

Des traces à l'ère du Web

Alain MILLE*

C'est le rôle croissant joué dans les environnements informatiques par les *traces numériques* qui a été le déclencheur d'une réflexion pour approfondir la notion de trace. Si le terme semblait *aller de soi* dans le contexte informatique, la question de sa définition s'est toutefois rapidement posée. Quelles sont les propriétés particulières de ces données numériques qui justifient qu'elles soient appelées *traces* ? Si ces *traces numériques* sont bien des sortes de *traces*, il faut comprendre mieux ce que sont les traces quand ce mot est utilisé dans d'autres contextes.

La réalisation de ce numéro spécial est l'aboutissement d'un travail collectif commencé avec un atelier *traces*¹ dans le cadre de la conférence IC2011 accueillie par la plateforme française de l'Intelligence Artificielle organisée par l'AFIA². Cet atelier a réuni 37 participants et 14 contributions. L'idée d'un travail collectif de synthèse sur le sujet s'est imposée et un séminaire d'écriture a réuni 16 participants le 14 février 2012 à Paris, dont tous les auteurs de ce numéro thématique.

Une *introduction au débat* a été proposée qui fournissait quelques pistes pour les auteurs et nous la reprenons ici car certains s'y réfèrent dans ce numéro. Ce texte n'avait pas d'autre objet que de lancer la discussion et l'on va voir dans ce numéro qu'il serait sans doute maintenant écrit autrement.

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.

* LIRIS UMR 5205, Université Lyon1, 43, Bd 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne Cedex, alain.mille<at>univ-lyon1.fr.

¹ Atelier « Traces, Traces Numériques, Connaissance et Cognition ». <http://www.deransart.fr/ICAtelierIC1/IC2011AtelierTraces.html>.

² AFIA : Association Française pour l'Intelligence Artificielle.

L'observateur doit être donc 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 de cette empreinte dans une temporalité qui ne peut pas lui être antérieure (mais peut être la même).

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 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 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...).

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 temporellement situés. Est-ce que cette propriété d'une estampille temporelle de l'empreinte pour constituer une trace est une condition nécessaire ?

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 liées intrinsèquement à sa technologie. L'inscription d'une estampille temporelle est donc toujours possible au moment de l'empreinte ;
- le fait que empreintes et traces soient numériques autorisent 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 des 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 production 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 : la question du web

Nous distinguons 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. » [Le grand Robert de la Langue

française, Robert, Paris, 2001].

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...). 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 considéré comme instrumenté par des environnements informatiques.

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 de l'environnement.

Le WEB soulève la question des traces numériques issues des empreintes numériques très nombreuses laissées pour des raisons très variables par des concepteurs multiples pouvant mener à des traces numériques selon une ingénierie 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 ?

Pour introduire le rapport étroit entretenu entre la notion de trace et les activités cognitives, je m'appuie sur un travail de synthèse de différentes sources bibliographiques mené par Alexandre Serres (Serres, 2002) : « Quelle(s) problématique(s) de la trace ? ».

Le terme trace est utilisé de manière banale sans qu'il pose de problème apparent de compréhension et semble simple à première vue. Pourtant, quand Alexandre Serres tente d'en explorer les problématiques, une grande complexité se révèle. Il en dégage toutefois quatre grandes significations tirées de l'étude de différentes approches faites par des auteurs différents :

- « la trace comme empreinte, comme marque psychique, avec notamment la problématique de la mémoire et de l'imagination exposée par Paul Ricoeur ;
- la trace comme indice, comme « petite quantité », détail avec le « paradigme indiciaire » proposé par Carlo Ginzburg ;
- la trace comme mémoire, avec la question du document comme trace du passé, la connaissance par traces en histoire chez Ricoeur, Paul Veyne ou Marc Bloch ;
- la trace comme ligne, écriture et la problématique de la trace écrite, notamment chez Derrida, mais aussi la question actuelle du suivi des traces, de la « traçabilité » des acteurs dans la sociologie de la traduction; et au-delà de la trace comme ligne se profile la question du traitement et des outils de traitement des traces dans les problématiques de la scientométrie. »

Les différents auteurs mobilisés par Alexandre Serres dans sa synthèse lient étroitement l'usage du mot trace avec l'idée de la *construction de connaissance* comme je vais tenter de le montrer en reprenant rapidement chaque *étude* ou *pensée* de la trace qu'ils ont développées.

L'ouvrage de Ricoeur (Ricoeur, 2000) : « *La mémoire, l'histoire, l'oubli* » a inspiré le travail de synthèse d'Alexandre Serres. Paul Ricoeur y explore, entre autres, la notion de trace tout en redoutant l'aporie liée à la trace comme « *présence de l'absence* ». Il y considère que la trace peut inspirer simultanément les quatre significations citées plus haut sans s'exclure mutuellement. De la pensée de Ricoeur, Alexandre Serres retient trois importants emplois du mot trace : trace *affective* liée à la construction de nos opinions, de notre mémoire, de nos sensations, etc. ; trace *corporelle*, ou trace mnésique ; trace *écrite* (celle de l'historien notamment). Le *sens* donné à la trace est lié aux effets de l'inscription des marques qui l'ont initiée. La marque, résultat d'une rencontre avec l'extérieur, s'inscrit, la trace en est l'effet affectif ou corporel ou documentaire. L'exemple de la trace mnésique en est une illustration : une rencontre / interaction s'est produite, l'effet est un processus mnésique modifié. La trace est l'effet mémoire lié à l'interaction. Lorsque la trace est inscrite sur un support externe, on retrouve l'idée de trace comme *mémoire* (voir plus loin), et ceci résonne aussi avec l'idée de trace comme écriture (Derrida).

La trace comme *indice* (Ginzburg, 1989) démontre le rôle central de l'observateur, capable d'accumuler puis mobiliser des connaissances de plus en plus élaborées pour l'interprétation des marques observées comme constituant des traces de quelque chose de bien connu. C'est la trace du chasseur. Cette propriété de la trace était bien anticipée dans le texte d'introduction au débat. La conjecture que la trace est la trace de « quelque chose » permet de lancer un processus d'interprétation s'appuyant sur une inférence hypothétique. Comment cette hypothèse s'établit-elle ? Il a bien fallu qu'à un moment donné la chose soit observée dans le même temps que les marques laissées par son activité pour qu'un lien soit établi entre les deux avec quelque chance de succès. Ce numéro est l'occasion d'étudier cette question de la *construction* de la trace.

La trace comme *mémoire* s'entend dans la construction de connaissances (historiques par exemple) à partir de *témoignages* ou *d'indices* (Bloch, 1974). Ceci résonne avec la trace comme *indice*, mais plus encore avec le processus associé de re-inscription en traces successives, transformées jusqu'à produire le *document* qui serait l'équivalent du processus de preuve par expérimentation prôné en « science dure ». Dans le premier cas, l'observation de l'environnement permettant d'établir les traces de la chose remplace l'observation directe de la chose. Nous savons maintenant, que dans la physique contemporaine, on ne fait pas autre chose en construisant des équipements spéciaux (synchrotron par exemple) pour être capable de produire des *marques d'interaction* de la chose afin de pouvoir les considérer comme des traces de la chose et, *in fine*, en inférer la chose et ses propriétés. Il faut noter que les physiciens conjecturent des possibilités d'interaction à partir d'une définition théorique de ce qu'ils cherchent à mettre en évidence et que le système permettant de fabriquer les marques est construit avec l'idée même que leur observation validera le modèle théorique initial.

'Pour Derrida', nous rappelle Alexandre Serres après Bernard Stiegler, '*l'écriture doit être pensée à partir du concept de trace, qui est – écriture en général, racine commune de la parole et de l'écriture* – (Derrida, 1967), 'Derrida fonde ce qu'Alexandre Serres appelle *une pensée de la trace*. La trace ou archi-trace est une *archi-écriture*, en amont de toute écriture. Cette notion, nous dit Alexandre Serres,

« sous-tend le célèbre concept derridien de la « différance », combinaison des deux sens du verbe différer : temporiser et se distinguer, et qui n'est rien d'autre, selon l'expression de Bernard Stiegler, que « l'histoire de la vie en général ». La différence, concept difficile à saisir pleinement, signifiant à la fois différenciation et différemment, désigne le processus d'extériorisation de l'homme, l'articulation entre le dedans et le dehors, le mouvement rendant possible tout à la fois « la temporalisation, le rapport à l'autre et le langage. »

Cette longue citation permet d'introduire plusieurs éléments de vocabulaire utiles par la suite.

L'idée rejoint celle d'une co-production de l'homme et de la technique : « *la technique inventant l'homme et l'homme inventant la technique* » (Stiegler, 1994). Elle prend un sens particulier quand on s'intéresse aux *traces numériques*, formes d'écriture s'imposant dans l'environnement numérique que constitue le web.

La notion de trace de Derrida est parfois rapprochée de la notion Heideggerienne du *Dasein*, que je comprends ici comme exprimant la *présence* de ce qui n'est plus là. Il est intéressant de constater que Terry Winograd (Winograd, 1989)³ montrait comment Heidegger avait influencé par la médiation des positions d'Hubert Dreyfus de nouvelles façons de concevoir des systèmes informatiques avec plusieurs principes : 1) en partant de l'activité plutôt qu'en partant de fonctions à remplir ; 2) en partant de l'observation du

³ Le texte de Winograd a été traduit par Jean Lassègue dans « Winograd, T. & Lassègue, J. (1993). Heidegger et la conception des systèmes informatiques », *Intellectica*, 1993/2, 17, 51-78.

réel plutôt que d'une abstraction « toute faite » ; 3) avec le rejet du primat de la *représentation*. Terry Winograd développe ainsi l'idée d'une *ingénierie de l'usage*, qui ne cherche pas à rendre un système *intelligent*, mais qui cherche à rendre un système informatique *utilisable par l'humain* en prolongeant ses capacités cognitives. Les *concepts* émergent de *l'interaction* plutôt que de sortir de la machine ou de la tête de l'utilisateur. C'est en se basant sur ces principes que les méthodes de conception participative se sont développées. À l'ère du web, la conception participative mobilise l'utilisateur non seulement au moment d'une conception préalable, mais tout au long de l'activité médiée par l'environnement informatique. La trace numérique de l'activité devient une source et un moyen permettant d'alimenter le processus d'émergence de concepts.

Bien plus récemment, Terry Winograd (2006), s'exprimait sur la nécessaire convergence de l'Intelligence Artificielle et de l'Interaction Homme Machine. Le grand succès de l'approche *User Experience*⁴ dans la conception de l'information sur le Web démontre, à mon sens, l'importance de cette convergence.

On ne sera pas surpris que ces principes aient été défendus dans les pages d'Intellectica, il y a déjà longtemps ! La lecture des archives d'Intellectica montre que le sujet a été étudié « en creux », dans les années de gloire des « systèmes experts » avec le numéro 12 (1991/2) qui se posait la question de l'acquisition des connaissances pour alimenter les dits *systèmes experts*. Jean-Michel Hoc (Hoc, 1991) introduisait ainsi son article sur l'extraction de connaissances (*knowledge elicitation*) :

« L'Intelligence Artificielle a développé un champ de recherche bien individualisé – l'extraction des connaissances (knowledge elicitation) – qui partage des traits communs avec les questions méthodologiques abordées par la psychologie cognitive, quand elle s'efforce d'inférer des activités cognitives implicites à partir des comportements observables. »

L'activité est *tracée* à partir d'observations singulières re-marquables. Si cette tâche est utile pour spécifier l'ergonomie d'une interaction homme-machine, dans le cadre de la conception d'un système expert, il fallait imaginer la reproduction de l'activité (cognitive) par un système informatique. Les traces d'activité devaient alors être progressivement exploitées de façon à synthétiser le processus pouvant donner lieu à ces traces. À partir de traces singulières et interprétées, il fallait réaliser *l'automate* qui instancierait le processus donnant ces traces.

Si il s'agit dans la plupart des cas de s'en remettre aux qualités humaines d'un analyste pour synthétiser le système expert, dans le même numéro, (Bochereau *et al.*, 1991) montrent que si on a suffisamment d'observations sous forme de traces numériques alors on peut synthétiser un classificateur à partir de traces de classifications. La fouille des traces d'usage est devenue aujourd'hui un domaine majeur de recherche dans le domaine du Web⁵.

⁴ <http://www.allaboutux.org/ux-definitions>.

⁵ Voir le programme scientifique de la conférence www2012 par exemple : <http://www2012.wwwconference.org/wwwprogram/getinfo.php?type=technical>.

Dans le même numéro, Yves-Marie Visetti (1991) prédit la fin proche des systèmes experts au profit des « systèmes à base de connaissance » et pointe l'importance de non seulement modéliser l'expertise et synthétiser la connaissance, mais aussi et surtout de prendre en compte « *les contraintes de la communicabilité et de l'interaction en situation réelle, avec l'expert comme avec l'utilisateur* », ce qui revient à reprendre les considérations de Winograd sur l'activité comme source de la connaissance.

C'est Bruno Bachimont (Bachimont, 2010), qui parlera le premier dans *Intellectica* d'objets dont on fait des *traces* comme instruments de témoignage du passé. Dans cet article d'*Intellectica* sur la *présence de l'archive*, il constate déjà ce qui est constaté dans ce numéro pour toute trace : « *la trace n'est pas l'objet* », mais, a-t-on envie d'ajouter, elle devrait permettre d'atteindre l'objet de manière indirecte pour élaborer des connaissances le concernant. Il insiste naturellement sur la chaîne de construction de connaissances nécessaire à raisonner sur des objets dont des traces rendent compte par les marques qu'elles représentent de l'interaction de ces objets avec leur environnement initial. Cette construction de connaissance est tout à la fois '*ré-invention et justification*'.

Une synthèse similaire plus récente que celle d'Alexandre Serres (et manifestement n'en ayant pas eu connaissance) a été produite en Allemagne⁶ et son introduction est disponible en français (Krämer, 2012). Sybille Krämer est professeur de philosophie et la synthèse très référencée, si elle ne cite pas Ricoeur, convoque presque tous les autres auteurs déjà explorés par Alexandre Serres et étend sa bibliographie à d'autres comme (Lévinas, 1988) précisant la pensée de Heidegger d'un certain point de vue. Comme l'avait discuté Alexandre Serres à la fin de son étude en citant Bruno Latour, Sybille Krämer montre que l'élaboration de la connaissance scientifique moderne est une suite de reformulations enrichies à partir de traces construites pour rendre compte de phénomènes complexes. Bruno Latour prenait l'exemple d'une recherche en podologie⁷ tandis que Sybille Krämer l'illustre avec les sciences naturelles. Nous verrons dans ce numéro, qu'il n'en est pas autrement en génie logiciel par exemple.

Je reprendrai la remarque faite par Sybille Krämer sur le caractère abductif, hypothétique de la construction de connaissances à partir de traces. Il rappelle que Charles Sanders Peirce postulait que l'abduction était la seule conclusion vraiment novatrice. Partir de traces serait donc un processus logique de découverte de connaissances (*logic of discovery*). Cette remarque prend toute sa valeur à l'ère des traces numériques.

Cette rapide introduction à la notion de trace telle que la littérature la présente fournit quelques clés de lecture pour les articles de ce numéro thématique. Certains éléments bibliographiques y seront d'ailleurs repris et complétés par le point de vue et l'approche présentée par les différents auteurs. Ce numéro n'est pas une synthèse supplémentaire, mais plutôt une collection de travaux actuels mobilisant la notion de trace et démontrant une cohérence

⁶ Krämer, S., Kogge, W. & Grube, G. (éds.) (2007). *Spur. Spurenlesen als Orientierungstechnik und Wissenskunst*. Frankfurt a.M., Suhrkamp

⁷ Podologie : science des sols.

forte sur les éléments essentiels expliquant le rôle potentiel tout à fait remarquable des traces numériques à l'ère du web en l'étudiant avec des points de vue et dans des contextes bien différents. L'introduction de chaque contribution sera l'occasion d'une lecture critique tentant de chercher les cohérences émergentes dans les travaux les plus récents.

Le numéro s'ouvre avec le texte de la conférence prononcée par **Bernard Stiegler** à la conférence *www2012* qui avait choisi le thème « Web and Society » pour sa tenue à Lyon. Toute activité médiée par l'environnement informatique produit des *traces numériques*. Il s'agit du dernier stade du processus de grammatisation entamé avec l'écriture et décrit par Sylvain Auroux. Ces *traces-écritures* sont produites de manière indirecte par l'usage de l'environnement informatique. Ce sont les *marques* (événements, écrits, dépôts, etc.) produites par les interactions entre l'utilisateur et l'environnement, collectées et inscrites dans l'environnement informatique qui forment les *traces*, exploitées de plus en plus par les algorithmes pour intervenir sur la manière dont les interactions dans l'environnement seront possibles (recommandation, adaptation, personnalisation, contrôle, etc.). Bien que cette écriture soit bien le fait indirect de l'interaction de l'humain avec l'environnement, il (l'humain) n'en contrôle pas facilement le processus de construction de connaissances qu'il amorce avec des interprétations automatiques effectuées par les algorithmes. Ces interprétations sont en effet en déliaison de l'usager et *pour* des *observateurs* dont l'usager n'a pas une conscience claire. Bernard Stiegler démontre que ce stade de l'écriture se révèle alors être un *pharmakon* qui peut tout aussi bien conduire à la destruction de l'esprit qu'à sa renaissance. Il soutient que la philosophie des *nouvelles lumières* que le numérique permet d'espérer s'accompagne d'une philosophie des *nouvelles ombres* portées par le *pharmakon* numérique. Le système technique numérique est ici appréhendé avant tout comme un dispositif de publication et d'éditorialisation planétaire et contributif formant une nouvelle chose publique – *res publica*. Dans le même esprit que Derrida, et tel que décrit par Sylvain Auroux, les traces produites par la grammatisation sont des rétentions tertiaires qui modifient le jeu des rétentions primaires et secondaires telles que les analysait Edmund Husserl. En s'appuyant sur les travaux de Maryanne Wolf sur les effets neuronaux des stades de la grammatisation (passage du *reading brain* au *digital brain*), Bernard Stiegler laide pour une *thérapeutique* sociale du *pharmakon* numérique qui suppose de le mettre au service d'une individuation collective contributive.

Cette conférence ouvre le numéro car elle met en évidence une urgence d'intégrer ce que nous comprenons du mécanisme de la construction abductive de connaissances à partir de traces pour la conception d'une informatique permettant à l'utilisateur de s'approprier ces écritures individuelles et collectives, et donc au service de l'individuation, plutôt que la conception d'une informatique confisquant ces écritures au profit d'observateurs au service d'une désindividuation intéressée.

Une série de trois articles issus de chercheurs du **domaine de l'information et de la communication** permet d'approfondir les *significations* de la trace dont j'ai tenté de rendre compte à partir de la littérature.

L'article d'**Yves Jeanneret** « *Faire trace : un dispositif de représentation du social* » intervient alors qu'il a déjà plusieurs fois contribué autour du concept de traces : « *Les harmoniques du web : espaces de l'inscription et mémoire des pratiques* », et « *Complexité de la notion de trace : de la traque au tracé* », en 2011 et plus récemment en 2012 « *Écriture et médias informatisés* ». Comme les titres de ces publications le mettent en évidence, c'est le processus d'écriture qui est considéré dans la trace. L'article est l'occasion de re-interroger la notion de trace, mais surtout de considérer le faire trace comme central. Sur la base d'études empiriques, la démonstration est faite d'un processus de construction progressive, associant quatre catégories de processus info-communicationnels : *l'empreinte*, *l'indice*, *l'inscription*, le *tracé*. Cette approche est étudiée de manière empirique sur l'étude des descriptions faites dans les guides touristiques ou sur les blogs de voyageurs (à propos du pied usé d'une statue de saint à Saint-Pierre de Rome). La marque d'usure (empreinte) est le point de départ du récit, l'inférence de la cause (indice) fait l'objet d'une écriture spécifique (inscription) qui rend visible l'information inférée, tandis que le choix de l'image, d'un dessin (tracé) fournit la grande variabilité d'expression des différentes écritures. Une idée importante est développée sur l'anticipation de l'exploitation des traces d'usage comme façon d'utiliser un discours sur ce qui n'est plus présent et que la trace est construite pour anticiper sur un futur possible (abduction et prédiction) en particulier naturellement quand la trace est numérique et objet d'interprétations automatiques « *le basculement constant et réversible entre la dimension sémiotique du texte (à interpréter) et sa dimension opératoire (à manipuler), qui crée la possibilité d'une communication directe entre trace d'usages effectués et suggestions d'usages anticipés* ». On retrouve ici un écho au *pharmakon* proposé par Bernard Stiegler.

Yves Jeanneret reprend alors le processus du *faire trace*, mais en l'appliquant réflexivement au travail du chercheur en sciences anthroposociales. Ce point de vue est argumenté par un référencement important et par des illustrations soigneusement étudiées. Il insiste sur l'importance de comprendre le caractère particulièrement difficile d'une telle approche pour produire des résultats scientifiques. On pourrait sans doute généraliser cet appel à la prudence à la plupart des activités scientifiques actuelles, se fondant sur un *faire trace* pour produire des connaissances nouvelles.

Sylvie Leleu-Merviel propose comme titre de son article « *Traces, information et construits de sens* » avec un sous-titre « *Déploiement de la trace visuelle de la rétention indicielle à l'écriture* » qui d'emblée mobilise les significations de la trace dans le cadre du paradigme indiciaire et de la trace comme proto-écriture. L'introduction est l'occasion d'élargir la palette des références à Luciano Floridi, philosophe de l'information qui considère quatre révolutions *de la connaissance* : les révolutions Copernicienne, Darwinienne, Freudienne et la dernière, celle de Turing qui « *fait de nous des inforgs (informational organisms)* ». Pour Sylvie Leleu-Merviel, cette révolution de Turing est paradoxalement une façon de *matérialiser* l'information, « *en lui*

donnant la *physicalité de l'empreinte* ». Elle reprend les catégories proposées par Yves Jeanneret pour approfondir la notion de trace dans une approche info-communicationnelle. L'étude proposée exclue les traces textuelles et les traces mnésiques et va s'intéresser à des traces bien précises qui seront explorées de manière approfondie. Roland Barthes, pour sa pensée sur la sémiologie de l'image, inspire une réflexion sur la trace photographique. Le sujet de la photographie (« celui ou cela qui est photographié »), est appelé le *Spectrum*, spectacle spectral de ce qui n'est plus là, mais qui a laissé sa marque sur la photographie. Une approche de base du concept de trace est proposée : *Spectre d'un processus qui a eu lieu*. En ce sens, il y a mémoire et inscription. « *L'inscription physique de toute trace* » est étudiée de plus près en rappelant la théorie du support de Bruno Bachimont. Cette approche amène Sylvie Leleu-Merviel à proposer de remplacer le terme *empreinte* utilisé dans l'introduction au débat, par le terme *marque* plus propre à couvrir les différentes façons de faire trace. Ceci rejoint l'idée de l'interaction entre quelque chose et l'environnement, et qui *marque* l'environnement, ce qui rend l'interaction observable sans que le quelque chose ne soit encore observable. La nature d'une trace est alors proposée comme *Res* étant ' *rétention indicielle de marques inscrites sur un support* ', ce qui couvre les grandes catégories de signification de la mémoire, de l'indice et de l'écriture. Si le *Spectrum* se révèle dans la trace, la trace va provoquer un processus interprétatif plongé dans le contexte (culturel notamment) de l'interprétant. Le concept de *Studium*, introduit par Roland Barthes désigne cette partie de construction de connaissance *située* car « *fortement asservie à l'information structure de l'interprétant : référents, champ sémantique, vécu et expériences antérieures, intentions et projet...* ». À partir de la trace comme proto-écriture, une écriture se déroule dans un processus interprétatif de construction de connaissance. Ce processus interprétatif est illustré par un extrait du conte philosophique *Zadig* de Voltaire, lui-même inspiré du conte oriental des fils du roi de Serendip, ayant donné lieu à la création du concept de *serendipité* comme le notait Alexandre Serres dans sa synthèse. Sylvie Leleu-Merviel propose une qualification complémentaire (niveau 2) d'une trace : « *détermination d'un pattern interprétatif cohérent et crédible* ». Si la construction de connaissance bénéficie d'une démarche de preuve (approche de l'enquête, de l'établissement de connaissances scientifiques), l'étude de l'effet trace débouche sur la proposition d'une dimension authentifiante (niveau 3), le *documentum* : « *accréditation en tant que témoignage ou preuve* ». Toujours en suivant Barthes, la dimension du *punctum*, une résonance émotionnelle avec les marques qui font trace, est identifiée ce qui évoque *de facto* les marques incorporées de l'observateur construisant la trace. Le dernier temps de la trace *scriptum* revient à ce qui était proposé par Yves Jeanneret quand il propose la catégorie du *tracé*. L'article se termine par une réflexion sur le fait que l'absence de *marque* puisse faire trace. Les exemples donnés montrent qu'en réalité, c'est la *vérification* d'une marque, proposée comme trace par un tiers (pour un alibi, pour justifier d'un résultat scientifique, pour justifier d'une action supposée réalisée, etc.), qui sera bien à l'origine de la construction d'une trace intégrant l'absence de la marque. La marque (de l'absence de marque) est donc bien toujours à l'origine du faire trace.

La contribution de **Béatrice Galinon-Méléne** « *Des signes-traces à l'Homme-trace : Les traces humaines placées dans une perspective anthropologique* » complète la palette d'interrogation des significations de la trace proposée par les deux précédents papiers. Béatrice Galinon-Méléne anime depuis quelques années une discussion scientifique sur la question des traces et a ainsi coordonné un ouvrage « *L'homme-trace. Perspectives anthropologiques des traces contemporaines.* » ; elle a également organisé le séminaire « *Colloque Traces numériques et recrutement* » en 2011. Elle propose dans cette contribution, un approfondissement important sur la question des traces humaines. Pour faciliter la lecture de son papier elle en fournit un guide de lecture permettant d'y distinguer les principales contributions. L'article s'ouvre sur l'étude d'une situation professionnelle, terrain de recherche pour elle depuis plusieurs années : la situation de recrutement. D'emblée, elle s'intéresse à la difficulté de l'interprétation des *signes du corps* comme trace de quelque chose de vraiment signifiant concernant une personne en recrutement. Pour tenter de clarifier les processus d'interprétation liés à l'émergence de ces signes-traces du corps (pouvant être les effets de marques incorporées invisibles par ailleurs), Béatrice Galinon-Méléne propose de distinguer : les *signes-traces primaires* liés aux réactions *primaires* voire instinctives (ces signes-traces primaires concernent l'ensemble du monde animal) ; les *signes-traces secondaires*, plus élaborés, liés à une première distance prise entre le stimuli (la marque dans l'environnement) et la construction du signe-trace, distance permettant une interprétation plus consciente, relevant du diagnostic essentiellement ; les *signes-traces tertiaires* qui s'élaborent en généralisations sociales, en écritures de règles partagées. Bien entendu, toute classification ayant un effet de cloisonnement alors qu'il s'agit de processus en interaction, il convient de penser la construction des signes-traces dans toute leur complexité. Les signes-traces se font écho quand deux humains sont en situation de rencontre, déclenchant des interprétations croisées qui rentrent en résonance, les interactions entre les humains étant à leur tour source de signes-trace (interactions). Cette réflexivité s'installe naturellement et l'Homme étant à la fois *producteur de traces* et *construit de traces*, Béatrice Galinon-Méléne propose le concept *d'Homme-trace*. Cette posture est ensuite précisée sur la base des contributions faites dans le cadre de l'animation de la discussion scientifique évoquée plus haut. La production de traces fait facilement consensus. L'homme comme *construit de traces* se justifie par le fait que depuis les premiers moments de la gestation jusqu'à la fin de vie, ce sont les interactions avec le *milieu* qui élaborent la cognition. La littérature sur le sujet (en particulier Varela) est convoquée pour montrer la pertinence de cette hypothèse. Béatrice Galinon-Méléne conclue en appelant les sciences humaines occidentales contemporaines à s'ouvrir à des logiques différentes, autorisant de considérer tout phénomène comme « *un nœud dans un réseau de causalité* » (Varela).

La contribution de **Louise Merzeau** « *L'intelligence des traces* » offre une articulation naturelle entre l'interrogation de la trace faite dans les trois contributions précédentes et le phénomène des traces numériques à l'ère du web, annoncé par Bernard Stiegler comme enjeu principal d'une nouvelle

écriture au service d'une société de la contribution. Les traces numériques rendent compte d'une présence *numérique*. C'est cette notion de *présence numérique* qui est ici interrogée avec le paradoxe d'une visibilité recherchée et d'une vie privée à protéger, que Louise Merzeau appelle à dépasser pour que « *la traçabilité ne relève plus seulement d'une indexation plus ou moins maîtrisée de soi, mais d'une construction d'espaces communs de connaissance et de mémoire* ». Le milieu d'Internet et du Web est décrit avec ses propriétés principales et l'étude des effets sur les comportements individuels et collectifs. Tout d'abord la propriété de *personnalisation* par opposition à la massification d'autres média : les traces produites par les utilisateurs d'Internet sont publiées comme éléments de paramétrage du dispositif technique d'usage, correspondant au principe du *milieu associé* proposé par Gilbert Simondon et repris par Bernard Stiegler. Ces traces sont considérées comme les *données* les plus importantes du web, « *au cœur d'enjeux économiques, technologiques et sociétaux du réseau* ». Il est possible de tenter d'échapper au traçage (Priv.ly par exemple) mais au risque d'un isolement de chaque pratique, et par suite à un découpage atomisant de l'environnement commun. Une autre approche (MiData et MesInfos par exemple) consiste à « *engager les entreprises à partager les données qu'elles détiennent sur les individus avec les personnes concernées* ». La réappropriation des traces par ceux qui les produisent rendrait ainsi le *milieu associé* visible et appropriable à son tour. Si l'expression de *singularités* multiples peut augmenter la variabilité, l'utilisation des traces d'usages liées à ces singularités pourrait offrir à chacun une vision du monde *biaisée* par une conformation progressive de l'environnement perçu. Toutefois, la blogosphère n'a pas conduit « *au développement d'îlots séparés ou chacun se replierait sur un univers autarcique* ». Louise Merzeau évoque la notion d'*aménagement* de l'environnement propre pour permettre une gestion humainement négociable de traces complexes et nombreuses. C'est l'instrumentation du processus d'interprétation au service de l'utilisateur qui est ici interrogée. Les traces sont numériques, objets de *calculs* dont les intentionnalités sont interrogées. La *déliation* est inhérente au processus de traçage produisant des traces immédiatement agrégées à d'autres données et réinjectées pour de nouveaux calculs agissant sur le milieu, et ceci de manière continue. L'*indexation* est un processus lié directement aux traces numériques avec ou sans participation active des producteurs de trace. La *réflexivité* des traces peut naturellement être un vecteur de réappropriation mais peut aussi être un vecteur d'évaluation individuelle ou collective fondés sur des indicateurs éventuellement normalisant, et entraînant une certaine *surveillance de soi* (voir la dernière contribution du numéro sur un dispositif réflexif pour la régulation de la consommation d'électricité domestique). La dernière partie de l'article s'attache à développer la question de l'*appropriation*. Ce sont d'abord les modes d'*expropriation* qui sont rappelés (usages des traces cédés aux entreprises offrant des services) accompagnés de mesures plus ou moins efficaces pour garantir un droit à l'oubli (CNIL par exemple). Les différentes formes d'oubli ne facilitent pas la réappropriation. La notion d'*adoption* largement pratiquée dans les réseaux sociaux est démontrée par le fait que les utilisateurs se livrent à la *collection* plutôt qu'à la production de contenus. Au contraire de bibliothèques qui arrêtent le flux de la trace en y fixant sa documentarisation, le web maintient la possibilité de recollecte (automatique

parfois) et donc de remise en flux permanent. Ces pratiques de collecte en se rationalisant, introduisent des *médiations* automatiques ajustées aux profils (eux-mêmes issus de synthèse des traces) et renforçant le risque de *bulle digitale* individuelle. Il est donc question de *reprendre la main* sur les logiques de collecte et passer d'une traçabilité des personnes à une traçabilité des contenus pour les relier. L'usager devient alors *bibliothécaire de soi*. S'il veut gérer son patrimoine de traces, il doit pouvoir *anticiper* sur ses usages. On retrouve alors la notion de *différance* proposée par Derrida pour expliquer le processus de réappropriation mémoriel : il faut distinguer et différer les éléments de la trace en construction. Louise Merzeau en appelle alors au développement d'une dimension éditoriale, puis documentaire et patrimoniale de la trace enregistrée. Le processus permettant de passer des marques de l'interaction à l'élaboration d'une trace documentarisée résonne alors avec la notion de *trace construite* qui traverse l'ensemble des contributions précédentes. Pour faciliter la circulation de telles traces numériques ainsi consciemment construites, Louise Merzeau propose d'adopter un système *d'identity commons*. Elle précise : « *le principe n'est pas de verrouiller l'exploitation des traces, mais d'en restaurer l'intelligence* ».

Le point de vue de **Pierre Deransart**, bien que ancré dans le monde du génie logiciel, reprend en réalité les questionnements sur la nature de la trace qui ont été traités dans les premières contributions, mais en disposant d'un objet numérique formalisable et donc interrogeable sur des propriétés formelles beaucoup plus difficiles à énumérer dans le cas de construction de traces informelles. Pierre Deransart mobilise d'abord une importante littérature mettant en relation étroite la bibliographie déjà citée dans cette introduction au numéro et la littérature consacrée aux traces numériques en informatique, indépendamment du phénomène web et ceci depuis le début de l'histoire de la programmation. C'est sur la base des pratiques en génie logiciel qu'une formalisation est proposée : une trace est une suite *d'événements de trace* ; un *événement de trace* est un état de l'environnement du programme (un ensemble de variables).

Il faut que le lecteur comprenne bien que les interactions entre un programme en train de s'exécuter (un processus) et l'environnement informatique dans lequel cette exécution est en cours donnent lieu à des marques extrêmement nombreuses (à chaque fois qu'un élément de l'environnement change d'état en relation avec l'exécution du programme) concrétisées par des modifications de valeur de certaines mémoires (variables). Ces marques sont le plus souvent éphémères, remplacées par d'autres très rapidement. Pour faire trace à partir de ces marques, il faut déclencher une production d'événements qui seront cette fois inscrits dans l'environnement de manière pérenne pour rendre compte de leur occurrence. Dans la situation « idéale » et pour rendre compte complètement de l'état du système constitué par le processus (le programme en train de s'exécuter) dans son milieu (l'environnement informatique support du processus), chaque marque devrait être gardée pour représenter virtuellement l'ensemble des états du système qui se sont succédés pendant l'exécution du programme. Dans ces conditions idéales, la trace est l'équivalent de l'automate qui l'a produit (Diekert &

Rosenberg, 1995). Pierre Deransart considère deux types de traces dans son modèle descriptif : la trace *effective* qui correspond à la séquence des états qui ont été *effectivement* observés (ou même une partie d'un état, c'est-à-dire un sous-ensemble des variables d'état). La trace *virtuelle* est une description complète de ce que pourrait être la trace si elle était observable totalement (par exemple l'automate équivalent à la trace). La trace virtuelle n'est naturellement pas toujours disponible. Il propose deux fonctions permettant de passer d'une trace à l'autre : *extraction* permettant de construire une trace effective ; *reconstruction* permettant de synthétiser la trace virtuelle à partir de traces effectives. Le cas limite est quand la trace effective contient *toute* l'information permettant de construire la trace virtuelle. La propriété d'une telle trace est appelée *fidélité* dont il sera possible de faire une preuve. On comprend bien que dans le cas du génie logiciel où la spécification de l'automate est disponible, on peut alors démontrer que le code exécutable résultat de la conception produit une trace conforme à la spécification. Pierre Deransart donne une définition précise de ce qu'il appelle *trace générique* comme abstraction d'un ensemble de processus, indistinguables par la trace. La notion de *transformation de traces*, que l'on retrouvera sous une autre forme dans l'article de Champin-Prié-Mille, est introduite pour définir un certain nombre d'opérations sur les traces (supposées conformes) : *sous-trace paramétrique* consistant à élaborer une *sous-trace* selon des critères de restriction du modèle d'observation ; *trace dérivée, champ de dérivation* ce qui permet de considérer les traces dérivées comme une abstraction dans un système où les états et les actions seraient de *plus gros grain*. L'article se termine par une discussion détaillée particulièrement intéressante dans ce numéro, car il y apparaît clairement que l'observation est un processus complexe introduisant d'emblée des choix correspondant à des interprétations pré-établies. Il y est constaté que « *le point important (...) est qu'une telle approche ne peut se concevoir qu'avec des possibilités d'interactions entre les utilisateurs de la trace et ses producteurs* ». Ces travaux amènent Pierre Deransart à se poser la question d'un *objet trace* en revenant sur les propriétés qu'il faut réussir à exhiber dans un tel objet, complexe par nature et ne pouvant se réduire à aucun de ses éléments. Ces propriétés correspondent aux descriptions faites dans l'introduction de ce numéro et étudiées dans les premiers articles déjà présentés (de nombreuses références sont d'ailleurs communes). Pierre Deransart conclut « *Ceci nous a amené à identifier la trace comme un objet central dans une démarche d'élaboration de connaissances basée sur le recueil de traces* ».

La conclusion de Pierre Deransart introduit tout naturellement la contribution de **Pierre-Antoine Champin, Alain Mille et Yannick Prié** qui s'intéressent précisément à une *ingénierie des connaissances* qui prendrait la trace comme *objet central*. Le titre « *Vers des traces numériques comme objets informatiques de premier niveau : une approche par les traces modélisées* » montre bien cette ambition. La communication est introduite par une réflexion sur la *situation* d'activités humaines médiées par des processus informatiques. La notion de trace numérique est interrogée et le constat est fait qu'il n'existe pas de modélisation générale qui s'intéresserait à rendre compte des *interactions* liées à l'activité humaine médiée par *l'environnement*

informatique. L'usage des traces numériques par les humains et/ou par l'environnement informatique n'est pourtant pas nouveau et l'article s'attache tout d'abord à rendre compte de ces usages *ad hoc*, par opposition à des usages qui considéreraient quelques propriétés intrinsèques à la notion même de *trace*. Ce sont les domaines du génie logiciel, de l'analyse d'activité, de la fouille de données, de l'assistance à l'activité, etc. exploitant des *traces d'activité* qui sont revues au travers de l'usage qui y est fait des traces numériques. Il apparaît, et Pierre Deransart l'avait déjà démontré dans le domaine très formel du génie logiciel, que *les opérations de collecte, de modélisation, de transformation et de reformulation* des traces impliquent l'interaction avec l'humain *observateur et co-constructeur des traces in fine*. C'est une approche unifiante permettant d'accompagner ces opérations qui est proposée dans cet article. Puisqu'il s'agit d'une trace informatique devant également permettre le calcul sur la base d'une sémantique explicite, c'est à dire accessible à l'humain comme à la machine, la trace numérique est *modélisée*, selon des règles générales de construction exprimées par un *méta-modèle*. Puisque la trace se construit selon des schémas d'interprétation progressifs et variés selon l'observateur, il est proposé de représenter une interprétation particulière par une *transformation de trace modélisée* reformulant une trace exprimée selon une certaine interprétation par une autre correspondant à une nouvelle interprétation. Le calcul de transformation agit naturellement sur le modèle de trace associé à la nouvelle trace ainsi construite. L'activité s'inscrit dans le temps, et la représentation du temps doit être précisée par le méta-modèle. Comme on veut permettre une explicitation des inscriptions en traces et des interprétations associées, c'est une forme ontologique qui est proposée pour décrire les *éléments observés* (Obsels comme Observed Elements). La notion de *sujet* de l'observation s'ajoute au métamodèle pour rendre compte du fait qu'il s'agit bien d'une observation de *quelque chose*. Ce principe posé, une première implémentation en est proposée sous la forme d'un cadre théorique et technique : la notion de *système de gestion de base de traces* (similaire à la notion de système de gestion de base de données). Cette approche permet de développer plus facilement et surtout plus explicitement en termes de connaissances inscrites et en cours de construction des *systèmes à base de traces*. La description de cette approche est formalisée et illustrée pédagogiquement par un *cas d'école* qui suit l'ensemble de la formalisation. Deux applications de type *Systèmes à Base de Traces* conçues sur la base de cette approche *Système de Gestion à Base de Traces Modélisées* sont détaillées. La première illustration décrit un *outil de tutorat en ligne à base de traces modélisées*. C'est pendant une séance de tutorat synchrone que les traces d'activité sont collectées puis utilisées de différentes façons : comme soutien à la réflexivité de l'activité, comme soutien à la conscience du groupe et du partage instantané et plus tard, en différé, comme support de remémoration, comme assistance au *debriefing*, pour la construction de bilans individuels ou collectifs. Les capacités à re-interroger en permanence ce qui est observé en l'enrichissant des connaissances déjà là, montrent la forme dynamique de l'élaboration et de l'usage des traces comme une ingénierie continue de connaissances en construction. La seconde illustration montre l'usage d'un atelier de découverte de connaissances à partir d'observations pour l'analyse du comportement en conduite automobile. Développé depuis plusieurs années

l'atelier à partir de traces modélisées propose à l'analyste un environnement de découverte interactive de connaissances depuis la collecte à partir de marques de l'activité recueillies pendant la conduite en situation réelle ou sur simulateur, jusqu'à la construction de schèmes de comportements qui seront publiés dans des revues de psychologie cognitive. L'humain aussi bien acteur qu'observateur est mobilisé pendant le processus de construction de connaissances et les traces modélisées sont transformées à partir d'interprétations, éventuellement en concurrence, dans un graphe de traces transformées démontrant les différentes *genèses* de la connaissance aboutissant à telle ou telle proposition de schème comportemental, expliquant telle ou telle séquence d'activité observée. La visualisation interactive des traces en cours de construction est particulièrement importante pour faciliter l'intégration de l'analyste dans le processus de construction de connaissance, tout comme l'intégration d'algorithmes permettant de mettre en évidence des régularités, des motifs dans les séquences *observées*. Je mets ici le terme *observé* en italique, car chaque trace transformée visualisée donne lieu à une nouvelle observation *comme si* les éléments présentés dans la trace devenaient des *marques* à partir desquelles une nouvelle vision de l'activité se construisait. Ceci résonne avec la proposition faite par Pierre Deransart de distinction entre *sémantique observationnelle* qui correspond à cette capacité à sélectionner les marques qui constitueront une trace, de la *sémantique interprétative* qui va *imaginer* l'activité complète à partir d'une description incomplète. Le résultat d'une *interprétation* donne lieu à une possible nouvelle *observation* qui déclenche éventuellement une nouvelle *interprétation* introduisant un cycle d'interprétation-observation menant à la construction d'une connaissance dynamique.

La dernière partie de l'article pose les bases d'une *ingénierie des traces modélisées*, nécessaire à clarifier et instrumenter pour faciliter le développement d'applications à partir de traces modélisées. Sur la base des applications réalisées à partir de traces modélisées et de l'analyse des applications *ad hoc* exploitant des traces, les auteurs proposent quelques éléments orientant vers une méthodologie générale.

L'effet trace, et l'émergence d'un *objet informatique* trace proposés dans les deux précédentes contributions devraient permettre de considérer d'un œil différent les témoignages de trois contributions suivantes démontrant *l'usage de traces* dans des contextes très différents.

La première étude d'usages est proposée par **Sébastien George, Christine Michel et Magali Ollagnier-Beldame**. Elle concerne les *usages réflexifs des traces dans les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*. Un Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain est défini comme un *Environnement Informatique dont la finalité est de susciter et d'accompagner l'apprentissage humain*. L'apprentissage est donc l'activité principale médiée par de tels environnements. Dès les premiers systèmes d'Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO), les historiques des réponses des apprenants sont considérés comme source de connaissance pour l'adaptation de l'environnement. Cet usage de type rétroaction sur un processus à réguler n'explicitait toutefois pas la notion de trace, tandis que la génération

des *Intelligent Tutoring Systems* introduit la notion de *modèle d'apprenant* s'appuyant tout à la fois sur une *déclaration* faite par un « *expert* » (l'apprenant lui-même ou par l'enseignant ou le tuteur) et sur des éléments issus de *l'activité d'apprentissage observée*. Malgré les efforts pour raffiner le *modèle apprenant*, sa capacité à permettre l'adaptation et le suivi reste limitée si les acteurs n'en sont pas partie prenante active pendant le processus d'apprentissage lui-même. Les traces sont tout d'abord utilisées explicitement pour guider la re-conception des systèmes et pour faciliter le partage d'expérience entre concepteurs (normalisations). Ces utilisations des traces restent questionnées selon qu'elles sont : *extérieures à l'activité* (le point de vue du chercheur), *autour de l'activité* (le point de vue de l'enseignant), *dans l'activité* (le point de vue des acteurs dans la situation d'apprentissage). C'est ce dernier point de vue qui est développé dans la contribution : *l'activité réflexive : un apprentissage utilisant la régulation à partir de ses activités*. L'approche est située théoriquement dans le socio-constructivisme, *i.e.* *apprentissages actif, par co-construction, expérientiel*. Plusieurs situations de régulation sont ensuite étudiées à partir de la littérature : la régulation *en vol*, qui peut être gérée simplement par les acteurs via leurs dispositifs socio-techniques (seules les traces leur sont fournies sous une forme ou une autre), soit par *amplification* (sorte d'interprétation donnant lieu à mise en évidence de certains points utiles à la régulation), soit en s'assurant de phases d'allo-confrontation avec les pairs durant l'activité d'apprentissage (pour avoir des assistances croisées ou collectives) ; la régulation *à l'issue de l'activité* par des activités de debriefing guidées où les apprenants sont invités à revenir sur ce qu'ils ont réalisé sur la base des traces d'activité exploitées pour faciliter la compréhension et l'appropriation de l'activité (l'interprétation de la trace est discutée avec celui qui en était le sujet) ; la régulation *systémique* qui consiste à accompagner l'apprentissage organisationnel à partir de synthèses, de tableaux de bord, d'analyses croisées de l'activité, etc. Les auteurs se livrent à une analyse critique des potentiels et limites des approches réflexives de l'activité à des fins de régulation et conclue à l'importance d'associer l'apprenant à toute utilisation des traces d'activité pour des régulations métacognitives (par opposition à l'exploitation des traces exclusivement par l'environnement informatique)⁸. Sur la base des études réalisées, les auteurs proposent de définir *ce qui caractérise un EIAH à visée réflexive qui s'appuie pour cela sur des traces*. Ils retiennent trois processus : la collecte des éléments d'interactions (pour construire les traces) ; la transformation (interprétation) des enregistrements collectés (transformation calculées comme transformations pour la visualisation) ; les actions possibles sur les traces (transformées-visualisées) directement ou à partir d'indicateurs construits explicitement à partir d'elles. Plusieurs systèmes favorisant l'utilisation réflexive des traces d'activité sont alors passés en revue à l'aune des processus décrits ci-dessus. La discussion de l'article permet d'une part de revenir sur la littérature pour mettre dans une perspective psychologique les propriétés d'une activité d'apprentissage favorisant la réflexivité et d'autre part de considérer les conditions favorables actuelles à l'extension de cette approche utilisant les

⁸ Cette partie résonne de manière importante avec la dernière étude du numéro sur l'usage de la réflexivité pour guider la régulation de consommation électrique domestique.

traces comme une nouvelle forme d'écriture, exploitable pour l'activité et contribuant sans doute à construire *de nouvelles cultures numériques*.

La contribution proposée par **Nicolas Gregori et Pierre Fixmer** est originale dans ce numéro puisque c'est à partir d'une *marque d'effaçage* qu'une trace peut apparaître ! Le titre « *Ce que l'effaçage dit de la trace* » est clair sur ce point. L'introduction donne le contexte : la conception architecturale, et plus particulièrement le tracé, l'esquisse, le dessin comme « *un morceau d'objet qui n'existe pas encore, une simplification évocatrice qui va soutenir une production future et entière* ». C'est donc autour de l'opération paradoxale de l'effaçage que la question de la trace est abordée. Les auteurs ont étudié une activité collaborative de co-conception graphique en architecture. L'activité est médiée par un environnement informatique et des outils d'interaction spécifiques (table digitale et stylet). Les sujets travaillent en présentiel sur le même espace. C'est le stylet qui sert aussi bien à tracer qu'à effacer qui passe de main en main durant l'activité. Si tracer est facile à s'approprier par les sujets (forme affordante du stylet), il n'en est pas de même pour effacer (sélection de la fonction gomme, barrer les zones à effacer, etc.). L'effaçage numérique ne laisse pas de *trace* visible pour le sujet, mais si on fait *undo* le tracé revient ! Seule la trace mnésique du sujet peut lui expliquer ce phénomène (un autre sujet n'aurait pas l'idée facilement de faire *undo* sans doute). Pourtant l'histoire des effaçages raconte quelque chose d'important sur l'élaboration collaborative du dessin : auto-effaçages, hétéro-effaçages, avec demande, sans demande, considérés comme justifiés, non justifiés ou simplement erreur. Si un accord n'intervient pas sur un effaçage, alors il est possible de *conserver* les deux possibilités pour *faire trace du débat*. La trace devient alors tout à la fois une écriture et un élément de médiation pour la conception collaborative. De plus, la trace ajoutée à l'objet conçu fournit une piste d'interprétation aux objectifs et aux questions qui sont intervenus pendant la conception elle-même, pour des observateurs (des lecteurs du résultat tracé) non créateurs. Encore une fois, la trace fournit une indication sur ce qui n'est plus là, mais qui a provoqué les marques explicatives de son existence (discussion, alternatives, etc.). L'article décrit finement l'observation faite pendant l'expérimentation avec les sujets et l'on est frappé du fait que c'est la trace gardée des expérimentations qui a permis de construire une connaissance originale sur... la notion même de trace. Un excellent exemple de construction de connaissance à partir des traces d'observation !

Le numéro spécial se termine par une étude empirique de l'application de technologies réflexives pour la gestion *responsable* de la consommation électrique en milieu domestique. **Christian Licoppe, Laura Draetta et Alexandre Delanoë** ont titré leur contribution « *Des « smart grids » au « quantified self »* ». *Technologies réflexives et gouvernement par les traces, une étude de cas sur la consommation électrique en milieu domestique* ». Le calcul de profils à partir de données massives recueillies sur le comportement des usagers a rendu possible la synthèse de recommandations ou de prescriptions pour la mise en place de régulations fines *adaptées* au profil de l'utilisateur. Le

bilan de ces efforts est mitigé, avec l'émergence d'une forme de précarité énergétique et une acceptabilité sociale faible d'un système externe de prescriptions. Pour tenter de pallier ces défauts, des efforts sont réalisés pour mettre entre les mains mêmes des usagers les informations synthétiques et les historiques ayant permis de les construire. Ces informations viennent donc de l'utilisateur lui-même sous une forme interprétée, ce que les anglo-saxons appellent le *quantified self*. L'infrastructure devient alors réflexive et les auteurs cherchent 'à comprendre la manière pour un « soi quantifié » de s'orienter et d'habiter un tel environnement réflexif'. C'est une étude de cas qui soutient le travail de recherche avec une situation réelle de conception puis d'expérimentation d'une infrastructure réflexive pour la régulation de la consommation électrique à domicile. Les questions qui se posent aux concepteurs, comme les réactions des usagers sont analysées pour éclaircir les processus cognitifs en jeu. La base du dispositif socio-technique est l'enregistrement des traces d'activité de consommation pour en tirer la matière à régulation de la consommation de façon à réduire globalement la consommation électrique de 5% à 15% et également d'alléger la tension pendant les heures de pointes. L'équipe de conception associe des professionnels et des responsables de différents horizons et les usagers sont associés à la conception. Les auteurs se sont livrés à une analyse des usages et ont mené une ethnographie du projet en y participant activement. La trace *collectée* est tout d'abord transformée pour être retournée sous une forme lisible (différentes temporalités, comparaisons, visualisations graphiques et numériques...). Les auteurs montrent bien qu'il y a un dispositif de *traçage* qui se met en place à partir des *marques* observables sur les compteurs. À partir de ce moment, la trace devient inscription objet de calculs-interprétations pour en produire des versions adaptées aux usages recherchés (ici la régulation réflexive par exemple). Les auteurs cités dans le début de cette introduction sont repris par les auteurs, démontrant une certaine stabilité du corpus de connaissances sur les traces dont nous disposons actuellement. La *présentation* de la trace à celui qui indirectement a provoqué les marques initiales dans l'environnement est une question difficile car la *déliation* de l'objet observé doit être compensée pour que l'utilisateur *re-connaisse* son propre comportement. À la nécessité d'être re-connu, s'ajoute l'objectif (prescriptif) d'orienter l'interprétation vers une auto-régulation, c'est-à-dire la mise en œuvre d'une certaine dé-individualisation de la trace en renvoyant une vision *externe* à l'utilisateur. Cette question de l'appropriation des traces produites est la même que la question de l'appropriation d'artefacts cognitifs et les auteurs rappellent les travaux d'Hutchins pour l'expliquer. L'association des usagers à la conception a mis en évidence des petites controverses sur la manière de voir l'activité (pics ou version lissée), mais les auteurs posent également la question du caractère collectif nécessaire pour que la régulation soit partagée, dans une sorte de cognition distribuée : *la visibilité des comportements d'autrui introduit une forme de re-médiation de la situation de confrontation aux traces de son activité*, indiquent les auteurs. Les auteurs terminent leur contribution en posant la question *de ce que l'on pourrait appeler un gouvernement « démocratique » par les traces*, écrivent-ils.

L'étude est particulièrement intéressante quand on la situe par rapport à la vision proposée par Bernard Stiegler, et le lecteur pourra s'en assurer en reprenant la lecture de cette étude dans ce cadre théorique.

CONCLUSION

Si la trace numérique transforme assez radicalement la manière dont l'écriture évolue à l'ère du web, ce numéro spécial devrait ouvrir à de futures publications interrogeant les facettes cognitives fortes de ce processus d'écriture numérique d'un nouveau genre. En effet, la notion même d'écriture numérique est interrogée sous une forme nouvelle, en tant qu'elle reste une inscription dépendant d'un dispositif technique de type *Machine de Turing* et une écriture familière à l'utilisateur même de l'environnement informatique. Le *code* d'écriture se rapproche de l'utilisateur comme ça n'a jamais été encore le cas dans l'histoire courte de l'informatique. En effet, le *web* change la donne en matière d'accessibilité au code d'écriture avec les derniers développements proposés par le W3C (World Wide Web Consortium)⁹ qui donne au code de la *page web* la puissance des applications traditionnelles informatiques. Sur le navigateur, on peut passer de la vue *documentaire* (résultat de l'exécution du code) à la vue *code* (programme) que l'utilisateur peut modifier. Cet accès au code ne résout pas la question d'une appropriation technologique facilitée, car elle exige une connaissance de la science et de la technologie informatique qui n'est pas aujourd'hui largement partagée. Si l'utilisateur accède à ses écritures interactionnelles sous une forme ou une autre, et en particulier sous la forme de traces d'interaction qui lui sont intelligibles, alors il dispose d'une médiation intuitive vers le code ayant permis les interactions : en effet, il peut alors faire le *rapprochement* entre son écriture *sensible* (il a conscience d'agir, de construire une trace, de faire une première écriture) et le *code* qui médie cette écriture et qui comprend une description opportuniste des actions du système, de leur origine dans le code et *in fine* donne les clés du code. Si l'on a raison de penser que la trace numérique est une forme d'écriture nouvelle, alors il est raisonnable d'une part de penser la formation à l'informatique pour le plus grand nombre et non pas pour les seuls professionnels du domaine, et d'autre part d'introduire les médiateurs d'accès au code pour fournir toutes les clés de l'écriture numérique à l'ère du web. L'écriture et la lecture numériques sont maintenant des fonctions cognitives qu'il convient d'explorer en tant que telles, pour les comprendre, les développer et les maîtriser.

RÉFÉRENCES DE L'INTRODUCTION

- Bachimont, B. (2010). La présence de l'archive : réinventer et justifier. *Intellectica*, 53-54, 281-309.
- Bloch, M. (1974). *Apologie pour l'histoire ou métier d'historien*. Paris, Armand Colin.
- Bochereau, L., Bourguine, P. & Deffuant, G. (1991). Équivalence entre classificateurs connexionnistes et classificateurs logiques. *Intellectica*, 1991/2, 12, 139-158.
- Derrida, J. (1967). *De la grammatologie*. Paris, Éditions de Minuit

⁹ Site du W3C : <http://www.w3.org/>.

- Diekert, V., Rozenberg, G. (1995). *The Book of Traces*. Singapore, World Scientific Publishing.
- Ginzburg, C. (1989). Traces. Racines d'un paradigme indiciaire. In *Mythes, emblèmes, traces. Morphologie et histoire*. Paris, Flammarion.
- Hoc, J. (1991). L'extraction des connaissances et l'aide à l'activité humaine. *Intellectica : numéro spécial "Expertise et Sciences Cognitives"*, 2(12), 33-64.
- Kraemer S. (2012). Qu'est-ce donc qu'une trace, et quelle est sa fonction épistémologique ? État des lieux. Trivium Mis en ligne le 30 mars 2012. Consulté le 27 mars 2013, URL : <http://trivium.revues.org/4171>.
- Lévinas, E. (1988). La trace de l'autre, in *En découvrant l'existence avec Husserl et Heidegger*, (pp. 187-202). Paris, Librairie Philosophique J. Vrin.
- Ricoeur, P. (2000). *La mémoire, l'histoire, l'oubli*. Paris, Seuil.
- Serres, A. (2002). *Quelle(s) problématique(s) de la trace ?* Archive Ouverte en Sciences de l'Information et de la Communication. Retrieved from http://archivesic.ccsd.cnrs.fr/sic_00001397/fr/.
- Stiegler, B. (1994). *La Technique et le temps, 1 : La faute d'Epiméthée*. Paris, Galilée, 278 p.
- Visetti, Y. (1991). Des systèmes experts aux systèmes à base de connaissances : à la recherche d'un nouveau schéma régulateur. *Intellectica*, 1991/2, 12, 221-279.
- Winograd, T. (1989), Heidegger and the Design of Computer Systems, in *Conference on Applied Heidegger, Berkeley*, September.
- Winograd, T. (2006). Shifting Viewpoints: Artificial Intelligence and Human-Computer Interaction. *Artificial Intelligence*, 170(18), 1256-1258.