



**HAL**  
open science

## **Modélisation sociotechnique pour soutenir la réflexivité sur le travail des données et les écologies d'artefact**

Matthieu Tixier, Clément Cormi, Khuloud Abou Amsha, Myriam Lewkowicz

### ► **To cite this version:**

Matthieu Tixier, Clément Cormi, Khuloud Abou Amsha, Myriam Lewkowicz. Modélisation sociotechnique pour soutenir la réflexivité sur le travail des données et les écologies d'artefact. Technological Systems, Sustainability and Safety Conference (TS3), Université de Technologie de Compiègne [UTC], UTT, UTBM,UTTPO, Oct 2025, Paris, France. <hal-05384806>

**HAL Id: hal-05384806**

**<https://hal.science/hal-05384806v1>**

Submitted on 27 Nov 2025

**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.



HAL Authorization



# Modélisation sociotechnique pour soutenir la réflexivité sur le travail des données et les écologies d'artefact

Clément Cormi<sup>1</sup>, Khuloud Abou Amsha<sup>2</sup>, Matthieu Tixier<sup>2</sup>, Myriam Lewkowicz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agence de programmes de recherche en santé, Inserm, Paris, France

<sup>2</sup> Université de Technologie de Troyes, LIST3N, Troyes, France

prénom.nom@utt.fr

*Abstract - Les modèles conceptuels sont un appui pour la réflexivité et mettre en visibilité les aspects techniques et sociaux dans les projets logiciels. À travers l'examen de méthodes de modélisation sociotechnique en CSCW et la critique des limites de UML pour capturer les aspects sociotechniques, nous proposons une extension des diagrammes de composants UML, appelée MADRAE, qui vise à rendre visible les notions de travail des données et d'écologies d'artefacts. Cette forme de modélisation sociotechnique trouve sa pertinence tant dans une démarche d'analyse que dans une visée générative afin de reconcevoir une écologie d'artefacts et ainsi que le travail des données.*

**Keywords:** modélisation, travail des données, écologies d'artefacts.

## I. INTRODUCTION

Dans le contexte du génie logiciel, la modélisation sociotechnique émerge comme une approche pertinente, associant les dimensions sociales, techniques, et organisationnelles du travail. Les recherches en CSCW (Computer-Supported Cooperative Work) ont proposé des méthodes de modélisation qui embrassent cette complexité pour la conception d'outils numériques alignés sur les besoins des utilisateurs. Malgré leur potentiel, ces approches n'ont pas été largement adoptées en génie logiciel et dans l'industrie, contrairement à UML (Unified Modeling Language). UML, malgré sa prévalence et son utilité pour la conception et la documentation de systèmes logiciels, fait face à des critiques concernant sa complexité et son incapacité à saisir pleinement les aspects sociotechniques [14, 20].

Notre approche propose d'enrichir des modèles de conception en Informatique à l'appui de résultats de recherches de terrain en CSCW. Nous cherchons à améliorer la prise en compte des pratiques de travail dans l'analyse et la conception

logicielle en particulier en nous appuyant sur les concepts d'écologies d'artefacts [18] et de travail des données [5]. Nous présentons MADRAE (Modeling for Analysis and Design in Regulated Artifacts Ecologies), une extension du diagramme de composants UML [9].

Cette forme de modélisation sociotechnique trouve sa pertinence tant dans une démarche d'analyse que dans une visée générative [12] afin de construire des propositions pour reconcevoir une écologie d'artefacts et ainsi que le travail des données qui s'y déroule. Cette dimension de réflexivité est un aspect central d'une approche de conception orientée milieux [25].

## II. POUR DES SYSTEMES NUMERIQUES EN SOUTIEN AU TRAVAIL COOPERATIF

### A. Modélisation sociotechnique et genie logiciel

La modélisation joue un rôle crucial dans la conception d'outils numériques [21]. L'utilisation d'approches de modélisation appropriées peut permettre de prendre en compte les aspects sociaux, techniques et organisationnels complexes et interdépendants du travail [19]. La recherche en CSCW a étudié et proposé diverses approches de modélisation qui prennent en compte le caractère socio-technique du travail numérique et aident les concepteurs à comprendre les pratiques des utilisateurs et à créer des outils numériques qui soutiennent ces pratiques [11, 16].

UML est un langage graphique largement utilisé dans l'industrie du développement logiciel pour visualiser, spécifier, construire et documenter les systèmes logiciels. Il a été défini dans les années 1990 pour unifier les trois langages existants pour la modélisation orientée objet, développés auparavant par Grady Booch, Ivar Jacobson et James Rumbaugh,



respectivement. Malgré sa large diffusion, UML reste controversé [14] et est parfois présenté comme inutilement compliqué et paradoxalement imprécis [20]. En outre, il se concentre principalement sur les aspects techniques des systèmes, traduisant difficilement les phénomènes socio-techniques [15]. UML rend difficile l'accès aux aspects situés et nuancés des usages des logiciels, tels que la coopération entre les utilisateurs [24].

Notre approche vise à traduire dans des outils et pratiques actuels de l'ingénierie logicielle des concepts et résultats de recherche en analyse du travail coopératif et CSCW. Nous proposons une extension du diagramme de composants UML qui permet de rendre compte des notions d'écologies d'artefacts [18] et de travail des données afin de les incorporer dans la conception logicielle [5]. Nous illustrons cette approche à partir d'exemples issus d'un cas d'étude de projet de télémédecine.

### B. Les écologies d'artefacts

Que ce soit pour travailler, communiquer ou jouer, chacun crée et travaille dans un environnement numérique composé de logiciel et de terminaux, son écologie d'artefacts, c'est-à-dire « l'ensemble des artefacts physiques qu'une personne possède et qui permet un certain niveau d'interactivité entre eux grâce aux technologies numériques » [18]. Limiter l'étude au seul composants "physiques" prive les concepteurs et chercheurs d'une partie de la réalité de l'environnement numérique des acteurs. Le concept d'écologie d'artefacts a par la suite été étendu à l'ensemble des logiciels, terminaux en usages [3, 22]. Larsen-Ledet et ses collègues [22] montrent, par exemple, que lors d'une tâche d'écriture collaborative, les écologies d'artefacts individuelles des co-auteurs se chevauchent partiellement pour former une écologie alignée d'artefacts. Les auteurs décrivent comment les acteurs rassemblent et construisent leurs écologies d'artefacts individuelles pour soutenir leurs pratiques d'écriture, dont certaines sont collaboratives.

Bødker et collègues [3] soulignent le dynamisme et l'évolutivité des écologies d'artefacts alignés au fur et à mesure que les activités changent et que de nouveaux besoins apparaissent. Par exemple, au sein d'une organisation peu contrainte, telle qu'une association de bénévoles, l'écologie alignée initiale est principalement constituées des écologies d'artefacts particulières de ses membres. Cependant, au fur et à mesure que l'organisation grandit et se structure, l'écologie évolue pour répondre à de nouveaux besoins. Par exemple,

lorsqu'un service de communication est créé au sein d'une association, l'unique page Facebook créée par les membres fondateurs est remplacée par une newsletter envoyée par MailChimp pour la communication interne, complétée par des comptes Twitter et Instagram pour la communication externe [3].

### C. Le travail des données

Le concept de data work a été défini dans le domaine de la santé pour rendre compte « des activités humaines qui concourent à créer, collecter, gérer, filtrer, analyser, interpréter et communiquer des données » [5]. La notion n'est pas réduite au seul domaine de la santé et une traduction de cette idée en français peut être trouvée dans le terme de travail des données, notamment mobilisé par le sociologue Jérôme Denis dans son enquête sur le sujet [10]. Loin d'être un travail seulement manuel, le travail des données implique souvent l'utilisation des technologies numériques et fait état de pratiques sociotechniques complexes dont il s'agit de ne pas ignorer la composante humaine. Par exemple, [17] décrivent le travail manuel de traduction et de compilation de données provenant de différentes sources dans le cadre du suivi oncologique et de la surveillance à distance des patients. De même, [13] soulignent comment les infirmières d'un hôpital suédois qui suivent les utilisateurs d'appareils de télésurveillance identifient les données pertinentes et cliniquement utiles, et collaborent avec les patients pour les collecter.

Le travail des données peut parfois être perçu comme un fardeau en raison de son ampleur - jusqu'à 50 % du temps de travail d'un médecin, selon [1]. Une revue de la littérature réalisée par [6] a caractérisé les différentes formes de saisie de données dans le domaine de la Santé en distinguant les données répliquées, dupliquées, complémentaires et supplémentaires. Leurs travaux montrent que la duplication des données (c'est-à-dire le fait de mettre les mêmes données dans différents artefacts) a des effets négatifs, augmentant le risque d'erreurs d'interprétation et d'inconsistances. Ils montrent également que le poids des redondances est, d'une part, plus important lorsqu'elles servent des objectifs non cliniques tels que des besoins d'organisation ou de surveillance et d'autre part, que les redondances peuvent favoriser la collaboration entre les professionnels de santé en améliorant la transmission d'informations pertinentes [7].

## III. MADRAE : PRINCIPES DE MODELISATION ET NOTATION

Nous cherchons à rendre les écologies d'artefacts et le travail des données visibles pour les concepteurs et les prescripteurs de systèmes soutenant les pratiques coopératives. Nous proposons MADRAE, une extension du diagramme de composants UML, qui permet de décrire des écologies d'artefacts et de mettre en visibilité le travail des données impliqué pour les faire fonctionner.

Comme illustré dans notre exemple, le diagramme de composants est un outil clé pour exposer les problèmes d'interopérabilité. Lorsque les interfaces fournies et requises correspondent, comme dans la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** les composants sont interopérables dans le cadre des interfaces qu'ils utilisent.

### A. Le diagramme des composants d'UML

Le diagramme de composants UML représente de façon statique les composants d'un système logiciel et leurs interactions possibles. Contrairement aux diagrammes comportementaux, il ne présente pas de dimension temporelle. Il se concentre sur deux éléments principaux :

- Les composants, qui sont des modules logiciels avec des exigences précises pouvant être échangés s'ils partagent les mêmes interfaces
- Les interfaces, qui établissent un contrat pour les opérations entre composants. Ces interfaces mettent en lumière des dépendances, et facilitent l'identification des relations entre les composants, aidant à comprendre les fonctionnalités fournies et requises.

Par exemple, Figure 1 illustre une version simplifiée du composant de planification TCSchedule du logiciel de téléconsultation, interagissant avec le système de planification HISPlanning. L'interface IAppointment révèle que TCSchedule offre l'opération exportSchedule(), permettant à HISPlanning d'accéder aux données de rendez-vous pour se maintenir à jour, indiquant ainsi une dépendance de HISPlanning envers TCSchedule. Le connecteur, en forme de lollipop, indique le rôle de fournisseur ou de consommateur des opérations. Nous illustrons cette approche à l'appui de notre cas étude sur la téléconsultation.

### B. Extension du diagramme de composant avec MADRAE

#### 1) Modélisation d'une écologie alignée d'artefacts et d'organisations

MADRAE adopte les primitives du diagramme de composants UML, tout en élargissant leur application pour inclure tous les artefacts utilisés par les participants. Cette approche permet de:

- représenter chaque logiciel au sein de l'écologie des artefacts comme un composant distinct ;
- utiliser les interfaces requises et fournies pour cartographier les échanges d'informations automatisés, renforçant l'intégration avec d'autres types de diagrammes UML, tels que le diagramme de classes ;
- rendre compte des frontières organisationnelles en appliquant la notation UML de paquetage qui permet de spécifier clairement la localisation des composants dans des organisations, comme illustré dans la Figure 2.

Cette méthode enrichit la modélisation en capturant non seulement les aspects techniques mais aussi les aspects inter-organisationnelles, offrant ainsi une vue d'ensemble de l'écologie des artefacts en jeu.

#### 2) Représentation du travail des données

L'intervention humaine joue un rôle clé dans l'orchestration des artefacts au sein d'une écologie d'artefacts. Pour illustrer ce travail des données, nous étendons la notation des interfaces pour indiquer l'implication des humains dans les transferts d'informations entre composants. Lorsque l'échange d'informations exige une action humaine, nous le symbolisons par une dépendance entre le composant concerné et un rôle UML spécifique (figure 2). De même, quand un utilisateur requiert des données ou une action d'un composant, une dépendance du rôle vers le composant est indiquée.

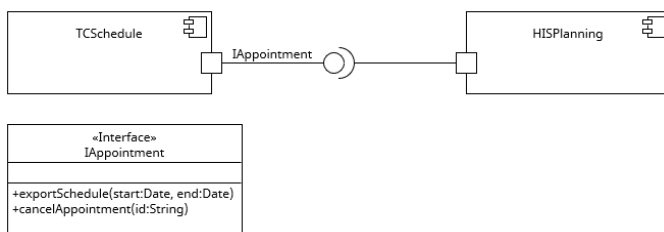


Figure 1. En haut : un diagramme de composants représentant l'interopérabilité de deux composants par rapport à l'interface IAppointment / En bas : une vue détaillée de la définition de l'interface IAppointment

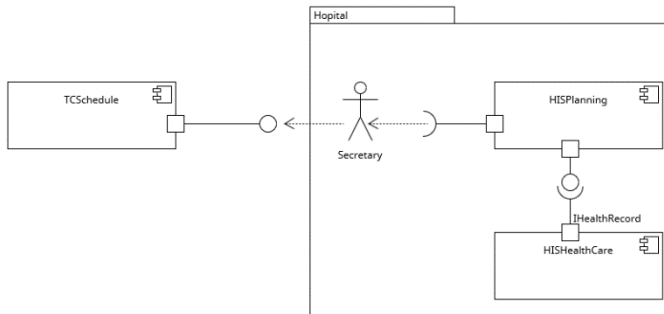


Figure 2. Un diagramme de composants MADRAE mettant en évidence la dépendance du logiciel HISPlanning vis-à-vis de l'acteur Secretary pour obtenir des informations actualisées sur les rendez-vous de téléconsultation à partir de TCSchedule. Il est à noter que ce travail des données peut coexister avec la représentation de composants interopérables, comme le cas de HISHealthCare

La Figure 2 montre une situation que nous avons observée où une secrétaire doit copier manuellement les rendez-vous enregistrés dans TCSchedule dans le composant de planification du système d'information hospitalier (SIH) HISPlanning. Les relations classiques entre les interfaces requises et fournies sont représentées afin d'illustrer les dépendances interopérables (par exemple, IHealthRecord).

Le fait de reconnaître qu'un composant logiciel dépend de connaissances humaines contraste avec l'utilisation et la représentation actuelles d'UML, qui traite rarement des acteurs humains. Par conséquent, souligner la part du travail humain dans le système sociotechnique en le rendant visible est un aspect essentiel de MADRAE.

### 3) Combinaison avec d'autres documents de conception

MADRAE peut être combiné à d'autres formes de spécifications logicielles de la même manière qu'UML permet la cohabitation de plusieurs vues dans un modèle. En particulier, les identifiants des éléments du modèle, tels que les interfaces ou les noms des composants, peuvent servir de référence pour ajouter des mémos de travail sur le terrain, des scénarios, des diagrammes de flux de travail ou des maquettes d'interface qui décrivent ou définissent l'interaction entre les acteurs et le composant. Figure 3 illustre ce type d'utilisation.

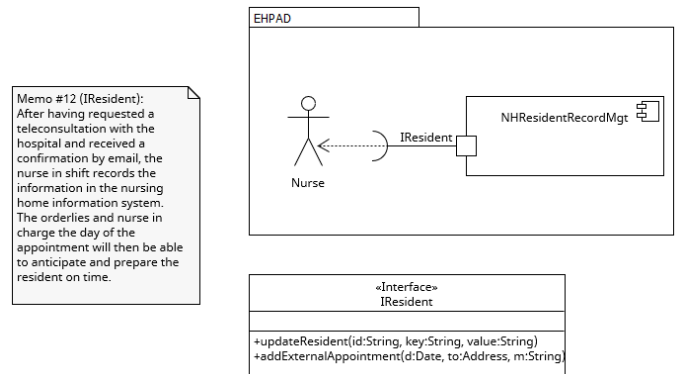


Figure 3. Le diagramme de composants étendu MADRAE peut être utilisé en combinaison avec d'autres documents de conception ou de terrain, ici un mémo.

Les extensions du diagramme de composants MADRAE peuvent être dessinées à l'aide de la plupart des solutions de diagramme UML actuelles. Par exemple, nous avons utilisé UMLetino [2] et LucidChart pour nos modèles.

## IV. DISCUSSION : L'ENQUETE ET LA MODELISATION COMME SUPPORT A LA REFLEXIVITE

Notre approche part du défi de transférer les résultats riches et nuancés de notre étude de terrain sur les pratiques de téléconsultation aux ingénieurs logiciel et aux gestionnaires de systèmes d'information. Sur la base de notre étude de cas en télémedecine, nous soulignons l'importance d'une meilleure prise en compte des écologies d'artefacts [3, 18] et du travail des données [4]. Nous avons proposé MADRAE comme une extension du diagramme de composants UML qui prend en charge l'analyse d'une écologie d'artefacts alignée existante à l'échelle d'une pratique collaborative. MADRAE peut être utilisé pour l'analyse et permet de générer des propositions de conception et d'architecture à mettre en discussion avec les praticiens des SI.

MADRAE permet de mettre en évidence les cas où le travail des données a lieu, ce qui permet de réfléchir aux cas où il est nécessaire et ceux où l'interopérabilité devrait être envisagée. Par exemple, le travail des données n'est pas pertinent lorsqu'il s'agit de dupliquer des données du système de planification hospitalière vers le système de téléconsultation, surtout si l'on considère qu'il peut augmenter le risque d'erreurs et qu'il est fastidieux [7]. Ainsi, MADRAE prolonge le travail de Cabitza et de ses collègues [6, 7], car il aide à penser où se trouve le travail des données qualifié et non automatisable, en d'autres termes, où les humains sont nécessaires. Notre approche a le potentiel d'inciter les professionnels de la conception et des SI

à mieux en tenir compte et à envisager des alternatives à l'interopérabilité automatisée lorsque cela est pertinent.

Plus largement, cette forme de modélisation sociotechnique trouve sa pertinence tant dans une démarche d'analyse pour restituer une enquête de terrain que dans une visée générative [12] afin de proposer de reconcevoir une écologie d'artefacts et ainsi que travail des données. Cette dimension de réflexivité est un aspect central d'une approche de conception orientée milieux [25].

#### REFERENCES

- [1] Arndt, B. G., Beasley, J. W., Watkinson, M. D., Temte, J. L., Tuan, W.-J., Sinsky, C. A., & Gilchrist, V. J. (2017). Tethered to the EHR: Primary Care Physician Workload Assessment Using EHR Event Log Data and Time-Motion Observations. *Annals of Family Medicine*, 15(5), 419–426
- [2] Auer, M., Tschurtsenthaler, T. & Biffel, S. (2003, September). A flyweight uml modelling tool for software development in heterogeneous environments. In *2003 Proceedings 29th Euromicro Conference* (pp. 267–272). IEEE.
- [3] Bødker, S., Korsgaard, H., & Saad-Sulonen, J. (2016). A Farmer, a Place and at least 20 Members- The Development of Artifact Ecologies in Volunteer-based Communities. *Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing - CSCW '16*, 1140–1154
- [4] Bonde, M., Bossen, C., & Danholt, P. (2019). Data-work and friction: Investigating the practices of repurposing healthcare data. *Health Informatics Journal*, 25(3), 558–566.
- [5] Bossen, C., Pine, K. H., Cabitza, F., Ellingsen, G., & Piras, E. M. (2019). Data work in healthcare: An Introduction. *Health Informatics Journal*, 25(3), 465–474.
- [6] Cabitza, F., Ellingsen, G., Locoro, A., & Simone, C. (2019). Repetita iuvant: Discovering and supporting redundancy in health information technology. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 28, 61–94.
- [7] Cabitza, F., Locoro, A., Alderighi, C., Rasoini, R., Compagnone, D., & Berjano, P. (2019). The elephant in the record: On the multiplicity of data recording work. *Health Informatics Journal*, 25(3), 475–490.
- [8] Cormi, C., Abou-Amsha, K., Tixier, M., & Lewkowicz, M. (2022). Considering the Artifact Ecology when Supporting the Evolution of Practices – Analyzing the Parallel Journeys of Two Teleconsultation Software in a General Hospital. *PACM on Human Computer Interaction*, 6(2), 17.
- [9] Cormi, Clement; Abou-Amsha, Khuloud; Tixier, Matthieu; Lewkowicz, Myriam (2023): Modeling for Analysis and Design in Regulated Artifacts Ecologies (MADRAE): a Case for Cooperative Practices in Telemedicine. *Proceedings of 21st European Conference on Computer-Supported Cooperative Work*.
- [10] Denis, J. (2018). *Le travail invisible des données*. Presses des Mines.
- [11] Divitini, M., Simone, C., & Schmidt, K. (1996). ABACO: Coordination mechanisms in a multiagent perspective. In *COOP'96. Second International Conference on the Design of Cooperative Systems* 103–122.
- [12] Gentes, A. (2017). *In-Discipline of Design*. Dordrecht: Springer.
- [13] Grisot, M., Moltubakk Kempton, A., Hagen, L., & Aanestad, M. (2019). Data-work for personalized care: Examining nurses' practices in remote monitoring of chronic patients. *Health Informatics Journal*, 25(3), 608–616.
- [14] Grossman, M., Aronson, J. E., & McCarthy, R. V. (2005). Does UML make the grade? Insights from the software development community. *Information and Software Technology*, 47(6), 383–397.
- [15] Herrmann, T., Hoffmann, M., Kunau, G., & Loser, K.-U. (2004). A modelling method for the development of groupware applications as socio-technical systems. *Behaviour & Information Technology*, 23(2), 119–135.
- [16] Herrmann, T., & Loser, K.-U. (1999). Vagueness in models of socio-technical systems. *Behaviour & Information Technology*, 18(5), 313–323.
- [17] Islind, A. S., Lindroth, T., Lundin, J., & Steineck, G. (2019). Shift in translations: Data work with patient-generated health data in clinical practice. *Health Informatics Journal*, 25(3), 577–586.
- [18] Jung, H., Stolterman, E., Ryan, W., Thompson, T., & Siegel, M. (2008). Toward a framework for ecologies of artifacts: How are digital artifacts interconnected within a personal life? *Proceedings of the 5th Nordic Conference on HCI - NordiCHI '08*, 201.
- [19] Kautz, O., Roth, A., & Rumpe, B. (2018). Achievements, Failures, and the Future of Model-Based Software Engineering. In V. Gruhn & R. Strierner (Eds.), *The Essence of Software Engineering* (pp. 221–236). Springer International Publishing.
- [20] Kobryn, C. (2002). Will UML 2.0 be agile or awkward? *Communications of the ACM*, 45(1), 107–110.
- [21] Kramer, J. (2007). Is abstraction the key to computing? *Communications of the ACM*, 50(4), 36–42.
- [22] Larsen-Ledet, I., Korsgaard, H., & Bødker, S. (2020). Collaborative Writing Across Multiple Artifact Ecologies. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–14.
- [23] Lewkowicz, M., & Liron, R. (2019). The Missing “Turn to Practice” in the Digital Transformation of Industry. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 28(3–4), 655–683.
- [24] Suchman, L. A. (1987). *Plans and situated actions: The problem of human-machine communication*. Cambridge university press.
- [25] Triclot, M. (2024). « Milieu » : portrait d'une notion. In *Prendre soin des milieux* (pp. 401–427). Paris: Editions matériologiques.