

Du mode de prise en compte ontologique et terminologique de l'évolution des connaissances dans les domaines techniques

Bernard Rothenburger

INRIA/IRIT, UPS 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex

Résumé :

Si l'on se préoccupe de la maintenance des ressources terminologiques et ontologiques pour la gestion des connaissances, on peut seulement s'assurer que ces ressources sont toujours à jour dans le sens où elles représentent toujours les connaissances courantes d'une communauté. Mais on peut avoir, en plus, pour ambition de conserver des connaissances sur la manière dont on est parvenu aux connaissances courantes. Dans cet article, nous privilégions cette seconde approche et nous la développons dans le cadre de la gestion des connaissances dans les domaines techniques. Nous défendons alors que l'on peut identifier trois plans d'évolution : celui des objets techniques à proprement parler en tant qu'ils sont issus de processus d'invention, de concrétisation, de modification et d'obsolescence, celui de l'organisation des concepts d'un domaine en tant qu'elle est affectée par l'évolution des objets et enfin celui des dénominations des objets dont l'explication est largement d'ordre linguistique. Nous montrons que, s'ils ne sont pas unifiables, ces trois plans d'évolution ne sont pas indépendants et qu'un certain nombre de dépendances partielles peuvent être mises en évidence entre eux. Une modélisation de ces constats est alors proposée et nous analysons ses conséquences.

Mots-clés : *connaissances techniques, sémantique diachronique, modèle d'évolution des connaissances, traçabilité des connaissances.*

Abstract

When we are concerned with maintenance of terminological and ontological resources for knowledge management we may only want to make sure that these resources are always up to date in the way that they always represent current knowledge of a community. But we may also aim at the preservation of knowledge on the way we reach current knowledge. In this article we opt for this second approach and develop it within the framework of knowledge management in technical fields. Then we argue in favour of the existence of three layers of evolution: the layer of the proper technical objects which result from a process of invention, concretization, modification and obsolescence, the layer of the organization of the concepts of a field which is affected by the evolution of the objects and finally the layer of the denominations of the objects which is largely of a linguistic nature. Although these three layers of evolutions are not independent, we also show that a certain number of partial dependences could be highlighted between them. A formal model of these statements will be proposed and we will analyse the consequences of such a model.

Keywords: *technical knowledge, diachronic semantic, model of knowledge evolution, knowledge traceability.*

1. INTRODUCTION

Si vous demandez aujourd'hui à un français, normalement instruit mais ayant moins de vingt-cinq ans, « qu'est-ce que la TSF ? », vous avez bien peu de chances qu'il soit capable de répondre. Bien sûr, si par la pensée on imagine que l'on ait pu demander à un auditeur de la radiodiffusion de 1930 « pourquoi ne préférez vous pas utiliser une connexion WIFI ? » il est douteux qu'il ait su vous répondre. Pourtant, si l'on organise les concepts de la télécommunication, la TSF et le WIFI sont tous les deux des technologies de télécommunication sans fil et si la langue anglaise ne l'emportait pas aujourd'hui dans la désignation¹ des objets techniques, on ne parlerait pas de WIFI mais de QSF (« Qualité Sans Fil » ce qui est la traduction de WIFI)².

¹ Nous utilisons dans cet article le terme générique de désignation bien qu'il s'agira plus précisément de dénomination

² Nous utiliserons souvent dans cet article des exemples techniques et des désignations d'objets techniques qui sont largement répandus. Cela nous permet de ne pas alourdir la

Les objets techniques ont des modes d'existence concrète, d'organisation des concepts qui leurs sont associés et de désignation qui sont particuliers et qui les distinguent assez largement de ceux des objets de la nature ou des objets scientifiques. Certains objets apparaissent sans que leur statut ontologique puisse être clairement établi, certaines organisations des concepts se font jour alors que les termes associés sont ambigus, enfin, le mode de désignation terminologique trouve des justifications très éloignées de la réalité qu'ils désignent.

Lorsque l'objectif est de mesurer l'évolution des connaissances dans un domaine technique en se basant, par exemple, sur des textes produits dans le cadre de ce domaine, on se trouve confronté à un problème d'analyse des évolutions que l'on peut repérer. En effet et en première analyse, on peut attribuer ces évolutions soit à des apparitions ou à des disparitions d'objets de connaissance, soit à une réorganisation conceptuelle entre objets de connaissance, soit à un changement de désignation des objets de connaissance. Ce constat n'est pas sans influence sur l'organisation des ressources autres que les textes qui seront utilisées ou produites, et sur les méthodes d'exploitation de ces ressources.

Il est à noter que, dans le développement de cet article, nous ne nous situons pas dans l'absolu. Le statut des connaissances en tant qu'objets, concepts organisés ou connaissances nommées est relatif à une communauté particulière. Il peut s'agir de communautés scientifiques ou techniques précises ou de ce que l'on nomme communément le 'grand public'. On pourra souvent objecter à notre propos des contre-exemples qui dans un contexte particulier le contrediront. Mais, nous nous situons ici dans le contexte de l'ingénierie des connaissances et, à ce titre, nous adoptons une position pragmatique qui consiste à partir des pratiques réelles d'une communauté. Ainsi, cette étude se situe dans une perspective de gestion de connaissances construites à partir de corpus textuels produits par une communauté [2]. Les réflexions présentées dans cet article constituent une étape intermédiaire de notre démarche. Nous avons déjà mené plusieurs travaux ayant pour but d'identifier les évolutions de connaissances présentes dans des ensembles de textes techniques ou dans des corpus [3]. Notre travail ici est d'éclairer plus précisément la nature de ces évolutions et d'en fournir une première modélisation. On ne

lecture tout en n'affectant pas la teneur du propos. Nous avons aussi rencontré des dérives entre concepts et désignations dans des communautés spécialisées. Par exemple, le même objet technique, une zone mémoire prévue pour stocker un certain nombre de paramètres techniques d'un système spatial s'appelle « mot semaine » dans la première génération du système puis « mot jour », quelques années plus tard, dans la seconde génération du système alors qu'il garde les mêmes fonctions et les mêmes caractéristiques techniques et conceptuelles [1].

s'étonnera donc pas que, bien que la perspective soit ensuite de travailler sur des connaissances issues de corpus précis, le matériel utilisé pour étayer notre position soit constitué ici de manière introspective.

Dans la deuxième partie de cet article, nous indiquerons quelle est la nature du problème que nous abordons en nous référant d'abord aux domaines de la recherche auxquels ils font référence, puis en décrivant nos propres expériences pour y apporter des solutions. Dans la troisième partie, nous décrirons trois points de vue possibles pour la prise en compte des objets techniques : celui des objets à proprement parler, celui des organisations conceptuelles que l'on peut avoir de ces objets et, enfin, celui des moyens linguistiques qui sont mis en œuvre pour les désigner. Dans une quatrième partie, nous analyserons les modes d'évolution selon ces trois points de vue et nous montrerons quelles sont les interactions qui existent entre ces trois plans. Ensuite, dans une cinquième partie, nous présenterons une modélisation des connaissances d'un domaine technique et de leur évolution et nous discuterons les intérêts et les limites d'une telle modélisation. Enfin, une conclusion résumant notre position et indiquant les perspectives que l'on peut envisager clôturera cet article.

2. POSITION DU PROBLEME

Ce travail se situe dans le domaine général de l'ingénierie des connaissances. Nous adoptons une position épistémologique proche de celle de Bruno Bachimont [4], à savoir que la connaissance n'est pas accessible à la science ou à la technique en tant que telle et que si elle peut faire l'objet d'une ingénierie, c'est seulement au travers des inscriptions textuelles ou formelles qu'on lui associe.

On a eu l'habitude d'associer à la manipulation des connaissances formalisées une capacité calculatoire qui profiterait de la puissance de calcul des ordinateurs pour se substituer à l'humain afin d'effectuer un certain nombre d'inférences, c'est-à-dire de calculs symboliques sur des inscriptions formelles, et ceci de manière automatique. Le relatif insuccès des systèmes experts, lorsqu'il s'est agi de prendre en compte des situations réelles, a tempéré cette ambition. L'ingénierie des connaissances devient aussi un moyen de représenter, c'est-à-dire de présenter de manière différente, des connaissances afin d'en rendre l'accès plus efficace. L'ambition n'est plus tant de produire de nouvelles connaissances mais de permettre une meilleure accessibilité à des connaissances déjà existantes. C'est dans cette approche que se situent par exemple les travaux tendant à utiliser des inscriptions formelles des

connaissances d'un domaine (couramment appelées aujourd'hui ontologie) pour rendre plus pertinente l'interrogation de bases documentaires [5]. C'est aussi dans cette approche que se situent des domaines comme la capitalisation des connaissances ou la mémoire d'entreprise [6] qui, par définition, ont un rôle de préservation des connaissances acquises et non pas un rôle de production de nouvelles connaissances. Enfin, on peut considérer que les méthodes et outils de fouille de textes relèvent de cette approche en concernant des inscriptions textuelles. Cette approche, qui tend à être une aide à l'interprétation des connaissances par un humain, demeure une ingénierie des connaissances au sens indiqué plus haut, en tant qu'elle manipule des inscriptions. C'est son objectif qui se déplace : de substitut à l'humain connaissant, elle devient une aide de l'humain connaissant³.

Dans ce cadre d'ingénierie des connaissances, nous avons adopté au cours de travaux précédents, une approche que nous avons qualifiée de différentielle⁴ et que nous qualifierons ici de contrastive. Cette approche prône que les connaissances sont d'autant plus facilement interprétables qu'elles exhibent des différences avec d'autres connaissances. Ces différences peuvent être synchroniques, dans le sens où ces différences proviennent de différentes manières de voir le monde à un instant donné, ou diachroniques, dans la mesure où elles proviennent des évolutions des connaissances au cours du temps.

Ces travaux qui relèvent de cette « approche contrastive à visée d'aide à la connaissance » ont généralement concerné des différences apparues de manière diachronique et portaient sur des mesures d'évolution de connaissances dans le temps pour des domaines techniques. D'un point de vue théorique, ces travaux ont débouché sur des définitions de métriques pour la mesure d'impact des connaissances issues de séries temporelles de textes sur des ontologies du domaine [7]. D'un point de vue pratique, ils ont consisté à définir une stratégie préventive pour lutter contre la perte de connaissances dans les projets techniques à long terme. Ces travaux ont également permis d'expérimenter une approche interdisciplinaire [2] basée sur les apports de l'analyse de données, de l'ingénierie des connaissances et de la linguistique.

³ On peut noter que ces deux approches sont historiquement liées. C'est parce que le besoin de validation des systèmes issus de l'ingénierie des connaissances comme « substitut » implique un 'retour à l'expert' parfois problématique que des systèmes d'ingénierie des connaissances comme « aide » ont commencé à être proposés.

⁴ Cette approche n'a pas de parenté directe avec le paradigme différentiel de la sémantique défendue par F. Rastier et repris par B. Bachimont.

Pourtant, cette approche butte rapidement sur un écueil redoutable : lorsqu'elle est mise en œuvre sur des quantités importantes de connaissances (au départ, sur des quantités importantes de textes techniques), elle produit une pléthore d'indices d'évolution dont seuls quelques uns sont à pointer comme des indices pertinents de perte de connaissances. Ici, on butte encore sur le problème du retour à l'expert. Le pouvoir explicatif des phénomènes lui est entièrement dévolu. Des réponses empiriques peuvent être apportées à ce type de problème. Par exemple, nous avons envisagé de limiter les indices à ceux qui, dans leur inscription textuelle, faisaient référence à un certain niveau de criticité [8]. Mais, de manière plus profonde, nous pensons que cette difficulté est due à l'absence de modèle permettant de structurer l'évolution des connaissances dans un domaine technique. Le but des chapitres suivants est d'esquisser un tel modèle. Nous nous interrogeons dans un premier temps sur les différents plans où les évolutions apparaissent : le plan du monde réel ou celui des objets à proprement parler, celui de l'organisation conceptuelle des domaines techniques et, enfin, celui des moyens linguistiques qui sont utilisés pour les désigner.

3. LES OBJETS, L'ORGANISATION DES CONCEPTS ET LA DESIGNATION

Dans cette section nous allons caractériser les trois points de vue que l'on peut adopter pour évaluer l'évolution dans un domaine technique : celui de l'invention de nouveaux objets, celui de l'organisation des concepts autour d'un objet et enfin celui de la désignation d'objets existants.

3.1. Les objets techniques

Nous pouvons ici nous risquer à une définition provisoire de l'objet technique. Est un objet technique une création artificielle (une fabrication) de l'homme, qui vise des fonctionnalités pratiques et qui a atteint un niveau de maturité tel qu'il puisse être reproduit à l'identique. Bien sûr, cette définition n'épuise pas le sujet, mais elle exclut du champ de notre étude les objets de la nature, les purs concepts qu'ils soient philosophiques ou mathématiques (qui n'ont pas de référents concrets), les objets artistiques (qui n'ont pas de fonctionnalité pratique), les objets artisanaux (qui ne peuvent être reproduits à l'identique en grandes séries). Les objets techniques peuvent être matériels (un ordinateur) ou

immatériels (un algorithme). Les objets techniques peuvent être, selon un certain point de vue, composés (un transistor en tant que poste de radio) ou élémentaires (un transistor en tant que composant électronique pour la fabrication d'un poste de radio). On peut aussi noter que la notion de fonctionnalité d'un objet technique est flexible, une ou plusieurs fonctionnalités étant prévues à l'origine de l'objet mais d'autres fonctionnalités pouvant apparaître par la suite de manière conjoncturelle ou de manière permanente⁵. Nous pourrions être amenés à inclure dans les objets que nous prendrons en compte certains objets qui ne correspondent pas entièrement à la définition donnée ci-dessus. Il en va ainsi des objets technologiques (l'informatique, l'énergie atomique, ...) en notant qu'ils font intervenir des objets techniques tels que définis plus haut (des ordinateurs, des programmes pour l'informatique). Il en va de même pour des objets issus des sciences appliquées qui sont souvent à l'origine ou qui contribuent à la conception des objets techniques (la machine de Turing ou le principe de la machine à programme externe de Von Neumann ne sont pas des objets techniques concrétisés mais ont permis l'avènement des ordinateurs).

On peut fixer plus ou moins précisément la date d'apparition des objets techniques. En pratiquant ainsi, on masque souvent que les objets techniques n'apparaissent pas à partir de rien. Ils sont en fait issus de ce que Gilbert Simondon appelle un processus de concrétisation [9]. L'objet technique concret (celui qui pourra être manufacturé) est une synthèse cohérente des composants de l'objet technique abstrait (celui qui définit une juxtaposition de composantes nécessaires à la réalisation des fonctions prévues). Souvent, un objet technique s'appuie sur des objets ayant fait l'objet d'une concrétisation préalable (la draisienne donnera le vélo à pédale qui donnera le grand bi qui donnera la bicyclette). Ayant atteint l'existence par concrétisation, un objet technique peut disparaître dans le sens où il perdrait sa fonction technique ou même dans le sens où son existence passée serait oubliée. Mais l'impact qu'il aura eu en tant qu'objet technique sur l'évolution des techniques ne peut disparaître. Il ne se peut pas que l'on puisse revenir à un état du monde qui serait ce qu'il était avant son apparition ou que le processus de concrétisation qui lui a donné naissance se reproduise (on ne « réinvente pas la roue »). On se trouve en présence d'une irréversibilité de la production technique.

⁵ Les papillons adhésifs amovibles connus sous le nom de marque 'post-it' ont pris leur fonction actuelles suite à une étude dont l'objectif technique était le recyclage d'étiquettes dont la colle était défectueuse.

3.2. L'organisation des concepts techniques

Une fois parvenu à l'existence, un objet technique prend sa place dans une des organisations des concepts techniques qu'il est possible d'avoir à une certaine époque. Nous passons ici de la notion d'objet technique à celle de concept technique pour distinguer les objets techniques qui sont de l'ordre du monde et les représentations cognitives que l'humain s'en fait. Mais il ne peut y avoir de telles représentations de manière isolée. En effet, si ces représentations se font par la sélection d'un certain nombre de propriétés qui semblent caractériser un certain objet, elles se font aussi par l'identification d'un certain nombre de relations qui les lient aux autres concepts techniques. Bien qu'il s'agisse là de notions proches, nous préférons utiliser ici la notion d'organisation des concepts plutôt que celle d'ontologie qui nécessiterait un certain nombre d'ajustements ou de celui de base de connaissances qui a une connotation formelle. Nous pouvons ainsi mettre l'accent sur l'évolution qui nous préoccupe, c'est-à-dire celle de l'*organisation* des concepts et non celle des concepts isolés.

A ce niveau, la désignation de l'objet ne joue pas, seule la définition faisant état de sa fonctionnalité et de sa structure importe. Ainsi « objet rudimentaire permettant de se déplacer assis en utilisant des pédales placées sur l'axe de la roue avant » peut, ici, remplacer la désignation plus courte de vélodrome. Ce qui importe ici est de savoir qu'un tel objet est relié par une relation 'est-partie-de' aux objets roues, cadre, guidon et pédales et qu'un tel objet est relié par une relation 'est-un-cas-particulier-de' à l'objet générique bicyclette.

L'organisation des concepts techniques évolue dans le temps. Cette évolution dépend des relations qu'un nouveau concept technique entretient avec les concepts techniques existants. Tel concept technique peut intervenir en tant que composant de tel autre ou en tant que cas particulier de tel autre. Souvent, l'apparition d'un nouvel objet technique va bouleverser complètement l'organisation d'un ou plusieurs domaines. A ce niveau, les concepts techniques peuvent disparaître dans le sens où ils n'ont plus leur place dans l'organisation des concepts suite à une évolution d'une certaine représentation d'un domaine⁶.

⁶ A la fin des années 70, l'objet technique 'mémoire à bulle' a vu le jour et il est entré en tant que concept dans l'organisation générale des concepts des techniques de mémoire d'ordinateur. On ne peut pas dire que l'objet 'mémoire à bulle' ait aujourd'hui disparu en tant qu'étape de l'histoire des techniques, mais il est peu probable qu'aujourd'hui les organisations conceptuelles de la technologie des mémoires puissent inclure des références à ce type de mémoires.

3.3. La désignation des objets techniques

Comme pour toutes les activités cognitives humaines, des mots émergent pour désigner les concepts techniques. L'explication que l'on peut avoir de l'émergence d'une désignation est tout à fait diverse. Elle peut provenir de la fonction de l'objet technique sous-jacent (vélocipède, télévision,...), d'un moyen de distinguer des concepts techniques (mémoire volatile vs mémoire non volatile, télégraphie vs téléphonie,...), d'une référence à des constituants (roue à aube, arbre à came,...). Dans ces trois cas, la désignation peut être reliée directement à l'organisation des concepts techniques. Mais souvent, le mode de désignation peut paraître plus arbitraire par rapport à cette organisation conceptuelle. C'est le cas d'une référence à l'inventeur (diesel, daguerréotype,...) ou à une marque (frigorifère, walkman,...), ou d'un emprunt à des langues étrangères (mail, scooter,...) ou de l'utilisation de plus en plus fréquente d'acronymes dont le sens initial est parfois perdu (ulm, adsl, ...) ou par le recours à la métaphore (avion, clé USB,...) ou enfin, par des néologismes créés pour la circonstance (ordinateur, logiciel,...).

Bien sûr la polysémie et la synonymie sont courantes dans les domaines techniques. Les désignations des objets techniques ont aussi leur parcours diachroniques. La pratique fera que parfois les termes utilisés pour désigner des objets techniques changent au cours de leur existence, parfois sans qu'il y ait eu modification de l'organisation conceptuelle pour un point de vue donné.

4. LES MODES D'EVOLUTION

Après avoir décrit les trois plans où l'évolution des connaissances techniques peut être repérée, nous allons décrire les modes d'évolution propres à chacun de ces plans ainsi que les interactions que l'on peut identifier entre ces trois modes d'évolution.

4.1. L'évolution des objets techniques

L'évolution des objets techniques est de l'ordre d'une généalogie. Les objets techniques arrivés à maturité ont des ascendants, une certaine durée d'existence et une descendance. Ils se définissent souvent comme étapes d'une lignée technologique.

L'apparition (la naissance) d'un objet technique est souvent bien identifiée. Elle peut avoir une trace précise (un acte de naissance) qui prend la forme du dépôt d'un brevet ou assez fréquemment aujourd'hui, de la définition d'une norme.

L'ascendance d'un objet peut souvent être trouvée dans d'autres objets techniques dont il dérive, soit par un changement des caractéristiques du dispositif mis en œuvre, soit par changement des fonctionnalités et des usages, soit par agrégation de dispositifs et (ou) des fonctionnalités de plusieurs objets techniques préexistants. Parfois, néanmoins, la naissance d'un objet technique ou d'une lignée technologique peut se faire sans filiation technique et provenir d'une application de la science.

L'apparition d'un nouvel objet technique peut être guidée par le besoin ou par l'application. Dans le premier cas, c'est un besoin identifié et la non existence d'un objet technique pouvant l'assumer qui pousse à la conception d'un nouvel objet. Dans le second cas, c'est la possibilité de faire évoluer un objet ou d'en combiner plusieurs qui permet de définir des fonctionnalités d'un nouvel objet.

En général, les objets techniques auront aussi une descendance qui se constitue de manière arborescente à l'aide de mécanismes identiques à ceux de l'ascendance.

Les objets techniques disparaissent parfois de notre environnement immédiat parce qu'ils sont devenus obsolètes, soit dans leur nature (on peut fabriquer autrement des objets ayant la même fonctionnalité), soit dans leur fonctionnalité (on n'a plus besoin de celle-ci), soit par combinaisons de ces deux obsolescences (on a plus besoin d'un objet parce que l'on a créé un nouvel objet de nature et de fonctionnalité différentes qui rend inutile un objet précédent).

Bien sûr, cette vision généalogique de l'existence des objets n'exclut pas que des objets techniques coexistent souvent avec leurs ascendants ou leurs descendants (ceci est d'ailleurs aussi le cas pour les humains malgré la discrétisation des générations que la généalogie induit). La coexistence d'objets techniques de générations différentes peut durer parfois longtemps mais ne perdure vraiment que rarement (on utilise encore des lampes électroniques alors que les transistors les ont largement remplacées et probablement les remplaceront bientôt totalement).

4.2. L'évolution de l'organisation des concepts

L'évolution de l'organisation conceptuelle des objets techniques est de l'ordre de mutations paradigmatiques. Nous empruntons la notion de paradigme à l'épistémologie des sciences sans toutefois lui donner toute l'étendue qu'elle a dans ce cadre. Nous en conserverons le trait qu'un paradigme technique est un système de pensée pour un domaine technique. Ce système de pensée inclut des objets techniques, avec leurs fonctionnalités, leurs principes, leur structure mais il inclut aussi des concepts d'ordre scientifique et méthodologique qui font que l'on peut appréhender conceptuellement un objet technique.

Par contre, il n'est plus possible ici de se cantonner dans une organisation partitionnée des concepts comme on peut le faire dans certains domaines scientifiques. En effet, un domaine technique est souvent l'agrégation d'emprunts à des domaines scientifiques et techniques divers (la mécanique automobile mobilise des connaissances en résistance des matériaux, en thermodynamique, en électricité, en électronique, et bien d'autres).

Il en découle que l'évolution des techniques ne se fait pas que par des changements brutaux de paradigme technique. Il existe toute une graduation d'évolutions de paradigme. Les mutations de paradigmes techniques peuvent être modestes et ne pas rompre la continuité du système de pensée d'un domaine technique (on peut distinguer plusieurs générations d'ordinateurs sans remettre en cause l'architecture générale de ceux-ci). Parfois pourtant, les mutations pourront s'identifier à des changements complets de paradigme aux conséquences multiples (l'apparition des transistors pour remplacer l'électronique à lampe réorganise complètement le domaine de l'électronique et ses conséquences débordent même de ce domaine pour affecter celui de la télécommunication ou celui de l'informatique).

4.3. L'évolution des désignations

L'évolution des désignations des objets techniques est de l'ordre de l'adaptation par des mécanismes linguistiques. Ces mécanismes correspondent à un besoin d'extension lexicologique. Le nombre de concepts techniques se multipliant de plus en plus, tous les moyens de construction de termes se trouvent mobilisés. Une typologie complète des moyens de création de mots dans certains domaines techniques est une étude qui n'a pas été faite dans le cadre de cet article. Constatons néanmoins que trois grands moyens de construction émergent : la

composition qui, par juxtaposition de mots existants, permet de désigner un nouvel objet, la *contraction* comme la métonymie ou l'acronymie qui permet de réduire la taille d'une dénomination et enfin le *déplacement* comme l'emprunt à une langue, à un nom propre ou à un nom de marque⁷.

Mais l'identification de ce niveau linguistique d'explication n'épuise pas l'interprétation des évolutions des dénominations. Cette adaptation a des raisons externes à la technique à proprement parler ou à la langue comme, entre autres, des raisons d'organisation sociale ou économique ou encore de représentation psychologique.

On peut aussi constater que la volonté de constituer des terminologies a priori ou a posteriori pour des domaines techniques récents ne rencontre parfois qu'un succès relatif. En France, depuis 1972, les commissions de terminologie et de néologie ont pour mission au sein de chaque ministère, de formuler des recommandations pour l'usage de termes relatifs à un domaine donné. Aujourd'hui, toutes les recommandations pour le domaine de l'informatique regroupent une centaine de mots alors que les dictionnaires de l'informatique regroupent couramment de quatre à cinq mille mots du domaine dont la plupart sont de création récente.

4.4. Les interactions entre les trois plans d'évolution

Nous devons maintenant nous interroger sur la nature des interactions entre ces trois plans.

Il ne nous semble pas possible d'identifier des lois déterministes qui relieriaient les événements qui surviennent dans chacun de ces trois plans. Ainsi, les événements dans le plan des désignations des objets techniques

⁷ Contentons nous, ici, de décrire ce mécanisme par un exemple. De manière récente, il est courant de désigner un « Petit baladeur numérique qui permet de stocker, sous forme compacte, jusqu'à 300 heures de musique au format MP3, et d'écouter ces fichiers, sans perte de qualité sonore.»[10] par la dénomination de MP3. Cette dénomination s'est construite par métonymie à partir de la dénomination « baladeur MP3 » que l'on rencontre encore souvent.

Baladeur MP3 est un mot composé qui renvoie au mot baladeur et au mot MP3.

Baladeur s'est construit par traduction du mot walkman qui lui-même est un nom de produit de la marque Sony pour désigner un magnétophone portable à cassette.

MP3 est quant à lui une simplification du mot composé 'MPEG1 layer3' qui est une norme de compression.

Dans MPEG1, MPEG est l'utilisation d'un quasi nom propre, celui d'une personne morale, le « Moving Picture Expert Group » qui a donné son nom à ses productions en les numérotant en adoptant parfois une sous-numérotation par niveau (layer).

ne sont pas causalement dépendants des évènements qui se produisent dans les deux autres plans. Une désignation ne peut être calculée à partir des caractéristiques d'un objet⁸ ou de l'impact qu'il a sur l'organisation des concepts d'un domaine.

Mais, les trois plans ne sont pas autonomes et les liens qui existent entre les différents plans ont au moins deux caractéristiques : ils ne sont pas synchronisés et ils ne sont pas biunivoques.

Concernant le non synchronisme, les liens entre le plan des objets techniques et celui de l'organisation des concepts associés est éclairant. Certes souvent, l'inventeur (ou les inventeurs) d'un objet technique ne le conçoit pas pour combler un 'trou' dans une taxinomie préétablie ou parce qu'il faut réutiliser autrement des composants techniques déjà connus⁹. Mais il peut arriver que pour certains objets l'organisation conceptuelle couramment admise dans une communauté précède et détermine son apparition en tant qu'objet concret¹⁰.

Concernant la non bi univocité, l'exemple de la note 6 du paragraphe 4.3 (le cas de 'MP3') montre bien une situation où le même nom peut désigner des objets techniques différents apparus à des moments différents et qui sont insérés dans des organisations de concepts distinctes. Elle montre aussi que le même concept technique peut avoir des dénominations différentes à différents moments.

⁸ On a là une différence avec certains domaines de connaissances pour lesquels des nomenclatures ou des terminologies sont possibles. Cela tient, entre autres, au fait que pour les objets techniques, il n'existe pas de conceptualisation préalable suffisamment stable pour qu'un système de désignation puisse être défini, auquel des objets nouveaux se conformeraient. A l'instar du poète qui indique que « le chemin se fait en marchant » souvent, le système de désignation des objets techniques se fait en les créant et en les utilisant.

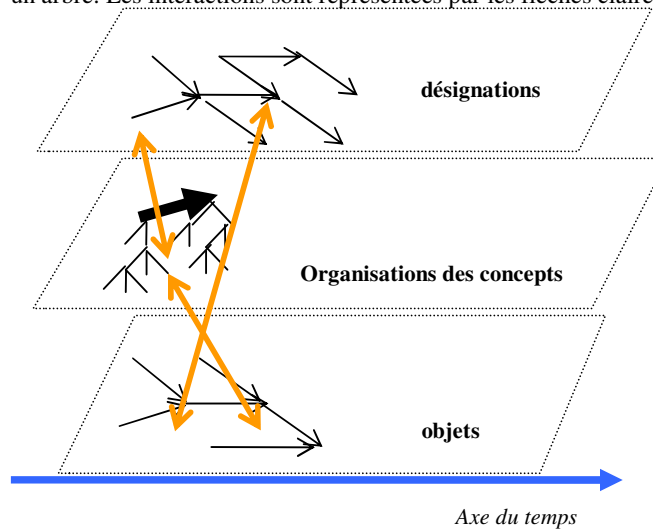
⁹ Le stylo à bille est inventé et déposé en 1865 probablement parce qu'il est mal commode de transporter des encrriers pour écrire à la plume ou pour alimenter des stylos à encre et que l'encre à séchage rapide pour imprimer les journaux permet d'éviter les tâches. Il fallut attendre près d'un siècle pour que l'objet soit acquis comme une alternative avec les autres moyens d'écriture. Cette inertie a aussi existé dans le moyen de désignation qui fut longtemps celle d'un 'bic', marque du fabricant dominant des stylos à bille.

¹⁰ Même sans être spécialiste du domaine nucléaire, il est acquis qu'il peut y avoir deux types de générateurs nucléaires : ceux à fusion et ceux à fission, bien que pour ces derniers on ne soit qu'au stade de la décision de construire un prototype pré-expérimental (ITER) qui nous met bien loin de la concrétisation de ce concept en terme d'objet technique achevé.

5. VERS UN MODELE DIACHRONIQUE DES CONNAISSANCES TECHNIQUES

Dans cette partie, nous allons définir un modèle générique permettant de prendre en compte les trois plans d'évolution que nous avons décrits ainsi que les liens qui existent entre eux. Ce modèle est générique dans la mesure où il pourra être instancié en des modèles propres à décrire des situations réelles d'évolution. Le modèle que nous définissons ici aura deux propriétés. Il s'agira d'un modèle descriptif en ce sens qu'il permettra d'exhiber une certaine réalité mais sans pouvoir permettre d'en calculer une nouvelle. D'autre part, ce modèle devra rendre compatibles des visions diachroniques ayant des structures et des modes d'évolution propres tout en maintenant la possibilité de décrire des liens entre ces niveaux.

La représentation graphique ci-dessous donne une intuition de ce que le modèle devra pouvoir représenter. Le plan des objets et le plan des désignations sont représentés par des graphes mais on peut conjecturer que, pour un objet ou une désignation donné, il existe deux projections sous forme d'arbre d'ascendance et de descendance. Le plan des organisations est représenté par un arbre dont chaque nœud est lui-même un arbre. Les interactions sont représentées par les flèches claires.



5.1. Les éléments du modèle

Le modèle que nous proposons s'articule autour de quatre notions qui s'imbriquent.

1) Nous appellerons *événement* une fonction qui porte soit sur des objets, soit sur une organisation conceptuelle autour d'un objet, soit sur des désignations d'objets (tous appelés *antécédent*) et qui produit, selon le cas, un nouvel objet, une nouvelle organisation des concepts ou une nouvelle désignation (appelé *successeur*).

Nous pouvons caractériser les trois types d'évènements.

Les *événements d'objet* sont soit des événements concernant le dispositif mis en œuvre soit sa fonctionnalité (son usage).

Les *événements d'organisation* conceptuelle sont soit des différenciations (nouveau cas particulier, nouveau composant,...), soit des agrégations (unification de cas particuliers, atomisation d'un objet,...), soit des bouleversements (renversement de hiérarchie de concepts, déplacement de sous hiérarchie...).

Les *événements de désignations* sont soit des compositions de mots, soit des contractions de termes, soit des déplacements (emprunt, néologisme,...)

Plus formellement nous écrirons :

$successeur \leftarrow Evt_{o,x} (antecedent1[,...antecedenti])$

$Evt_{o,x} := Evt_{o,obj} \mid Evt_{o,org} \mid Evt_{o,des}$

$Evt_{o,obj} := dispositif \mid fonction$

$Evt_{o,org} := différenciation \mid agrégation \mid bouleversement$

$Evt_{o,des} := composition \mid contraction \mid déplacement$

Exemples :

Pour les événements d'objets, nous utilisons des étiquettes d'objets ou des éléments de hiérarchie. Elles sont introduites pour les distinguer de ce que nous appelons désignations notamment par le fait que ces étiquettes ont un mode d'évolution largement indépendant de celui des désignations. Ici, elles sont construites sans référence à un système de nomenclature existant. Nous utilisons ici une syntaxe 'à la lisp' pour les organisations des concepts.

'MP3' ← **contraction**(composition('baladeur', 'MP3'))

'Baladeur' ← **déplacement**('walkman')

'MP3' ← **contraction**('MPEG1 layer3')
 L.e.p.a.m.c ← **dispositif**(L.e.p.m, c.mp3, c.au)
 L.e.p.a.m.c ← **fonction**(L.e.p.m.)
 (L.e.p.a.m. (L.e.p.a.cd, L.e.p.a.c, L.e.p.m.a,c)) ← **agrégation**
 ((L.e.p.a.m.(L.e.p.a.cd, L.e.p.a.c, L.e.p.m.a,c)) , L.e.p.a.m.c)
 Dans les trois derniers exemples les étiquettes peuvent être interprétées
 comme suit :
 L.e.p.m. ~ 'lecteur enregistreur portable à mémoire rapide'
 L.e.p.a.m. ~ 'lecteur enregistreur portable audio à mémoire rapide'
 L.e.p.a.m.c ~ 'lecteur enregistreur portable à mémoire rapide utilisant une
 technique de compression'
 L.e.p.a.cd ~ 'lecteur enregistreur portable audio utilisant des disques
 compacts'
 c.mp3 ~ 'dispositif de compression basé sur la norme MPEG1 layer 3'
 c.au ~ 'dispositif d'émission audio à l'aide de casque'.

2) Nous appellerons *chronique* pour un objet et un plan une suite ordonnée des événements de l'objet pour un plan de représentation.

Plus formellement :

$$Chronique_{o,x} := \{ Evt1_{o,x} \dots Evtn_{o,x} \}$$

3) Nous appellerons *interaction élémentaire* entre deux plans pour un objet, une relation entre un ou plusieurs événements survenus dans le premier et un ou plusieurs événements survenus dans le second.

Nous noterons *interac*($Evt1_{o,x1}$, $Evtm_{o,x2}$) chaque interaction élémentaire où $x1$ et $x2$ sont chacun un des trois plans *obj*, *org* ou *des*.

Exemple :

Si :

'RAM' ← **contraction** ('random access mémoire') Evt1

'ROM' ← **contraction** ('read only memory') Evt2

(m.a.r. (r.a.m., r.o.m.)) ← **différentiation** ((m.a.r.), r.a.m., r.o.m) evt3

Où m.a.r. est une étiquette pour 'mémoire à accès rapide', r.a.m. une étiquette pour 'mémoire à accès aléatoire' et r.o.m. une étiquette pour 'mémoire en lecture seule'

On pourrait avoir l'interaction élémentaire :

explicite({Evt1,Evt2},Evt3) qui indique que les désignations RAM et ROM contribuent à expliciter la distinction ontologique effectuée entre deux types de mémoires rapides

Nous appellerons *interaction* entre deux plans pour un objet l'ensemble des interactions élémentaires entre ces deux plans pour un objet.

Nous noterons $Interac_{x_1,x_2}$ l'interaction entre les plans x_1 et x_2 .

4) Nous appellerons *histoire* d'un objet technique l'ensemble des chroniques pour cet objet sur chacun des trois plans et leurs interactions.

Plus formellement, nous écrivons :

$$Histoire_o := \{Chronique_{o,obj}, Chronique_{o,org}, Chronique_{o,des}, Interac_{obj,des}, Interac_{obj,org}, Interac_{org,des}\},$$

Nous appellerons *culture*¹¹ d'un domaine technique l'ensemble des histoires d'un certain nombre d'objets appartenant à ce domaine.

Plus formellement, nous écrivons :

$$Culture_d := \bigcup_{o \in d} Histoire_o$$

5.2. Discussion du modèle

Pour rendre ce modèle opérationnel, nous devons d'abord nous poser le problème de l'identification du point de vue auquel il faudra rattacher une évolution lorsqu'elle a été repérée. La construction de l'évolution des objets techniques devra se faire en mobilisant l'expertise de spécialiste du domaine. Par contre, nous comptons repérer les évolutions terminologiques ou conceptuelles en utilisant les mesures d'impact des connaissances extraites de textes sur une ontologie du domaine que nous avons décrit dans [7]. Dans cette proposition l'ontologie a la forme d'une taxonomie et/ou d'une méréonymie. La chaîne de caractère utilisée pour désigner le concept est sans importance, pourvue qu'elle soit unique dans l'ontologie. A chacun des concepts est associée une liste de « mots accroches » qui sont tels que s'ils sont évoqués ont peu penser que l'on parle de ce concept. On dit alors qu'une connaissance contenue dans un texte atteint un concept de l'ontologie si un terme représentant cette

¹¹ Bien sur il n'est pas ici question de réduire la culture à un ensemble mathématique de représentations symboliques. Nous voulions par le choix de ce mot pour un élément de modèle donner acte à Gilbert Simondon de son plaidoyer pour l'introduction de l'être technique dans la culture (introduction de [8]) : « Cette modification ne pouvait se faire que par addition au temps où la technicité résidait dans les éléments, par effraction et révolution au temps où la technicité résidait dans les nouveaux individus techniques ; aujourd'hui la technicité tend à résider dans les ensembles ; elle peut alors devenir un fondement de la culture à laquelle elle apportera un pouvoir d'unité et de stabilité, en la rendant adéquate à la réalité qu'elle exprime et qu'elle règle. »

connaissance dans le texte contient un des « mots accroches » associés au concept dans l'ontologie¹². A partir de ces atteintes de concepts par des connaissances issues de textes, nous avons défini plusieurs métriques permettant d'identifier :

- les mots accroches qui sont concernés (lorsqu'il y a constance d'atteinte d'un concept mais déplacement de « mot accroche » pour caractériser cette atteinte nous avons un indice d'évolution proprement terminologique)
- les zones contiguës de l'ontologie qui sont concernées par ces atteintes (lorsqu'il y a un modification des zones d'ontologie atteintes nous avons un indice d'évolution de l'organisation des concepts).

Ensuite, ces traces de l'évolution des objets et des concepts dans chacun des niveaux permettent, parfois, d'identifier et d'interpréter des liens entre chacune de ces évolutions. Ainsi, pour reprendre les exemples précédents, la polysémie qui existe entre 'MP3' comme norme de compression et 'MP3' comme lecteur enregistreur audio ne sera pas seulement caractérisée comme étant une polysémie avec éventuellement les deux acceptions possibles. Elle pourra être finement décrite par :

- l'apparition de deux objets distincts
- les liens entre ces objets et des dénominations ou des organisations conceptuelles différentes au départ
- l'évolution des dénominations dans chacun des cas et l'évolution des organisations des concepts dans chacun des cas, cette dernière pouvant provenir de l'apparition d'autres concepts

C'est l'existence de ces liens qui permet une analyse semasiologique (les dénominations restent mais les concepts changent) et onomasiologique (les concepts restent mais les dénominations changent) de l'évolution (voir à ce sujet les travaux de Paul Gevaudan [11]).

Certes, le modèle que nous avons présenté ici doit être complété. Notamment la typologie des événements que nous avons envisagée mérite d'être affinée. Le caractère classique des outils formels utilisés (fonctions, arborescences, relations) permet de s'assurer de son opérationnalisation.

¹² En fait, les mots accroches sont des termes. Afin d'éviter les problèmes de polysémie, ils peuvent être complétés par des « mots repousseurs » qui ne doivent pas être contenus dans le terme représentant une connaissance. Ici, l'ensemble des mots accroches est l'ensemble des synonymes qui permettent de désigner ce concept. Par exemple, dans un contexte particulier le concept « ordinateur » pourrait avoir comme mots accroches : ordinateur, computer, calculateur, et comme mots repousseur analogique.

L'application la plus immédiate que nous envisageons de construire à partir de ce modèle est un outil de consultation d'une mémoire technique ayant des points d'entrée à chacun des niveaux (historique, conceptuel, linguistique) et des possibilités de navigation intra et inter niveau.

Deux approches méthodologiques sont alors envisageables pour construire des modèles pour des situations concrètes. La première approche, tenant de l'archéologie des techniques, permet à partir de documentations passées de repérer les évolutions qui peuvent dès lors être positionnées suivant des critères précis. La seconde approche, tenant de la capitalisation, consiste à construire le modèle au fil des innovations (techniques, conceptuelles, linguistiques). Dans ce cadre, le passage par un niveau de modélisation semi informelle (voir par exemple [12]), incluant des contraintes est envisagé. Dans les deux cas, on prendra soin de travailler sur des corpus homogènes selon un des deux critères : évolution temporelle ou contexte d'utilisation. Si l'évolution temporelle est visée, le corpus doit refléter un type de documents particulier ; si le contexte d'utilisation est visé, l'aspect temporel peut être figé.

6. CONCLUSION

Dans cet article, nous avons donné une perspective que l'on pourrait qualifier de diachronique de la maintenance des ressources terminologique et ontologique pour la gestion des connaissances dans les domaines techniques. Dans cette perspective, on a pour ambition de pouvoir conserver des connaissances sur la manière dont on est parvenu aux connaissances courantes.

Nous avons montré que lorsque l'on adopte cette perspective diachronique, on peut identifier trois plans d'évolution distincts. Le premier niveau est celui de l'histoire des techniques. Le second niveau est celui de l'évolution des ontologies de domaines techniques (au sens qui est donné au mot ontologie par l'ingénierie des connaissances). Le dernier niveau est celui de mécanismes linguistiques de la production de mots.

Nous avons aussi montré que ces trois plans n'étaient pas unifiables en ce sens qu'ils ne font pas appel aux mêmes structures conceptuelles mais aussi par le fait que leurs modes d'évolution sont différents. Pour autant, nous avons soutenu que ces trois plans d'évolution n'étaient pas indépendants et qu'un certain nombre de liens pouvaient être mis en évidence entre eux.

Une modélisation formelle de ces constats a alors été proposée afin d’offrir un débouché opérationnel à cette étude.

De nombreux axes de poursuite de cette étude sont envisagés. Il nous semble clair que les réflexions de type épistémologique qui ont occupé une grande partie dans le développement de cet article méritent des approfondissements et des mises au point importants. En particulier, nous avons conscience d’avoir pris des positions sur la sémiotisation des connaissances sans les avoir justifiées ou approfondies. Cet article a également écorné des aspects linguistiques sans que nous soyons suffisamment compétents dans ce domaine pour les développer correctement

Nous devons aussi préciser le modèle que nous avons défini et en particulier analyser les conditions de modélisation des situations réelles. Une expérimentation de ce modèle est envisagée dans le cadre d’une action de recherche avec le Cnes pour la pérennisation des connaissances techniques sur de longues durées.

7. REFERENCES

- [1] Alain Baccini, Anne Condamines, Sébastien Déjean, Laurent Perrussel, Josette Rebeyrole, Bernard Rothenburger, Sylvie Viguier-Pla, Ddocument 6 de la R&T: “Méthode et Outils de Data Mining pour les Projets Spatiaux”: Bilan de l’action, *document disponible chez l’auteur de cet article*
- [2] Nathalie Aussenac-gilles., Anne Condamines, “Entre textes et ontologies formelles : les bases de connaissances terminologiques”. *Ingénierie et capitalisation des connaissances*. Eds. M. Zacklad, M. Grundstein., Hermès. 2001.
- [3] Anne Condamines, Daniel Galarreta, Laurent Perrussel, Josette Rebeyrole, Bernard Rothenburger, Sylvie Viguier-Pla “Tools and methods for knowledge evolution measure in space project”, 54th IAC, 29 september-3 october 2003, Bermen, Germany
- [4] Bruno Bachimont, Art et sciences numérique : “ Ingénierie des connaissances et critique de la raison computationnelle”, *Habilitation à diriger des recherches*, Université de Technologie de Compiègne, 12 janvier 2004.
- [5] Mustapha Baziz, Nathalie Aussenac-Gilles, Mohand Boughanem. “Désambiguïsation et Expansion de Requêtes dans un SRI, Etude de l’apport des liens sémantiques”. Dans : *Revue des Sciences et Technologies de*

- l'Information (RSTI) série ISI*, Hermes, 11, rue Lavoisier, F-75008 Paris, V. 8, N. 4/2003, p. 113-136, décembre 2003.
- [6] Fabien Gandon et Rose Dieng-Kuntz, Chapitre 7: "Ontologie pour un système multi-agents dédié à une mémoire d'entreprise", *Ingénierie des Connaissances*, pp 141-163, Livre coordonné par R. Teulier, J. Charlet, P. Tchounikine, L'Harmattan, ISBN : 2-7475-8240-X, Juin 2005
- [7] Bernard Rothenburger, "A Differential Approach for Knowledge Management", ECAI Workshop on Machine Learning and Natural Language Processing for Ontology Engineering, juillet 2002, Lyon
- [8] Bernard Rothenburger, Daniel Galarreta, "Facing Knowledge Evolution In Space Project: A multi viewpoint Approach", *Journal of Knowledge Management*, volume 10, issue 2, Emerald, 2006
- [9] Gilbert Simondon, "Du mode d'existence des objets techniques", *Editions Aubier, Collection philosophie*, 1958, 1969, 1989.
- [10] *Grand Dictionnaire Terminologique, office québécois de la langue française*,
http://www.granddictionnaire.com/btml/fra/r_motclef/index1024_1.asp
- [11] Paul Gévaudan, "Fondements sémiotiques du modèle de filiation lexicale", *collection PhiN*, Frei Universitat Berlin, 2002,
<http://web.fu-berlin.de/phin/phin22/p22i.htm>
- [12] Gilles Kassel., Sébastien Perpette, "OntoSpec : une méthode de spécification semi-informelle d'ontologies". *Rapport Interne du LaRIA*, Université de Picardie Jules Verne, 2002.