SCO2 d'accueil - Zone de texte	Caïam clique sur « Enregistrer » (ouverture d'une info-bulle « sauvegarde l'alerte»). Ouverture d'une page « Nous vous remercions de votre contribution »

Fig. 2. Extrait du récit réduit réalisé à partir de la chronique d'activité enrichie de l'autoconfrontation

A partir du récit réduit et de la théorie instrumentale, nous identifions des récurrences dans les faires des co-rédacteurs, ce qui nous permet de faire émerger des schèmes qui sont des invariants de l'activité.

Particularités méthodologiques de la seconde expérimentation

Nous relatons ici une expérimentation réalisée en contexte universitaire avec 38 étudiants de première année inscrits en sciences de la vie à l'Université de Franche-Comté. Ces étudiants ont suivi une formation à la recherche documentaire. Trois groupes différents ont été formés arbitrairement. À la fin de leur formation, ils ont effectué une recherche documentaire sur un thème autour d'Internet qu'ils ont choisi parmi une liste d'une vingtaine de sujets, pendant trois heures. À la fin de l'exercice, ils doivent remplir un document pré-formaté décrivant leur méthodologie de recherche documentaire. Pendant ce temps, ils utilisent un logiciel, baptisé *Ergodoc*, que nous avons conçu afin de représenter sa recherche d'information à l'aide de traces qui ne sont pas incluses par le logiciel de navigation. Ce logiciel présente des fonctionnalités supplémentaires pour *Firefox* qu'ils ont utilisé comme navigateur, et

pour *Zotero* utilisé pour la gestion des références bibliographiques. Pour terminer l'exercice, les étudiants remplissent un questionnaire pour évaluer l'interface du logiciel et recueillir leurs impressions.

Pour concevoir notre logiciel et construire de nouvelles traces, nous avons en premier lieu observé le travail des enseignants en recherche d'information à l'INSA de Lyon où nous avons participé à des formations à la recherche documentaire, et étudié les différents documents qui préparent ces formations. Nous avons ensuite observé le travail de cinq étudiants de l'INSA, en quatrième année de pharmacologie, dans leur activité de recherche d'information au sujet d'une molécule. Dans cette première expérimentation, après leur avoir présenté les objectifs de l'expérimentation, nous les avons invités à poursuivre leur travail de recherche documentaire sur la molécule étudiée durant 10 minutes. Puis, nous leur avons demandé de décrire leur activité passée et leur activité anticipée par un questionnement semi-directif. Nous les avons ensuite invités à poursuivre à nouveau leur recherche pendant 10 minutes, avant de demander à nouveau de décrire leur activité passée. Pour finir, nous leur avons demandé de rédiger une note destinée à présenter leur recherche à leur équipe.

Pour évaluer le travail de recherche d'information des étudiants, nous avons évalué le travail de trois groupes de 16, 8 et 14 étudiants. Leur travail a été noté par le formateur sans savoir à quel groupe il appartenait, dans l'ordre alphabétique et non d'arrivée des copies. Seul le premier groupe n'utilisait pas notre logiciel. La note finale de l'exercice correspond à une notation qui porte sur différents aspects de la recherche : la présentation, la problématique, le besoin d'information, l'utilisation des ressources, des mots-clés, des requêtes, enfin la rédaction de la bibliographie.

3.3. Résultats et analyse

Première expérimentation

Nous rendons compte ici des suites d'opérations d'utilisations des traces fortuites que nous avons identifiées comme étant régulières dans l'activité observée. Nous présentons les quatre schèmes d'usage que nous avons mis en évidence lors de nos analyses.

Schème de réutilisation des traces fortuites. Nous avons observé un certain nombre d'actions sur des traces fortuites que nous avons qualifiées de "réutilisation de traces fortuites". Cela consiste en la réutilisation de productions écrites pour la rédaction du bulletin de veille, produites par soi-même ou par les partenaires de rédaction.

Schème de modelage des traces fortuites. Nous avons repéré un bon nombre d'actions sur des traces fortuites aboutissant à une modification volontaire de leur apparence à l'écran. Nous avons appelé ce schème le "modelage des traces". Cela correspond au fait de donner une nouvelle forme, un nouvel aspect à des traces fortuites, de soi ou des autres par des opérations de transformation, de mise en forme.

Schème de partage des traces fortuites. Nous avons localisé des actions sur les traces fortuites dans lesquelles les traces sont adressées à d'autres acteurs pour partage. Nous les avons appelées "actions de partage".

Schème de consultation. Nous avons observé un très grand nombre d'actions sur des traces fortuites dans lesquelles elles sont examinées par les acteurs. Nous avons appelé ce schème "consultation". Cela consiste en la consultation d'une notification construite par le système en résultat d'une production de trace fortuite d'un sujet. La notification consultée peut donner des indications sur une de ses propres actions ou celle(s) d'un autre acteur.

Notre étude porte sur l'utilisation d'une plateforme collaborative pour mener à bien une activité de co-rédaction. Bien que les sujets aient au total utilisé huit artefacts dans leur environnement, nous nous intéressons ici uniquement aux trois artefacts appartenant à la plateforme collaborative dont nous observons les usages : la "base projet", le logiciel d'édition de textes et la "base connaissances techniques". Les quatre schèmes mis en évidence se répartissent différemment dans ces trois artefacts. Le schème de réutilisation est présent dans les trois artefacts, et surtout dans la base projet. Cet espace n'est pourtant pas un espace dédié à la manipulation des objets mais plutôt un espace prévu pour la consultation d'informations. La réutilisation, qui se manifeste par une manipulation de ce qui est présent à l'écran (par exemple copier-coller) passe donc par des actions courantes de l'utilisateur et non par des actions explicitement proposées par la plate-forme. Le schème de modelage est quant à lui exclusivement présent dans l'éditeur de textes, ce qui est tout à fait cohérent avec le fait qu'il s'agisse d'un espace de manipulation. On voit que le schème de modelage donne souvent lieu ensuite à des actions de partage depuis l'éditeur de textes. Mais le schème de partage se trouve aussi dans des suites d'actions faites depuis la base projet, alors qu'on ne le rencontre pas depuis la base de connaissances techniques, la base projet concernant davantage la dimension communicationnelle de l'activité collaborative. A propos du schème de partage, nous avons observé que même si les utilisateurs ont l'habitude de collaborer pour rédiger un texte, la collaboration se met en place progressivement. Ainsi le schème de partage, qui présente par définition une dimension collaborative, est apparu en milieu d'activité alors que les autres schèmes sont apparus plus tôt, en tous cas lorsqu'ils étaient mobilisés en contexte individuel. Ceci illustre le rôle de la propriété d'appartenance des traces (Ollagnier-Beldame, 2006), qui renseigne sur l'utilisateur "à l'origine" de la trace qui apparaît à l'écran. Enfin on trouve le schème de consultation dans les deux bases, qui constituent des espaces d'inscription des connaissances dans lesquels on vient chercher des informations relatives à des événements passés.

Les différentes traces mobilisées dans les schèmes d'usage des traces peuvent appartenir à plusieurs catégories d'artefacts transitionnels. Bationo-Tillon (*op. cit.*) différencie plusieurs types d'artefacts transitionnels : les artefacts transitionnels miroirs, qui sont réutilisés tel quels, les artefacts transitionnels traduits, qui sont retranscrits d'un média à un autre ou d'un référentiel à un autre, les artefacts transitionnels cumulatifs, extraits de la situation puis réunis, les artefacts transitionnels pragmatiques, qui sont collectés puis qui provoquent des actions, les artefacts transitionnels elliptiques, complétés par des éléments nouveaux et enfin les artefacts transitionnels fantômes, qui ne seront pas réutilisés. De notre point de vue, à part les artefacts fantômes qui s'opposent à tous les autres (mais qu'on ne considérera pas ici puisqu'ils ne sont pas réutilisés), ces différents types d'artefacts ne s'excluent pas, hormis les artefacts miroirs et les artefacts traduits. Les traces utilisées dans le schème de réutilisation peuvent être considérées comme des artefacts miroirs, souvent

cumulatifs. Dans ce schème, on part d'une trace existante pour la réutiliser. Les traces du schème de modelage possèdent les propriétés des artefacts traduits, ce qui est logique puisque le modelage correspond à de la traduction. Les traces du schème de partage relèvent des artefacts transitionnels traduits et en général elliptiques. Ainsi la traduction semble nécessaire pour le partage, pour participer à la construction d'une représentation commune. Les traces du schème de consultation sont des artefacts transitionnels miroirs car il s'agit de consulter des traces produites par le système "telles quelles".

Ainsi, pour penser le rôle des traces en tant que ressources pour l'activité réflexive et leur intégration aux systèmes en tant que support explicite à leur appropriation, il nous semble intéressant de considérer les propriétés des artefacts transitionnels, que Bationo-Tillon (*op. cit.*) résume de cette manière : l'utilisateur leur attribue un statut particulier d'aide mémoire, de témoin, de conservateur des traces d'une expérience vécue. L'utilisateur fait "transiter" ces artefacts d'une situation (un lieu, un espace, un moment et un contexte donné) à une autre, et utilise ces artefacts dans diverses activités discontinues dans le temps, donc dans des activités de nature différente ancrées dans des situations différentes. Enfin, l'utilisateur peut faire transiter ces artefacts d'un support à un autre, d'une forme à une autre, ce sont des artefacts "transformables". Les traces numériques peuvent être utilisées pour confronter les acteurs à leur activité et soutenir les processus réflexifs. Nous pensons qu'elles le sont notamment en tant qu'objets d'enregistrement du vécu interactionnel passé, qu'objets présents à certains moments de l'activité et utilisés à d'autres moments, et en tant qu'objets pouvant changer de forme.

Seconde experimentation

L'observation du travail des formateurs a permis de mettre en évidence un noyau pédagogique : la recherche d'information procède d'un travail sur les mots-clés et sur les requêtes qui dérive d'une problématique en cours de retravail. Il est donc nécessaire de revenir sur l'activité réalisée pour affiner la recherche de résultats à partir des références déjà trouvées. Ce noyau suggère donc la présence d'une démarche réflexive implicite pour l'utilisateur basée sur le choix des sites, la formulation des requêtes, le travail sur les mots-clés et leur traduction, enfin les références ajoutées, soustraites ou supprimées de la base documentaire personnelle.

L'observation des fonctionnalités des logiciels, puis du travail des cinq étudiants en pharmacologie a permis de confirmer et d'affiner cette approche, mais aussi de souligner son intérêt : les étudiants insistent beaucoup sur les résultats trouvés et sur le problème de l'accès aux ressources bibliographiques. Ils ont plus de mal à se représenter leur démarche, à se souvenir de leurs requêtes ou des mots-clés utilisés, *etc.*

Notre démarche s'appuie sur une méthodologie pour construire des systèmes traçants d'aide à la réflexivité, mise en évidence progressivement à la suite de l'analyse de l'activité de recherche d'information des étudiants. Nous avons procédé par étapes. Après avoir étudié l'ergonomie des interfaces de *Mozilla Firefox* et *Zotero*, nous avons identifié les actions principales pour la recherche d'information. Puis nous avons étudié le code de ces deux logiciels pour y implanter de nouveaux capteurs d'événements. Nous avons ensuite construit un objet informatique qui puisse mémoriser les différentes informations relatives à ces événements, en choisissant et

en définissant les bons attributs. À partir de là, nous avons construit des objets de plus haut niveau, dérivés des modèles de trace première, appelés modèles de traces secondaires. Parmi différentes techniques de présentation, nous avons choisi celles qui nous paraissaient les plus pertinentes en fonction des différents types de traces à présenter. Puis nous avons conçu des fonctionnalités afin que l'utilisateur puisse manipuler ses traces.

Le logiciel obtenu, *Ergodoc* présente certaines traces d'activité à l'utilisateur dans sa recherche d'information. Après l'avoir installé et initié sa recherche, l'utilisateur peut se représenter sa recherche sous forme de tableaux accessibles via des onglets. Ces tableaux représentent soit une liste d'observés génériques (trace première), soit des observés sélectionnés par type ou composés (traces secondaires).

L'analyse du travail des étudiants montre que le groupe ayant utilisé *Ergodoc* a obtenu de meilleurs résultats que le groupe ne l'ayant pas utilisé (moyennes de 8,7/20 pour le groupe 1 contre 11,5 et 11,7 pour les deux autres). Plus intéressant, la comparaison des notes à l'intérieur des différentes questions montrent que le groupe 1 n'est pas forcément plus faible au départ : il obtient de meilleurs résultats sur la présentation générale du document, la rédaction de la problématique et le besoin d'information. En revanche, les domaines où le logiciel a fourni des traces : sources, mots-clés, requêtes et bibliographie, sont ceux où les utilisateurs d'*Ergodoc* ont obtenu de meilleurs résultats. Ceci montre que le logiciel qui restitue des traces lors d'une recherche d'information permet en effet de renforcer l'apprentissage en améliorant la réflexivité, et donc certaines compétences ; mais qu'il peut aussi réduire d'autres compétences qui ne sont pas du domaine du logiciel. On peut donc ici faire l'hypothèse suivante : le survol de la question de la problématique par les étudiants provient de fait qu'ils sont accordé beaucoup d'attention à la prise en main du logiciel. Une "formation à l'usage des traces" s'avérerait nécessaire pour éviter que l'apprenant ne contemple sans recul ses traces, tel Narcisse se noyant dans son propre reflet, ce qui nuirait à la réflexivité de son apprentissage.

4 Discussion

Dans l'ensemble de cet article, l'explicitation de l'expérience d'utilisation est centrale. Elle apparaît à deux niveaux distincts :

- Premièrement elle est constitutive de l'hypothèse générale de l'article, puisque nous considérons que l'expérience explicitée sous forme de traces numériques joue le rôle de miroir pour le sujet, miroir qui supporte la réflexivité sur son activité. Ainsi, dans la première expérimentation nous avons cherché l'existence d'éventuels invariants dans l'utilisation des traces. Dans la seconde expérimentation, nous avons observé la manière dont les utilisateurs s'emparent de la restitution de leurs traces d'activité.
- Deuxièmement, la construction de nos données s'est elle-même appuyée sur une explicitation de l'expérience par les sujets : dans la première expérimentation nous avons utilisé les autoconfrontations et l'entretien d'explicitation ; dans la seconde nous avons demandé aux sujets de rédiger

un document explicitant leur activité *a posteriori*. De ce point de vue, l'expérience explicitée a joué le rôle d'un outil d'accès au passé, un support d'échange entre l'utilisateur et nous pour reconstruire ensemble les modes opératoires de l'utilisateur en situation.

En termes de limites expérimentales, la première expérimentation n'a considéré qu'une seule situation de travail collaboratif. Ce choix a été fait face à la richesse de l'analyse "en micro" que nous avons menée. Cependant, pour enrichir cette étude, il serait intéressant d'observer si les quatre schèmes d'usage des traces numériques mis en évidence se retrouvent dans d'autres contextes de conception collaborative. Dans la seconde expérimentation, pour concevoir notre logiciel, nous aurions pu étudier comment partager ces traces en direction d'autres systèmes d'information, ce qui constitue une limite de notre travail, mais aussi une perspective de recherche pour de futurs travaux.

En conclusion, on voit que favoriser la réflexivité est une piste très intéressante, mais que son utilisation se heurte à certaines limites. D'un point de vue technique d'abord. La réflexivité renforcée ne peut s'appuyer que sur des signes qui agissent comme des transferts de l'activité réalisée, car on ne saurait représenter intégralement l'activité réalisée, qui est nécessairement complexe. Avec un ordinateur, on ne peut s'appuyer que sur les interactions, donc des événements informatiques. Ces interactions peuvent cependant être enrichies par le suivi des mouvements oculaires et des entretiens avec les acteurs, voire l'imagerie cérébrale et autres techniques psychocognitives, mais ces techniques sont toutes coûteuses en temps et en énergie. D'autre part, la réflexivité peut augmenter la charge mentale de l'apprenant dont les capacités de représentation et de mémorisation sont limitées, mais aussi réduire certaines attentions ou compétences supposées acquises. Enfin, elle permet aux acteurs d'interroger les moyens mis en œuvre plutôt que les finalités de l'activité qui supposent moins un esprit observateur qu'un esprit critique. La réponse est peut-être dans (Karakayali, 2004) qui tente d'unir les efforts d'Adorno et de Bourdieu dans une visée réflexive, mais aussi critique : la "réflexivité renforcée", à la différence d'une "réflexivité passive" doit pouvoir se doter d'une capacité à décrire les idéologies présentes dans les efforts de représentation, donc d'interroger les finalités et non pas seulement les moyens de l'activité. Une sémiotique de la trace numérique doit pouvoir penser la trace numérique non seulement comme une histoire, du point de vue des théories de l'activité ; mais aussi comme un futur, d'un point réflexif et critique. Regarder notre passé avec les nouvelles technologies, c'est modifier notre futur, donc réfléchir aux moyens autant qu'aux finalités de manière active.

5 Conclusion

Dans cet article, nous avons essayé de montrer qu'il était possible de restituer ses traces numériques à l'utilisateur pour renforcer la réflexivité, donc son apprentissage. Cette approche n'est pas une simple alternative à l'exploitation de traces "côté serveur". Nous avons tenté de montrer, avec nos expérimentations, qu'il y avait là un

moyen de renouveler le mode de connaissance des utilisateurs en situation d'interaction numérique. Nos expérimentations, au travail ou en formation, montrent comment favoriser la réutilisation des traces et comment décrire ces nouveaux usages.

L'opposition entre activité humaine, comme "élan de vie sans bornes prédéfinies" (Schwartz, 2003), complexe ou imprévisible, et l'ordinateur comme artefact où tout est calculable, offre au chercheur en sciences sociales un terrain énigmatique mais stimulant. Si les technologies de l'information et de la communication sont un miroir de l'humain, ce n'est donc pas dans le cadre d'une relation simple selon le modèle d'une "image fidèle" dont la contemplation entraîne la mort de Narcisse. Aussi, notre analogie serait plutôt celle d'un miroir déformant voire reformant. Prendre conscience de ce potentiel, c'est donc douter que les traces numériques renvoient à notre "identité" propre. Si les traces numériques reflètent quelque chose de nous, c'est moins ce que nous sommes, notre identité-personne, que ce que nous avons fait. Les traces-signes, restituées à leur auteur, sont donc un miroir qui lui indique un avenir réflexif et actif.

6 Références bibliographiques

- Arnaud, M. et Merzeau, L., 2009. Traçabilité et réseaux. Hermès, 53, 5.
- Bachimont, B., 2004. Arts et sciences du numérique: Ingénierie des connaissances et critique de la raison computationnelle. Mémoire de HDR.
- Bationo-Tillon, A., 2006. *Pratiques des activités narratives instrumentées: Une analyse diachronique et structuro-fonctionnelle en amont de la conception*. Thèse de Doctorat en ergonomie. Université Paris 8.
- Bloor, D., 1991. Knowledge and social imagery, Chicago : University of Chicago Press.
- Bourdieu, P., 1972. Esquisse d'une théorie de la pratique, Genève: Droz.
- Bourdieu, P., 1976. Le sens pratique. Actes de la recherche en sciences sociales, 2(1), 43-86.
- Bourdieu, P., 2001. Science de la science et réflexivité: cours du Collège de France, 2000-2001, Paris: Raisons d'agir.
- Cahour, B., et Licoppe, C., 2010. Confrontations aux traces de son activité. Compréhension, développement et régulation de l'agir dans un monde de plus en plus réflexif. *Revue d'Anthropologie des Connaissances*. Vol.4, no.2 - Confrontations aux traces de son activité.
- Christin, A., 2001. Histoire de l'écriture : de l'idéogramme au multimédia, Paris: Flammarion.
- Cifali, M., 1994. Le lien éducatif : contre-jour psychanalytique, Paris: Presses universitaires de France.

- Clot, Y., Faïta, D., Fernandez, G. et Scheller, L., 2000. Les entretiens en auto-confrontation croisée : une méthode en clinique de l'activité. *Pistes*, n° 2.
- CNTRL, 2010. Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales, Définition de Réflexivité, Available at: <http://www.cnrtl.fr/definition/r%C3%A9flexivit%C3%A9>. [Accédé le 16 décembre 2010].
- Coën, P.-F., 2006. Les technologies : des aides précieuses pour développer la réflexivité des apprenants. *Revue des hautes écoles pédagogiques et institutions assimilées de Suisse romande et du Tessin*. No.3. Réflexivité et formation des enseignants.
- Davallon, J., Noël-Cadet, N. et Brochu, D., 2003. L'usage dans le texte : les traces d'usage du site Gallica. Dans E. Souchier, Y. Jeanneret, et J. Le Marec, éd. *Lire, écrire, récrire : Objets, signes et pratiques des médias informatisés*. Paris : Bibliothèque Publique d'Information.
- Engeström, Y., 1999. Activity theory and individual and social transformation. Dans Y. Engeström, R. Miettinen, & R. Punamäki, éd. *Perspectives on activity theory*. New-York: Cambridge University Press, p. 19–38.
- Escorcía, D., 2007. Composantes métacognitives et performance à l'écrit: une approche sociocognitive du travail étudiant. Thèse de Doctorat en Sciences de l'éducation, Nanterre-Paris X, Sciences de l'éducation, Nanterre.
- Flanagan, O., 1981. Psychology, progress, and the problem of reflexivity: A study in the epistemological foundations of psychology. *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, 17(3), 375–386.
- Flavell, J.H., 1979. Metacognition and cognitive monitoring. *American psychologist*, 34(10), 906–911.
- Foucault, M., 1966. *Les mots et les choses*, Paris: Gallimard.
- Freeman, E.T., 1997. *The Lifestreams Software Architecture*, Ph.D. Dissertation, Yale University Department of Computer Science, May 1997.
- Gagnière, L., Bétrancourt, M., Détienné, F., Chabert, G., 2004. Developing a reflective incentive to encourage metacognitive activities in a computer-supported collaborative learning environment. Dans EARLI SIG on Metacognition. Amsterdam (Netherland).
- Gallezot, G. et Simonnot, B., 2009. *L'entonnoir. Google sous la loupe des sciences de l'information et de la communication*. Paris : C&F Editions.
- Goody, J., 1979. *La raison graphique*, Les Editions de Minuit.
- Grunberg, E. et Modigliani, F., 1954. The predictability of social events. *The Journal of Political Economy*, 62(6), 465–478.

- Guichard, É., 2010. L'internet et l'écriture: du terrain à l'épistémologie. Habilitation à diriger des recherches. Lyon: Université de Lyon I.
- Herrenschmidt, C., 2007. Les trois écritures. Langue, nombre, code. Paris : Gallimard.
- Jaillet, A., 2009. La communauté EIAH et les traces. In Larose, F., Jaillet, Le numérique dans l'enseignement et la formation : Analyses, traces et usages, p. 217-235. Paris: L'Harmattan.
- Jermann, P.R., Soller, A., et Mühlenbrock, M. , 2001. From mirroring to guiding: A review of state of the art technology for supporting collaborative learning. In *Proceedings of European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning*. Bergen, Norway, pp.324-331.
- Kant, I., 1997. Critique de la raison pure, Paris : Gallimard.
- Karakayali, N., 2004. Reading Bourdieu with Adorno. *Sociology*, 38(2), 351.
- Laflaquière, L., et Prié, Y., 2009. L'expérience tracée des activités conjointes instrumentées. In *Atelier Interaction, Contextes, Traces*, Université de Caen.
- Lucas, R.E., 1976. Econometric policy evaluation: a critique. Dans Carnegie-Rochester conference series on public policy. p. 19–46.
- Luze , H.de. et Hess, R., 1997. L'ethno-méthodologie, Augustin (Germany): Anthropos.
- Malinowski, B., 1989. Les Argonautes du Pacifique occidental, Paris : Gallimard.
- Merton, R.K., 1948. The self-fulfilling prophecy. *The Antioch Review*, 8(2), 193–210.
- Mille, A. et Prié, Y., 2006. Une théorie de la trace informatique pour faciliter l'adaptation dans la confrontation logique d'utilisation/logique de conception. Dans 13èmes journées de Rochebrune -Traces, Enigmes, Problèmes. Traces, Enigmes, Problèmes. Rochebrune, p. 12.
- Nagel, E., 1961. The structure of science. *American Journal of Physics*, 29, 716.
- Ollagnier-Beldame, M., 2006. *Traces d'interactions et processus cognitifs en activité conjointe : Le cas d'une co-rédaction médiée par un artefact numérique*. Thèse de Doctorat. Université Lumière Lyon2, France.
- Peirce, C.S., 1935. Division of signs. Dans C. Hartshorne et P. Weiss, éd. *Collected papers of charles sanders peirce*. Harvard: Harvard University Press.
- Petitmengin, C., Bitbol, M., Nissou, J.-M., Pachoud, B., Curalucci, H., Cermolacce, M., et Vion-Dury, J., 2009. Listening from Within. *Journal of Consciousness Studies* 16.
- Piaget, J., 1976. The Grasp of Consciousness: Action and Concept in the Young Child First Paperback Editon., Harvard: Harvard University Press.

- Popper, K.R., 1957. *The poverty of historicism*, London: Routledge et Kegan Paul
- Rabardel P., 1995. *Les hommes et les technologies: Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris: Armand Colin.
- Romero, M., 2004. *Métacognition dans les IEAH*, Le Mans: LIUM.
- Schwartz, Y., 2003. *Travail et ergologie*, Toulouse: Octarès.
- Simon, H.A., 1954. Spurious correlation: A causal interpretation. *Journal of the American Statistical Association*, 49(267), 467–479.
- Szilas, N., et Kavakli, M., 2006. PastMaster@Strorytelling: A Controlled Interface for Interactive Drama, In *Proceedings of IUI 2006: International Conference on Intelligent user Interfaces*, CSIRO ICT Centre, Macquarie University, Sydney, Australia, 29 January to 1 February, pp288-290.
- Soller, A., Martínez, A. et Jermann, P., 2005. From mirroring to guiding: A review of state of the art technology for supporting collaborative learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 15(4), 261–290.
- Soros, G., 2008. *The new paradigm for financial markets: The credit crisis of 2008 and what it means*, New-York: Public Affairs.
- Theureau J., 1992. *Le cours d'action : analyse sémio-logique*, collection "Sciences de la communication", Peter Lang, Berne, Suisse.
- Theureau J., 2004. *Le cours d'action : Méthode élémentaire*, seconde édition remaniée et postfacée de "*Le cours d'action : analyse sémio-logique*", Toulouse : Octares.
- Thomas, W.I. et Thomas, D.S., 1928. *The child in America: Behavior problems and programs*, New-York: Knopf.
- Tisseron., S., 1999. *Comment l'esprit vient aux objets?* : Aubier.
- Varela F.J., Thomson E. et Rosch E., 1993. *L'inscription corporelle de l'esprit*, Paris, Seuil.
- Vermersch, P., 1994. *L'entretien d'explicitation en formation initiale et en formation continue*, Paris: ESF.
- Vygotski, L.S., 1997. *Pensée et langage* 3 éd., Paris :La Dispute.
- Winnicott, D. W., 1971. *Objet transitionnels et phénomènes transitionnels, Jeu et réalité*. Paris: Gallimard.
- Wittgenstein, L., 1974. *Philosophical Investigations*, Oxford: Blackwell.