



Béatrice Galinon-Melenec et Sami Zlitni (dir.)

Traces numériques De la production à l'interprétation

CNRS Éditions

Traces numériques et construction de sens

Alain Mille

DOI : 10.4000/books.editions-cnrs.21750
Éditeur : CNRS Éditions
Lieu d'édition : Paris
Année d'édition : 2013
Date de mise en ligne : 16 juillet 2019
Collection : CNRS Alpha
EAN électronique : 9782271130136



<http://books.openedition.org>

Référence électronique

MILLE, Alain. *Traces numériques et construction de sens* In : *Traces numériques : De la production à l'interprétation* [en ligne]. Paris : CNRS Éditions, 2013 (généré le 15 novembre 2023). Disponible sur Internet : <<http://books.openedition.org/editions-cnrs/21750>>. ISBN : 9782271130136. DOI : <https://doi.org/10.4000/books.editions-cnrs.21750>.

Le texte seul est utilisable sous licence . Les autres éléments (illustrations, fichiers annexes importés) sont « Tous droits réservés », sauf mention contraire.

Traces numériques et construction de sens

Alain Mille

Ce chapitre est rédigé sur la base de deux conférences invitées ENMI 2008¹ et le séminaire « L'Homme-trace » 2011². Il reprend une partie introductive sur les traces et les systèmes à base de traces (MILLE, 2012), puis se concentre sur la question particulière de la construction de sens à partir des traces numériques, en s'intéressant plus particulièrement aux traces numériques sur le Web comme illustration principale.

INTRODUCTION À LA NOTION DE TRACES

Notion de trace

En première analyse, nous considérerons qu'une trace est constituée à partir d'empreintes laissées volontairement ou non dans l'environnement à l'occasion d'un processus. La trace ainsi construite est inscrite (ou non) dans l'environnement utilisé comme support à la mémoire (en tant que processus).

La nature des empreintes est très variable et tout processus peut produire (ou non) des empreintes plus ou moins persistantes, s'inscrivant dans l'environnement et distinguables ensuite par des observateurs avertis en tant que trace du processus initial.

L'observation est donc un processus cognitif pour distinguer (au sens propre) l'empreinte comme trace de quelque chose pouvant faire sens.

1. Entretiens du Nouveau Monde Industriel, Bernard Stiegler, *Culture politique et ingénierie des réseaux sociaux*, Centre Georges Pompidou, 4 octobre 2008.

2. Séminaire « L'Homme-trace » n° 4, *Traces numériques et recrutement*, Département Infocom de l'IUT du Havre, 13 octobre 2011.

L'observateur doit donc être averti (de la chose tracée) pour distinguer, interpréter, exploiter des traces qui prendront le statut d'inscriptions de connaissances dans son contexte cognitif.

Nous proposons donc, arbitrairement et par facilité à ce niveau, de nommer *empreinte* l'inscription de quelque chose dans l'environnement au temps du processus et *trace* l'observation d'une série d'empreintes. L'observation peut avoir lieu *a posteriori* ou en temps réel *in situ*. Une empreinte est toujours empreinte de quelque chose, comme une trace est toujours trace d'une activité.

Quelques exemples illustrant la distinction empreintes/traces :

- des empreintes sont laissées sur le lieu d'un crime et seront considérées comme traces par l'enquêteur qui va les relever et les mettre en ordre en tant que telles pour son enquête (inscription volontaire de la trace) ;
- dans une œuvre littéraire, des formes d'écriture seront autant d'empreintes considérées comme trace d'un mouvement littéraire par un lecteur averti (critique ou amateur) ;
- les humains inscrivent des empreintes involontaires dans l'environnement lors de leur séjour (suie du feu dans une grotte par exemple). Ces empreintes seront relevées comme traces de leur passage par des observateurs (poursuivants, historiens, etc.).

Naturellement, les traces telles qu'élaborées dans des disciplines différentes se déclinent dans des formes et pour des objets très différents – par exemple pour le récit d'une épopée historique, pour le déroulement ou l'analyse d'une mélodie, pour le suivi du développement de végétaux, pour le scénario d'un film, pour la mise au point d'un logiciel, pour étudier la vie d'une cellule, pour mener une enquête policière, pour assurer la mémorisation de données personnelles, pour rendre compte d'une démonstration mathématique, pour faciliter l'animation d'un groupe d'étudiants, pour suivre les collisions de particules, pour le suivi de l'exécution d'un programme, pour rendre compte des interactions dans un réseau social, etc. Ces constructions ont peu de ressemblance formelle, mais sont bien issues d'un processus de création de traces au sens général proposé.

L'estampille temporelle de l'empreinte est souvent recherchée pour construire la trace dont les éléments sont alors situés temporellement. Est-ce que cette propriété d'une estampille temporelle de l'empreinte pour constituer une trace est une condition nécessaire ? Sans doute non, dans le cas général ; mais dans le cas de la trace numérique, nous allons voir qu'elle est alors consubstantielle au procédé de traçage.

Notion de trace numérique

Si on reprend la définition générale de la trace en la spécialisant au cas numérique, la définition correspondante serait : la trace numérique est constituée à partir d'empreintes numériques laissées volontairement (ou non ?) dans l'environnement informatique à l'occasion de processus informatiques.

Plusieurs constats montrent des spécificités liées au caractère numérique des traces :

- inscrire une empreinte numérique implique un *codage* numérique et une inscription du code dans l'environnement informatique.

- les traces numériques comme les empreintes numériques sont inscrites dans l'environnement informatique : l'environnement informatique est alors support de mémoire et support de calcul sur les traces comme sur les empreintes.

- l'environnement informatique possède une/des horloge/s liée/s intrinsèquement à sa technologie. L'inscription d'une estampille temporelle est donc toujours possible au moment de l'empreinte.

- le fait qu'empreintes et traces soient numériques autorise des processus de mémoire et de calcul, leur donnant un caractère homogène et cohérent par nature. Il est toujours possible de faire des traces numériques nouvelles avec de traces numériques existantes (nouvelles interprétations) et d'éventuellement remonter jusqu'aux empreintes elles-mêmes, si tant est qu'elles soient disponibles dans le même environnement informatique.

Le monde numérique est donc potentiellement normalisateur de la construction de traces à partir d'empreintes plus ou moins contrôlées dans leurs inscriptions.

Comment ce statut numérique des traces, avec toutes les exploitations possibles liées à sa normalisation de mémoire et de calcul, peut-il modifier les processus cognitifs associés aux traces ?

Ces différences induisent-elles une nature nouvelle pour les traces numériques ?

Traces numériques, environnement informatique et environnement informatisé

Nous proposons de distinguer la notion d'environnement informatique de la notion d'environnement *informatisé*.

L'environnement, au sens général, est défini comme :

« L'ensemble des éléments (biotiques ou abiotiques) qui entourent un individu ou une espèce et dont certains contribuent directement à subvenir à

ses besoins », ou encore comme « l'ensemble des conditions naturelles (physiques, chimiques, biologiques) et culturelles (sociologiques) susceptibles d'agir sur les organismes vivants et les activités humaines »³.

L'environnement informatique est constitué par un ensemble d'artefacts informatiques capables de supporter les processus de mémoire et de calcul numérique, de communiquer entre eux par des canaux numériques et constituant un système artefactuel, fini et homogène conceptuellement. Tout environnement informatique concret possède des interfaces avec des systèmes hétérogènes au numérique (typiquement des processus naturels, des humains, etc.). Le système global constitué par l'environnement informatique et les systèmes hétérogènes couplés constitue un système complexe.

L'environnement informatisé serait donc l'environnement défini dans l'acception habituelle du terme, mais considéré comme instrumenté à l'aide de l'environnement informatique.

Le Web constitue un environnement informatique mais peut être considéré aussi comme un environnement informatisé si l'on considère les systèmes hétérogènes au numérique (les humains en premier lieu, mais pas uniquement) comme acteurs du Web, ce qui est le cas, à l'évidence.

Le Web soulève la question des traces numériques construites à partir des empreintes numériques très nombreuses laissées pour des raisons très variables par des concepteurs multiples. Ces constructions de traces numériques se constituent en ingénierie particulière, qui s'unifie avec l'émergence de cet objet dans la panoplie des objets informatiques étudiés par les chercheurs.

Un paradoxe de sécurité apparaît très vite : l'accès aux ressources disponibles dans l'environnement informatisé (pas uniquement l'environnement informatique donc) exige très souvent des procédures d'identification des acteurs. Les empreintes associées sont donc très souvent spécifiquement associées à l'activité de ces utilisateurs et les traces observées révèlent des comportements privés. La trace informatique devient alors un objet à protéger comme les autres ressources disponibles dans l'environnement informatisé. La gestion de la propriété des traces informatiques est une question non triviale. Est-ce une question originale à la trace numérique ?

3. *Le grand Robert de la Langue française*, Robert, Paris, 2001.

TRACE INFORMATIQUE : ILLUSTRATION ET EXEMPLE INTRODUCTIF

Pour introduire concrètement la notion de trace numérique de l'activité, imaginons l'utilisateur d'un environnement informatique (ce peut être un poste de travail, une tablette, un téléphone, un objet intelligent, etc.) dans son activité. L'environnement informatique peut être instrumenté de façon à collecter les empreintes d'interaction selon un protocole et un modèle prédéfinis : il faut choisir ce qui sera inscrit dans l'environnement informatique, ce qui provoquera cette inscription, comment sera représenté l'objet de l'inscription, comment on renvoie à l'utilisateur la conscience de cette inscription (« awareness »).

Une trace est constituée de la séquence des observations collectées depuis une empreinte initiale (début de trace) jusqu'à une empreinte finale (fin de trace) : début et fin d'une trace doivent en effet être spécifiquement reconnus pour qu'une seule trace existe (par exemple un *login* et un *logout*).

Les traces, en tant qu'objets informatiques, sont gérées par l'environnement informatique dans une base de traces, c'est-à-dire un dispositif numérique conçu pour collecter, organiser et fournir des services sur les traces ainsi gérées. Ce dispositif garantit le mode de pérennité choisi pour les traces collectées.

L'utilisateur ayant la pleine conscience de la disponibilité de ces/ses traces d'interactions, peut exploiter ce corpus en l'interrogeant pour y retrouver par exemple des schèmes construits pendant l'activité en les repérant par des *signatures d'épisode*. Une signature d'épisode est une sous-séquence d'observations plus ou moins abstraites (leurs propriétés sont ou non précisées par exemple), qui va permettre de calculer dans la trace en cours, comme dans le corpus de traces constitué, des séquences correspondantes pouvant être alors rejouées, adaptées, échangées avec d'autres, documentées en les annotant, utilisées comme index d'objets documentaires (si tant est qu'un attribut de l'observation d'une empreinte garde un index vers l'objet documentaire concerné par l'empreinte observée), etc.

Pour être plus concret, nous allons commenter une application sur un exemple réel développé pour une PME⁴ dans le cadre d'un projet de recherche commun avec le laboratoire GSCOP⁵. L'environnement est constitué par un bureau d'études dont les ingénieurs sont chargés de mener des projets de dimensionnement ou d'expertise mobilisant des modèles de calcul sophistiqués. L'entreprise cherche à améliorer la gestion des connaissances métiers en demandant aux ingénieurs, responsables de projets de calculs, de documenter les projets et en mettant à disposition les élé-

4. Société ANTECIM : <http://www.antecim.fr/> (consulté le 21/01/2013).

5. Voir <http://www.g-scop.grenoble-inp.fr/> (consulté le 21/01/2013).

ments permettant leur réutilisation la plus souple possible pour eux-mêmes et pour les autres. En remplacement d'un système rudimentaire basé sur un document partagé unique, instrumenté par des scripts, un gestionnaire de projets a été développé exploitant une base de données commune. C'est ce gestionnaire qui a été instrumenté pour fournir aux ingénieurs une trace de leur activité, une capacité à la décrire et à la documenter plus facilement.

L'interface propose un formulaire de saisie des éléments constitutifs du déroulement du projet avec la possibilité d'insérer des documents, des références techniques, des textes réglementaires, etc. L'environnement développé est déjà en soi un dispositif de mémoire externe de l'activité, mais ne fournit pas d'information sur son propre usage. La trace réflexive (car affichée en temps réel) de l'activité avec l'environnement est représentée en utilisant au mieux la symbolique déjà existante ou habituelle pour l'ingénieur, et chaque empreinte garde de nombreuses propriétés sur les objets informatiques concernés par l'action ayant provoqué l'inscription de cette empreinte.

Comme le dispositif était nouveau, le premier usage spontané de la trace fut une aide à l'appropriation : la trace révélant ce qu'il se passe derrière l'interface (dans la base de données par exemple) et mettant en évidence les imbrications de sous-tâches (par exemple, les menus de sélection de documents, de sélection de titre local, de commentaire à attacher, etc.) de l'activité de gestion de projet. Les usages imaginés par ailleurs concernaient la réutilisation de « bonnes pratiques » et surtout l'indexation de documents « par l'usage », c'est-à-dire permettant de connaître ses différents contextes d'usage et d'éventuellement permettre de retrouver facilement ce document durant un contexte d'usage similaire.

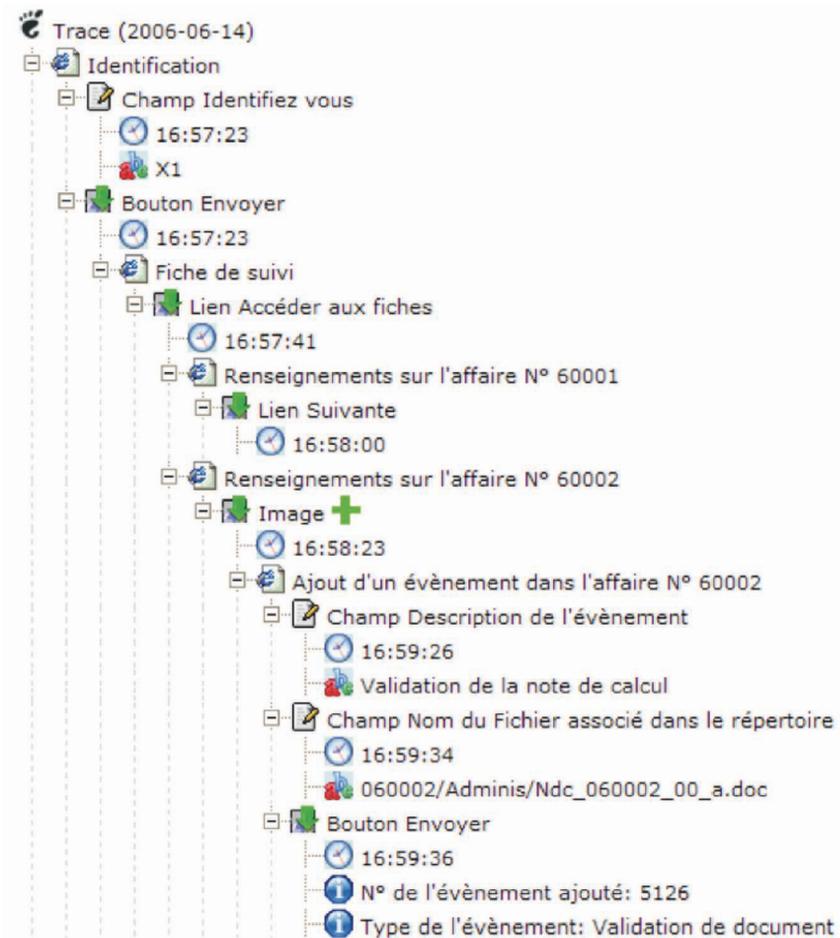


Figure 1 : La trace réflexive de base pour le gestionnaire de projets ANTECIM.

La trace s'affiche dans une fenêtre spécifique, qui peut être manipulée séparément, identifiant ainsi un objet différent et les fonctions classiques de développement ou de repliement de traces sont disponibles. Toute ou partie de la trace est possible à exporter comme document à destination d'un collègue par exemple, ou pour soi-même se documenter pour une procédure à reprendre.

Bien que l'environnement se retrouve *de facto* surchargé par cette nouvelle fenêtre, les premiers usages n'ont pas démontré de surcharge cognitive, et plutôt même une certaine familiarité avec cet objet pourtant nouveau. La trace s'affichant en temps réel, l'utilisateur réalise spontanément qu'il s'agit d'empreintes de certaines de ses actions – il en comprend

donc la signification très rapidement et explore vite les possibilités d'exploitation offertes (trop limitées dans le cas présenté).

Il serait toutefois presque impossible de demander à chaque environnement de prévoir un tel dispositif ; en général l'activité d'un utilisateur ne se limite pas à un seul dispositif informatique, mais se déploie sur l'ensemble des services disponibles dans l'environnement (informatique). Il convient donc d'imaginer un dispositif générique adapté à n'importe quel environnement informatique.

TRACE MODÉLISÉE, SYSTÈME DE GESTION DE BASE DE TRACES MODÉLISÉES

Trace modélisée

Pour permettre l'intégration de l'usage des traces d'activité en augmentation des services offerts *via* un environnement informatique, il est nécessaire d'ajouter la notion de trace modélisée comme nouvel objet informatique à disposition des concepteurs comme des utilisateurs pour l'intégrer dans l'environnement des activités médiées numériquement.

Il s'agit donc de définir plus formellement les propriétés qui seront celles de n'importe quelle trace modélisée, de proposer des méthodes standard permettant d'agir sur les traces modélisées, de développer les outils correspondants permettant de réaliser des systèmes à base de traces en s'appuyant sur des objets ainsi disponibles dans la bibliothèque du concepteur-utilisateur.

Cette présentation n'a ni l'objectif, ni la place de fournir les formules, les démonstrations et les codes de tels objets et nous nous contenterons de renvoyer le lecteur intéressé vers la bibliographie existante sur le sujet.

Une *trace modélisée* (ou *M-trace*) est constituée par une séquence temporelle d'éléments observés typés et de relations typées entre ces éléments observés, en plus d'un modèle associé précisant les types des éléments observés, les types des relations et la manière d'exprimer le temps.

Il est important de retenir que toute M-trace sera donc constituée de manière indissociable d'une séquence d'éléments observés, mais aussi du modèle donnant une sémantique de base à la trace ainsi disponible.

Système de Gestion de base de traces

Pour permettre l'utilisation des M-traces, et réaliser ainsi un système à base de traces (SBT), il convient de proposer des méthodes permettant de mener des calculs standards pour effectuer des requêtes et réaliser les transformations nécessaires aux différentes interprétations qui pourront être tentées, directement ou indirectement, par des utilisateurs pour qui l'activité tracée est source de construction de sens.

Nous proposons un noyau standard possible qui pourrait servir pour n'importe quel système à base de traces. Ce noyau sera appelé Système de gestion de Base de Traces (SGBT) par analogie avec la notion de Système de Gestion de Base de Données (SGBD).

Collecte des empreintes constitutives des M-traces

Il faut rappeler que toute empreinte numérique ne peut être réalisée que par un dispositif numérique, conçu pour le faire à partir de capteurs de différentes natures disposés dans l'environnement informatisé (pas uniquement dans l'environnement informatique donc). Le SGBT doit donc permettre la connexion à des flux d'information issus de ces capteurs : les éléments d'un log, les éléments issus de capteurs logiciels (fonctions produisant les éléments à collecter), des éléments issus de formulaires de saisie (collecte à l'initiative de l'utilisateur et à sa discrétion), des éléments issus de capteurs matériels (instrumentation de l'environnement), des éléments issus de calculs sur des flux temporels associés à l'activité (vidéo, audio), etc. Les pilotes de collecte se multiplient avec la multiplication des modalités d'interaction lors du couplage de l'utilisateur avec l'environnement informatisé. Les éléments collectés sont assemblés en ce que nous proposons d'appeler des *M-traces premières* pour signifier qu'elles sont premières interprétations (puisque'il y a un modèle associé) des éléments collectés pendant l'activité.

Transformations de M-traces, comme calcul lié à l'interprétation

Le processus continu d'interprétation doit pouvoir être accompagné par des méthodes spécifiques de calcul transformant la représentation-même du cours d'action en fonction d'un point de vue, d'un objectif, d'une exploration de sens, etc. Nous proposons la notion de transformation de M-

trace, qui à partir d'une M-trace en construit une autre selon une méthode de transformation explicite car formalisée (ou implicite si c'est l'utilisateur qui la propose sans la formaliser). Il s'agit de considérer ce qui est observable dans la M-trace source (celle qui sera à l'origine de la transformation) pour l'interpréter dans un autre registre en exploitant des règles de transformation (sortes de connaissances). Par exemple, il sera facile de filtrer une M-Trace, de la reformuler en considérant qu'il serait possible de substituer certains schémas par des symboles signifiants dans un autre registre. D'une certaine façon, on peut dire qu'il s'agit toujours plus ou moins d'une reformulation d'un discours symbolique sur l'activité en un autre discours symbolique dans un autre registre profitant des connaissances d'interprétation disponibles. Il est important de considérer des transformations calculées (qui ont l'avantage d'être documentées mais nécessitent une formalisation) des transformations manuelles (qui ont l'avantage d'être informelles, mais nécessitent une documentation supplémentaire pour être transmises). Il est donc possible de disposer de multiples représentations de la trace d'interaction et, d'une certaine manière, de l'activité correspondant à autant de points de vue sur cette activité.

Puisqu'il s'agit d'un processus de construction du sens, il est impératif de garder la genèse des transformations, ce qui est assuré par le SGBT, autorisant de naviguer d'un registre de représentation à l'autre, de passer du symbole proposé dans un certain registre au motif de symboles dont il est la reformulation. On voit bien ici une chaîne sémiotique qui serait explicitement documentée.

Bien entendu, ces transformations sont construites à partir des requêtes faites au SGBD, ce qui permet d'introduire la notion d'assistance (à l'appropriation) pour les acteurs (individuels ou collectifs) de l'activité.

ACCOMPAGNER LA CONSTRUCTION DU SENS À PARTIR DES TRACES MODÉLISÉES D'INTERACTIONS

Construction du sens à partir de l'expérience tracée

La construction de sens a une relation directe avec l'expérience sensible. L'acception du terme *expérience* que nous retenons nous fait considérer l'expérience comme interaction – comme certains commentateurs de l'œuvre de John Dewey (1934) le comprennent dans son œuvre. Toute connaissance y trouverait sa source de manière plus ou moins directe. Raison-

ner consisterait alors à associer les expériences préalablement établies pour révéler la connaissance dans le cadre d'une nouvelle expérience. D'un point de vue d'ingénierie de la connaissance, les connaissances révélées peuvent être synthétisées en expertise, sous la forme d'inscriptions de connaissances documentées et accompagnées de leur modèle d'interprétation autorisant l'inférence calculée. L'expérience sensible étant par définition non accessible en tant que telle, puisque incorporée, au sens propre du terme ; seules les traces laissées dans l'environnement, y compris probablement chez le sujet vivant l'expérience, restent des inscriptions d'une connaissance émergente et/ou mobilisée au moment d'une nouvelle expérience. Ces inscriptions dans l'environnement permettent de faciliter à nouveau l'émergence du sens dans de nouvelles expériences dont elles composent également l'environnement d'une manière ou d'une autre. Cette notion d'inscription de la connaissance a été pointée et argumentée par Bruno Bachimont (2004) qui propose le concept d'ingénierie des inscriptions de la connaissance dans le cadre d'expertises documentées, et résonne aussi aux réflexions de Bernard Stiegler sur les notions de rétentions primaires, secondaires et tertiaires – ces dernières rendant « possible l'extériorisation de l'expérience individuelle dans des traces, et comme transmission. » (STIEGLER, 2005 : 23). Dans le cadre restreint des systèmes informatiques, les inscriptions de la connaissance peuvent être le résultat d'un processus volontaire d'ingénierie de la connaissance cherchant à garder trace de la connaissance sous une forme la plus exploitable possible par un environnement informatique, c'est-à-dire en cherchant à en représenter la sémantique par des calculs dont on pourra penser qu'ils fournissent à la demande l'interprétation convenable correspondant à la connaissance inscrite.

Penser une réflexivité « augmentée » pour assister la prise de conscience des interprétations potentielles des traces numériques

Pour notre part, nous nous intéressons tout particulièrement au traçage explicite à l'utilisateur lui permettant de se voir agir d'une manière ou d'une autre, et lui permettant d'utiliser cette trace de son expérience comme support pour faciliter ses activités ou pour construire un discours argumenté en vue d'échange ou de partage par exemple. Cette trace serait alors une inscription de l'expérience tracée nécessitant des modèles d'interprétation dynamiques et plastiques en interaction avec l'utilisateur-générateur conscient de ces traces. Le pari est que cette inscription convenablement médiée enrichisse l'environnement de manière utile au processus de cognition située.

Cette approche résonne avec les travaux de Christian Brassac (2006), ceux de Pierre Rabardel (1995) et plus généralement encore avec les courants de pensée fondés par Lev Vygotski (CLOT, 1999) ou Alexis Leontiev (1984). C'est enfin à travers Gilbert Simondon que les résonances théoriques semblent les plus fortes avec les processus d'individuation et de trans-individuation (2005). Ces différents travaux montrent que l'utilisateur et l'artefact technique qu'il utilise sont co-constructeurs du sens pendant l'activité, en situation. Nous tentons de faciliter cette construction du sens en fournissant à l'utilisateur un terrain de confrontation entre les logiques de conception de l'environnement et ses logiques d'utilisation pendant l'activité. L'environnement informatique constitue un terrain d'interactions où se confrontent ces logiques, et nous proposons donc de matérialiser de manière spécifique cette confrontation par une trace modélisée, autorisant ainsi une prise de conscience plus aisée par l'utilisateur de ses inter-actions et des moyens d'exploitation de cette trace pour faciliter son activité par la réutilisation en situation de son expérience, mais aussi pour faciliter l'exportation et le partage de son expérience ainsi tracée.

D'un point de vue formel, la notion de trace telle que nous la définissons résonne avec les travaux portant sur les traces comme objets mathématiques, objets en dualité avec les automates qui les produiraient (DIEKERT, 1995).

Notion d'assistant *alter ego*

Bien qu'il soit possible d'imaginer des applications informatiques exploitant directement les traces d'interaction pour des fonctions propres, nous proposons de considérer le cas plus général de l'assistance à l'appropriation. Par appropriation, nous considérons le processus général qui permet à tout utilisateur d'instrumenter l'environnement (au sens de Rabardel) et mettre en place les conditions d'un couplage réussi (quand l'utilisateur a la conscience de faire « ce qu'il veut »). Nous qualifions l'assistant d'*alter ego* car il est investi par l'utilisateur d'une prolongation performante de sa propre mémoire. L'utilisateur peut agir sur les représentations (par les transformations) pour exploiter cette expérience partagée afin de la capitaliser, la réutiliser, la partager. L'appropriation est par essence un processus d'apprentissage et cet apprentissage se met en place dans le couplage. Dans l'environnement informatique, les modèles construits seront utilisables pour mener de nouveaux calculs et l'utilisateur approfondit sa compréhension de l'activité en l'explorant pour en construire une description qui fait sens pour lui.

Ce processus cognitif initial d'appropriation permet ensuite d'exploiter une mémoire augmentée pour s'intéresser aux tâches de partage de l'expérience, de documentation des processus, de la mise en place de support de confrontation des apprentissages, etc.

On peut imaginer aussi que les agents *alter ego* peuvent continuer à agir en l'absence du couplage en temps-réel, pour se transformer en avatars permettant de représenter d'une manière ou d'une autre l'utilisateur dans des activités menées par d'autres et mobilisant son expérience. Dans cette hypothèse, il faut étudier comment l'utilisateur peut exploiter les traces gardées d'activités dans lesquelles il était seulement représenté.

Négocier le sens des traces d'interactions sur le Web : une démarche de construction collaborative du sens ?

Les travaux et les outils permettant de gérer et contrôler les traces laissées par les activités médiées par le Web se concentrent sur la visibilité plus ou moins contrôlée des traces (MERZEAU, 2009). Chercher à contrôler les traces laissées sur le Web est encore plus difficile que de chercher à être invisible lors de ses activités quotidiennes ! En effet, si on ne veut pas laisser de traces, dont on sait qu'elles sont « construites » par l'observateur, il ne faut laisser le loisir à personne d'observer nos activités, ce qui reviendrait à ne jamais se montrer – cela étant absolument impossible puisque des éléments d'identité circulent largement pendant toute activité sur le Web !

Puisqu'il est impossible, en pratique, d'éviter l'observation, la question se modifie en « comment gérer les interprétations des traces numériques », en particulier pour ceux qui sont volontairement ou non concernés par les traces observées ?

Pour faciliter la mise en œuvre de cette exigence nous proposons de rendre le traçage explicite, réflexif et utile à celui qui en est un acteur. Cette mise en évidence nécessite un objet explicite, manipulable, visualisable, partageable, possédant des méthodes spécifiques explicitant les modèles d'interprétation et, garantissant la traçabilité des étapes d'interprétation (la genèse d'une trace). Une telle approche permettrait de naturaliser la trace numérique comme objet construit par un observateur interprétant en particulier lors des multiples activités médiées par le Web.

Le traçage explicite avec des modèles explicitant la sémantique des calculs d'interprétation, devient alors un support potentiel de négociation du sens à disposition des observateurs, mais aussi des acteurs concernés par les observations.

Une autre qualité importante liée au caractère explicite et appropriable de l'objet, trace numérique modélisée, est le fait que chacun pouvant observer sa propre activité et réaliser les interprétations qui peuvent en être faites, réalise rapidement qu'il s'agit d'un objet informatique aussi important (et sans doute plus sensible) que n'importe quel fichier ou document dont il serait l'auteur.

L'environnement informatisé personnel est maintenant distribué et largement partagé avec les réseaux sociaux, les documents partagés, les blogs, etc. Les observateurs intéressés pour construire des traces à leur profit (par exemple pour compléter un CV) utilisent des outils leur facilitant la tâche, parfois directement mis à disposition par les fournisseurs d'accès aux réseaux sociaux (historiques, graphes de voisinages, agrégation de profils, etc.). Si parfois il est possible d'accéder à ces traces ainsi construites pour des objectifs plus ou moins avoués, il n'est jamais possible de savoir quelles ont été les interprétations qui en ont permis la construction à partir d'observations plus élémentaires. Même si les observateurs l'acceptaient, ils ne pourraient pas fournir la clé d'interprétation des traces qu'ils ont considérées pour analyser tel ou tel comportement, faute de pouvoir facilement fournir les modèles d'interprétation. Dans l'hypothèse de l'utilisation d'un objet-trace numérique modélisé, on pourrait imaginer un support technique à la négociation du sens des traces construites par les observateurs professionnels, et pourrait constituer un dispositif technique de négociation pour faire des recours aux interprétations abusives.

Ce n'est toutefois pas uniquement les traces que des observateurs intéressés (utilisateur ou enquêteur) ont construites volontairement, et qu'ils gèrent dans leur propre environnement informatisé, qui peuvent être l'objet de détournement, mais les traces que d'autres observateurs, plus robotisés, peuvent construire en collectant les empreintes laissées dans l'environnement informatique : tous les fournisseurs d'accès aux réseaux sociaux, aux serveurs visités, etc. ont en effet la possibilité d'observer les informations qui circulent au travers des éléments actifs du réseau en particulier, donc tout utilisateur utilisant un environnement informatique fourni par des tiers.

Le *Deep Packet Inspection* (DPI) constitue un exemple des plus caractéristiques de cette tendance. L'inspection « profonde » des paquets est justifiée par ses défenseurs comme un outil nécessaire pour la détection d'attaques cachées dans les paquets informatiques. La manière de collecter les informations dans les paquets, c'est-à-dire la manière de fabriquer des traces à partir de ces inspections est arbitraire, ce que Tim Berners-Lee considère comme un des problèmes les plus importants à considérer pour la protection de la vie privée : « Somebody clamps a deep packet inspection (DPI) thing on your cable which reads every packet and reassembles the Web pages, cataloguing them against your name, address and telephone

number either to be given to the government when they ask for it or to be sold to the highest bidder -- that's a really serious breach of privacy.⁶ »

À défaut d'être publiques, ces modèles de trace « profonde », secrets par nature, peuvent devenir de tels enjeux pour les parties en présence, qu'ils seraient vite assimilés à des informations de sécurité, et seraient gérés comme tels. Nous pensons que la publication de ces modèles et le droit d'en négocier la validité constitueraient des droits de protection de la vie privée et que l'usage d'objets de type trace numérique modélisée contribuerait à rendre possible cette aspiration à pouvoir négocier le sens des traces construites à partir de l'observation de l'activité numérique.

CONCLUSION

Ce chapitre a permis d'introduire la notion de trace numérique modélisée et d'en développer les possibilités d'exploitation pour d'une part construire le sens et d'autre part négocier le sens.

Il est rappelé qu'une trace est toujours un construit, et que dans le cas des traces construites au sein d'un environnement informatisé, il existe toujours un modèle d'interprétation implicite ou explicite ayant guidé la construction de la trace.

Nous argumentons sur la nécessité de rendre les modèles d'interprétation explicites et plus encore de rendre compte des chaînes d'interprétation qui ont amené à la construction d'une trace, depuis la collecte des observations élémentaires jusqu'à la trace transformée de façon à prendre un statut de connaissance, permettant l'action.

Les chaînes d'interprétation rendues ainsi explicites deviennent des supports de négociation de sens, permettant une compréhension plus partagée des activités observées et les expressions de plusieurs points de vue pouvant alors être confrontées dans une dialectique de construction collective du sens.

Nous terminons le chapitre en insistant sur l'importance de rendre possible la négociation de sens lorsque les moyens d'observation sont d'une puissance telle (*Deep Packet Inspection* par exemple) qu'ils ne peuvent être modérés que par la mise à disposition d'une puissance égale de recherche de sens négocié.

Le développement d'une société à l'ère du numérique passe par de tels dispositifs d'appropriation et de négociation du sens qui s'y construit.

6. Voir <http://www.wired.co.uk/news/archive/2012-04/18/tim-berners-lee-dpi> (consulté le 21/01/2013).

Références bibliographiques

- BACHIMONT B., « Pourquoi n'y a-t-il pas d'expérience en ingénierie des connaissances », dans *Actes de IC 2004 : 15^e journées francophones d'ingénierie des connaissances (Lyon- 5-7 mai 2004)*, Grenoble, PUG, 2004, p. 53-64.
- BELLET T., GEORGEON O., MATHERN B., MILLE A., RITTER F., « Supporting Activity Modelling from Activity Traces », *Expert Systems*, n° 3, 2012, p. 261-275.
- BETRANCOURT M., GUICHON N., PRIÉ Y., « Assessing the Use of a Trace-Based Synchronous Tool for Distant Language Tutoring », dans Gerry STAHL, Hans SPADA, Nancy LAW, Naomi MIYAKE (dir.), *The Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) Conference 2011*, Vol. 3, Hong Kong, China, International Society of the Learning Sciences (ISLS), 2011, p. 478-485.
- BEYLIER C., MILLE A., POURROY F., VILLENEUVE F., « A Collaboration-centred Approach to Manage Engineering Knowledge: a Case Study of an Engineering SME », *Journal of Engineering Design*, n° 6, 2009, p. 523-542.
- CHAMPALLE O., MILLE A., PRIÉ Y., SEHABA K., « A Framework for Observation and Analysis of Learners' Behavior in a Full-scope Simulator of a Nuclear Power Plant – Approach based on Modelled Traces », The 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Athens, Georgia, USA, 2011, p. 30-31.
- SETTOUTI L.-S., PRIÉ Y., CRAM D., CHAMPIN P.-A., MILLE A., « A Trace-Based Framework for supporting Digital Object Memories », dans Achilles KAMEAS, Alexander KRONER, Andres GARCIA HIGUERA, Diane J. COOK, Juan C. AUGUSTO, Julio C. ENCINAS ALVARADO, Michael SCHNEIDER, Pavel CECH, Peter MIKULECKY, Veikko IKONEN, Vic CALLAGHAN (dir.), *Workshops Proceedings of the 5th International Conference on Intelligent Environments*, Amsterdam, IOS Press, 2009, p. 39-44.
- CLAUZEL D., SEHABA K., PRIÉ Y., « Enhancing Synchronous Collaboration by using Interactive Visualisation of Modelled Traces », *Simulation Modelling Practice and Theory*, n° 1, 2011, p. 84-97.
- CLOT Y., *Avec Vygotski*, Paris, La Dispute, 1999.
- ZARKA R., CORDIER A., EGYED-ZSIGMOND E., MILLE A., « Rule-Based Impact Propagation for Trace Replay », dans Ashwin RAM, Nirmalie WIRATUNGA, *International Case-Based Reasoning Conference (ICCBR 2011)*, Greenwich, London, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011, p. 482-495.
- CORDIER A., MASCRET B., MILLE A., « Dynamic Case Based Reasoning for Contextual Reuse of Experience », dans Cindy MARLING, *Provenance-*

- Awareness in Case-Based Reasoning Workshop*, ICCBR 2010, Alessandria, Italy, 2010, p. 69-78.
- CRAM D., *Découverte interactive et complète de chroniques : application à la co-construction de connaissances à partir de traces*, Thèse de doctorat, Université Claude Bernard Lyon 1, 2010.
- CRAM D., MATHERN B., MILLE A., « A Complete Chronicle Discovery Approach: Application to Activity Analysis », *Expert Systems: The Journal of Knowledge Engineering*, Blackwell Publishing Ltd, 2011.
- DEWEY J., *Art as Experience*, New York, Perigee Trade, 2005.
- DIEKERT V., *The Book of Traces*, Singapour, World Scientific Publishing Co., 1995.
- DJOUAD T., SETTOUTI L.-S., PRIÉ Y., REFFAY C., MILLE A., « Un Système à Base de Traces pour la modélisation et l'élaboration d'indicateurs d'activités éducatives individuelles et collectives. Mise à l'épreuve sur Moodle », *Technique et Science Informatiques*, n° 6, 2010, p. 721-741.
- FUCHS B., « Co-construction interactive de connaissances. Application à l'analyse mélodique », dans Alain MILLE (dir.), *Ingénierie des connaissances*, Chambéry, 2011, p. 705-720.
- OLLAGNIER-BELDAME M., HULIN T., « Rendre visibles les traces d'interaction pour renforcer la réflexivité de l'utilisateur », dans José DO NASCIMENTO (dir.), *Les TIC comme miroir de la Société*, Paris, L'Harmattan, 2012, (à paraître).
- HUSSAAN A.-M., SEHABA K., MILLE A., « Helping Children with Cognitive Disabilities through Serious Games: Project CLES », *The 13th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, ASSETS 2011* (Scotland), New York, USA, ACM, 2011, p. 251-252.
- LEONTIEV A., *Activité, conscience, personnalité*, Moscou, Éditions du Progrès, 1984.
- MARTY J.-C., MILLE A. (dir.), *Analyse de traces et personnalisation des environnements informatiques pour l'apprentissage humain*, Paris, Hermès, 2009.
- MERZEAU L., « Du signe à la trace : l'information sur mesure », *Hermès*, n° 53, 2009, p. 23-29.
- OLLAGNIER-BELDAME M., « The Use of Digital Traces: a Promising Basis for the Design of Adapted Information Systems? », *International Journal on Computer Science and Information Systems* (Special Issue), n° 2, 2011, p. 24-45.
- RABARDEL P., *Les hommes et les techniques, une approche cognitive des instruments contemporains*, Paris, Armand Colin, 1995.
- SETTOUTI L.-S., *Systèmes à Base de traces modélisées – Modèles et langages pour l'exploitation des traces d'Interactions*, Thèse de doctorat, Université Claude Bernard Lyon 1, 2011.

SIMONDON G., *L'Individuation à la lumière des notions de formes et d'information*, Grenoble, Jérôme million, 2005.

STIEGLER, B. 2005, *Désir et connaissance : le mort saisi par le vif. Éléments pour une organologie de la libido*, Revue d'intelligence artificielle, vol. 19, n° 1-2.