



HAL
open science

Analyse des systèmes d'interactions à l'oeuvre au sein d'un projet TI: mise en évidence d'une perspective dynamique et relationnelle.

Olivier Meier, Audrey Missonier, Stephanie Missonier

► To cite this version:

Olivier Meier, Audrey Missonier, Stephanie Missonier. Analyse des systèmes d'interactions à l'oeuvre au sein d'un projet TI: mise en évidence d'une perspective dynamique et relationnelle.. *Système d'Informations et Management - SIM*, 2012, 17 (1), pp.7-48. halshs-00788089

HAL Id: halshs-00788089

<https://shs.hal.science/halshs-00788089>

Submitted on 13 Feb 2013

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

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

Analyse des systèmes d'interactions à l'œuvre au sein d'un projet TI : mise en évidence d'une perspective dynamique et relationnelle

*Olivier MEIER**

Audrey MISSONIER

Stéphanie MISSONIER

Résumé :

Notre recherche vise à approfondir la compréhension de l'issue des projets TI (échec ou réussite) par une prise en compte du rôle actif des objets (la technologie, notamment) et de leurs interactions avec les humains formant le projet. Face à cet enjeu, cet article souhaite poser une première pierre en répondant aux deux questions suivantes : Comment observer les interactions entre acteurs et technologie dans une perspective ontologique relationnelle au sein d'un projet TI donné, en accord avec les principes de l'ANT ? Dans quelle mesure cette nouvelle grille de lecture permet d'expliquer les résultats obtenus ? Le projet donné est un projet TI d'industrialisation d'une technologie (le Pupitre Virtuel) qui s'est soldé par un échec (l'abandon du projet). Ainsi, pour répondre à ces questions, nous proposons une méthode de visualisation du projet à partir d'une analyse réticulaire fondée sur la théorie de l'acteur-réseau (ANT). Cette méthode d'observation des projets TI est appliquée à l'étude longitudinale et en temps réel du projet Pupitre Virtuel. Cette recherche présente deux contributions. La première, d'ordre théorique, dévoile un mode d'opérationnalisation de l'ANT visant à améliorer la lecture et la compréhension de l'issue des projets TI, et permet en partie, de répondre aux limites de son opérationnalisation dans sa dimension ontologique. Le modèle développé rend compte des interactions dynamiques entre les entités du projet et permet ainsi de comprendre l'évolution du réseau selon un continuum convergent/divergent. Il montre alors la nécessité de renoncer aux chaînes linéaires de relation cause-effet et l'importance de créer et de maintenir une « symbiose technologique » entre humains et non-humains pour favoriser la réussite du projet TI. La seconde contribution, d'ordre méthodologique, s'inscrit dans des travaux récents visant à améliorer la cartographie des controverses, et propose une première méthode de visualisation (graphiques) des réseaux socio-techniques et de leur évolution.

Mots clés :

Théorie de l'Acteur-réseau, Echec des projets TI, Management de projet, ontologie relationnelle, symbiose technologique.

** L'ordre des auteurs est alphabétique et prend appui sur le travail de thèse de Stéphanie MISSONIER.*

Alors qu'il existe de fortes incertitudes quant à la réalité du taux d'échec des projets TI reporté dans les rapports officiels tels que le CHAOS Report du Standish Group (voir Sauer et al., 2007), l'exploration des causes profondes des échecs des projets TI reste un sujet saisissant en Systèmes d'Information (Al-Ahamd et al., 2009). Ce sujet est d'autant plus saisissant dans ce domaine que les caractéristiques même des projets TI (contraintes abstraites, produit intangible, perception excessive de la flexibilité, complexité cachée, ou encore forte incertitude) en font des terrains propices à l'échec (Peffer et al., 2003). Dès lors, les chercheurs se sont intéressés à identifier les causes associées à l'échec ou au succès des projets TI (Schmidt et al., 2001 ; Mc Manus and Wood-Harper, 2007; Sauer et al., 2007; Al-Ahmad et al., 2009 ; Napier et al., 2009) et une littérature importante a été dédiée à l'énonciation de principes et de recommandations sur ce qui constituerait la façon la plus effective de gérer les projets TI (comme les neuf grands domaines de connaissance du PMBOK ou les principes du PRINCE2). Toutefois, malgré la variété, la richesse et la popularité de ces recherches, Sauser et al. (2009) soulignent que les facteurs critiques d'échec et de succès ont finalement peu d'impacts dans les pratiques de management de projets. Al-Ahmad et al., (2009) identifient plus de cent facteurs d'échecs des projets TI et Napier et al. (2009) concluent que les chefs de projets devraient être des « sur-hommes » avec de très nombreuses compétences pour construire les succès et éviter les échecs. Face à ce constat, des chercheurs ont souhaité repenser le management de projet en proposant de nouvelles approches et courants. En grande majorité ces approches s'inscrivent dans le champ de la complexité des projets, le *Engineering and Physical Science Research Council (EPSRC) Rethinking Project Management (RPM)* (Winter et al. 2006a et b; Cicmil et al., 2009), le *Scandinavian School of Project Studies* (Sahlin-Andersson and Söderholm, 2002) ou encore des initiatives comme le workshop « Making Projects Critical » (Hogdson et Cicmil, 2006).

Parmi la richesse de ces initiatives, nous avons noté un point qu'il reste encore à approfondir : l'intégration des objets en tant que participant actif dans le projet et leurs interactions avec les acteurs. En effet, si ces approches considèrent, à juste titre, l'émergence d'interactions imprévisibles influençant les objectifs et les contours du projet (Cooke-Davies et al., 2007; Cicmil et al., 2009), il reste que ces interactions sont essentiellement sociales, oubliant toutes considérations de la technologie et des autres non humains (rapport, contrat, diagramme, etc.). Plus proches des projets TI, Mitev (2009) émet le même constat, soulignant que les recherches sur l'échec des TI instaurent implicitement une séparation stricte entre ce qui relève du social (type de management, rôle, compétences) et ce qui relève du technique (complexité technologique, standards, nature des composants). Or, comme le souligne Latour (2006) les entités humaines ou non-humaines n'ont pas de propriétés inhérentes mais acquièrent leurs attributs, leurs formes, et leurs aptitudes à travers leurs imbrications mutuelles, c'est-à-dire dans le résultat de leurs relations. Il reste donc que la pleine compréhension de l'issue des projets (échec ou réussite) semble difficile sans tenir compte de la place et du rôle des objets en tant que participants actifs dans les projets et de leurs interactions avec les acteurs du projet.

Ainsi, ce contour de la recherche sur la compréhension de l'issue des projets TI reflète le besoin d'emprunter une autre grille de lecture pour observer le déroulement des projets, afin de clairement comprendre en temps réel ce qu'il s'y passe, sans négliger la place de l'humain et du non humain. Dès lors, cet article propose une autre façon d'observer le déroulement des projets TI, condition essentielle à sa compréhension, en prenant notamment en considération le rôle actif des objets (la technologie notamment). Face à cet enjeu très ambitieux, ce papier vise à poser une première pierre en s'intéressant particulièrement à un projet TI : le Projet Pupitre Virtuel. Il s'agit d'un projet d'industrialisation d'une technologie (son déploiement technologique et commerciale) dans le domaine de l'Education nationale. Notre recherche

entend alors répondre aux deux questions suivantes : **Comment observer les interactions entre acteurs et technologie dans une perspective ontologique relationnelle au sein d'un projet TI donné, en accord avec les principes de l'ANT ? Dans quelle mesure cette nouvelle grille de lecture permet d'expliquer les résultats obtenus ?**

On entend ici par "ontologie relationnelle", le fait que ce ne sont plus les entités déterminées qui sont premières, mais les relations. Cette ontologie relationnelle dans laquelle est ancrée la théorie de l'acteur-réseau (*Actor Network Theory - ANT*), est explicitement à l'œuvre dans les pensées de Alfred North Whitehead ou Karen Barad, pour ne citer qu'eux. D'ailleurs, Latour (1994) souligne que le terme de « réseaux » de l'ANT possède grâce à Whitehead « *l'ontologie de ses ambitions* » (*ibidem*, p. 13). Il est à noter que même si nous privilégions le terme « d'interaction » dans la terminologie de l'ANT, plutôt que celui « d'intra-action » de Karen Barad (2003, 2007), nous ne prédisposons pas d'une simple réciprocité ou influence entre des entités séparées (selon une dimension relationnelle faible) mais bien que la définition et le rôle des entités émergent à travers les relations. Ainsi, l'ANT, écrit Pickering (1995) « *insiste sur l'imbrication constitutive et les interdéfinitions réciproques des humains et de la capacité d'agir des objets* » ¹(p. 25-26).

Dans cette perspective, nous proposons une méthode de visualisation du projet TI à partir d'une analyse réticulaire fondée sur l'ANT. Appliquée à l'observation longitudinale et en temps réel du projet Pupitre Virtuel, la méthode proposée nous permet de suivre l'évolution du projet TI « en train de se faire » et d'en comprendre l'échec par le prisme des relations entre les entités humaines et non humaines formant le projet. Nos résultats montrent que cette méthode d'observation offre une représentation synoptique de la trajectoire du réseau observé. Partant d'un réseau pourtant convergeant où tous les acteurs étaient reliés en phase de lancement du projet, au fil des interactions (observées par le prisme des controverses) les relations dans le réseau se sont modifiées pour aboutir à son éclatement.

Cette recherche dévoile ainsi un mode d'opérationnalisation de l'ANT (dans ses dimensions ontologique et méthodologique) pour la lecture et la description des projets TI, et permet en partie, de répondre aux limites de son opérationnalisation (Walsham and Sahay, 1997 ; Mitev, 2009). Elle propose une première méthode de visualisation graphique des réseaux sociotechniques et de leur évolution. Outre cet enrichissement méthodologique, notre représentation graphique réalisable en temps réel, est vouée à faciliter la visualisation d'une possible trajectoire risquée. Ainsi et de façon pragmatique, la visualisation des projets devrait aider les acteurs projet à prendre du recul sur le déroulement de leur projet en bénéficiant d'une vision réticulaire de ce dernier et de son évolution vers la convergence ou la divergence. Aussi, nos résultats viennent enrichir les propos de Barad (2007) pour qui la causalité est liée à des causes en interaction, à des effets et à des choix. Notre mode d'observation d'un projet TI montre ainsi la nécessité de renoncer aux chaînes linéaires de relation cause-effet. Enfin, le concept de « symbiose technologique » entre humains et technologies (Licklider, 1960), nous aide à rendre compte de la nécessaire interaction entre acteurs et technologie dans le déroulement du projet TI.

L'article s'articule autour de cinq parties. Dans un premier temps, nous présentons une revue de la littérature des travaux mobilisant l'ANT pour comprendre l'issue des projets TI, afin de proposer, dans un deuxième temps, un modèle conceptuel. Dans une troisième partie, la

¹ «Actor network theory insists on the constitutive intertwining and reciprocal interdefinition of human and material agency » (Pickering, 1995, p25-26)

méthodologie et notre cas d'étude sont présentés. A la suite de quoi, nos résultats et apports seront exposés et feront l'objet d'une discussion.

I. Revue de la littérature

Cette section vise à montrer la pertinence et l'utilité de l'ANT pour comprendre l'issue des projets TI. A cet effet, nous présentons, tout d'abord, les faiblesses des approches antérieures quant à la prise en compte des objets (1.1.) puis, dans quelles mesures l'ANT constitue une réponse à ces faiblesses (1.2.). Il est alors possible de nous focaliser sur les recherches qui ont déjà étudié les projets TI grâce à l'ANT. L'analyse de leurs contributions et de leurs limites nous permet de poser les bases de notre proposition de modèle conceptuel (1.3.).

I.1. La place des objets dans les projets TI : « glue sociale » à « world makers »

La place des objets, et plus précisément de la technologie dans la recherche en SI, est un vaste sujet et offre un riche débat qui préoccupe les chercheurs du domaine depuis plus de quarante ans (Markus and Robey, 1988, Rowe and Struck, 1995 ; Orlikowski, 1992 ; Orlikowski and Scott, 2008 ; Léonardi et Barley, 2010). Or, si cette prise en considération conjointe des acteurs et des objets est maintenant ancienne, elle est longtemps restée axée sur une ontologie de dépendance mutuelle de ces ensembles (Barley, 1986 ; Prasad, 1993 ; Orlikowski, 2000 ; Boudreau et Robey, 2005). La nouveauté, aujourd'hui, s'inscrit dans la prise en compte du statut de l'objet (la technologie) et de son rôle actif dans les activités quotidiennes. En effet, comme le résume Orlikowski et Scott (2008), un mouvement s'opère en SI partant de « *comment les technologies influencent les humains pour examiner comment la matérialité est intrinsèque aux activités et relations quotidiennes* »²(Orlikowski and Scott, 2008, p. 455).

Or, même si dans le domaine de la gestion de projet de récentes recherches ont considéré les non humains afin de développer une compréhension plus aboutie de la gestion des projets et de leur complexité, ces considérations restent insuffisantes. En effet, Cicmil et al. (2009) soulignent que les outils technologiques de suivi des projets, le planning, ou le plan de projet aident les praticiens à travailler ensemble en leur fournissant un point d'action focalisé (*ibidem*, p. 54-61). Cependant, comme noté par Sage et al. (2011), les objets sont ici considérés comme une « glue sociale » pour aider les praticiens à stabiliser les intérêts et les objectifs émergents du projet. La perspective interprétative favorisée par Cicmil et al. (2009) ne considère pas la dynamique de l'objet, sa capacité à agir, sa présence active et indirecte dans le projet. Par exemple, la définition, le statut et la pratique d'un diagramme de Gantt n'ont de sens qu'au regard des acteurs du projet et aussi bien cette définition que ce statut peuvent varier en fonction du type d'acteurs (chef de projet, client, direction de projet) et de leurs interactions avec cet outil. Ce même diagramme de Gantt peut contraindre ou redéfinir une équipe projet et son travail et être lui-même modifié du fait de ses interactions avec l'équipe projet. Pour souligner ce rôle actif de l'objet, Barad (2003) parle d'objets en tant que « *world-maker* ». Ainsi, en gestion de projet comme en SI, plutôt que d'envisager une ontologie considérant les interactions réciproques de la technique et du social (faible dimension relationnelle), il convient d'assumer le rôle actif des objets et de se placer dans une ontologie relationnelle permettant une vision dynamique du monde où tout est interrelié et en constante transformation. La théorie de l'ANT nous permet ce changement de perspective et

² « *How technologies influence humans, to examining how materiality is intrinsic to everyday activities and relations* » (Orlikowski and Scott, 2008, p. 455).

s'inscrit dans cette ontologie relationnelle, contrairement à sa mobilisation par une majorité des chercheurs en SI.

1.2. Le choix de l'ANT

Bien que l'ANT ne soit pas, en elle-même, une théorie des projets (initialement ses fondateurs ont cherché à comprendre les processus d'innovation), l'étude de l'échec du véhicule électrique de Callon (1986) ou encore l'étude de l'échec du système de transport Aramis de Latour (1992), sont des figures emblématiques de projets. Dans le but d'approfondir la compréhension de l'issue des projets TI en intégrant notamment le rôle actif de la technologie tout au long du projet, l'ANT est particulièrement utile pour notre recherche, et ce pour trois principales raisons.

Premièrement, elle permet de considérer les projets TI comme des réseaux émergents qui s'étendent et se transforment au cours du temps. Ce réseau n'est pas seulement social mais inclut des éléments hétérogènes qu'ils soient animés (les humains) ou inanimés (les artefacts technologiques, les connaissances, les rapports, les contrats, l'argent, etc.), également appelés « actants ». Cette hétérogénéité du réseau permet d'élever les objets au rang d'acteur. Elle permet donc d'observer sur un même niveau d'analyse à la fois humains et non humains, selon le fameux principe de symétrie humain/non humain (Latour, 1991).

Deuxièmement, les partisans de l'ANT refusent d'anticiper l'identité des acteurs indépendamment des relations ou des effets qu'ils ont au sein d'un réseau (Latour, 1991). Nous sommes donc bien ici dans une ontologie relationnelle (Slife, 2004) où les acteurs et les objets n'existent qu'en relation les uns avec les autres (Callon, 1986). La notion de « constitution mutuelle » est fondamentale dans cette perspective, puisque les entités (humaines ou technologiques) n'ont pas de propriétés inhérentes mais « *prennent leurs formes et acquièrent leurs attributs comme un résultat de leurs relations avec les autres entités* » (Law, 1999). Les auteurs rappellent les propos de Law (2000, p. 1) pour qui « *un objet est un effet et un ensemble de relations* » dans lequel les humains et les technologies ne sont pas seulement réciproquement interdépendants, mais aussi symétriquement pertinents. Dès lors, les relations ne sont plus considérées comme un concept avec lequel cadrent certains aspects de la recherche, mais deviennent plutôt les foyers théoriques et centraux du véhicule explicatif de la recherche (Orlikowski et Scott, 2008). La technologie, ses développeurs et ses utilisateurs ne sont pas définis en dehors de leurs relations mais dans leurs réseaux relationnels (associations). Par ailleurs, dans son ouvrage de 2006, Latour souligne que les non humains peuvent tout à fait être matériels ou non. Le chercheur ne doit donc pas seulement s'attacher à identifier les objets et artefacts mais plus largement à suivre et décrire (Dumez, 2011) toutes les forces en présence.

Troisièmement, dans cette perspective, la réussite d'un projet dépend de la participation active de tous ceux qui sont déterminés à le faire avancer, et donc de la formation d'un réseau convergent (Callon, 1991). Ici, toute forme de changement (réussite ou échec) ne peut être analysée à partir de ses qualités propres. C'est le cheminement (processus) dont il fait l'objet qui permet de comprendre ce dont il est porteur. D'ailleurs, constatant la diversité croissante des acteurs participant à des projets d'innovation, Callon (1992) identifie ce qu'il appelle des Réseaux Technico-Economiques (RTE). Le modèle RTE est issu des prolongements effectués par plusieurs auteurs (Callon, 1992 ; Callon *et al.*, 1995) et, à notre connaissance, encore trop peu mobilisé par les chercheurs en SI. Callon, (1994) définit ces formes de réseaux comme « *un ensemble coordonné d'acteurs hétérogènes : laboratoires, centres de recherches techniques, entreprises, organismes financiers, usagers, pouvoirs publics, qui participent*

collectivement à l'élaboration et à la diffusion des innovations, et qui à travers de nombreuses interactions, organisent les rapports entre recherche scientifico-technique et marché » (*ibidem*, p. 17). L'objectif est de rendre compte de la diversité des acteurs appartenant au réseau et de leurs possibles divergences d'intérêts. Du fait de leur hétérogénéité, les intérêts des acteurs au sein du même réseau peuvent être différents. Le travail « technique » consiste alors à renforcer ce réseau pour le rendre indestructible et donc le stabiliser.

De cette façon, le réseau est un terme que nous utiliserons pour décrire les projets TI, un engagement d'entités hétérogènes qui interagissent plus ou moins avec succès pour accomplir un objectif au cours du temps. Nous considérons le projet TI comme un réseau permettant de décrire sa formation et ses transformations : « *le réseau est un concept, et non une chose ; c'est un outil qui aide à décrire quelque chose, et non ce qui est décrit* » (Latour, 2006, p. 191). En d'autres termes, le projet TI est une proposition de réseau en émergence qui s'étend et se transforme dans le temps.

1.3. L'ANT en SI : richesse, diversité et limites

Notre revue de la littérature révèle que depuis les premiers travaux en SI utilisant l'ANT (Bloomfield et Vurdubakis, 1994 ; Walsham, 1997 ; Walsham et Sahay, 1999), ce type de recherche n'a eu de cesse de croître. En décembre 2011, nous dénombrons près de 116 articles (dont 39 proviennent de revues en SI classées selon l'AIS - *Association Information Systems*) mobilisant l'ANT pour approfondir l'étude des phénomènes SI. En effet, l'ANT a été reconnue pour être à une place élevée dans la liste des théories permettant d'approfondir notre compréhension des phénomènes SI en prenant en considération l'interaction entre le technique et le social (Doolin and Lowe, 2002; Lee and Oh, 2006 ; Tatnall et Gilding, 1999, Tatnall, 2011). Notamment, l'ANT est apparue très utile pour comprendre les phénomènes sociotechniques comportant d'importants composants politiques, tels que la mise en œuvre de nouveaux systèmes d'information dans des organisations du secteur médical (Bloomfield et al., 1992 ; Mc Grath, 2002) , l'adoption et l'utilisation d'un ERP (Quattrone et Hopper, 2006 ; Locke et Lowe, 2007 ; Elbanna, 2008), un changement organisationnel (*Business Process Change*) (Sarker et al., 2006), ou les phénomènes de standardisation (Hanseth et al., 2006 ; Lee et Oh, 2006 ; Troshani, 2010). Une compréhension éclairée par l'ANT permet aux chercheurs de mieux comprendre ces phénomènes et aux praticiens de mieux anticiper et faire face aux complexités émergentes. Aussi, les chercheurs en SI ont mobilisé l'ANT pour comprendre des phénomènes aussi variés que les raisons pour lesquelles l'industrie des soins de santé reste à la traîne d'autres industries dans l'exploitation efficaces des TI en dépit d'importants efforts (Cho et al., 2008) ; l'élaboration de la stratégie chinoise pour la transformation du marché des télécommunications (Gao, 2005) ; ou encore la mise en pratique des politiques publiques d'e-procurement (Hardy et Williams, 2008), pour ne citer qu'eux.

Plus particulièrement dans le cadre de l'analyse des processus de management de projets TI, les premiers travaux datent de 2002, avec l'étude de Blackburn (2002) qui montre la portée de l'ANT pour mieux appréhender le rôle des chefs de projets et la relation entre le projet et sa méthodologie. Depuis, l'ANT est, pour Mähring et al., (2004), une approche théorique prometteuse pour comprendre les projets TI et fournit pour Ramiller and Wagner (2009) une stratégie pour retracer l'histoire du projet et comprendre pourquoi l'action se déroule de telle façon. Ainsi, Scott et Wagner (2003) analysent l'un des premiers projets de mise en œuvre d'un ERP au sein d'une université et développent le thème de la temporalité au sein de la théorie de l'acteur-réseau. Rorive et Lisein (2005) préconisent le pilotage des projets

d'administration à partir des fondements de l'ANT et Heeks et Stanforth (2007) l'utilisent pour identifier la trajectoire d'un projet d'e-gouvernement. Ils montrent qu'un acteur qu'il soit global ou local, ne peut à lui seul contrôler la trajectoire du projet et a tout intérêt à se focaliser davantage sur la combinaison entre la technologie et les acteurs que sur la technologie elle-même, et moins sur la conception que sur les implications de cette conception. L'ANT permet à Elbanna (2010) de revisiter les méthodologies de management de projet SI en montrant que les frontières des projets sont croisées et modulables. Cecez-Kecmanovic et Nagm (2011) progressent dans l'évaluation des projets SI grâce à l'ANT en révélant qu'il est impossible de séparer l'élaboration du document de proposition de projet de son évaluation. Ce document est un dispositif d'inscription qui émerge à travers ses relations avec et parmi différents acteurs. Par ailleurs, diverses recherches en management de projets TI ont approfondi son utilisation en la couplant avec d'autres approches comme le « cadre technologique » de SCOT (Linderorth et Pellegrino, 2005) ou une analyse basée sur les événements (Cho et *al.*, 2008). Linde et Linderorth (2006) répondent à l'appel de Söderlund (2004) pour développer une théorie des projets à partir de l'ANT et de la théorie de la structuration de Giddens (1984).

Alors que la richesse et la diversité de ces études en SI démontrent la faisabilité et la portée de l'ANT en tant que cadre pour comprendre le déroulement des projets TI, ces études décèlent également deux faiblesses : ontologique et méthodologique.

Premièrement, l'approche de l'ANT est, à quelques exceptions (Cecez-Kecmanovic et Nagm, 2011), utilisée par les chercheurs en SI essentiellement comme une méthode de collecte et d'analyse des données. Ce constat était déjà partagé par Cordella et Shaikh (2006) pour qui les chercheurs en SI mobilisent l'ANT comme une « lentille » interprétative (Walsham et Sahay, 1999 ; Sarker et *al.*, 2006, Elabanna, 2010 pour ne citer qu'eux) bien plus que comme une fondation ontologique. En ce sens, encore trop peu de recherches utilisant l'ANT, abordent en profondeur l'ontologie proposée par cette théorie visant à ne pas considérer seulement les interprétations des acteurs mais aussi les propriétés émergentes de leurs interactions. Finalement, peu de travaux s'inscrivent dans l'ontologie relationnelle de l'ANT. Par exemple, Ramiller et Wagner (2009) interprètent l'échec du projet et l'escalade de l'engagement *a posteriori* en utilisant simplement le vocabulaire de l'ANT. La dimension ontologique des interactions avec les objets est à peine effleurée. De même, Linde et Linderorth (2007) l'utilisent dans une perspective analytique et assument que l'ANT est utile pour répondre à la question du « comment » mais limitée pour répondre à celle du « pourquoi ». Or, selon les propos de Latour (2006), une bonne description vaut toutes les explications, pour peu que cette description puise dans les fondements ontologiques de l'ANT.

Deuxièmement, cette théorie a souvent été perçue par les chercheurs en SI comme difficile à opérationnaliser et susceptible d'être instrumentalisée et utilisée mécaniquement. En effet, Walsham et Sahay (1997, p. 469), spécifient que l'ANT est à la fois une théorie et une combinaison méthodologique, et son entière mobilisation est plus difficile qu'elle n'y paraît. Ce constat est également partagé par Mitev (2009) pour qui, la mobilisation de l'ANT soulève des difficultés méthodologiques relatives à la détermination de « tous » les acteurs du réseau, le traitement des petits acteurs (comme des logiciels) et des grands acteurs (comme l'Etat) ou encore la délimitation des frontières du réseau. C'est pourquoi, la complète mobilisation de l'ANT conformément à la pensée des auteurs et à ses fondations ontologiques est difficile et délicate. Elle nécessite un travail minutieux d'observation et de description : « *ces études sont extrêmement consommatrices de temps et requièrent un travail intensif* » (Mitev et Howcroft, 2009). Ainsi, l'appel lancé par Walsham (1997) pour approfondir les approches fondées sur l'ANT en SI à travers des expérimentations méthodologiques, est toujours d'actualité. Plus

précisément, alors que l'ANT permet de suivre le projet « en train de se faire » exceptés quelques rares travaux menés par Latour, Manguin et Teil (1991) et non prolongés, les méthodes de visualisation, à partir de représentations graphiques des réseaux sociotechniques, semblent largement sous abordées. Or, la visualisation de la trajectoire du réseau apparaît tout à fait pertinente pour approfondir l'observation des projets et aider les praticiens et chercheurs à identifier l'évolution de la trajectoire d'un réseau.

Finalement, ces deux faiblesses reviennent à approfondir l'opérationnalisation de l'ANT. Elles impliquent d'être capable d'exploiter pleinement le potentiel de l'ANT pour observer et ainsi comprendre l'échec ou la réussite des projets TI en conservant d'une part, son ontologie relationnelle, et d'autre part en permettant une visualisation de la trajectoire des projets pour identifier le projet « en train de se faire ». Ainsi, en lien avec notre question de recherche centrée sur l'observation, notre modèle conceptuel se propose d'approfondir ces deux dimensions de l'opérationnalisation : ontologique et méthodologique.

II. Proposition d'un modèle conceptuel

L'ANT n'est pas un corps de recherche stable et unifié (Missonier, 2008). Depuis leurs premiers travaux de 1974, les auteurs de ce courant n'ont cessé de raffiner, d'amender, ou encore de prolonger le modèle. Cette particularité nous oblige à prendre trois précautions. Premièrement, elle nous incite à spécifier les travaux sur lesquels nous nous focalisons. Ainsi, les principaux travaux mobilisés au cours de cette recherche sont : les premiers travaux relatifs au modèle de la traduction (Callon, 1986 ; Latour, 1992 ; Akrich, Callon et Latour, 1988a et b) ; les travaux relatifs au « Réseau Technico-Economique » (RTE) (Callon, 1991 ; Callon, 1999 ; Callon et Larédo, 1990 ; Callon et Mustar, 1992 ; Callon *et al.*, 1995). Deuxièmement, Cazal (2007) souligne la nécessité d'être prudent avec l'ANT dans la mesure où l'ANT évoque de nombreux concepts qui ont fortement évolué au cours du temps. C'est pourquoi, au cours de l'article, nous soulignons l'évolution de certaines notions en référence à des travaux récents. Troisièmement, cette approche constitue un « *argument négatif* » (Latour, 2006, p. 206). Plus précisément, elle n'énonce pas de règles ou de fondements positifs sur la nature des liens ou des associations observées ou à observer. Elle porte sur la façon d'étudier les choses, ou de ne pas les étudier. Comme le précise Law (1999), il semble peu utile de résumer l'ANT, il s'agit de la mettre à l'œuvre, à l'épreuve, ou « *performing it* » (Law, 1999, p.1).

C'est pourquoi, nous proposons de présenter le modèle conceptuel développé. Puisque l'ontologie relationnelle de l'ANT pose que tout est en relation permanente, et donc que rien ne possède de frontières propres prédonnées, il nous faut savoir comment observer le déroulement des projets TI et comprendre leur issue. Dans cette perspective, nous avons élaboré une méthode de visualisation du projet en deux étapes (Cf. Figure 1.). La première vise à rendre compte de la morphologie du réseau et donc de la constitution du projet TI. Cette première étape propose ainsi une analyse morphologique du réseau (II.2.1.). La seconde étape permet de visualiser l'évolution du réseau au cours du temps et donc d'étudier la dynamique du projet (sa trajectoire) (II.2.2.).

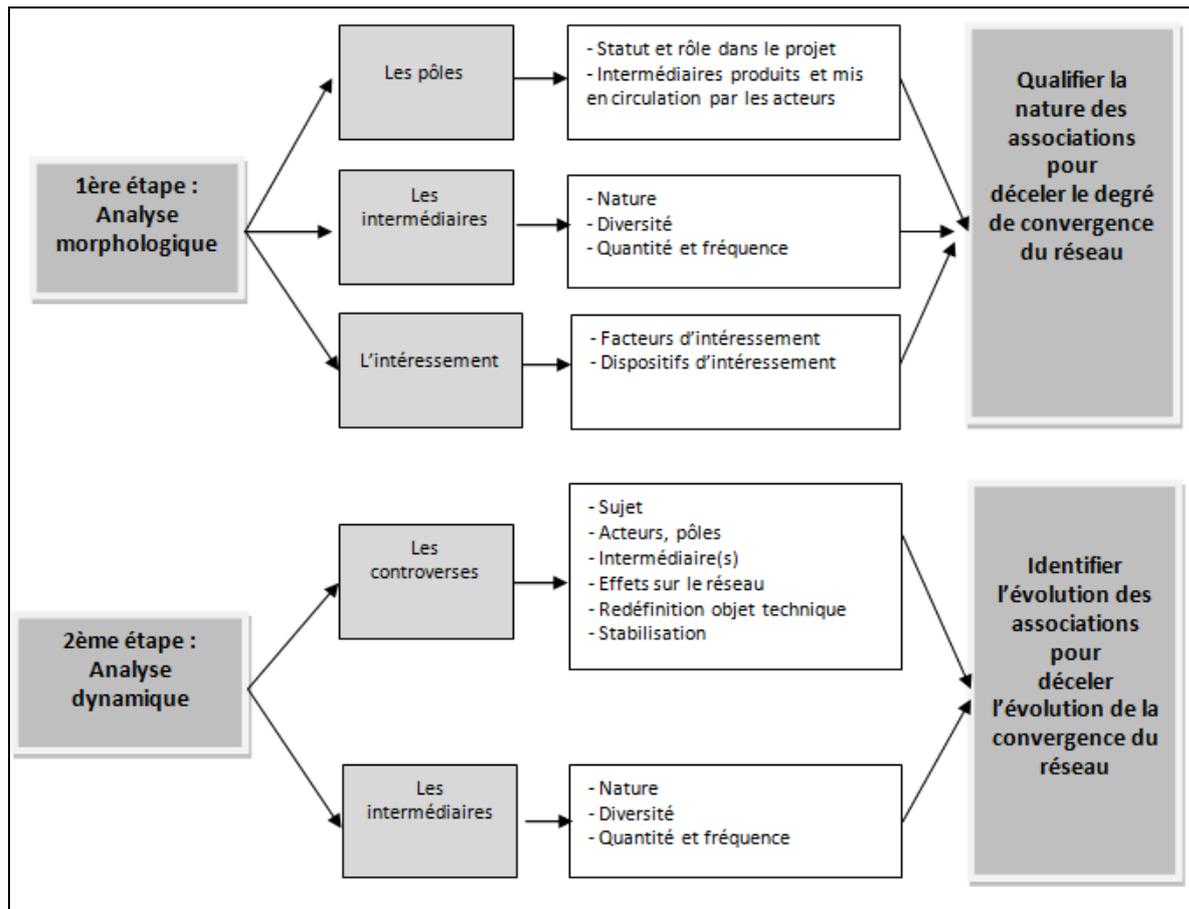


Figure 1 : Représentation du modèle conceptuel d'analyse réticulaire des projets TI

II.2.1. Première étape : l'analyse morphologique du projet

La première étape, relative à l'analyse de la construction et de la configuration du réseau (analyse morphologique), consiste à identifier les entités et leurs liens formant le réseau. Ainsi pour identifier chaque entité du réseau (appelée les « Pôles » dans la terminologie de Callon, 1991), leur rôle et définition dans le réseau, il nous faut observer leurs relations (grâce aux « intermédiaires ») et la façon dont ils ont été intégrés (intéressés) dans le projet (« l'intéressement »). Cette première observation permettra de qualifier le degré de convergence du réseau (« alignement et coordination »). Si ces étapes apparaissent séparées pour les besoins de l'explication, elles sont en fait interreliées.

- *Identifier les actants du réseau : les « pôles »*

Le réseau se caractérise par des acteurs hétérogènes (ou actants), identifiés sous formes de différents sous-ensembles appelés « pôles » (Callon, 1991, 1992; Callon *et al.*, 1991 ; Callon *et al.*, 1995). Par exemple, le pôle « Scientifique » (S) crée des connaissances et assure la formation des personnels, à l'instar des laboratoires. Le pôle « Technique » (T) élabore les projets, les prototypes, les modèles de simulation, les normes et les brevets. Afin d'identifier l'identité de ces actants et leur rôle dans le réseau, nous avons besoin, des intermédiaires (pour savoir ce qu'ils produisent et mettent en circulation) et de comprendre les motifs d'intéressement et l'enrôlement.

- *Identifier les liens entre les entités : les « intermédiaires »*

Les intermédiaires représentent « *tout ce qui circule entre les acteurs et qui constitue la forme et la matière des relations qui s'instaurent entre eux* » (Callon, 1992, p. 58). Les intermédiaires permettent ainsi de définir l'identité des entités composant le réseau car ils portent en eux « *de manière totalement explicite tout un monde peuplé d'acteurs dont ils définissent les rôles, les intérêts, en un mot : l'identité* » (Callon, 1992, p. 58). En même temps, ils donnent un contenu (matériel ou immatériel) aux liens qui unissent les acteurs du réseau. La forte présence ou non d'intermédiaires, de même que leur circulation dans le réseau sont des indicateurs de la nature des interactions dans et entre les « pôles ».

Ainsi, (1) la nature des intermédiaires produits par des acteurs informe sur leur identité et permet d'identifier les « pôles ». Les intermédiaires peuvent être matériels (des documents, un contrat, un texte, les artefacts techniques, l'argent, des dessins techniques, des plannings) ou immatériels (les compétences, les connaissances, les échanges informels). (2) La diversité des intermédiaires témoigne de l'existence de plusieurs modalités de coordination (Callon *et al.*, 1992), et (3) la quantité et la fréquence de circulation des intermédiaires témoignent de l'intensité des interactions. Plus les intermédiaires sont nombreux et variés et plus les interactions sont nombreuses et donc les liens forts. Il faudra donc s'attacher à recenser le nombre d'intermédiaires circulant entre les acteurs pour qualifier le degré d'alignement du réseau.

- *Identifier les intérêts des acteurs dans le réseau : « l'intéressement »*

La notion d'intéressement permet de comprendre les intérêts des actants dans le projet. Intéresser un acteur identifié consiste à le transformer en allié. Lorsqu'un acteur accepte de jouer le rôle qui lui a été assigné, Callon (1986) parle alors d'intéressement réussi et l'enrôlement peut avoir lieu. L'enrôlement consiste à affecter un rôle à chaque représentant des groupes d'acteurs (les pôles). L'intéressement dépend essentiellement de l'aptitude d'un acteur à susciter l'intérêt des autres pour son propre projet. Pour ce faire, Akrich *et al.* (1988) expliquent que l'acteur a accès à des dispositifs d'intéressement qui peuvent prendre des formes très variées (séduction, coercition, sollicitation) ou une forme rhétorique (textes, conversations, etc.). L'intéressement permet donc de concrétiser le réseau d'alliances envisagées. Ainsi, un réseau dont les intérêts des acteurs sont alignés est un réseau convergent.

- *Identifier le degré de convergence du réseau*

Cette première description du projet permet d'identifier *le degré de convergence*. Pour les auteurs de l'ANT, les différentes ressources ou intermédiaires circulant dans le réseau, nécessaires au projet, doivent converger. Cette convergence s'exprime dans l'intensité et la diversité des interactions inter et intra-pôles (Callon, 1992, p.63) afin que tous les acteurs du réseau soient fortement liés et puissent agir rapidement et conjointement au développement du projet (Callon, 1991). Elle se mesure grâce à la combinaison de deux dimensions : l'alignement (1) et la coordination (2).

Le degré d'alignement (1) résulte des opérations de traduction opérées par un acteur ou une organisation. Les opérations de traduction assurent l'établissement de liens intelligibles entre les différents acteurs. Par exemple, si un réseau comprend trois acteurs "X Y Z", et la relation entre X et Z implique nécessairement Y, alors le degré d'alignement du réseau est fort. La complémentarité est forte. Inversement, si X et Y peuvent agir de façon autonome avec Z, alors le degré d'alignement est faible, la complémentarité est faible et la substituabilité est forte. Pour calculer le degré d'alignement et donner une valeur numérique, Callon (1991) explique qu'il suffit de compter le nombre d'intermédiaires distribué entre et dans les pôles, et

le nombre de fois où une traduction spécifique a été inscrite. En théorie des graphes, l'alignement fait référence au degré de centralité du réseau.

Le degré de coordination (2) est identifié dans les formes de coordination mises en œuvre (structures organisationnelles unifiées, conventions ou contrats d'entente) et dans la fréquence et la nature des intermédiaires circulant entre les pôles. Par conséquent, un réseau fortement convergent est un réseau dont tous les éléments sont connectés entre eux, avec un alignement vers l'objectif général du projet.

Cette étape morphologique offre une compréhension et visualisation du projet à un instant précis et choisi (par exemple la fin de la phase de lancement du projet). Pour observer l'évolution du réseau, et donc pouvoir suivre sa trajectoire, il nous faut observer les différentes interactions et leurs effets : comment elles redéfinissent les actants du réseau. Cette observation est permise grâce aux controverses.

II.2.2. Seconde étape : l'analyse dynamique du projet

Cette seconde étape vise à baliser la trajectoire du réseau pour pouvoir l'observer.

- *Identifier et suivre les controverses*

Pour les auteurs de l'ANT, la trajectoire du réseau peut être comprise en suivant les controverses. En effet, une controverse peut être représentée par toute chose (argument, idée, idéologie, pratique, etc.) qui affecte la nature des relations entre les acteurs et les objets. Mais la controverse est en elle-même une forme d'interaction. De cette manière, nous définissons la controverse comme une forme typique d'interaction, discursive ou pratique, qui remet en cause le *statu quo* entre différentes entités dans ou hors du réseau. Une controverse implique une négociation afin de trouver une nouvelle définition de la relation. Conformément aux principes de l'ANT impliquant de démontrer toute « force sociale » par une « épreuve précise » (Latour, 2006), trois critères permettent de désigner une controverse : (1) la controverse se déploie dans le réseau et elle est saisie par les acteurs. Elle est donc l'objet de « débats » entre au moins deux entités (ou groupes d'acteurs) du réseau. Ensuite, (2), la controverse présume qu'il existe des modalités de négociation même si aucun compromis n'est trouvé. Enfin (3), elle est supposée laisser des traces dans le réseau afin que le chercheur puisse la suivre et la raconter.

Toutefois, un problème persiste : celui de l'identification (ou « cartographie ») des controverses. En effet, la réponse de Bruno Latour sur ce point reste, certes claire et simple, mais pour le moins évasive : « *il suffit de regarder les controverses et de dire ce que vous voyez* ». Comme l'a souligné Venturini (2011), la cartographie des controverses ne comporte aucune des hypothèses théoriques et ne nécessite pas de protocole méthodologique. Venturini (2011) apporte alors quelques pistes au chercheur, en lui conseillant d'observer autant de points de vue que possible et de s'attacher à écouter les voix des acteurs plutôt que les propres présomptions du chercheur. Pour ce faire, le chercheur est amené, dans le même temps, à déterminer les effets de la controverse sur le réseau : comment sont redéfinis ou pas les entités du réseau et leur relation ? (affaiblissement, renforcement ou extension des liens entre les entités du réseau). Dans le prolongement de ces réflexions, une controverse semble pouvoir s'appréhender et se définir autour de quatre « marqueurs » (Hussenot et Missonier, 2010):

- le sujet sur lequel elle repose ;
- les actants impliqués (humains et/ou non-humains) ;
- les intermédiaires dans lesquels elle s'ancre ;

- ses effets sur le réseau.

Ainsi, à partir de ces différentes caractéristiques, on peut déceler la façon dont les controverses se déploient dans le temps et l'espace. L'analyse est dynamique, en se focalisant à la fois sur le contenu des controverses et leur enchaînement dans le temps.

- *Identifier l'évolution des associations (ou relations) : les intermédiaires*

A l'issue de chacune des controverses, il conviendra de se focaliser à nouveau sur les intermédiaires, les dénombrer, et identifier leur nature pour déceler l'impact sur le réseau et le degré de convergence.

Présentons à présent les sélections et choix méthodologiques qui nous ont permis de mettre en application ce modèle.

III. Méthodologie et présentation du cas

III.1. Design de la recherche et collecte des données

Notre recherche repose sur une démarche qualitative centrée sur une étude de cas longitudinale, au sein d'un projet ENT (Espace Numérique de Travail), le projet Pupitre Virtuel. Ce projet, qui porte le nom de la technologie industrialisée, a officiellement été lancé en février 2004 et visait à développer et industrialiser une plate-forme numérique de travail (le Pupitre Virtuel) à destination des collèges et lycées français. Ce projet local s'inscrit dans un large projet national encadré par le Ministère de l'Éducation Nationale (MEN) et visait, d'ici 2010, à développer et implanter les ENT dans tous les établissements scolaires. Toutefois, en décembre 2005, ce projet est abandonné par un de ses acteurs clés, et entraîne l'échec total du projet. Nous avons choisi de suivre longitudinalement ce projet afin de l'étudier au cours du temps (Forgues et Vandangeon-Derumez, 2003). Ce cas a été sélectionné sur la base du fait qu'il est un cas critique, c'est à dire qu'il remplit les conditions pour tester notre cadre théorique (Pinsonneault and Kraemer, 1993) et qu'il nous a été possible de le suivre en temps réel et donc de l'observer « en train de se faire ». Les principaux éléments du design de la recherche et les modes de collecte des données sont présentés dans le Tableau 1. Le nom de la technologie, des sociétés et des acteurs concernés ont été volontairement maquillés pour des raisons de confidentialité.

DESIGN DE LA RECHERCHE	
Question	Comment observer les interactions entre acteurs et technologie dans le cadre du projet TI Pupitre Virtuel et ainsi, comprendre son échec ?
Sélection & Nature du cas unique	Cas unique, longitudinal et instrumental en temps réel. Sélection du cas sur la base de sa criticité 1. Possibilité de l'observer en temps réel depuis son lancement jusqu'à sa fin 2. L'observation intense d'une situation dans son contexte. Ce terrain nous a permis d'être placé au cœur du projet, d'identifier et de comprendre les interactions entre des acteurs et des objets appartenant à des sphères différentes
Statut du chercheur et contexte	Un des auteurs a eu accès à des connaissances de première main mais puisqu'il a participé au projet depuis son initiation (Mars 2003) jusqu'à sa fin (Décembre 2005). En effet, il a participé au projet comme un membre interne qui recevait et suivait la grande majorité des informations du projet. Plus précisément son rôle incluait notamment la rédaction d'une étude sur la mise en place des ENT et la conduite des expérimentations. Malgré cette implication forte dans le projet, la position du chercheur fut celle d' un observateur participant .
Unité d'analyse	Considérant le projet TI comme un réseau, notre analyse se focalise au niveau individuel sur les associations et pratiques entre les acteurs (qu'ils agissent au nom du groupe ou non) et les objets du projet à l'intérieur et aux frontières du projet, formant le projet et formés par le projet.

COLLECTION DES DONNEES

- **85 Documents:** Documents publics et officiels (comme le contrat de partenariat, des présentations de la technologie et du projet, les rapports et recommandations du Ministère), et des documents internes et privés au projet (comme les sept versions du contrat de partenariat, les documents juridiques, les comptes rendus de réunions, etc.)
- **Plus de 110 E-mails** e-mail entre les acteurs du projet (une grande quantité entre ERI et Centile) pendant toute la période d'observation. Ce mode de collecte est rarement mis à la disposition d'un chercheur. Pour assurer sa collection en temps réel: d'abord, nous avons eu accès à l'Intranet du projet, deuxièmement, le dirigeant de ERI a accepté de nous transférer tous les mails qu'il a reçu et envoyé à Centile et tous les autres acteurs du projet.
- **242 jours d'observation** ont été assurés tant au cœur de la société prestataire ERI qu'après des membres du projet. Un journal de bord fut rédigé.
- **35 entretiens:** 26 entretiens ouverts et 9 entretiens semi-structurés ont été conduits. Les entretiens d'une durée moyenne de 1 heure, ont été conduits auprès des acteurs clés du projet, publics et privés, aux fonctions et positions différentes dans les projets ENT (dirigeant d'ERI, de Centile, chercheur de l'Université, chef de projet du département, porte-parole des utilisateurs pilotes, porte-parole du MEN). Nous avons également interviewé 5 acteurs plus connexes (associés, salariés de l'entreprise). Les mêmes personnes ont été interviewées à plusieurs reprises à différents moments du projet pour valider et confronter les points de vue.

Tableau 1 : Design de la recherche et modes de collecte des données

Afin de résoudre les « désaccords » entre les différentes sources de données, et de garantir la validité interne de la recherche (Yin, 1994), chacun des modes de collecte des données s'est opéré tout au long de la recherche en suivant trois phases : une période exploratoire, une période approfondie, et une période de contrôle visant à soumettre les données colligées aux acteurs clés de chacune des études.

III.2. Analyses des données

III.2.1. Préparation des données pour les analyses : classement et codages

Afin de mener les analyses morphologique et dynamique du réseau projet Pupitre Virtuel et face à la quantité très importante de données, nous les avons préalablement classées et organisées. A cet effet, une base de données chronologique a été constituée (Van de Ven and Poole, 1995) et les cartes de synthèse des entretiens et les documents ont été classés par thèmes. Une monographie du cas a été élaborée, présentée et validée par les acteurs clés du projet.

Ces données ont alors été codées de façon itérative en croisant un codage ouvert (Strauss et Corbin, 1998) (Cf. Annexe A), puis un codage thématique (Miles et Huberman, 2003) élaboré à partir de notre modèle conceptuel (Cf. Figure 1) et à l'aide du logiciel d'analyse des données ATLAS/Ti. L'ensemble des données ont été codées (journal de bord, documents, e-mails et interviews). Aussi, pour assurer la stabilité et la pertinence de notre codage, nous avons codé les données plusieurs fois à différents intervalles durant l'étude.

III.2.2. Les analyses morphologique et dynamique

III.2.2.1. L'analyse morphologique

Comme présenté dans notre proposition de modèle conceptuel (partie II), afin d'observer la construction du réseau et permettre sa visualisation graphique : nous avons identifié les grands groupes d'actants (les pôles), leurs liens noués et entretenus et les motifs d'intéressement des acteurs dans le réseau.

- *Identification et caractérisation des groupes d'actants du réseau (les pôles)*

Conformément aux recommandations de Callon *et al.* (1995), pour identifier et recenser l'identité des actants regroupés : leurs rôles, leurs statuts, leurs objectifs, et leurs activités en début de projet, nous avons élaboré à l'issue de la phase de lancement du projet, une matrice de codage permettant de « cartographier » les actants (Cf. Annexe B). Cette matrice permet à un moment défini, (ici la fin de la phase de lancement du projet) d'identifier à l'issue du processus d'intéressement et d'enrôlement la présence et la nature des différents groupes dans le réseau.

- *Identification de l'intensité des liens entre les pôles : la matrice d'adjacence*

Conformément à notre cadre conceptuel, nous avons identifié les intermédiaires circulant dans le réseau et cherché à quantifier et qualifier les intermédiaires, qu'il s'agisse d'objets (contrats, documents), d'argent (subventions, aides), ou d'humains à travers leurs connaissances, savoir-faire, expérience ou encore leur amitié. Plus les intermédiaires sont nombreux et variés, plus les interactions sont nombreuses et donc les liens forts. L'identification des intermédiaires permet de déceler le degré « d'intégration du réseau » (Callon *et al.*, 1995), c'est-à-dire le degré de convergence du réseau.

Dès lors, nous avons élaboré une matrice d'adjacence (Angot et Josserand, 2003) permettant de positionner les intermédiaires circulant entre les pôles (Cf. Annexe C). Une même matrice a été réalisée pour les différents types de relation et donc d'intermédiaires. Ainsi, si un contrat nouait le groupe A au groupe B, on plaçait un « 1 » dans les deux cases correspondant à leur intersection (colonne groupe A et ligne groupe B, et colonne groupe B et ligne groupe A). De plus, si un individu appartenant au groupe A échangeait directement des compétences et savoir-faire avec des membres du groupe B, un « 1 » était rajouté dans les deux cases correspondantes. Par exemple, dans notre cas d'étude, le dirigeant de la société Centile (société privée) (que nous pouvons qualifier de groupe A) est aussi membre de l'Université (groupe B) en tant que chercheur. De fait, ce lien entre Centile et l'Université est représenté par un « 1 ». Aussi, des chercheurs de l'Université (groupe B), collaborent à l'évolution de l'outil (nommé Pupitre Virtuel) auprès de la société Centile (groupe A). Cette relation donne lieu à « +1 ». Ainsi, le cumul des différents intermédiaires entre les groupes d'acteurs nous a permis d'identifier la multiplicité du réseau (Angot et Josserand, 2003) et donc, dans une certaine mesure, la force des différents liens dans le réseau. Cette opération a été répétée au cours de l'analyse après chaque controverse identifiée dans le réseau. Il nous a ainsi été possible d'identifier la dynamique du réseau, comme explicitée dans le point suivant (III.2.2.2.).

- *L'intégration des acteurs : à la recherche des dispositifs d'intéressement*

En vue de connaître les raisons qui incitent les acteurs à se rassembler, nous avons cherché à identifier les dispositifs et les conditions d'intéressement. Nous avons dès lors recherché et codé les motifs et raisons fournis par les acteurs au cours des entretiens. A l'issue de cette première analyse, il nous a alors été possible d'opérer une représentation de la morphologie du réseau pour chacun. Cette représentation graphique a été réalisée à l'aide du logiciel NETDRAW 6.1. dédié aux représentations graphiques des matrices d'adjacences, et fourni avec le logiciel UCINET élaboré par Borgatti *et al.* (2002) pour la représentation des réseaux sociaux. Ainsi la Figure 3 présentée à l'issue des résultats offre une illustration de cette représentation graphique issue de ce logiciel. L'analyse morphologique permet de représenter graphiquement le premier cadran, observé lors de la construction du réseau. Les autres cadrans sont obtenus grâce à l'analyse dynamique (ci-après) et donc le suivi des controverses.

III.2.2.2. L'analyse dynamique

L'analyse dynamique permet d'observer et donc de comprendre l'évolution de ce réseau en suivant sa trajectoire. Notre cadre conceptuel (Figure1) montre que cette observation est permise par le suivi d'interactions fortes : les controverses. Le suivi des controverses s'effectue en lien avec le suivi des intermédiaires, par lequel il a été possible de retracer l'augmentation ou la diminution de leur nombre. A l'issue de l'identification de chacune des controverses, à partir des quatre marqueurs précédemment identifiés (nature, actants, intermédiaires et effets), son impact sur le réseau est présenté grâce à l'élaboration d'une nouvelle matrice d'adjacence. Dès lors et en lien avec notre préoccupation de rendre visible graphiquement la trajectoire et donc la transformation du réseau, chacune des matrices d'adjacence élaborées à la suite des controverses (leurs effets sur le réseau) ont permis grâce au logiciel UCINET d'élaborer une nouvelle représentation graphique du réseau. Ainsi, il est permis de rendre compte de la dynamique réticulaire, depuis la formation d'un réseau jusqu'à sa stabilisation ou son délitement (c'est-à-dire l'affaiblissement de sa convergence). Dans le cas étudié Pupitre Virtuel, l'analyse de la trajectoire du réseau a permis d'observer et de comprendre le délitement de ce réseau. La Figure 3 présentée à la fin des résultats rend graphiquement compte de cette dynamique obtenue à partir du logiciel UCINET.

IV. Résultats

Après l'échec du projet Pupitre Virtuel, les raisons identifiées comme étant à l'origine de cet échec ont été nombreuses, variées et finalement peu claires. Comme reconnue dans la littérature en management de projet : différentes parties prenantes ont partagé différentes interprétations de l'échec (Mc Manus et Wood-Harper, 2007). Pour le chef de projet, la principale raison provient du manque d'implication du partenaire ERI qui n'a finalement pas rempli ses obligations (investir financièrement dans le projet). Pour ERI, l'échec du projet est dû aux différentes méthodes de travail entre les acteurs du projet. Pour les acteurs externes au projet, comme la presse, la raison principale serait liée à la technologie Pupitre Virtuel, trop innovante et précurseur dans le domaine de l'Education nationale, et la polémique sur ses composants développés à partir de logiciels libres.

Nous proposons de retranscrire la trajectoire du projet avec notre paire de lunettes (notre proposition de modèle conceptuel réticulaire) afin d'observer plus en profondeur le déroulement du projet et comprendre son issue. Notre observation montre la construction d'un réseau initialement convergent (IV.1.). Puis, le projet Pupitre Virtuel a été traversé par cinq controverses interreliées, et l'enchaînement de ces cinq controverses rend compte de la dynamique de ce réseau vers son délitement (IV.2.).

IV.1. Analyse Morphologique du réseau Pupitre Virtuel: un réseau initialement convergent

Cette première étape permet d'observer l'émergence du réseau Pupitre Virtuel : l'identité de ses actants (individuellement et en groupe), leur place, leur rôle, et leur lien dans le projet mais également comment ils sont devenus des alliés (ce qui les a intéressé dans le projet) afin d'identifier le degré de convergence du réseau (faible ou fort).

Le Pupitre Virtuel a initialement été développé en 1999 par un chercheur de l'Université du Département Alpha et soutenu financièrement par le Conseil Général (CG). Il est le seul projet alors reconnu par le Ministère de l'Education Nationale et labellisé par ce dernier. Si depuis 2000, cette innovation est expérimentée par 11 collèges du Département, en 2003, les

porteurs du projet souhaitent généraliser son utilisation sur le territoire national et donc l'industrialiser. Dès lors, la collectivité, représentée par le chef de projet, identifie les acteurs clés à la réussite de ce projet (le chercheur et son université, un acteur privé bénéficiant de financement et d'une expertise dans le développement commercial de technologies Internet, le ministère, les utilisateurs pilotes et la technologie expérimentale) et suscite leur intérêt pour ce projet. Notamment, il lance en octobre 2003 un appel de fonds afin d'industrialiser la technologie Pupitre Virtuel. C'est la société privée ERI qui répond et remporte cet appel. Dès alors et pendant près de deux mois, le CG va chercher à intéresser et enrôler dans le projet les acteurs identifiés. A cet effet, il met en œuvre des dispositifs d'intéressement qui se concrétisent par des négociations relatives aux fonctions et rôles des acteurs dans le projet, aux droits de licence accordés, aux montants des investissements consentis et octroyés. Le dispositif de séduction du projet fonctionne d'ailleurs très bien auprès du dirigeant de ERI, attiré par : une technologie éprouvée et testée depuis plusieurs années et labellisée par le Ministère, un projet à portée nationale et civique ; et des perspectives de chiffres d'affaires très encourageantes. Finalement, l'intéressement réussi, les acteurs, devenus alliés, sont enrôlés. En effet, chacun accepte son rôle dans le projet. La société privée ERI est responsable à la fois du développement commercial du Pupitre Virtuel (Pôle Commercialisation) et des développements techniques qui seront confiés aux chercheurs-concepteurs du Pupitre Virtuel, désormais rassemblés au sein d'une nouvelle société (la société d'ingénierie informatique Centile, Pôle développements techniques). Cette dernière, dirigée par l'inventeur du Pupitre Virtuel, est exclusivement dédiée au projet. Le chef de projet (appartenant au CG) est responsable du projet dans son Département (Pôle Financier), et les utilisateurs pilotes présents dans les 11 collèges en expérimentation dans le département continueront à tester la plateforme (Pôle Marché Département). L'université du Département continue ses recherches dans le domaine des plateformes numériques de travail et s'engage à mener des études et à publier sur l'industrialisation du Pupitre Virtuel (Pôle Scientifique). Enfin, la technologie Pupitre Virtuel (Pôle Technologie) sera industrialisée en se laissant améliorer techniquement par les développeurs de Centile afin de permettre une montée en charge du nombre d'utilisateurs. Elle sera testée, comme d'habitude par les utilisateurs pilotes du Département, mais elle sera également implantée dans de nouveaux collèges et lycées en dehors du Département afin d'être largement utilisée par des utilisateurs nationaux. Cette affectation des rôles et des statuts dans le projet est inscrite et matérialisée dans un intermédiaire dédié à cet effet : le contrat de partenariat signé en février 2004.

Ainsi, durant cette construction du projet, les intérêts respectifs des partenaires sont étroitement alignés sur l'objectif global du projet : l'industrialisation du Pupitre Virtuel. En effet, le dirigeant de Centile souhaite diffuser son innovation et lui offrir une structure lui permettant de se déployer sur tout le territoire national. Ce déploiement ne peut s'opérer sans la présence d'un partenaire dévoué à cet effet : un prestataire privé ERI, reconnu dans l'aboutissement de projets technologiques innovants et bénéficiant des fonds nécessaires. La rentabilité de ses investissements dans le projet dépend de la technologie inventée par le dirigeant de Centile et de sa connaissance métier. Pour le CG (Chef de projet), la réussite du projet peut entraîner une visibilité forte du département en tant que précurseur d'un projet innovant dans l'Education nationale. Cette réussite est liée à une exploitation technique (effectuée par Centile) et commerciale (effectuée par ERI) de qualité. Les utilisateurs pilotes continueront à tester les nouveaux développements de la plateforme Pupitre Virtuel et bénéficieront ainsi des dernières avancées du domaine. Le Ministère a tout intérêt à ce que ce projet labellisé aboutisse, afin qu'il insuffle le mouvement des Espaces Numériques de Travail sur le territoire de l'Education Nationale et serve de guide de bonnes pratiques aux autres projets. Enfin, la technologie Pupitre Virtuel, n'a plus qu'à se laisser améliorer et éprouver pour pouvoir être industrialisée et utilisée par un grand nombre de bénéficiaires. Les

rôles et missions sont donc clairement assignés et acceptés par tous les actants du projet en phase de lancement. Il existe ainsi une forte complémentarité entre chacun des pôles en vue d'atteindre l'objectif commun : l'industrialisation et le déploiement national du Pupitre Virtuel. Par ailleurs, les liens entre chaque pôle sont forts, le réseau est fortement aligné puisque préalablement à la construction de ce projet les échanges d'intermédiaires entre les pôles ont été nombreux (excepté avec ERI qui vient d'intégrer le projet). En effet, la grande majorité des pôles sont habitués à travailler conjointement depuis 1999, et les échanges d'intermédiaires (argent, connaissances, savoir-faire, expérimentations) sont nombreux et variés. Par exemple, un des membres du CG est un ancien collaborateur de l'inventeur du Pupitre Virtuel qui travaille actuellement auprès des collègues en expérimentation pour assurer leur suivi. Le dirigeant de Centile échange des savoir-faire avec l'université et contribue à des publications.

Tout semble donc ouvrir la voie à une longue et fructueuse collaboration. Ainsi, l'analyse morphologique du réseau Pupitre Virtuel révèle la formation d'un réseau fortement convergent dont tous les éléments sont connectés entre eux, avec un alignement vers l'objectif général du projet (Cf. Figure 2.)

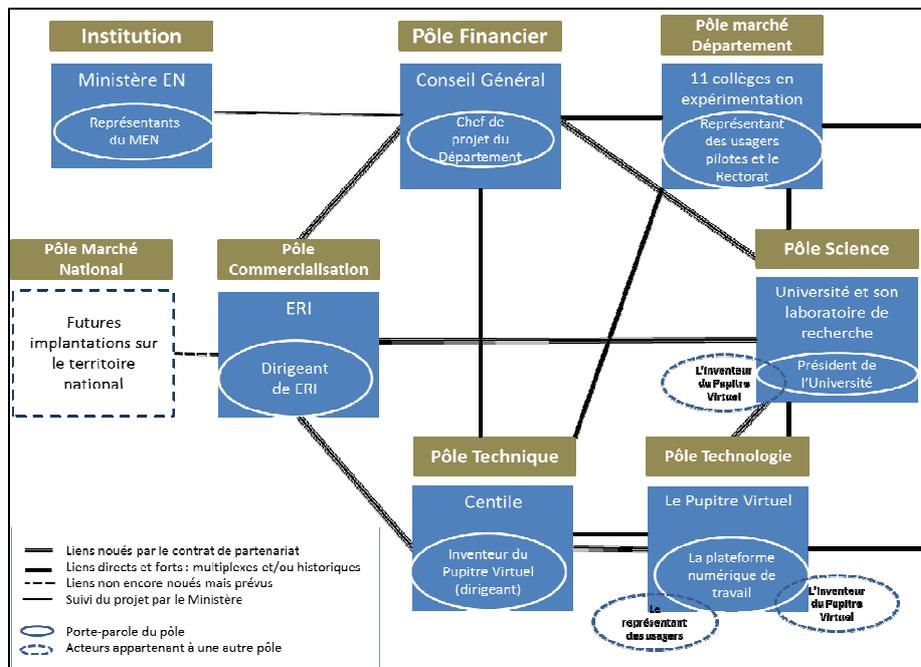


Figure 2 : La morphologie du réseau Pupitre Virtuel en phase de lancement

Toutefois, si les associations dans le réseau sont fréquentes et cordiales en début de projet, elles se détériorent rapidement à travers l'enchaînement de cinq controverses.

IV.2. L'analyse dynamique du réseau Pupitre Virtuel : Cinq controverses interreliées

Tout au long du projet Pupitre Virtuel, nous avons identifié cinq controverses. A partir de notre cadre conceptuel (Cf. II.2.2.) et tel qu'expliqué dans notre méthodologie, nous avons pour chacune identifié leur sujet, les actants, les intermédiaires et leurs effets sur le réseau.

Première controverse : Manque de visibilité et de coordination

En mars 2004 émerge une première controverse. Elle porte sur la spécificité des développements techniques nécessaires à l'industrialisation des composants du Pupitre Virtuel et leurs coûts (Cf. Tableau 3). En effet, le coût des développements techniques du Pupitre Virtuel est effectué par Centile et facturé à la société ERI. Ces coûts sont jugés trop élevés par le dirigeant de ERI eu égard la nature des développements effectués. *A contrario*, ils sont tout à fait justifiés pour le porte-parole de la société de développement : Centile. En effet, pour les développeurs de Centile, l'industrialisation du Pupitre Virtuel impose des développements spécifiques nécessitant un travail minutieux et intense pour les développeurs. Le mariage des composants du Pupitre Virtuel requiert la création de liens et protocoles nouveaux et spécifiques. Nous observons ici les interactions socio-matérielles entre la technologie Pupitre Virtuel et les développeurs de Centile, mais inversement l'absence d'assemblage entre le Pupitre Virtuel et ERI. Ainsi, seul Centile est directement en interaction avec la technologie laissant ERI seule avec ses hypothèses et son interprétation de la technologie, censée se laisser améliorer sans difficulté. Or, durant cette controverse, le Pupitre Virtuel révèle à ERI, la complexité de l'alliage de ses composants. Finalement, ERI et Centile parviennent à rapidement trouver un compromis en réaffirmant leurs objectifs communs, et reconnaissent la nécessité de mettre en place des pratiques communes.

« Les difficultés que nous rencontrons sont, selon moi, essentiellement dues à un manque de pratique commune, et nous devons chacun faire les efforts nécessaires pour surpasser ces différences d'opinion et de méthodes de travail. Seule compte la volonté de travailler ensemble et de réussir dans nos projets au mieux de nos intérêts respectif ». (Dirigeant de la société ERI dans un mail adressé au dirigeant de Centile, avril 2004).

« Nous tenons à remercier Michel [dirigeant de ERI] de son initiative et à réaffirmer notre entière adhésion à l'objectif de réussite qu'il indique ainsi que notre confiance dans les perspectives qui s'ouvrent pour les deux sociétés dans lesquelles nous sommes associés. Les liens très forts qui unissent de nos deux entreprises ne doivent pas nous faire oublier la nécessité d'officialiser leurs relations et la perspective de Michel est une contribution majeure qui encourage le renforcement de ces relations » (Dirigeant de la société Centile dans un mail adressé au dirigeant de ERI, avril 2004).

Présentation des éléments de la controverse	
Sujet de la controverse	La spécificité des développements techniques nécessaires à l'industrialisation des composants du Pupitre Virtuel et leurs coûts.
Actants de la controverse	<ul style="list-style-type: none"> • Le dirigeant de ERI reproche à Centile l'absence de lisibilité sur les échanges opérés • Pour le dirigeant de Centile, le contenu de la technologie implique une difficile spécification détaillée de tous les développements opérés • Les composants du Pupitre Virtuel qui imposent des développements spécifiques
Intermédiaires	Les facturations et les documents contenant les estimations techniques et financières opérées par la société Centile dans le cadre des échanges quotidiens et des réponses aux appels d'offres
Effet sur le réseau	Affaiblissement de la convergence entre ERI, et Centile et le Pupitre Virtuel

Tableau 3. Eléments de la première controverse

Effets sur le réseau : le compromis révèle la convergence entre ERI, Centile et le Pupitre Virtuel, même s'il porte essentiellement sur leur pratique de travail. Ce compromis est porté par leur forte vision du projet et l'alignement respectif de leurs intérêts dans la réussite du projet. Toutefois, nous observons un affaiblissement de l'alignement des ressources car cette controverse redéfinit une part des relations entre les acteurs par le passage d'un sentiment de complémentarité initial, vers un sentiment de dépendance exprimé par le dirigeant de ERI vis-à-vis de Centile et du Pupitre Virtuel. Ainsi, apparait un affaiblissement des liens entre ERI, Centile et le Pupitre Virtuel.

Deuxième controverse : remise en cause de la qualité et de la fiabilité des composants de la technologie

En juillet 2004, une nouvelle controverse émerge entre ERI, Centile et le Pupitre Virtuel. Cette controverse questionne la qualité et de la fiabilité des composants du Pupitre Virtuel (Cf. Tableau 4). En effet, les acteurs du projet apprennent qu'ils n'ont pas été retenus dans les réponses à deux appels d'offres, nécessaires à l'industrialisation de la technologie. Les justifications données par les commissionnaires des appels d'offres révèlent des doutes quant à la qualité des composants logiciels du Pupitre Virtuel. L'interaction du Pupitre Virtuel avec des acteurs externes au projet entraîne une remise en cause de sa fiabilité et pose la question d'une remise à plat de ses fondations. De plus, dans les deux appels d'offres, les solutions technologiques préférées au Pupitre Virtuel n'ont pas encore été expérimentées. Ces choix remettent en question un des motifs à l'origine de l'intéressement du dirigeant de ERI, à savoir : la réputation, l'expérience et la qualité de la technologie Pupitre Virtuel. La technologie ne tiendrait-elle pas ses promesses ? ERI souhaite alors re-concevoir les fondations du Pupitre Virtuel.

Effet sur le réseau : cette controverse marque un affaiblissement de la convergence entre ERI d'une part et Centile et le Pupitre Virtuel d'autre part. Le dirigeant de ERI souhaite plus de transparence quant au fonctionnement technique du Pupitre Virtuel. En effet, jusqu'à présent le Pupitre Virtuel est resté une boîte noire pour ERI qu'il veut désormais ouvrir. A cet effet, et suite à cette controverse, premièrement, il demande à Centile l'accès aux codes sources de la technologie, et deuxièmement, il décide de recruter un nouvel ingénieur technique, en dehors du réseau, qui travaillera exclusivement pour ERI. A ce moment, ERI reconfigure le rôle initial qui lui était assigné dans le réseau en créant son propre Pôle Technique, parallèle à celui existant. Pour ERI, Centile n'est plus un porte-parole suffisamment représentatif du Pupitre Virtuel.

	Présentation des éléments de la controverse	
Sujet de la controverse	La remise en cause de la qualité des composants de la technologie	
Actants de la controverse	<ul style="list-style-type: none"> • Le dirigeant de ERI • Les commissionnaires des appels d'offres • Le dirigeant de Centile • Les logiciels composant le Pupitre Virtuel 	<p>« L'AMOA³ a noté des faiblesses dans notre offre : ils ne sont pas convaincus de la capacité de montée en charge de notre solution. Alors que l'avantage prépondérant du Pupitre Virtuel est son expérimentation de près de trois ans et donc le savoir-faire technique. Toute la compétence métier du Pupitre Virtuel, acquise avec trois années d'expérimentation, n'a servi à rien » (Dirigeant de ERI, réunion juin 2004)</p> <p>« Les composants du Pupitre Virtuel n'ont pas à être remis en questions, ils ont fait leur preuve, ils sont tout à fait fiables et reconnus par une forte et grande communauté internationale de développeurs, les commissionnaires n'y connaissent rien » (Dirigeant de Centile, réunion juin 2004).</p>
Intermédiaires	Les réponses des appels d'offres et les logiciels au cœur du Pupitre Virtuel	
Effets sur le réseau	Affaiblissement de la convergence entre ERI, d'une part et Centile et le Pupitre Virtuel d'autre part	

Tableau 4 : Eléments de la deuxième controverse

³ AMOA : Assistance à Maîtrise d'Ouvrage.

Troisième controverse : les dysfonctionnements du Pupitre Virtuel et ses responsabilités

En novembre 2004, le Pupitre Virtuel rencontre de graves problèmes techniques : il rend les serveurs inaccessibles, ou interrompt les connexions, et est souvent en panne si bien que finalement il bloque complètement son accès aux utilisateurs pilotes. Le Conseil Général (chef de projet), très inquiet, cherche à comprendre ce qu'il se passe et demande à ERI et Centile de résoudre les dysfonctionnements techniques.

Or, ERI et Centile se renvoient mutuellement la responsabilité de ces dysfonctionnements. Pour le dirigeant de Centile, sa société ne peut agir, puisque l'exploitation de l'innovation est sous la responsabilité de la société ERI. *A contrario*, pour le dirigeant de ERI, ces dysfonctionnements sont le fait de Centile (qui aurait modifié les accès à la plate-forme). La technologie devient objet de dysfonctionnements à la recherche d'un porte-parole. Les acteurs ne trouvent pas de compromis. Dès lors, pour rapidement débloquer la situation, le chef de projet confie alors l'hébergement et l'exploitation de la plate-forme de son département à une société externe au réseau (Cf. Tableau 5).

Effets sur le réseau : Cette controverse affaiblit la convergence et donc renforce la divergence. Elle révèle la dissolution de la structure initiale du réseau et une redéfinition du rôle de Centile et ERI, lesquels voient l'exploitation du Pupitre Virtuel dans le département leur échapper au profit d'un nouvel acteur externe au réseau.

Présentation des éléments de la controverse	
Sujet de la controverse	La responsabilité des dysfonctionnements du Pupitre Virtuel
Acteurs de la controverse	<ul style="list-style-type: none"> • Pour le dirigeant de ERI, la société n'est pas en mesure de résoudre ce problème (remise tardive des codes sources par Centile) • Pour le dirigeant de Centile : il n'a pas à effectuer ces développements, puisque du fait du contrat de partenariat, c'est ERI qui en est responsable • Le Conseil Général (chef de projet) cherche à résoudre les dysfonctionnements techniques <div style="border-left: 1px dashed black; padding-left: 10px; margin-left: 20px;"> <p>« Cela ne va pas du tout. Beaucoup d'utilisateurs ne peuvent toujours pas se connecter depuis la rentrée scolaire : tout le monde se plaint. C'est remonté à la Caisse des Dépôts et Consignation » (associé du dirigeant de ERI, réunion avec les utilisateurs pilotes et le Conseil Général, le 5 décembre 2004).</p> </div>
Intermédiaires	Les dysfonctionnements techniques du Pupitre Virtuel
Effet sur le réseau	Affaiblissement de la convergence et redéfinition des rôles

Tableau 5 : Eléments de la troisième controverse

Quatrième controverse : remise en cause des composants de la technologie

En décembre 2004, le Ministère de l'Education Nationale édite un rapport révélant ses préconisations et les normes à respecter dans le cadre des projets ENT, dans lequel s'inscrit le Pupitre Virtuel. Il ressort que les composants logiciels du Pupitre Virtuel ne sont pas reconnus comme suffisamment fiables et pérennes par l'institution, ils ne sont donc pas recommandés par le Ministère. Or, pour l'inventeur du Pupitre Virtuel (actuel dirigeant de Centile), ces logiciels sont fiables, il estime qu'aucune modification n'est nécessaire. *A contrario*, pour le dirigeant de ERI, il ne peut envisager l'avenir du Pupitre Virtuel sans être pleinement conforme aux préconisations du Ministère. Ainsi, ERI souhaite reconcevoir le Pupitre Virtuel en élaborant une nouvelle version fondée en priorité sur des composants validés et recommandés par le Ministère, ce à quoi s'oppose le dirigeant de Centile. Pour lui, il suffit de renforcer les composants initiaux. Ici, l'interaction entre le Pupitre Virtuel et le Ministère

redéfini et remet en question l'identité même du Pupitre Virtuel. Doit-il être complètement redéveloppé sur de nouvelles bases ou bien conservé en l'état, en faisant la preuve de sa fiabilité ? (Cf. Tableau 6).

Controverse	Présentation des éléments de la controverse
Sujet de la controverse	La Constitution d'un nouveau Pupitre Virtuel
Actants de la controverse	<ul style="list-style-type: none"> • Le dirigeant de ERI souhaite concevoir un nouveau Pupitre Virtuel • Le dirigeant de Centile n'estime pas nécessaire de nouveaux développements : il suffit de renforcer les composants initiaux • Le Pupitre Virtuel et la fiabilité de ses composants
Intermédiaires	Le rapport du Ministère et les composants du Pupitre Virtuel
Effets sur le réseau	Affaiblissement de la convergence.

Tableau 6 : Eléments de la quatrième controverse

Effet sur le réseau : Cette controverse accentue l'affaiblissement de la convergence et donc la divergence du réseau. En effet, ERI décide d'aller chercher un nouveau partenaire pour l'aider dans le redéveloppement de l'objet technique, tandis que Centile continue à travailler sur la version initiale du Pupitre Virtuel. Les entités partagent toujours le même but, industrialiser le Pupitre Virtuel, ils sont donc fortement mobilisés, mais les visions respectives sont complètement différentes.

Cinquième controverse : remise en cause du contrat de partenariat

Quand ERI reçoit les codes sources du Pupitre Virtuel en décembre 2004, l'ingénieur de ERI découvre alors à la fois des logiciels propriétaires mais également des logiciels libres (couverts par la General Public Licence –GPL) dans le Pupitre Virtuel. A cet instant, le logiciel libre fait office d'objet au cœur de la controverse. Selon ERI, la présence de logiciels libres dans le Pupitre Virtuel, la dépossède de la licence exclusive d'exploitation qui lui a été accordée en vertu du contrat de partenariat signé par les protagonistes. *A contrario*, pour le CG du Département, l'Université et la société Centile, cette validité n'est pas remise en cause. Afin de tenter de trouver un compromis à cette controverse, chacun des acteurs s'allie d'experts techniques et juridiques pour définir la nature des composants du Pupitre Virtuel. Le Pupitre Virtuel, défini essentiellement en fonction de la nature de ses composants et de leur contagion (libre ou propriétaire), est à la recherche d'un porte-parole qui lui sera fiable. Malheureusement, les résultats des expertises de chacune des parties prenantes ne sont pas concordants et renforcent d'autant plus la controverse (Cf. Tableau 7). ERI se sert de cette controverse pour redéfinir le contenu de l'intermédiaire qui leur a permis de lancer le projet : le contrat de partenariat. En vain, après sept versions d'un nouveau contrat, les acteurs ne parviennent pas à trouver une issue à cette controverse, et décident de confier sa résolution à un nouvel acteur : le tribunal.

Ainsi, cette dernière controverse porte sur la nature même du contrat de partenariat et sa légitimité, remise en cause par une partie des logiciels libres contenus dans la technologie. Face à cette impasse, ERI préfère abandonner le projet. Le projet est officiellement abandonné en décembre 2005 (Cf. Tableau 7).

Effet sur le réseau : Cette controverse marque la fin du réseau Pupitre Virtuel et l'introduction d'un nouvel acteur : le tribunal. Les acteurs se trouvent dans une situation controversée irréversible. ERI abandonne le projet.

Controverse	Présentation des éléments de la controverse
Sujet	La remise en cause de la validité du contrat de partenariat en raison de la nature libre ou propriétaire des composants du Pupitre Virtuel et de leur dissémination
Actants de la controverse	<ul style="list-style-type: none"> • Le dirigeant de ERI • Le dirigeant de Centile • Le directeur de l'Université • Le chef de projet • Les experts • Les composants « libres » de la technologie <i>« Le Département est très hostile et l'aboutissement d'un nouveau contrat satisfaisant les deux parties, semble plus qu'improbable » (dirigeant de ERI, décembre 2005)</i>
Intermédiaires	Les codes sources du Pupitre Virtuel contenant à la fois des logiciels propriétaires et des logiciels libres. Le contrat de partenariat
Effet sur le réseau	Eclatement du réseau.

Tableau 7 : Eléments de la cinquième controverse

Synthèse

Le suivi longitudinal des cinq controverses permet de comprendre l'évolution du réseau selon un continuum convergent/divergent. La figure ci-après (Cf. Figure 3) rend compte graphiquement de cette dynamique : partant d'un réseau convergent vers sa divergence (représenté graphiquement par le délitement du réseau). Ce mode d'observation offre une représentation synoptique de sa trajectoire. Lors de son émergence, le réseau Pupitre Virtuel est convergent : les intérêts des acteurs identifiés comme essentiels par le chef de projet sont alignés, les intéressements sont forts, les fonctions et rôles des entités sont complémentaires. Ensuite, la trajectoire de ce réseau évolue au fil des controverses, vers un affaiblissement de sa convergence, conduisant à sa divergence et finalement son effondrement. A l'issue de chacune des cinq controverses l'identité des acteurs du réseau, qu'il s'agisse de ERI, de Centile et de la technologie, est redéfinie. Leur mobilisation dans le réseau est sans cesse questionnée.

Nos résultats montrent que ERI n'abandonne pas le projet en raison de la présence de logiciels libres (controverse 5), ou de mésententes avec un de ses partenaires (controverse 1) ou de la fiabilité des composants de la technologie (controverse 2) ou de la précocité de la technologie, non reconnue par le Ministère (controverse 4) comme énoncé par des acteurs externes au projet, ou plus largement du manque d'implication du chef de projet. Mais que cet abandon, provient de l'enchaînement de ces controverses. Notre méthode d'observation met en effet, en évidence la difficulté d'isoler un facteur précis ou une raison à l'origine de l'échec. Bien au contraire, elle permet de comprendre le déroulement, la dynamique des interactions au cours du temps, les entités qui se redéfinissent sans cesse à travers les controverses, entraînant dans notre cas, l'affaiblissement de la convergence. Plus précisément, il apparaît ici qu'au fil des controverses, ERI et la technologie ont résisté au rôle qui leur été initialement confiés dans le réseau et y ont répondu de façon imprévisible. Au fil des interactions, l'entreprise ERI résiste au rôle que le réseau lui avait assigné (la gestion de la partie commerciale et la promotion de la technologie auprès des utilisateurs) pour l'étendre à celui de développeur de la technologie, afin de combler son absence d'interaction avec cette dernière. La technologie résiste également à son rôle initial : elle ne se laisse pas industrialiser si facilement. L'assemblage de ses composants semble plus difficile que prévu, et leur fiabilité est remise en question dans et hors du réseau. Alors que les intérêts étaient alignés au lancement du projet, ces acteurs clés poursuivent leurs intérêts ailleurs au fur et à mesure des controverses, rendant le réseau Pupitre Virtuel vulnérable à l'effondrement. L'effondrement se produit lorsqu'une partie des acteurs clés (ERI, la technologie,) cessent d'être mobilisés dans le réseau, ils ne voient plus leurs intérêts à servir le projet et se retirent.

V. Apports et discussion

Malgré la richesse de la littérature antérieure relative à la compréhension de l'issue des projets (succès ou échecs), qu'il s'agisse des dernières avancées en management de projet ou dans le domaine spécifique de l'IT, nous avons identifié un point qu'il reste encore à approfondir : l'intégration des objets en tant que participant actif dans le projet et leurs interactions avec les acteurs.

Dans cette perspective, nous avons mobilisé la théorie de l'acteur-réseau et son ontologie relationnelle afin d'observer les projets TI comme des réseaux. Toutefois, notre revue de la littérature a soulevé la nécessité d'approfondir l'opérationnalisation de l'ANT, ontologiquement et méthodologiquement.

C'est pourquoi, en réponse à notre première question : « **Comment observer les interactions entre acteurs et technologie dans une perspective ontologique relationnelle au sein d'un projet TI donné, en accord avec les principes de l'ANT ?** » nous avons proposé un modèle conceptuel fondé sur l'ANT. Ce dernier nous a permis d'observer la constitution du réseau (analyse morphologique) et sa trajectoire (analyse dynamique). L'analyse morphologique implique d'identifier les différents « pôles » formant le projet, les intermédiaires produits et en circulation dans le réseau et les dispositifs et motifs d'intéressement de chacune des entités. Dès lors, il est possible de suivre la trajectoire du réseau en observant les interactions fortes, c'est-à-dire les controverses formées entre ces entités composant le réseau et leurs effets sur leurs rôles, définitions et interactions dans le réseau. A l'issue de chaque controverse, l'élaboration des matrices issues de l'Analyse des Réseaux Sociaux, compilée à l'utilisation d'un logiciel, permettent de rendre visible, graphiquement, la trajectoire du réseau, ce qui était encore peu effectué par les chercheurs du domaine. Ce modèle rend compte de l'analyse dynamique des interactions au cours du projet TI et de leur trajectoire selon un continuum convergent/divergent.

La réponse à cette question permet donc de combler une partie des faiblesses des recherches antérieures quant à l'opérationnalisation de l'ANT, sur les terrains ontologique et méthodologique. D'ailleurs, notre recherche montre que le concept de controverse s'avère être utile pour aider les chercheurs à suivre la trajectoire des projets TI selon une ontologie relationnelle et ainsi observer les objets comme des participants actifs. En d'autres termes, les controverses contribuent à observer comment les relations et les frontières entre les humains et les technologies ne sont jamais fixes, émergent de la pratique et définissent les pratiques. Il s'agit dans la terminologie de Barad (2003-2007) du concept de « performativité », utilisé également par Callon dans l'étude des marchés. Pour regarder cette performativité, Wagner et al. (2010) utilisent le processus dialectique d'accommodation et de résistance de Pickering (1995). Nous considérons que l'approche de Pickering est plus simpliste par la relative passivité de la matérialité, elle résiste seulement. C'est pourquoi nous préférons le concept de la controverse.

En réponse à notre seconde question : « **Dans quelle mesure cette nouvelle grille de lecture permet d'expliquer les résultats obtenus ?** », nous pensons que c'est l'observation, au cours du temps, des interactions et de leur dynamique entre les éléments humains ou non humains composant le réseau qui explique l'issue du projet. Si la littérature en SI émet des recommandations et énonce des facteurs clés très utiles (Mc Manus and Wood-harper, 2007), le suivi du projet Pupitre Virtuel montre l'impossibilité d'isoler un facteur clé à l'origine de l'échec. Nous considérons que la responsabilité de l'échec ne peut être assignée à un facteur déterminant (les dysfonctionnements techniques, le comportement de ERI ou le manque

d'implication du chef de projet). L'évolution du projet vers son échec est liée à des interactions (observées par le prisme des controverses) entre des acteurs humains et non humains. Ce sont ces interactions qui ont progressivement redéfini leur place dans le réseau et affaibli, dans le cas du Pupitre Virtuel, sa convergence. Plusieurs types de facteurs, technologique, managérial, organisationnel et contextuel sont finalement liés entre eux, entraînant des événements qui à leur tour ont eu des conséquences.

Ces résultats rejoignent et offrent une illustration des propos de Barad (2007) pour qui la causalité est liée à des causes en interaction, à des effets et à des choix. Le mode d'observation proposé selon le continuum divergence/convergence montre dans quelle mesure il convient de renoncer aux chaînes linéaires de relation cause-effet, où le futur est déterminé dans la causalité linéaire. Nous sommes ici dans une ontologie relationnelle où la nature des changements et les possibilités de changement changent de façon continue dans le cadre de la dynamique des interactions. Ainsi « observer les projets » comme des réseaux permet de prendre en considération les interactions dynamiques des entités formant le projet (quel que soit le type de facteurs humains, méthodologiques, processuels ou technologiques).

En effet, notre observation du projet montre qu'au fil des controverses, deux acteurs (ERI et Centile) ont résisté au rôle qui leur été initialement confiés dans le réseau et y ont répondu de façon imprévisible. ERI redéfinit son rôle initial pour combler son absence d'interaction avec la technologie. Et la technologie Pupitre Virtuel ne se laisse finalement pas industrialiser comme prévu. Ainsi, alors que les intérêts des actants étaient alignés au départ, ces acteurs clés commencent à poursuivre leurs intérêts ailleurs au fur et à mesure des controverses rendant le réseau vulnérable à l'effondrement. Dans le projet étudié, l'effondrement s'est produit parce qu'au fur et à mesure des controverses ERI et la technologie ont cessé d'être intéressés dans le réseau, les visions du projet sont devenues trop éloignées (un Pupitre Virtuel à reconcevoir conforme au Ministère et sans logiciel libre dans un cas et dans un autre cas un Pupitre Virtuel à industrialiser en l'état). De fait, une partie des acteurs ne parvient plus à trouver de compromis, se plaçant dans une situation controversée irréversible.

Par ailleurs, si les recherches en SI ont largement souligné l'importance de prendre en considération les interactions entre humains et technologie dans la mise en œuvre de projets TI (Elbanna, 2008, 2010 ; Linderoth et Pellegrino, 2005 ; Kecmanovic et Nagm, 2011) nos résultats dévoilent les possibles effets nuisibles de cette absence d'interaction dans le cadre d'un projet TI. En effet, dans le cas présenté, dès le lancement du projet, le rôle d'un acteur dans le réseau (ERI) est clair et accepté, mais il n'est pas censé lui permettre d'interagir directement avec la technologie. ERI est uniquement en relation avec le porte-parole de la technologie, Centile. Or, c'est dans l'enchaînement des controverses que cette absence d'interaction entre ERI et la technologie s'accroît et impose à ERI de redéfinir son rôle. Finalement, l'enchaînement des controverses a accentué la dissolution de la relation de « symbiose » (Licklider, 1960) entre l'objet technique et ERI. Le concept de « symbiose technologique » développée par Licklider (1960) rend compte de la relation qui unit l'humain à la technologie. La symbiose humain-technologie s'apparente à un processus d'évolution et d'interdépendance réciproque. Même si Licklider (1960) s'intéresse à la relation humain-machine en phase d'utilisation de l'objet technique, nous pensons que ce concept illustre de façon appropriée une partie des relations formant le projet d'industrialisation du Pupitre Virtuel. Les relations fortes que Centile entretient avec la technologie empêchent ERI de créer un lien d'interdépendance avec la dite technologie. Or, cette interdépendance humain-non humain est nécessaire à l'avancement durable du projet TI. Au fur et à mesure que les controverses s'enchaînent, elles marquent pour ERI le délitement progressif de la relation symbiotique avec l'objet technique, accentue la divergence et donc fragilise le réseau, le rendant susceptible d'effondrement.

Conclusion

Cet article a montré que l'appréhension et la gestion des interactions entre technique et social dans les projets TI est permise grâce à une méthode d'observation fondée sur une approche réticulaire issue de la théorie de l'acteur-réseau.

Ce travail de recherche permet de repenser différemment l'analyse du management des projets TI, en montrant l'importance des interactions, relations, controverses et rôles au sein du processus, et ses conséquences sur l'issue du projet étudié. Cette combinaison d'éléments contribue, par conséquent, à aborder différemment la conduite de ces changements en soulignant davantage les interconnexions et les dynamiques à l'œuvre au sein de tels processus.

D'un point de vue managérial, la visualisation sous de forme de cartographie de l'avancement du projet proposée, se présente comme un outil d'analyse et de suivi important. En effet, en opérant une visualisation du projet, les acteurs projets (et notamment les chefs de projet) peuvent bénéficier d'une certaine prise de recul de la situation et mieux comprendre la trajectoire d'un projet TI. Cette approche permet notamment d'identifier l'impact et les possibles effets (ampleur) des controverses sur le projet. Elle offre ainsi une autre paire de lunettes aux acteurs projets, leur indiquant comment et quoi observer dans le projet, à savoir : les relations entre les entités formant le projet, et plus précisément les controverses et leurs effets. Ainsi, en visualisant le projet à l'issue de chaque controverse, les acteurs projets devraient être amenés à se poser des questions telles que : est-ce que le réseau projet est convergent ? Toutes les entités du projet sont-elles reliées et donc suffisamment intéressées ? Qui n'est pas en interaction avec la technologie et devrait l'être ? A l'issue d'une controverse, des liens ont-ils été affaiblis ? Renforcés ? Comment les acteurs se sont-ils redéfinis ? L'objectif étant d'être suffisamment ouvert à ce type d'observation pour être capable de rectifier suffisamment tôt une trajectoire conduisant à la divergence et donc l'échec du projet.

Ce travail n'est évidemment pas exempt de limites. La première limite a trait à l'ANT, notamment sur la difficulté de délimiter les frontières de l'analyse pour le chercheur. Où borner l'analyse et donc délimiter le réseau ? En effet, n'importe quel acteur, entité, groupe d'acteurs, objet, qui est relié aux autres peut ou doit être pris en considération à chaque phase du processus. Le chercheur doit donc faire des choix sur ce qui doit être décrit de ce qui ne le sera pas, et accentue la difficulté de la démarche. La seconde limite concerne l'unicité du cas. C'est pourquoi la méthode proposée devra faire l'objet d'études de cas complémentaires, en veillant notamment à analyser des situations d'échecs et de succès à partir de la même grille de lecture. Il restera également, à approfondir les caractéristiques de la convergence/divergence afin de précisément identifier comment il est possible de rectifier une trajectoire ou de la renforcer pour tenter d'éviter les échecs et renforcer les succès. En cela, ce travail de recherche constitue un premier pas et un encouragement dans cette voie sur les dynamiques relationnelles à l'œuvre au sein de projets TI, voie qui reste encore largement à investir.

Références

Akrich, M., Callon, M. & Latour, B., (1988a), "A quoi tient le succès des innovations. Premier épisode : l'art de l'intéressement", *Annales des Mines*, p. 4-17, juin.

Akrich, M., Callon, M. & Latour, B., (1988b), "A quoi tient le succès des innovations. Deuxième épisode : l'art de choisir les bons porte-parole", *Annales des Mines*, p. 14-29.

- Al-Ahmad, W., Al-Fagih, K., Khanfar, K., Alsamara, K., Abuleil S. & Abu-Salem, H., (2009), "A Taxonomiy of an IT Project Failure: Root Causes", *International Management Review*, Vol.5, N°1, p. 93-104.
- Angot, J. & Josserand, E. (2003), "Analyse des réseaux sociaux", in *Méthodes de recherches en management*, R.A. Thiétart (Eds), 2^{ème} ed., Dunod, Paris, p. 397-421.
- Barad, K., (2003), "Posthumanist performativity: Toward an understanding of how matter comes to matter", *Signs: Journal of Woman in Culture and Society*, Vol. 28, N°3, p. 801-831.
- Barad, K., (2007), *Meeting the Universe Halfway: Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning*, Durham, NC: Duke University Press.
- Barley, S., (1986), "Technology as an occasion for structuring: Evidences from observations of CT scanners and the social order of radiology departments", *Administrative Science Quaterly*, Vol.31, N°1, Mar. 1986, p. 78-108.
- Blackburn, S., (2002), "The project manager and the project-network", *International Journal of Project Management*, Vol.20, N°3, p. 199-204.
- Bloomfield, B. & Best, A., (1992), "Management Consultants, systems development, power, and the translation of problems", *Sociological Review*, Vol.40, N°3, p. 533-560.
- Bloomfield, B., & Vurdubakis, T., (1994), "Boundary disputes: negotiating the boundary between the technical and the social in the development of IT systems", *Information Technology & People*, Vol.7, N°1, p. 9-24.
- Borgatti, S.P., Everett, M.G. & Freeman, L.C., (2002), *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*, Harvard, Analytic Technologies.
- Boudreau, M.C. & Robey, D., (2005), "Enacting integrated information technology: A human agency perspective", *Organization science*, Vol. 16, N°1, p. 3-18.
- Callon, M., (1986), "Eléments pour une sociologie de la traduction", *L'année sociologique*, N° 36, p. 169-208.
- Callon, M. (1991), "Réseaux technico-économiques et irréversibilités", In *Figures de l'irréversibilité en économie*, R. Boyer (Eds), Paris, EHESS.
- Callon, M., (1992), "Sociologie des Sciences et économie du changement technique : l'irrésistible montée des réseaux technico-économiques", In *Ces réseaux que la raison ignore*, Centre de Sociologie de l'Innovation (Eds.), L'Harmattan, Paris, p. 53-78.
- Callon, M. (1999), "Le réseau comme forme émergente et comme modalité de coordination : le cas des interactions stratégiques entre firmes industrielles et laboratoires académiques", in *Réseau et coordination*, M. Callon, Cohendet, Curien, Dalle Eymard-Duvernay, Foray & Schenk, Economica, Paris, p. 13-64.
- Callon, M. & Bell, G., (1994), "Réseaux Technico-Economiques et Politique Scientifique et Technologique", STI-OCDE, p.67-127.
- Callon, M. & Larédo, P. (1990), "L'impact des Programmes Communautaires de Recherche sur le Tissu Scientifique et Technique Français", *La Documentation Française*, Paris.
- Callon M. & Mustar P. (1992), "Les Réseaux de l'innovation", in *Economie et Management des entreprises de réseau*, N. Curien (Eds), Paris, ENSPTT-Economica, p. 115-130.
- Callon, M., Larédo, P. & Rabharisoa, V., (1991), "Gestion des Programmes Publics et Réseaux Technico-Economiques", in *Gestion de la Recherche*, D. Vinck (Eds), De Boeck, Bruxelles, p. 279-307.

- Callon M., Larédo, P. & Mustar, P., (1995), “Réseaux Technico-Economiques et analyse des effets structuraux”, *La gestion Stratégique de la Recherche et de la Technologie*, Economica, Paris.
- Cecez-Kecmanovic, D. & Nagm, F., (2011), “Have you taken your guys on journey? An ANT account of IS project evaluation”, In Tatnall, A., (Eds.), *Actor-network Theory and Technology Innovation: Advancements and New Concepts*, New York: Information Science Reference, p. 1-19.
- Cazal, D., (2007), « Traductions de la traduction et acteur-réseau : sciences, sciences sociales et sciences de gestion ? », Colloque *Organiser le tâtonnement Perspectives social-constructionnistes en sciences de gestion*, Université Paris-Dauphine, 14 juin.
- Cho, S., Mathiassen, L., & Nilsson, A., (2008), “Contextual dynamics during health information systems implementation: an event-based actor-network approach”, *European Journal of Information Systems*, Vol.17, N°6, p. 614-630.
- Cicmil, S., Hodgson, D., Lindgren, M., & Packendorff, J., (2009), “Project Management Behind The Façade”, *Ephemera, Theory & Politics in organization*, Vol.9, N°2, p. 78-92
- Cordella, A. & Shaikh, M., (2006), “From Epistemology to Ontology: Challenging the Constructed « truth » of ANT”, WP, *London School of Economics*, March.
- Doolin, B. & Lowe, A., (2002), “To reveal is to critique: actor-network theory and critical information systems research”, *Journal of Information System*, Vol. 17, p. 69-78.
- Dumez, H. (2011), “L’Actor Network Theory (ANT), comme technologie de la description”, *Libellio d’Aegis*, 3(7), p. 27-38.
- Elbanna, A., (2008), “Strategic systems implementation: diffusion through drift”, *Journal of Information Technology*, Vol.23, N°2, p. 89-96.
- Elbanna, A., (2010), “Rethinking IS project boundaries in practice: A multiple-projects perspective”, *Journal of Strategic Information Systems*, Vol. 19, p. 39-51.
- Forgues, B. & Vandangeon-Derumez, I., (2003), “Analyses longitudinales”, in *Méthodes de recherches en management*, R.A Thiétart (Eds.), 2^{ème} édition, Paris, Dunod, p. 422-448.
- Gao, P., (2005), “Using actor-network theory to analyse strategy formulation”, *Information Systems Journal*, Vol.15, N°3, p. 255-275.
- Giddens A., (1984), *The constitution of Society, Outline of the theory of structuration*, Cambridge: Polity press.
- Hanseth, O., Jacucci, E., Grisot, M., & Aanestad, M., (2006), “Reflexive standardization side effects and complexity in standard making”, *MIS Quarterly*, Vol. 30, p. 563-581
- Hardy, C. A., & Williams, S. P., (2008), “E-government policy and practice: A theoretical and empirical exploration of public e-procurement”, *Government Information Quarterly*, Vol.25, N°2, p. 155-180.
- Heeks, R. & Stanforth, C., (2007), “Understanding e-Government project trajectories from an actor-network perspective”, *European Journal of Information Systems*, Vol. 16, p. 165-177.
- Hodgson, D. & Cicmil, S., (2006), “Are project real? In the PMBOK and the legitimation of project management knowledge”, In, *Making project critical*, Hodgson, D. and Cicmil, S. (eds.), Houndmills: Palgrave Macmillan, p. 29-50.

- Hussenot, A. & Missonier, S., (2010), "A deeper understanding of evolution of the role of the object in organizational process: The concept of "mediation object", *Journal of Organizational Change Management*, Vol. 23, N° 3, p. 269 – 286;
- Latour, B., (1991), *Nous n'avons jamais été modernes – Essai d'anthropologie symétrique*, La Découverte, Paris.
- Latour, B., (1992), *Aramis ou l'amour des techniques*, La Découverte, Paris.
- Latour, B., (1994), "Les objets ont-ils une histoire? Rencontre de Pasteur et de Whitehead dans un bain d'acide lactique", in Isabelle Stenger (eds.), *L'Effet Whitehead*, Paris, Vrin, p. 197-217.
- Latour, B., (2006), *Changer de société: refaire de la sociologie*, La Découverte, Paris.
- Latour, B., Mauguin, P. & Teil G., (1991), "Une méthode nouvelle de suivi socio-technique des innovations : le graphe socio-technique" in Vinck Dominique (sous la coordination de), 1991, *Gestion de la recherche. Nouveaux problèmes, nouveaux outils*, Paris, Armand Colin.
- Law, J., (1999), "After ANT: Complexity, naming, and topology", In *Actor Network Theory and After*, (Eds), Oxford: Blackwell, p. 1-14.
- Law, J., (2000), "Objects, spaces and others", Center for Science Studies, Lancaster University, Lancaster, UK, p. 1–3. (<http://www.comp.lancs.ac.uk/sociology/papers/Law-Objects-Spaces-Others.pdf>).
- Lee, H. & Oh, S., (2006), "A standards war waged by a developing country: Understanding international standard setting from the actor-network perspective", *Journal of Strategic Information System*, Vol.15, p. 177–195.
- Leonardi, P.M., & Barley, S.R., (2010), "What's Under Construction Here? Social Action, Materiality, and Power in Constructivist Studies of Technology and Organizing", *The Academy of Management Annals*, Vol.4, N° 1, p. 1-51.
- Licklider, J.C.R., (1960), "Man-Computer Symbiosis", *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, Vol. 1, March, p. 4-11.
- Linde, A. & Linderoth, H.C., (2006), "An actor network theory perspective on IT project. In making project critical", in Hodgson, D. and Cicmil, S. (eds). Houndmills: Palgrave Macmillan, p. 155-170.
- Linderoth, H.J. & Pellegrino, G., (2005), "Frames and inscriptions: tracing a way to understand IT-dependent change projects", *International Journal of Project Management*, Vol.23, N°5, p. 415-420.
- Locke, J., & Lowe, A., (2007), "A Biography: Fabrications in the Life of an ERP Package", *Organization*, Vol.14, N°6, p. 793-814.
- Mahring, M., Holmstrom J., Keil, M., & Montealegre, R., (2004), "Trojan actor-networks and swift translation: Bringing actor-network theory to IT project escalation", *Information technology and people*, Vol.17, N° 2.
- Markus, M. L., & Robey, D., (1988), "Information technology and organizational change: Casual structure in theory and research", *Management Science*, Vol.34, N°5, p. 583-598.
- McGrath, K., (2002), "The Golden Circle: a way of arguing and acting about technology in the London Ambulance Service", *European Journal of Information Systems*, Vol.11, N°4, p. 251.

- McManus, J. and Wood-Harper, T. (2007), "Understanding the Sources of Information Systems Project Failure", *Management Services*, 51, 3, p. 38.
- Miles, M.B. & Huberman, A.M., (2003), *Analyse des données qualitatives*, 2^{ème} Edition, De Boeck Université, Paris.
- Missonier, S., (2008), *Comprendre pour aider. Analyse réticulaire des projets de mise en œuvre d'une Technologie de l'Information : le cas des Espaces Numériques de Travail*, Thèse de Doctorat en Sciences de Gestion, Université de Nice-Sophia Antipolis.
- Mitev, N., (2009), "In and Out of Actor network theory: a necessary but insufficient journey", *Information Technology and People*, Vol. 22, N° 1, p. 9-25.
- Napier; N.P. Keil, M. and Tan, F.B. (2009), "IT project manager's construction of successful project management practice: a repertory grid investigation", *Information System journal*, Vol. 19, 255- 282.
- Orlikowski, W.J., (1992), "The Duality of Technology: Rethinking the Concept of Technology in Organizations", *Organization Science*, Vol.3, N° 3, p. 398-427.
- Orlikowski, W., (2000), "Using technology and constituting structures", *Organization Science*, Vol. 11, N°4, p. 404-428.
- Orlikowski, W. J., and Scott, S. V., (2008), "Sociomateriality: Challenging the separation of Technology, Work, and Organization", *The Academy of Management Annals*, Vol. 2, N°1, p. 433-474.
- Peffer, K., Gengler, C.E., & Tuunanen, T., (2003), "Extending critical success factors methodology to facilitate broadly participative information systems planning", *Journal of Management Information Systems*, Vol. 20, N°1, p. 51–85.
- Pinsonneault, A. & Kraemer, K.L., (1993), "Survey Research methodology in management Information systems: an assessment", *Journal of Management Information Systems*, Vol.10, p. 75-105.
- Pickering, A., (1995), *The mangle of practice, Time, Agency and Science*, University of Chicago press, Chicago.
- Prasad, P. (1993), "Symbolic processes in the implementation of technological change. A symbolic interactionist study of work computerization", *Academy of Management Journal*, Vol.36, p. 1400-1429.
- Project Management Institute (PMI). (2009). A Guide to the Project Management Body of Knowledge. PMBOK Guide, Fourth Edition, 2009.
- Quattrone, P., & Hopper, T., (2006), "What is IT? SAP, accounting, and visibility in a multinational organisation", *Information & Organization*, Vol.16, N°3, p. 212-250.
- Ramiller, N.C. & Wagner, E.L., (2009), "The element of surprise: appreciating the unexpected in (and through) actor networks", *Information Technology and People*, Vol. 22, N°1, p. 36-50.
- Rorive, B. & Lisein, O., (2005), "L'administration locale dans la société de l'information : de la diffusion à la traduction", *Systèmes d'Information et Management*, Vol.10, N°1, p. 39-61.
- Rowe F. & Struck, D., (1995), "Les interactions télé-communications-structures des organisations : perspectives, théories, et méthodes", *Economies et Sociétés, Séries Sciences et Gestion*, N°21, pp. 51-83.

- Sage, D., Dainty, A. & Brookes, N., (2011), "How Actor-network theory can help in understanding project complexities", *International Journal of Managing Projects in Business*, Vol.4, N°2, p. 274-293.
- Sahlin-Andersson, K. & A. Söderholm (eds), (2002), *Beyond Project Management: New Perspectives on the Temporary-Permanent Dilemma*. Copenhagen: Liber.
- Sarker, S, Sarker S. & Sidorova, A., (2006), "Understanding Business Process Change failure: An Actor-Network Perspective", *Journal of Management Information Systems*, Vol. 23, N° 1, p. 51-86.
- Sauer, C., Gemino, A. & Reich, B.H., (2007), "The impact of size and volatility on IT project performance", *Communication of the ACM*, Vol. 50 N°11, p. 79-84.
- Sauser, B., Reilly R. & Shenhar, A., (2009), "Why projects fail ? How contingency theory can provide new insights – A comparative Analysis of NASA's Mars Climate Orbiter loss", *International Journal of Project Management*, Vol.27, N°7, p. 665-679.
- Schmidt, R., Lyytinen, K. Keil, M. & Cule, P., (2001), "Identifying software project risks: An international Delphi Study", *Journal of Management Information Systems*, Vol.17, N°4, p. 5-36.
- Slife, B., (2004), "Taking practice seriously: Toward a Relational Ontology", *Journal of Theoretical and Philosophical Psy*, Vol.24, N°2, p. 157-178.
- Söderlund, J., (2004), "Building theories of project management: past research, questions for the future", *International Journal of Project Management*, Vol.22, N°3, p. 183-191
- Strauss, A.L. & Corbin, J., (1998), *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*, 2nd edition, Sage Publication, London.
- Tatnall, A., (2011), *Actor-network Theory and Technology Innovation: Advancements and New Concepts*, New York: Information Science Reference.
- Tatnall, A., & Gilding, A., (1999), "Actor network theory and information systems research", *10th Australasian Conference on Information Systems*, Australia.
- Troshani, I., & Lymer, A., (2010), "Translation in XBRL standardization", *Information Technology & People*, Vol.23, N°2, p. 136-164.
- Van de Ven, A.H. & Poole, M.S., (1995), "Methods for Studying Innovation Development in the Minnesota Innovation Research Program", in *Longitudinal Fields Research Methods: Studying Process of Organizational Change*, G.P. Huber and A.H. Van de Ven (Eds), p. 155-185.
- Venturini, T., (2011), "Diving in magma: How to explore controversies with actor-network theory", *Public Understanding of Science*, May 2010, Vol.19, N°3, p. 258-273.
- Wagner, E.L. Newel, S. & Piccoli, G., (2010), "Understanding project survival in an ES Environment: a sociomaterial Praticce perspective", *Journal of Association for Information Systems*, Vol.11, N°5, p. 276-297.
- Walsham, G., (1997), "Actor network theory and IS research: current status and futurs prospectus", In A. S. Less, J. Liebenau, & J. I. DeGross (Eds.), *Proceeding of the IFIP TC8 WG 8.2. International Conference in Information Systems and Qualitative Research* Philadelphia, PA.: Chapman & Hall.
- Walsham, G. & Sahay, S., (1997), "Social Structure and Managerial Agency in India", *Organization Studies*, N° 18, p. 415-444.

Walsham, G., & Sahay, S., (1999), "GIS for district-level administration in India: Problems and opportunities", *MIS Quarterly*, Vol.23, N°1, p. 39-65.

Whitehead, A.N., (2004), *Modes de pensées*, Paris.

Winter, M., Smith, C., Cooke-Davies, T. & Cicmil, S., (2006a), "The importance of 'process' in Rethinking Project Management: The story of a UK Government-funded research network", *International Journal of Project Management*, Vol.24, N°8, p. 650-662.

Winter, M., Smith, C., Morris, P., & Cicmil, S., (2006b), "Directions for future research in project management: The main findings of a UK government-funded research network", *International Journal of Project Management*, Vol.24, N°8, p. 638-649.

Yin, R.K., (1994), *Case Study Research: Design and Methods*, 2nd Edition, Applied Social Research Methods Series, vol. 5, Sage Publications, London.

Annexes

Annexe A : Première élaboration des « codes ouverts »

<i>Codes in vivo</i>	<i>Sous-Catégories</i>	<i>Degré - dimension</i>
TECHNOLOGIE (TECHNO)	Sa forme	Clé en main/intégrée
	Ses composants	Modulaires
	Sa maturité	Technologie expérimentée / technologie à concevoir
	Son expérience	Faiblement/fortement expérimentée
	Son interopérabilité	Faible/forte
	Son évolutivité	Faible/forte
ACTEURS DU PROJET (ACT PROJ)	Porteurs de projet Gouvernance partagée	Nouvelle/éprouvée
	Les développeurs/intégrateurs	Partenaire/prestataire (fournisseur)
	Les exploiters	
	Les usagers pilotes	Satisfaction/non satisfaction Motivation faible/forte
	Les acteurs du rectorat	Les conseillers TICE
	Les administrateurs	Rectorat ou collectivité
	Les formateurs	Rectorat ou collectivité
ACTEURS PERIPHERIQ. (ACT PERIPH)	MEN	Recommandations -préconisations
	CDC	Financement - suivi
ACTEURS EXTERIES (ACT EXT)	Acteurs en lien avec les prestataires privés	(éditeurs de logiciels...)
	Les porteurs des autres projets	Rectorat-collectivité
	Acteurs en lien avec les porteurs de projet	(les assistants à maîtrise d'ouvrage, les autres offreurs de solution ENT)
ORGANISATION DU PROJET (ORG PROJ)	Objet du projet	Expérimentation/généralisation
	Coordination	Hierarchique – partenariale Maîtrise d'ouvrage-maîtrise d'œuvre / partenaires Autonomie : forte -faible
	Formation du collectif	Alliance éprouvée – alliance nouvelle
	Responsabilité des PP	Forte– faible
	Leader du projet	Chef de projet unique - multiples
	Statut des usagers	Testeurs-membres comité de pilotage
	Lancement	Volet 1 – volet 2
	Diagnostic	Identification des besoins Formulation des motifs d'intégration du PP ⁴

⁴ PP : Prestataire Privée

	Cadrage	Coordination - négociation
	Développement	Adaptation et évolution / réalisation évolution
	Prise de décision de généralisation	Pas d'évaluation
	Difficultés	Tensions conflits
CONTEXTE DES PROJETS (CONTEX)	La reconnaissance nationale	Labellisée ou non
	La nature du projet	Par convention/par appel d'offres
	Environnement technologique	Mature- peu développé
STRATEGIES DES ACTEURS (STRAT PP)	Stratégie de déploiement	Stratégie d'intégration/stratégie clé en mains
	Stratégie au cœur du projet	Industrialisation/ accompagnement
OBJECTIFS (OBJECT)	Des prestataires privés	Stabilité dans le projet
	Des porteurs de projet vis-à-vis des prestataires	Industrialiser et diffuser/développer et intégrer Besoins de fonds – recherche de compétences
	Des porteurs sur la technologie	Favoriser la communication Limiter l'échec scolaire

Annexe B : Matrice de codage pour la cartographie des groupes d'acteurs

<i>Groups actors Features</i>	<i>The Local Government (LG)</i>	<i>French Ministry of National Education</i>	<i>The university in the Department</i>	<i>The users in experimentation in the Department</i>	<i>The company of engineering Centile</i>	<i>The Pupitre Virtuel</i>	<i>The private society ERI</i>
<i>Aims in the project (OBJ-Proj)</i>	Generalize IT's use on the national territory and industrialize it to ensure a large numbers of users, have return on investment	Develop and establish the ENT in all the French schools by 2010.	Improve IT and pedagogy	Participation on the experimentation in order to improve learning	Improve the technology	Let be improved and tested	Rentability of its investissements on the project by its generalization
<i>Statue in the project (STAT-PROJ)</i>	Project Manager in the local project	Coordinator in the global project	Research/development and exploitation license of the technology in universities	Responsible of pedagogy	Engineering and development of the IT	Numerical plateforme in test and industrialisation	Responsible of commercial and technical development of the technology
<i>Activity in the project (ACTV-PROJ)</i>	Planification and execution of time, cost and resources	Supervise local project and helps project management by recommendations Put label on the project	Follow experimentations and research on this them Creation of a foundation of the usages of this IT Exploitation of the IT in universities	Test and evaluate the technology Approve /disapprove concepts	Technical Developments of the technology	Access to students to their numerical content	Order technical and commercial development to Centile Research and supervise new markets and experimentation outside the Department
<i>Intermediaries produced (INTERMED)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Founds necessary for IT development • A person manages local experimentations in the Department 	<ul style="list-style-type: none"> • Recommendations from the choices of the software, the functionalities or project • Management • Label for good projects 	<ul style="list-style-type: none"> • Research papers • Analyses 	<ul style="list-style-type: none"> • Returns on problems during Technology usages 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilization guide and frameworks • Technical developments of the IT and functionalities 	<ul style="list-style-type: none"> • Fonctionement and dysfonctionements 	<ul style="list-style-type: none"> • Order to Centile • Analyze of functionalities
<i>Poles</i>	Financial pole	Institution	Scientific pole	Market pole	Technical developments pole	Technological pole	Commercial pole

Annexe C : Matrice d'adjacence pour l'identification des liens entre les groupes

	Groupe d'acteurs A	Groupe d'acteurs B	Groupe d'acteurs n
Groupe d'acteurs A		1+1	
Groupe d'acteurs B	1+1		
Groupe d'acteurs n			