

THEDRE : TRACEABLE HUMAN EXPERIMENT DESIGN RESEARCH, METHODE DE CONDUITE DE LA RECHERCHE

N. Mandran

Université de Grenoble-Alpes, CNRS, Grenoble INP, LIG, 38000 Grenoble France
Tél : +33 (0)4 57 42 14 34 – Email : nadine.mandran@univ-grenoble-alpes.fr

RESUME :

Cet article présente la méthode de conduite de la recherche en informatique centrée humain : THEDRE.

Cette méthode a comme propriété d'être traçable. Cette traçabilité est garantie par l'utilisation du cycle de Deming (PDCA) et de trois types d'indicateurs : objectifs, activité et production.

THEDRE fournit également des guides pour conduire ce type de recherche ; elle a une vocation de guidage des doctorants.

Elle a été élaborée au cours de 10 années de travail au Laboratoire Informatique de Grenoble (LIG) ce qui a concerné 29 travaux de thèses et 60 expérimentations.

MOTS-CLEFS : informatique centrée humain, conduite de la recherche, paradigme épistémologique, démarche centrée utilisateur, expérimentation, traçabilité, sciences humaines et sociales, production et analyse des données.

ABSTRACT:

THEDRE: TRACEABLE HUMAN EXPERIMENT DESIGN RESEARCH – A METHOD FOR THE RESEARCH

This paper presents a methodology for conducting research in human centered computer science: THEDRE.

This method has the property of being traceable. This traceability is guaranteed by the use of the Deming cycle (PDCA) and three types of indicators: objectives, activity and production.

THEDRE also provides guides for conducting this type of research; it has a vocation of guiding doctoral students.

It was developed during 10 years of work in the Laboratoire Informatique de Grenoble (LIG), which involved 29 thesis works and 60 experiments.

KEYWORDS: human-centered computing, research management, epistemological paradigm, user centered approach, experimentation, traceability, human and social sciences, data production, data analysis.

INTRODUCTION

La conduite de la recherche est un métier d'expertise car d'une part, il fait appel à la connaissance précise d'un domaine et d'autre part, il demande des compétences en méthodologie expérimentale.

Cette **compétence en expérimentation** n'est pas toujours acquise par les jeunes chercheurs et lorsque les étapes expérimentales doivent être conçues, ils sont le plus souvent démunis devant cette tâche. Ce processus expérimental est d'autant plus difficile à mettre en place quand il s'agit d'étudier l'humain et de prendre en compte le contexte dans lequel il vit car il faut mobiliser des techniques des Sciences Humaines et Sociales (SHS).

Nous avons ainsi identifié ce problème au niveau de la **conduite de la recherche en informatique** qui nécessite de faire appel à des utilisateurs pour construire et évaluer une connaissance scientifique. Les

utilisateurs sont les personnes mobilisées par le chercheur pour qu'il construise, par exemple, un modèle de leur activité.

Nous nommerons ce type de **Recherche Informatique Centrée Humain (RICH)**. Depuis 2008, nous avons co-encadrés 29 travaux de doctorats et 6 projets de recherche pour répondre aux problématiques posées en contribuant à l'élaboration des protocoles. Au cours de ces travaux nous avons constaté le **manque de pratique des chercheurs dans la traçabilité** des différentes étapes pour élaborer leurs travaux de recherche.

La traçabilité est importante car elle garantit un certain niveau de répétabilité des résultats dans le domaine de la RICH. Cette notion de traçabilité de la recherche correspond à la **capitalisation des actions faites**, des données et des documents produits et des résultats obtenus. Selon le Larousse, l'action de capitaliser consiste à « *accumuler quelque chose pour en tirer profit ensuite* ».

La capitalisation n'est donc pas une simple fonction d'archivage, mais contient un ensemble de fonction : **mémorisation, accessibilité, disponibilité, pertinence et réutilisation** pour pouvoir être pour en tirer des avantages et de nouvelles capacités.

La méthode **THEDRE** (Traceable Human Experiment Design REsearch) que nous présentons tente de répondre à ce problème. Elle s'ancre dans une démarche **d'amélioration continue** (DAC), offre des outils de **guidage** et des **indicateurs de suivi** du processus.

Tout d'abord, nous allons définir les caractéristiques de la **RICH** et la positionner en tant que science de l'artificiel [1].

Ensuite, nous étudierons comment les méthodes de conduite de la recherche utilisées en RICH aborde le problème de la traçabilité.

Nous exposerons les fondements de la méthode THEDRE, la syntaxe graphique pour la représenter et une de ses instanciations.

Enfin, nous concluons sur les pistes d'évolutions de THEDRE.

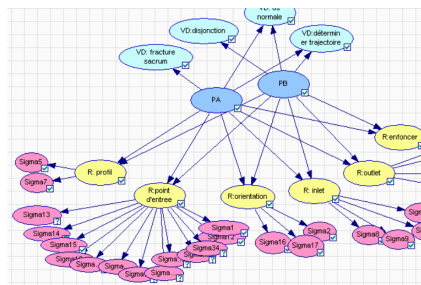
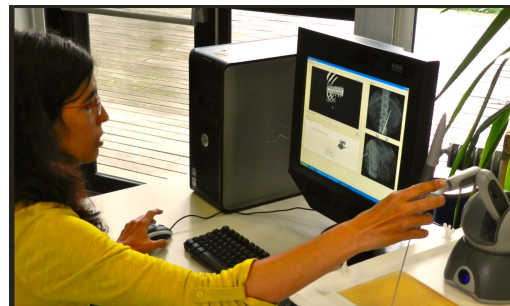


Figure 2 - le réseau des conceptions

Connaissance scientifique : Réseau bayésien



Outil activable : Simulateur avec bras haptique

Figure 1 : Simulateur pour l'apprentissage de la chirurgie percutanée : connaissance scientifique et outil activable (ANR TELEOS)

Ainsi, la **connaissance scientifique** dans le cadre de la RICH représente la production de la recherche. Elle se construit sur la base de connaissances passées. La construction de nouvelles connaissances apporte une valeur ajoutée aux connaissances scientifiques précédentes. Cette valeur ajoutée sera évaluée lors des phases d'expérimentations.

L'**outil activable** représente la connaissance scientifique dans une forme utilisable par l'utilisateur. L'outil activable est le **média entre l'utilisateur et la connaissance scientifique**. Concrètement, il peut s'agir d'une maquette papier pour observer les premières réactions d'un utilisateur ou d'une application informatique en version bêta que le chercheur souhaite améliorer. Lors des expérimentations, l'outil activable est construit, amélioré et évalué.

Pour illustrer ces termes nous prenons appui sur une recherche conduite dans le cadre du projet ANR

I RECHERCHE EN INFORMATIQUE CENTREE HUMAIN (RICH)

La caractéristique fondamentale de la **Recherche en Informatique Centrée Humain (RICH)** est son objectif dual. Il s'agit d'une part de produire de la **connaissance scientifique** et d'autre part des **outils** pour accompagner l'activité humaine.

Ces deux productions sont totalement **entrelacées et interdépendantes**. Ainsi, une expertise métier peut être modélisée par un langage (p.ex., un réseau bayésien) ; le modèle en résultant contribue à la conception d'une application informatique (p.ex. un simulateur). Le langage est une connaissance scientifique. L'application informatique est un outil dans le sens où l'utilisateur va pouvoir l'utiliser pour réaliser une activité.

L'outil est dépendant de la connaissance scientifique produite ; son utilisation par des utilisateurs peut être un générateur de nouvelles connaissances scientifiques.

TELEOS [2] dont l'objectif était la création d'un simulateur pour l'apprentissage de la chirurgie percutanée des vertèbres par des internes (Figure 1).

La connaissance scientifique produite était le modèle de connaissances des chirurgiens experts formalisé à l'aide d'un réseau bayésien et l'outil activable était le simulateur qui comprenait plusieurs composants activables : une interface, un ensemble de fonctionnalités et un bras haptique.

Les autres caractéristiques de la RICH sont :

1. La nécessité d'intégrer l'utilisateur et son contexte à certaines étapes pour construire ou évaluer l'objet,
2. La nécessité de construire un outil pour que des tests puissent être conduits avec l'utilisateur,
3. Procéder de manière itérative dans cette construction afin de faire évoluer l'outil et la contribution de recherche.

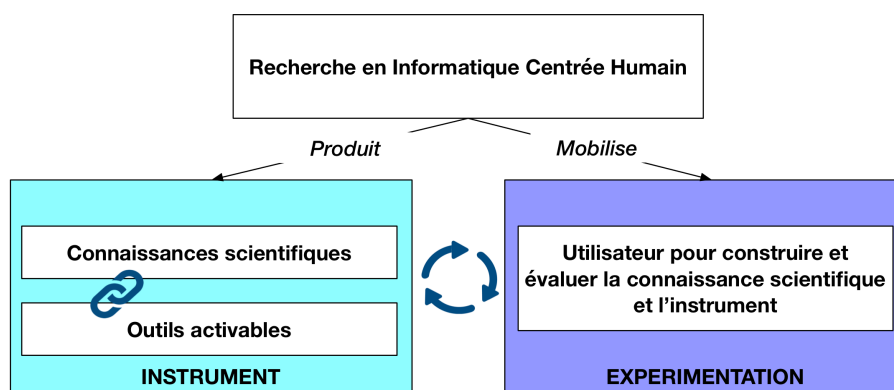


Figure 2 : Caractéristiques de la Recherche en Informatique Centrée Humain : composée de connaissances scientifiques liées à un outil activable (symbole lien) et construite par itérations successives (symbole boucle)

En conclusion, nous caractérisons la RICH par une recherche dont l'objectif est de produire un instrument qui comporte de la connaissance scientifique et un outil activable.

Pour élaborer ces outils, **les utilisateurs sont intégrés dans le processus de recherche**. Pour mobiliser les utilisateurs dans le processus de recherche, des expérimentations sont conduites pour produire des données. L'analyse de ces dernières fera évoluer la connaissance scientifique et l'outil activable.

La RICH est donc une recherche dont l'instrument est composé de connaissances scientifiques et d'outils activables (symbole du lien, figure 2).

Le chercheur mobilise des utilisateurs lors d'expérimentations itératives (symbole du cycle sur le schéma figure 2) pour construire et évaluer la connaissance scientifique et l'outil activable.

L'outil activable est créé par le chercheur à partir de **l'observation de l'humain** ; cet outil activable permettant en retour de comprendre l'humain et d'enrichir la connaissance scientifique.

Cette dualité est le propre des **sciences de l'artificiel** [1].

Pour aborder le problème de la traçabilité en RICH, nous allons maintenant étudier comment des méthodes de conduite de la recherche utilisées en RICH se préoccupent de la traçabilité du processus.

2 ETAT DE L'ART SUR LES METHODES DE CONDUITE DE LA RECHERCHE

Notre état de l'art concerne les méthodes de conduite de la recherche. Par méthode de conduite de la recherche, nous entendons le processus global qui conduit à la production de connaissances scientifiques.

En règle générale, il est initié par un bilan de l'état de l'art d'un domaine, suivi de la définition d'une problématique, puis par la construction d'une connaissance scientifique pour répondre à ce problème et se termine par l'évaluation de cette contribution.

Nos travaux se préoccupent des recherches, où un outil activable supporte la connaissance scientifique, c'est pourquoi notre état de l'art porte sur des méthodes de conduite de la recherche qui ont pour objectif de produire à la fois une connaissance scientifique et un outil activable et qui intègrent l'humain et son contexte à un moment du processus de recherche ou tout au long de celui-ci.

Nous avons identifié trois grandes classes de méthode de conduite de la recherche employées dans trois des domaines de la RICH ayant plusieurs variantes :

- **Le Design Based Research (DBR)** : utilisé par les recherches en sciences de l'éducation et par la recherche en informatique pour conceptualiser des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain (EIAH),
- La recherche action et sa déclinaison dans **l'Action Design Research (ADR)** employée dans les recherches en Génie Logiciel (GL) et en Système d'Information (SI),
- Le **Design Science (DS)** utilisé par les recherches en Système d'Information (SI)

Nous analyserons ces méthodes selon deux critères :

1. Comme nous nous intéressons à tracer un processus de conduite de la recherche, pour organiser les différentes étapes du travail, nous analyserons si ces méthodes décrivent un **processus opérationnel**.
2. Le deuxième critère porte sur la traçabilité du processus de recherche et les indicateurs de suivi du processus, nous analyserons les **outils de traçabilité et de qualité** des données mis en place par ces méthodes.

2.1 DESIGN BASED RESEARCH (DBR)

Cette méthode de conduite de la recherche est utilisée dans des recherches sur les environnements

informatiques pour l'**apprentissage humain** (EIAH). Dans les paragraphes suivants, nous présentons les sept caractéristiques de la DBR.

1. **Pragmatique** : La méthode de conduite de la recherche par la DBR fait progresser les connaissances scientifiques en science de l'éducation et la pratique des enseignants. L'évolution de la théorie est intimement liée aux pratiques et réciproquement. [3].
2. **« Fondée sur le terrain »** («grounded» dans le texte original) : Avant d'initier une recherche de type DBR, le chercheur identifie une théorie à propos de l'apprentissage, réalise une revue de la littérature et choisit un cas d'étude. A partir de ces éléments, il identifie une problématique de recherche. Ce type de recherche est conduit par la théorie au sens de «Theory-driven».
3. **Interactive** : L'interactivité traduit la collaboration qui est au centre de la méthode de conduite de la recherche DBR. En effet, les chercheurs, les enseignants, les élèves et/ou les décideurs travaillent ensemble afin de faire émerger la connaissance scientifique et la mise en œuvre de cette connaissance dans le monde réel. Dans les périodes où la recherche s'accompagne de la conception et du développement d'un EIAH, les concepteurs en informatique et les développeurs sont intégrés dans la recherche.
4. **Itérative** : La DBR est caractérisée par des cycles itératifs. Il s'agit de différentes périodes au cours desquelles des allers-retours entre recherche et terrain vont être réalisés. Elles se déclinent en plusieurs étapes « design, enactment, implementation, analysis and redesign » [4]. Sur ce point, elle s'apparente à de nombreuses méthodes de conception nous citerons la démarche centrée utilisateur [5][6] et les cycles d'ingénierie de type Agile [7]. Ce positionnement indique la nécessité d'avoir un processus pour conduire une recherche.
5. **Flexible** : Au sens de la DBR, la flexibilité est une propriété liée à la problématique de recherche. C'est la possibilité de faire évoluer la question de recherche à partir des résultats obtenus avec l'analyse des données expérimentales.
6. **Intégrative** : Cette caractéristique indique que la DBR va intégrer différentes méthodes de production et l'analyse des données. Les phases expérimentales sont réalisées en mixant les approches qualitatives et quantitatives. «By using combination of methods, data from multiple sources increase the objectivity, validity and applicability of the on-going research» [3]. Les méthodes de production et d'analyse seront choisies en fonction des nécessités de la recherche.
7. **Contextuelle** : Les promoteurs de la méthode DBR mettent l'accent sur la nécessité de faire le lien entre les résultats de la recherche et les

moyens qui ont supporté la production des données pour aboutir à ces résultats.

La prise en compte du contexte est centrale pour la mise en œuvre d'une méthode DBR. Plusieurs contextes pourront être étudiés ; cette multiplicité de contextes permet de garantir la généralité des résultats et d'augmenter leur niveau de validité des résultats qui est assurée par plusieurs mises à l'épreuve des propositions de recherche dans des contextes différents.

Ces répétitions demandent de suivre correctement les actions qui vont être menées sur le terrain. Shavelson et al. [8] préconisent de documenter le processus de recherche et les changements conduits dans la recherche initiale et de fournir les outils pour appliquer les résultats produits par la recherche. Pour »[3].

La documentation est intéressante pour tracer « l'émergence d'une innovation ou d'une combinaison d'innovations ». Cette propriété fait référence à notre critère de traçabilité de la recherche en RICH (critère n°2).

Par sa caractéristique « contextuelle », la DBR préconise de documenter suffisamment le processus de conduite de la recherche et les résultats. Elle correspond au besoin de traçabilité de la recherche. Les premiers indicateurs de suivi du processus proposés par Collins [9] ne semblent pas avoir été utilisés, ni actualisés. Ces deux propositions, même si elles n'ont pas abouti, montrent la nécessité de tracer le processus de recherche (critère n°2) En revanche, la DBR ne propose pas de processus opérationnel pour guider la démarche de recherche (critère n°1).

2.2 DESIGN SCIENCE (DS)

Le Design Science [10] est décomposé en trois cycles : de **pertinence**, de **rigueur** et de **design**. Ces trois cycles sont un premier moyen de guider la conduite de la recherche et ainsi de disposer d'un processus global.

- **Le cycle de pertinence** apporte l'environnement contextuel lié à la recherche. « Le DS a pour objectif d'améliorer l'environnement visé par le projet de recherche par l'introduction de nouveaux artefacts (i.e. l'outil activable) innovants et des processus pour les construire » [11]. Le cycle de pertinence initie le processus avec un contexte de l'application qui fournit non seulement les points d'entrée de la recherche mais définit également les critères d'acceptation pour l'évaluation finale des résultats de recherche [11]. Les résultats des tests réalisés sur le terrain déterminent si d'autres cycles de pertinence doivent être conduits.
- **Le cycle de rigueur** relie les activités de recherches avec les bases de connaissances des

recherches existantes, des expériences et des expertises. Il fait référence aux savoirs scientifiques : ensemble des théories et des méthodes scientifiques. Le cycle de rigueur fournit des éléments qui vont garantir que la recherche produit une nouvelle connaissance et non pas la nième version d'une application existante. Ce cycle est fondé sur la capacité des chercheurs à savoir sélectionner et appliquer les bonnes méthodes et théories pour construire et évaluer l'artefact.

- **Le cycle de design** concerne la construction de l'artefact, son évaluation, son amélioration pour le raffiner. Ce cycle itère rapidement entre ces trois périodes. Il est central pour le DS. L'objectif de ce cycle est de fournir un artefact proche des besoins définis par les travaux de recherche. D'après K. Peffers et al [12], le DS n'est pas adopté dans la communauté car il n'y a pas de processus pour le mettre en œuvre et qu'il ne représente pas un « modèle mental » pour la recherche. Pour

pallier ce manque, ils proposent un processus découpé en six activités : "identification of problem, goals of solution, design and development, demonstration, evaluation and communication" (figure 3). Le processus proposé est structuré de manière séquentielle. Si l'idée de la recherche est issue d'une recherche précédente ou d'une nouvelle idée, les chercheurs procèdent selon ce processus [12]. Cette proposition est intéressante car elle offre un processus assez détaillé pour suivre la méthode DS ce qui la rend plus opérationnelle.

Le DS propose un premier processus (critère n°1) qui a été raffiné au cours du temps pour préciser la notion de contexte de la recherche dans le cycle de pertinence. Les auteurs distinguent aussi les connaissances scientifiques et l'outil support à ces connaissances. En revanche, ils ne font pas état d'outils pour tracer et documenter le processus (critère n°2).

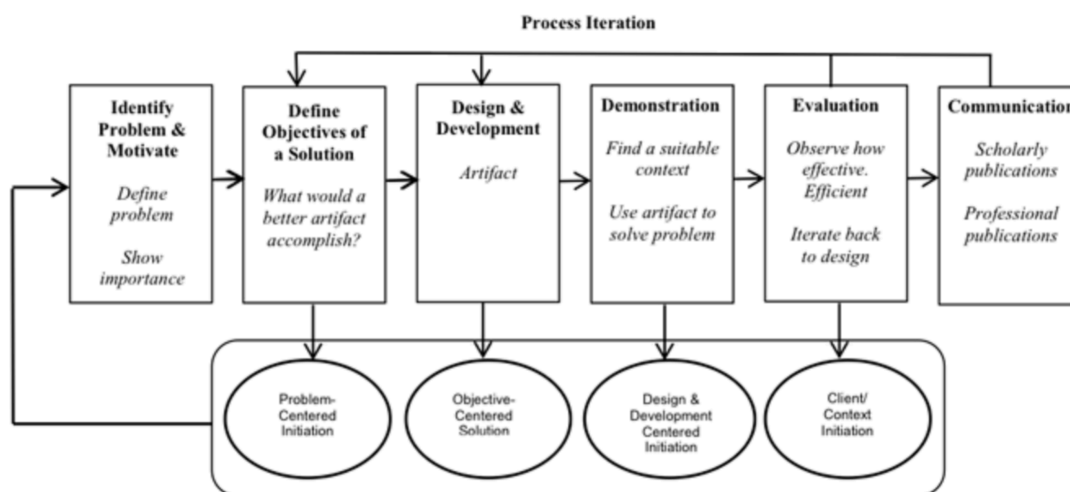


Figure 3 : Processus proposé par [12] pour améliorer le design science proposé par Hevner en 2004.

2.3 ACTION DESIGN RESEARCH (ADR)

Nous étudions dans ce paragraphe la méthode **action design research** utilisée dans les recherches en sciences sociales et en systèmes d'informations.

Hult et Lennung [13] définissent la recherche action comme "Action research assists in practical problem solving, expands scientific knowledge, enhances actor competencies, is performed collaboratively in an immediate situation, uses data feedback in a cyclical process, aims at an increased understanding of a given social situation, is applicable for the understanding of change processes in social systems, and is undertaken within a mutually acceptable ethical ».

Cette méthode de recherche se préoccupe de la **résolution de problème en situation** pour augmenter la connaissance d'une situation donnée.

Les auteurs identifient 5 phases pour construire la recherche :

1. **Diagnostique** : identifier le problème qui nécessite de faire évoluer l'organisation sociale.
2. **Planification** : planifier les actions à conduire pour répondre au problème.
3. **Mise en œuvre des actions** : réaliser des actions planifiées,
4. **Evaluation** : évaluer des résultats mis en œuvre,
5. **Spécifier l'apprentissage pour la recherche** : identifier ce qui a été appris lors de la mise en œuvre des actions.

Cette dernière action est caractérisée de trois manières :

- 1- Soit le changement mis en œuvre a été un succès et de nouvelles connaissances ont été acquises,
- 2- Soit le changement n'est pas un succès mais des nouvelles connaissances ont été acquises sur la manière de résoudre le problème et sur ce qu'il a manqué,
- 3- Malgré le succès ou l'échec la connaissance scientifique a significativement augmentée.

Ces 3 points correspondent à des indicateurs de suivi de l'évolution de la connaissance scientifique. Il s'agit d'un critère de traçabilité du processus, dans le sens

où ce sont des indicateurs de production. Cependant, il semble difficile d'évaluer les avancées et les échecs des travaux de la recherche sans avoir fixé des objectifs au moment de la planification de ces travaux.

Le processus de la recherche action est un **cycle itératif** [24] (figure 4). Ainsi, en fonction des résultats, le cycle peut être répété autant de fois que nécessaire. Jrad et al. [14] cite [15] « *Les objectifs de chaque cycle peuvent être modifiés pour répondre aux exigences du chercheur sur la base des résultats du cycle précédent* ».

Ce dernier point valide le besoin d'itérer pendant ce processus. La recherche action est présentée comme un processus, ce qui corrobore le critère d'avoir un processus général (critère n°1).

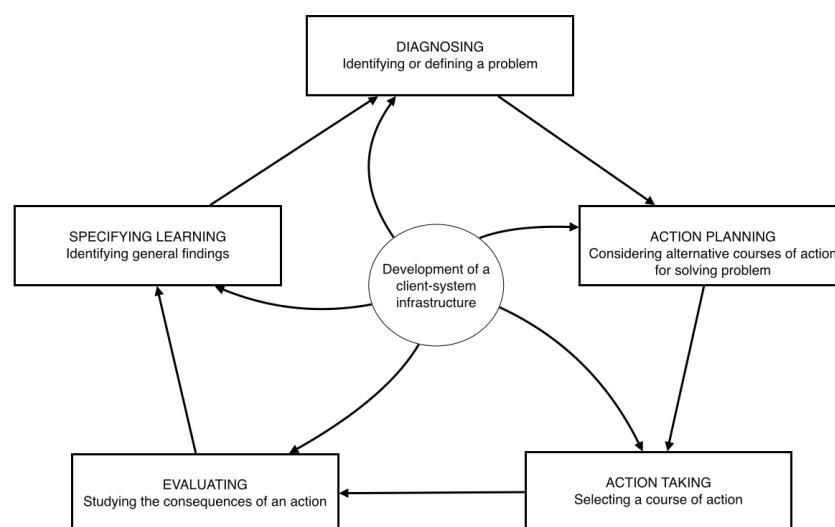


Figure 4 : Cycle action research proposé par De Vries [24]

Depuis les écrits de Hult and Lennung [13] des nouvelles méthodes de conduite de la recherche issues de la recherche action ont été proposées.

Nous nous attarderons sur les travaux de [Sein et al. 2011] qui exposent l'Action Design Research (ADR). Les auteurs décomposent cette méthode en 4 étapes :

1. **Formulation du problème** : « l'élément déclencheur de la première étape est un problème perçu dans la pratique ou anticipé par les chercheurs. Il donne l'impulsion pour la formulation de la question de recherche ».
2. **Building, Intervention and Evaluation (BIE)** : cette étape utilise le cadrage initial du problème et de la théorie identifiée dans l'étape n°1. Ensuite, le processus itératif fait évoluer l'artefact dans un environnement cible. Chaque itération se termine par une évaluation des artefacts et des principes de conception associés. Les itérations s'arrêtent lorsque l'organisation décide d'adopter ou de rejeter l'artefact, et/ou lorsque les contributions des

cycles supplémentaires sont marginales. La méthode ADR met l'accent sur la nécessité d'itérer ce qui est en accord avec notre besoin pour la RICH,

3. **Reflection and Learning** : c'est l'étape dans laquelle à partir du terrain la connaissance scientifique est identifiée,
4. **Formalization of Learning** : l'objectif est de formaliser l'enseignement tiré de la recherche. Les chercheurs décrivent les fonctionnalités de l'artefact informatique et décrivent les résultats organisationnels attendus. Les auteurs ébauchent des indicateurs pour identifier les avancées du travail par rapport à la question de recherche. Ce point peut se rapprocher des indicateurs d'évaluation de la connaissance produite.

La méthode ADR ne corrobore que partiellement nos critères. Au niveau du processus global, il n'est pas vraiment explicité et son opérationnalisation reste réservée à des experts ; il ne semble pas assez détaillé pour être mis en œuvre par des jeunes-chercheurs.

La méthode ADR ne valide pas notre deuxième critère car le processus global et la production des données ne sont pas suivis par des indicateurs.

L'étude des méthodes de conduite de la recherche nous montre que **la traçabilité est une nécessité** et qu'un processus doit accompagner cette démarche.

En revanche, les processus proposés ne sont pas suffisamment détaillés pour être opérationnels et si des indicateurs de suivi de processus ont été proposés ils n'ont pas été réellement utilisés.

Face à ce problème, nous proposons une méthode de conduite de la recherche THEDRE (Traceable Human Experiment Design Research).

3 METHODE DE CONDUITE DE LA RECHERCHE : THEDRE

THEDRE s'ancre dans la démarche d'amélioration continue (DAC) en prenant appui sur le cycle Deming (Référence). Elle décline ce cycle dans un processus découpé en sous-processus, blocs et tâches pour accompagner le chercheur. Elle propose aussi des ensembles d'indicateurs pour tracer ce processus.

3.1 DÉMARCHE D'AMÉLIORATION CONTINUE ET INDICATEURS

La **Démarche d'Amélioration Continue** (DAC) « consiste en un effort continu pour améliorer les produits, les services ou les processus. Ces efforts peuvent viser à apporter des petites améliorations à intervalles réguliers (de façon incrémentale) ou, au contraire, à regrouper toutes les améliorations dans une implémentation globale. » [16].

Concrètement, il s'agit de tracer ce qui est fait tout au long d'un processus, de faire un bilan du processus et de l'améliorer. Pour guider un processus W.A. Sheewart en 1930 propose un premier cycle avec trois étapes « Plan, Study, Act » qui est repris et amélioré par W.E.Deming en 1950.

Le **Cycle de Deming** est un outil pour guider l'amélioration d'un processus [17] (figure 5). Il se décompose en 4 actions :

- **Plan** - Préparer et planifier ce qui va être fait,
- **Do** - Réaliser ce qui a été prévu,
- **Check** - Faire le bilan de ce qui a été réalisé,
- **Act** - Décider de la suite à donner : arrêter le processus ou itérer.

La conduite d'un processus avec ce cycle d'amélioration continue nécessite de disposer d'indicateurs pour connaître les activités réalisées, les productions obtenues et pour identifier si les objectifs fixés dans l'action « Plan » sont atteints. Ce jeu d'indicateurs est utilisé pour prendre une décision dans l'action « Act ».

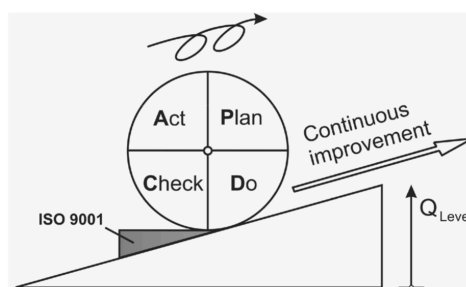


Figure 5 : Roue de Deming : 4 actions et un processus d'amélioration continue [17]

Dans le cadre de la DAC, un indicateur peut se définir comme « un événement, un fait observable, mesurable et déterminé par un calcul qui identifie de façon qualitative ou quantitative une amélioration ou dégradation du comportement du processus ». « L'indicateur qualité réside en une information choisie, associée à un phénomène, destinée à en observer les évolutions au regard d'objectifs qualité » [18].

Pour suivre les processus d'amélioration continue, la norme 9001 version 2015 « Système de Management Qualité – Exigences » préconise d'utiliser des indicateurs de performance. Par exemple, il peut s'agir d'indicateurs de **pilotage** qui guident le processus, d'indicateurs d'**activités** qui rendent compte de l'activité dans le processus ou d'indicateurs de **résultats** qui rendent compte de la réussite ou non du processus. Par exemple, dans le cas d'une société de transport : un indicateur de pilotage est le nombre de camions disponibles pour les livraisons, un indicateur d'activité est le nombre de colis livrés par jour et un indicateur de résultat est le niveau de satisfaction des clients.

La section suivante expose comment nous utilisons le cycle PDCA pour la méthode THEDRE.

3.2 VISION GLOBALE DE THEDRE

Afin de **garantir la qualité des résultats de la recherche et la traçabilité des travaux**, nous avons structuré THEDRE avec le cycle de Deming (Plan-Do-Check-Act).

La traçabilité est assurée d'un part avec un découpage du processus, en sous-processus, en blocs et en tâches et d'autre part avec des indicateurs d'activité, de production et d'objectifs.

Pour notre méthode de conduite de la recherche, nous avons choisi de la qualifier avec des outils de la démarche qualité sans toutefois nous référer à une norme (par exemple le référentiel FD X 50-551) qui aurait pu s'avérer contraignant à ce stade de développement de notre méthode.

Le processus est découpé en cinq sous-processus organisés de manière cyclique et itérative. La figure 6 présente de manière schématique l'organisation des sous-processus. Chacun des sous-processus contribue au sous-processus suivant (flèche en trait plein).

Les cinq sous-processus sont :

1. « **Planification de la recherche** » : élaboration de la question de recherche et proposition d'un outil activable. Ce premier sous-processus repose sur la veille de trois contextes :
 - le **contexte académique** fait référence aux travaux du domaine et aux connaissances antérieures du chercheur. Le chercheur en extrait l'état de l'art du domaine.
 - le **contexte technique** correspond à l'avancée technologique des outils activables. A partir de celui-ci, le chercheur réalise une veille technologique. Même dans le cas d'outil activable statique, une veille technologique peut apporter des éléments pour nourrir la recherche.
 - le **contexte sociétal** correspond à la demande sociale dans laquelle le chercheur souhaite positionner son terrain d'étude. L'utilisateur est issu de ce contexte sociétal.
2. « **Expérimentation** » : conception et mise en œuvre des expérimentations pour construire et évaluer de la connaissance et un outil activable. Ce sous-processus est intégratif dans le sens où il mobilise 3 acteurs de la méthode : chercheur, méthodologue et développeur. LE chercheur pose la problématique. Le méthodologue construit le matériel expérimental à partir des questions de recherche. Le développeur assure le développement de l'outil activable à partir des spécifications du chercheur. L'intégration de l'utilisateur de l'outil est guidée par les « actions » de la démarche centrée utilisateur : explorer, co-construire-évaluer.
3. « **Contrôle** » : vérification des résultats issus du sous-processus « expérimentations » pour qu'ils

soient acceptables afin de construire la connaissance scientifique et l'outil activable.

4. « **Construction et Prise de décision** » : c'est le temps de la construction de la connaissance scientifique, temps où le chercheur confronte ses nouveaux résultats à ceux de la communauté académique et technique. Le chercheur évalue les résultats des expérimentations pour savoir si le travail de recherche et si l'outil activable est suffisamment abouti et novateur pour être communiqué.
5. « **Communication** » : publication des résultats liés à l'instrument de la recherche, dans les contextes académiques, technologiques et sociétales. Ce sous-processus est l'étape finale avant d'itérer sur une nouvelle question de recherche. Ce sous-processus ne sera pas détaillé dans ce document.

Les sous-processus « Planification », « Expérimentation », « Contrôle », « Construction et Prise de Décision » sont conduits plusieurs fois de manière itérative. Le choix d'itérer pour construire et évaluer l'instrument est à la charge du sous-processus « Construction et Prise de Décision ».

3.3 ORGANISATION, DÉCOUPAGE ET TRAÇABILITÉ DANS THEDRE

Notre positionnement dans le cycle PDCA demande de tracer les différentes activités faites tout au long d'un processus et de produire des indicateurs pour suivre la démarche, [19], [20]

Afin de faciliter cette traçabilité, nous avons découpé les sous-processus en blocs et en tâches

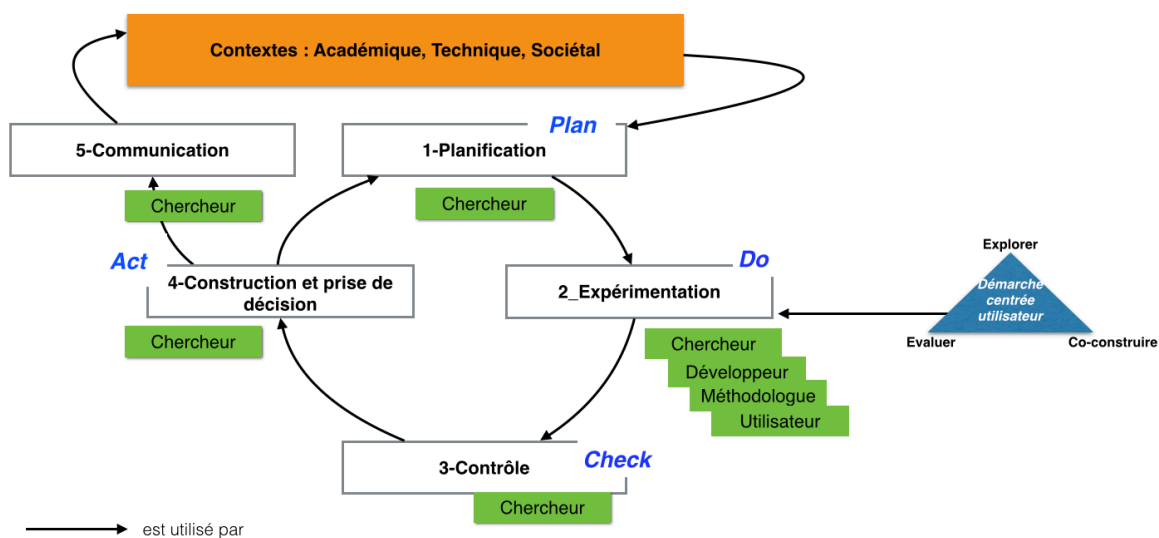


Figure 6 : Méthode THEDRE : contextes, sous-processus, acteurs sur le cycle PDCA

3.3.1 Tâches et Blocs pour tracer les sous-processus

Les **tâches** correspondent aux activités réalisées par un des acteurs internes. Ce foisonnement de tâches peut rendre l'utilisation des indicateurs de traçabilité difficile et conduire inévitablement à leur abandon. Pour répondre à ce problème, nous divisons les sous-processus en blocs pour mieux circonscrire les différents objectifs des sous-processus et proposer une liste d'indicateurs de traçabilité ciblés et restreints.

Le **bloc** découpe le sous-processus. Le découpage en bloc repose sur une unité de cohérence des tâches. Chaque bloc fournit un ensemble de livrables et d'indicateurs. Ainsi, nous associons à chaque bloc un ensemble d'indicateurs.

Les résultats des blocs sont des **livrables** ; l'existence de ces livrables correspond aux indicateurs de production.

Ainsi, le sous-processus « Expérimentation » est divisé en 3 blocs :

1. Concevoir les expérimentations,
2. Créer le matériel expérimental,
3. Produire et analyser les données.

Avec respectivement 4, 9 et 8 indicateurs et un ensemble de livrables (voir le détail figure 8).

Pour améliorer le travail entre les trois acteurs internes, des **guides** sont proposés pour assister le travail dans certains blocs. Ces guides sont des documents conçus par le méthodologue pour guider le processus de conduite de la recherche et le processus expérimental.

3.3.2 Traçabilité et Indicateurs pour la méthode THEDRE

Cette section s'intéresse aux indicateurs pour garantir la traçabilité dans la méthode THEDRE. Les définitions de la traçabilité sont nombreuses. Ce terme fait référence au terme anglais « traceability » qui correspond à la « capacité de suivre la trace » (*nb : il faut noter que le terme n'est pas encore reconnu par l'académie française, mais seulement toléré*).

Dans THEDRE, la traçabilité a pour objectif de **capitaliser la trace des activités** conduites pour produire l'instrument (la connaissance et l'outil activable).

Cette capitalisation concerne :

1. **La manière de construire l'instrument** : Il s'agit de conserver l'ensemble des documents qui ont été produits pour conduire le processus de recherche (p.ex., protocole, questionnaire, application). Dans chaque sous-processus de THEDRE, un ensemble de livrables est constitué et ils sont enregistrés.
2. **Les actions faites au cours du processus** : Il s'agit de recenser les actions indispensables pour garantir le travail de conduite de la recherche (p.ex., avoir réalisé l'état de l'art).

Pour garantir la traçabilité de la conduite de la recherche et par conséquent la qualité du travail réalisé nous proposons d'employer **3 types d'indicateurs** qui concerne l'activité de la recherche : indicateurs d'activités, de production et d'objectifs.

- Les **indicateurs de production (IP)** permettent de vérifier que les livrables prévus dans chaque sous-processus soit effectivement produits (p.ex., le protocole expérimental, les fichiers de données). Ces indicateurs sont présentés sous la forme d'une liste de contrôle (c.-à-d. une checklist) où les livrables produits sont simplement cochés. La méthode THEDRE fournit la liste de ces livrables. Ces éléments sont fournis à titre indicatif, le chercheur peut définir lui-même ses propres indicateurs de production.
- Les **indicateurs d'activité (IA)** permettent de rendre compte des actions faites au sein de chaque sous-processus. Ces indicateurs peuvent être des booléens ; ils sont présentés sous la forme d'une liste de contrôle où les actions faites sont simplement cochées. Ces indicateurs peuvent être aussi des indicateurs chiffrés pour rendre compte du volume des actions (p.ex., le nombre d'utilisateurs interviewés, le nombre de publications pertinentes lues). Ils peuvent aussi être qualitatifs (p.ex., Intérêt des publications pertinentes, présence de fiche de lecture). Ces indicateurs d'activité en volume peuvent être associés à plusieurs sous-processus et évoluer au cours du processus de recherche. Par exemple, le nombre de publications lues pertinentes va augmenter tout au long du travail de recherche. La méthode THEDRE fournit, pour chaque sous-processus un set d'indicateurs. Ces éléments sont fournis à titre indicatif, le chercheur peut définir lui-même ses propres indicateurs d'activités.
- Par la méthode THEDRE, nous apportons aussi des **indicateurs d'objectifs (IO)**, ils offrent la possibilité de suivre l'évolution du travail de recherche et ainsi identifier l'amélioration de l'instrument. Dans le sous-processus de planification, le chercheur définit des indicateurs d'objectifs, qui correspondent aux objectifs qu'il souhaite atteindre avant de communiquer ses résultats. A l'issue du sous-processus d'expérimentation, ils permettent au chercheur de contrôler si la connaissance scientifique et l'outil activable sont suffisamment aboutis pour être communiqués ou si un processus d'expérimentation doit être relancé. Ce type d'indicateur sert à suivre les itérations nécessaires à l'exécution du processus. En effet, tant que l'IO n'est pas atteint des cycles sont relancés.

4 FORMALISME ET INSTANCIATION DE LA METHODE THEDRE

Afin de rendre opérationnelle la méthode THEDRE, nous avons développé une **syntaxe graphique** qui représente la méthode de conduite de la recherche avec les éléments suivants : les acteurs, les sous-processus, les blocs, les tâches, les guides, les livrables et les indicateurs. Elle est présentée dans la **figure 7**.

Le **processus global** de la méthode THEDRE avec **5 sous-processus** « planification », « expérimentation », « contrôle », « construction et décision » et « communication » et de **9 blocs** peut se représenter avec les symboles de sous-processus et de blocs (figure 8).

Ensuite, chacun des blocs peut être enrichi avec les symboles de tâches, de guides et des livrables. Par exemple le bloc faire le bilan de l'existant (figure 9) a pour objectif de faire un bilan de l'existant académique, technique et sociétal, d'identifier des manques et des opportunités au niveau de la connaissance scientifique et des outils activable et faire émerger des terrains d'études potentiels.

Au niveau du contexte sociétal, l'objectif est de repérer des cadres d'étude et des utilisateurs qui vont contribuer à la construction et à l'évaluation de l'outil activable.

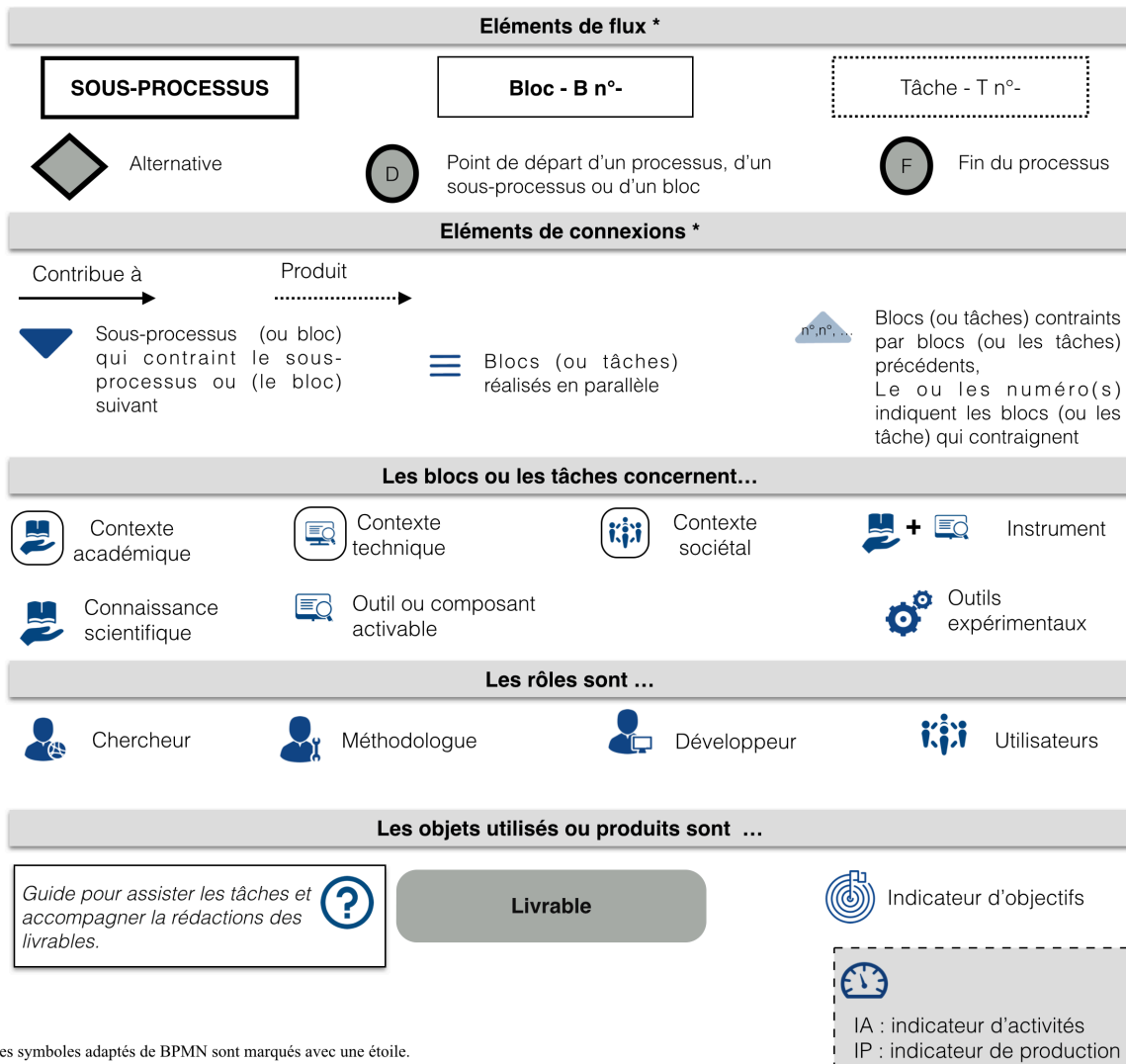


Figure 7 : Syntaxe graphique du langage de conduite de la recherche en informatique centrée humain (RICH)

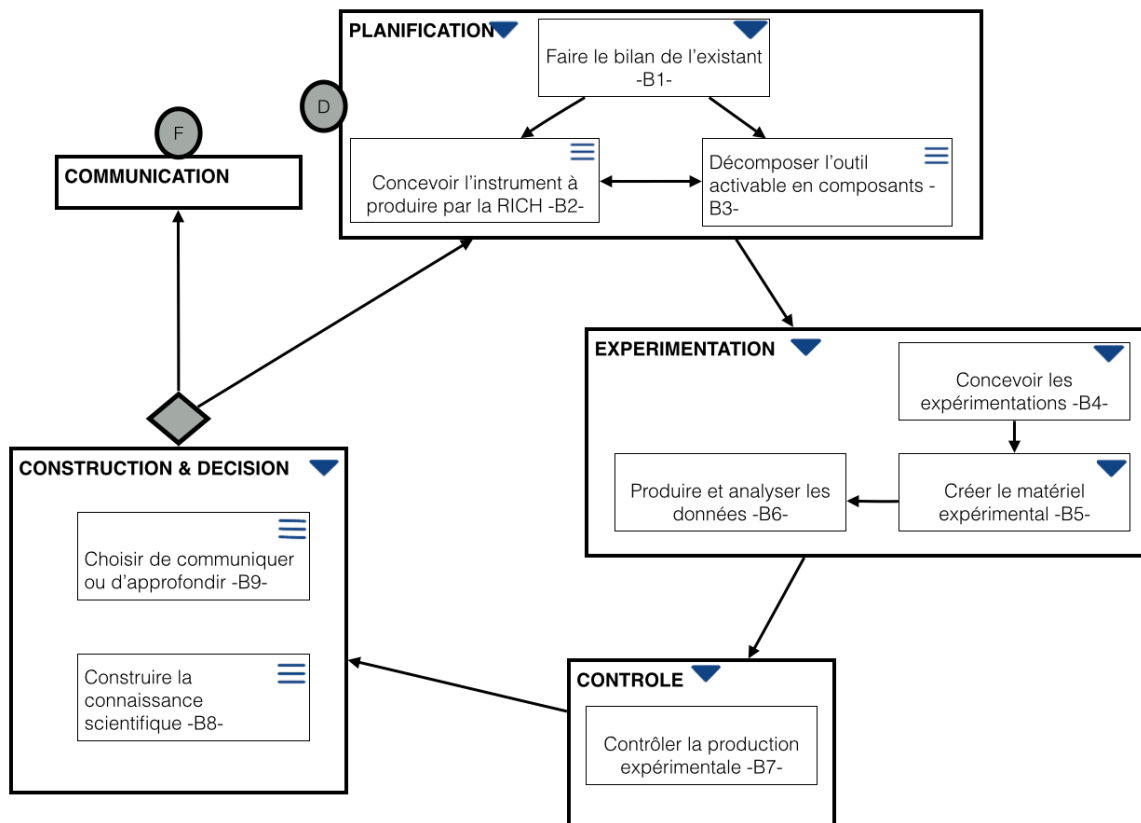


Figure 8 : Représentation des 5 sous-processus et des 9 blocs de la méthode THEDRE avec le langage

PLANIFICATION

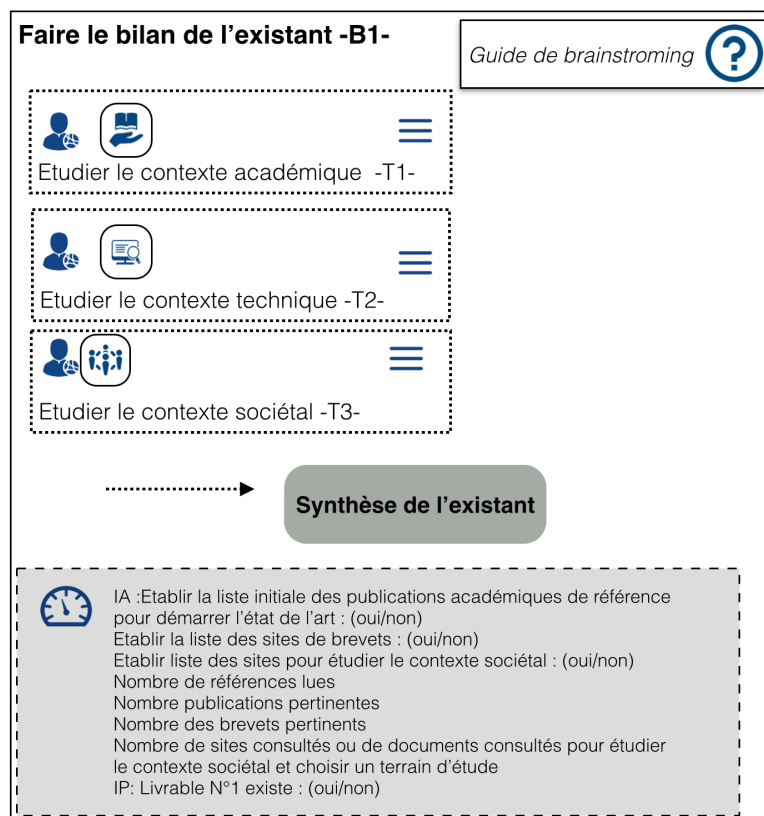


Figure 9 : Formalisation du bloc B1 « Faire le bilan de l'existant » avec la syntaxe graphique conçue pour THEDRE

Le Bloc n°1 (B1) « faire le bilan de l'existant » est constitué de trois tâches et il fournit un livrable.

1. **Etudier le contexte académique** pour faire un état de l'art sur les connaissances scientifiques du domaine et identifier les méthodes de production des données utilisées dans un domaine.
2. **Etudier le contexte technique** pour identifier les outils activables existants. La littérature académique et industrielle, les bases des brevets européennes, internationales sont employées pour réaliser une veille technologique. (p.ex., INPI [21], les dépôts à l'Agence de Protection des Programmes [22])
3. **Etudier le contexte sociétal** pour analyser la demande sociale dans laquelle le chercheur souhaite positionner son terrain d'étude.

Ces trois tâches vont permettre au chercheur d'identifier des manques au niveau de la connaissance

scientifique et des outils activables et faire émerger des terrains d'étude potentiels. Un guide pour ce bloc est proposé il s'agit du guide de brainstorming pour aider le chercheur à faire émerger la question de recherche et à identifier la valeur ajoutée de la recherche à construire et à évaluer.

Livrable créé au bloc n°1 :

Synthèse de l'existant : elle contient une première version de l'état de l'art et de la veille technologique. Elle expose le contexte sociétal et décrit les terrains d'étude et des utilisateurs potentiellement mobilisables pour les expérimentations. A ce moment du processus, ce livrable n'est pas finalisé, il se raffinerait tout au long de la recherche.

Indicateurs de traçabilité du bloc :

Nous proposons 8 indicateurs de traçabilité pour ce bloc, respectivement 7 IA et 1 IP. Ils sont présentés dans le tableau 1.

Indicateurs d'activités (actions faites)	Etablir la liste initiale des publications académiques de référence pour démarrer l'état de l'art : (oui/non)
	Etablir la liste des sites de brevets : (oui/non)
	Etablir liste des sites pour étudier le contexte sociétal : (oui/non)
Indicateurs d'activités (volume)	Nombre de références lues, Pourcentage par rapport à la liste de départ.
	Nombre publications pertinentes
	Nombre des brevets pertinents
	Nombre de sites consultés ou de documents consultés pour étudier le contexte sociétal et choisir un terrain d'étude
Indicateur de production	Livrable N°1 existe : (oui/non)

Tableau 1 : Liste des indicateurs de traçabilité du bloc 1 pour le processus « Planification »

Les trois tâches de ce bloc peuvent être menées en parallèle (symbole ≡) mais elles vont se compléter mutuellement. Par exemple, la lecture d'un article informe le chercheur sur l'existence d'un outil activable. Le chercheur se renseigne sur cet outil activable en interrogeant la base des brevets. L'organisation de ces tâches est présentée à la figure 9.

Les 9 blocs proposés en figure 8 sont entièrement décrits dans la méthode THEDRE [23].

Les éléments fournis et la syntaxe graphique permettent **d'adapter la méthode en fonction des domaines de recherches** de l'informatique centrée humain.

De même les indicateurs peuvent être définis en fonction du contexte de réalisation des travaux de recherche, de contraintes temporelles ou financières.

Conclusion et perspectives

Cet article a proposé une **méthode de conduite de la recherche** en informatique centrée humain (RICH)

qui permet d'accompagner le chercheur dans sa démarche de recherche et de lui offrir des outils de la **démarche qualité**.

Dans cette méthode, nous avons proposé l'utilisation du **cycle de Deming** et trois types d'indicateurs pour suivre les activités, les productions, les objectifs du processus.

Aussi, nous avons conçu un **langage de représentation** des processus de conduite de la recherche qui permet d'adapter **les sous-processus, les blocs et les tâches** selon les différents domaines de la RICH.

Cette méthode a été construite sur la base de 10 ans de travaux de suivi des doctorants au Laboratoire d'Informatique de Grenoble (29 doctorants et 60 expérimentations).

Ce travail de formalisation a permis de concevoir un prototype informatique basé sur le **modèle THEDRE** pour accompagner ce travail en RICH. (<https://undertracks.imag.fr/php/designstudy/>).

Pour THEDRE, nous pouvons envisager des pistes de développement technique et de normalisation. Au niveau technique, une future application, permettra aux méthodologues de **concevoir leur propre méthode de conduite de la recherche**.

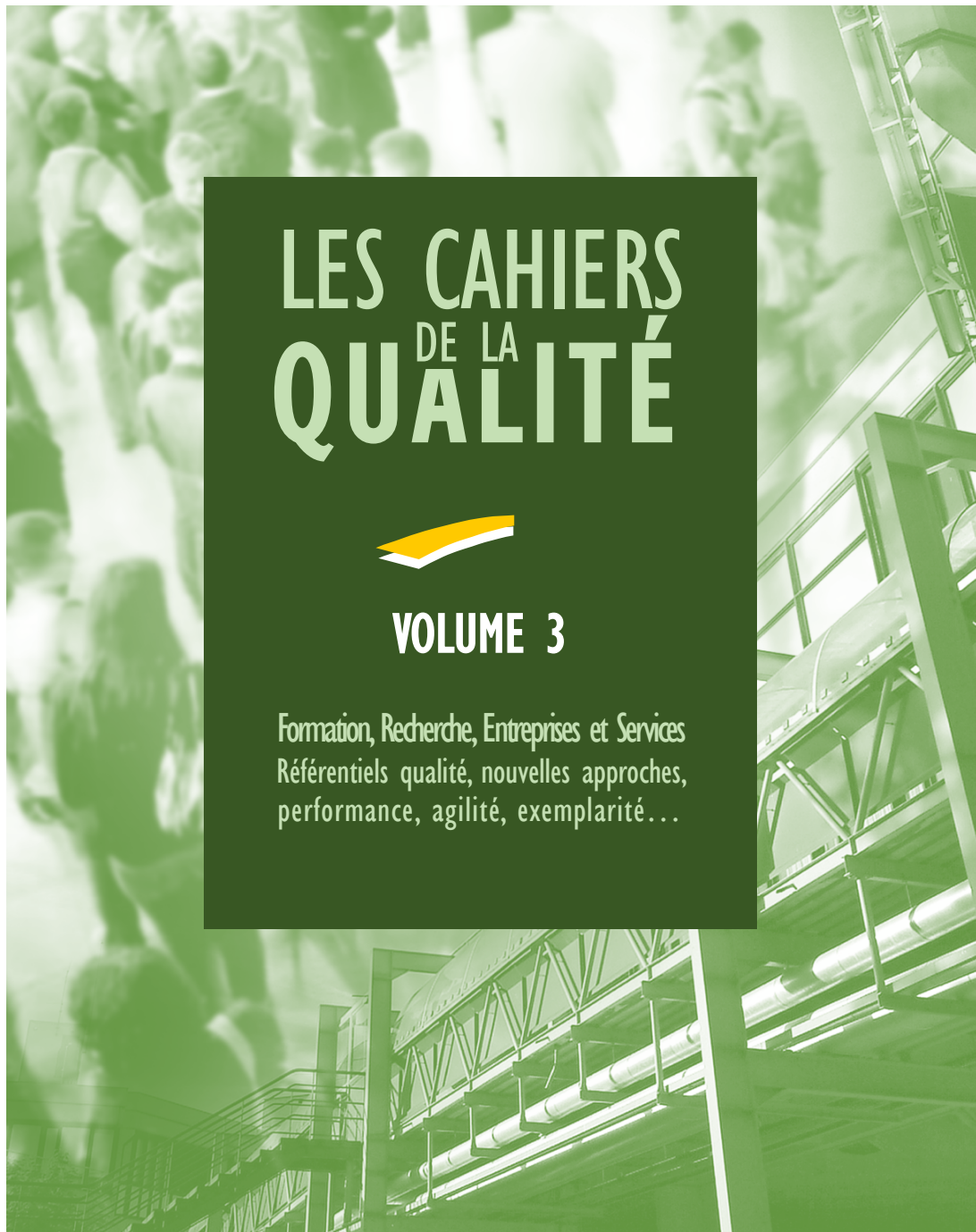
Au niveau normalisation de la démarche, nous pouvons envisager de faire un travail avec des qualitiens pour **proposer une normalisation des processus de la conduite de la RIC**. Cette normalisation devra être vue comme un outil d'assistance au travail du chercheur de manière à offrir un cadre qui ne contraigne pas la créativité et qui laisse la liberté suffisante au chercheur de définir sa propre méthode sur la base des principes de THEDRE.

Ce travail de standardisation de la traçabilité du processus serait un moyen supplémentaire pour **répondre aux besoins de qualité et de répétabilité des travaux de recherche** en RIC. A terme, cette normalisation pourrait contribuer à la définition d'un **cahier de laboratoire adapté et opérationnel pour la RIC**.

Références bibliographiques

- [1] H. A. Simon, *Les Sciences de l'artificiel*, Éd. rev. et complétée. Paris : Folio, 2004.
- [2] V. Luengo, A. Larcher, and J. Tonetti, 'Design and implementation of a visual and haptic simulator in a platform for a TEL system in percutaneous orthopedic surgery.', *Stud. Health Technol. Inform. Spec. Issue Med. Meets Virtual Real.*, no. 2011.
- [3] F. Wang and M. J. Hannafin, 'Design-based research and technology-enhanced learning environments', *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 53, no. 4, pp. 5–23, 2005.
- [4] T. D.-B. R. Collective, 'Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry', *Educ. Res.*, pp. 5–8, 2003.
- [5] C. Abras, D. Maloney-Krichmar, and J. Preece, 'User-centered design', *Bainbridge W Encycl. Hum.-Comput. Interact.* Thousand Oaks Sage Publ., vol. 37, no. 4, pp. 445–56, 2004.
- [6] ISO 9241, 'ISO 9241-210:2010 - Ergonomics of human-system interaction -- Part 210: Human-centred design for interactive systems', 2010. [Online]. Available: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=52075. [Accessed: 11-Sep-2013].
- [7] R. C. Martin, *Agile software development: principles, patterns, and practices*. Prentice Hall PTR, 2003.
- [8] R. J. Shavelson, D. C. Phillips, L. Towne, and M. J. Feuer, 'On the science of education design studies', *Educ. Res.*, vol. 32, no. 1, pp. 25–28, 2003.
- [9] A. Collins, 'Toward a Design Science of Education', in *New Directions in Educational Technology*, E. Scanlon and T. O'Shea, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 1992, pp. 15–22.
- [10] A. R. Hevner, S. T. March, J. Park, and S. Ram, 'Design Science in Information Systems Research', *MIS Q.*, vol. 28, no. 1, pp. 75–105, Mar. 2004.
- [11] A. R. Hevner, 'A three cycle view of design science research', *Scand. J. Inf. Syst.*, vol. 19, no. 2, p. 4, 2007.
- [12] K. Peffers et al., 'The design science research process: a model for producing and presenting information systems research', in *Proceedings of the first international conference on design science research in information systems and technology (DESIRIST 2006)*, 2006, pp. 83–106.
- [13] M. Hult and S.-AAke Lennung, 'Towards a definition of action research: a note and bibliography', *J. Manag. Stud.*, vol. 17, no. 2, pp. 241–250, 1980.
- [14] R. B. Jrad, M. D. Ahmed, and D. Sundaram, 'Insider Action Design Research a multi-methodological Information Systems research approach', in *Research Challenges in Information Science (RCIS)*, 2014 IEEE Eighth International Conference on, 2014, pp. 1–12.
- [15] R. Devillers, M. Gervais, Y. Bédard, and R. Jeansoulin, 'Spatial data quality: from metadata to quality indicators and contextual end-user manual', in *OEEPE/ISPRS Joint Workshop on Spatial Data Quality Management*, 2002, pp. 21–22.
- [16] Chartered Quality Institute, 'Chartered Quality Institute (site web)', 2016. [Online]. Available: <http://www.theccqi.org/>. [Accessed: 03-Aug-2016].
- [17] M. Sokovic, D. Pavletic, and K. K. Pipan, 'Quality improvement methodologies—PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS', *J. Achiev. Mater. Manuf. Eng.*, vol. 43, no. 1, pp. 476–483, 2010.
- [18] C. Batisse, 'Les indicateurs qualité - Bivi - Qualite', 06-Jan-2009. [Online]. Available : <http://www.bivi.qualite.afnor.org/notice-details/les-indicateurs-qualite/1294794>. [Accessed : 03-Aug-2016].
- [19] Farges Gilbert, Mandran Nadine, Léonard Christine, Le Tellier Becquart Nathalie, Gentil Pereyrol Marie-Hélène, and Buchet-Maulien Isabelle, 'Aller au-delà de la qualité en recherche : modèle de performance et outil d'autodiagnostic.', in *Les cahiers de la qualité de l'UTC*, vol. 2, Lexitis édition, 2015, pp. 171–182.
- [20] Farges Gilbert and Léonard Christine, 'Besoins et perspectives en qualité pour les structures de recherche.', in *Les Cahiers de la Qualité de l'UTC*, Lexitis édition., vol. 2, 2015, pp. 165–170.
- [21] INPI, '<http://bases-brevets.inpi.fr/fr/accueil.html>', 29-Jan-2015.
- [22] APP, 'APP - Agence pour la Protection des Programmes', 2015. [Online]. Available: <http://www.app.asso.fr/>. [Accessed: 12-Aug-2016].
- [23] N. Mandran, 'THEDRE : Traceable Human Experiment Design Research', Theses, Université Grenoble Alpes, 2017. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01538599>
- [24] E. De Vries, 'Rigorously Relevant Action Research in information Systems in ECIS – 1493-1504', 2007.

Cet article est publié dans :



Commande sur :

<https://www.amazon.fr/Cahiers-Qualit%C3%A9-Entreprises-R%C3%A9f%C3%A9rentiels-performance/dp/1973283026>

© Université de Technologie de Compiègne, Editeur Indépendant
Les Cahiers de la Qualité – Volume 3

ISBN-10 : 1973283026 - ISBN-13 : 978-1973283027- ASIN : 1973283026 - Dépôt légal : 7 janvier 2018
UTC - rue du docteur Schweitzer - CS 60319 - 60203 COMPIEGNE Cedex – France – www.utc.fr