



Certified Professional for Requirements Engineering

Manuel

Elucidation des exigences

Professionnel* | Spécialiste

Anja Brand, Dominik Häußer

Kim Lauenroth, Hans van Loenhoud,

Patrick Steiger

Conditions d'utilisation :

Tous droits réservés. L'utilisation du manuel est autorisée avec le consentement des détenteurs des droits d'auteur et conformément à la loi sur les droits d'auteur - sauf mention explicite d'interdiction. Ceci s'applique en particulier aux reproductions, adaptations, traductions, microfilms, stockage et traitement dans des systèmes électroniques, et à la divulgation publique.

Les organismes de formation peuvent utiliser le présent manuel comme base pour des séminaires et des formations, à condition que le détenteur des droits d'auteur soit reconnu et que la source et le propriétaire des droits d'auteur soient mentionnés. En outre, avec l'accord préalable de l'IREB, ce manuel peut être utilisé à des fins publicitaires.

Tout individu ou groupe d'individus peut utiliser ce manuel comme base d'étude, d'articles, de livres ou autres publications dérivées à condition que le détenteur des droits d'auteur soit reconnu et que la source et le propriétaire des droits d'auteur soient mentionnés.

Remerciements

Ce manuel a été rédigé par Dominik Häußer, Kim Lauenroth, Hans van Loenhoud, Anja Brand et Patrick Steiger.

Revue par Birgit Penzenstadler. Revue anglaise par Gareth Rogers.

Approuvé pour publication le 08 octobre 2018 par le Conseil de l'IREB sur recommandation de Thorsten Weyer.

La traduction française a été réalisée par Eric Riou du Cosquer et Olivier Denoo.

Nous remercions tous les participants pour leur contribution.

Le Copyright © 2017–2022 pour ce manuel, concerne les auteurs mentionnés ci-dessus. Les droits ont été transférés au comité de l'IREB (International Requirements Engineering Board) e.V.

La compilation de ce manuel a été soutenue par



Préambule

Ce *manuel* complète le syllabus du module CPRE sur l'élucidation des exigences.

Ce manuel est destiné aux organismes de formation qui souhaitent proposer des séminaires ou des formations sur le CPRE Elucidation des Exigences Professionnel et/ou Spécialiste conformément au standard de l'IREB. Il s'adresse également aux participants à la formation et aux parties intéressées qui souhaitent avoir un aperçu détaillé du contenu de ce module.

Ce manuel ne remplace pas une formation sur le sujet. Le manuel représente un lien entre le syllabus (qui énumère et explique les objectifs d'apprentissage du module) et le large éventail de documents publiés sur le sujet.

Le contenu de ce manuel, ainsi que les références à des documents plus détaillés, aident les organismes de formation à préparer les participants à l'examen de certification. Ce manuel permet aux participants à la formation et aux parties intéressées d'approfondir leurs connaissances de l'ingénierie des exigences dans un environnement agile et de compléter le

contenu détaillé sur la base des recommandations de la littérature. En outre, ce manuel peut être utilisé pour rafraîchir les connaissances existantes sur les différents sujets de l'élucidation des exigences, par exemple après avoir reçu le certificat de Professionnel ou de Spécialiste en élucidation des exigences.

Les suggestions d'amélioration et de correction sont toujours les bienvenues !

Contact e-mail : info@ireb.org

Nous espérons que vous prendrez plaisir à étudier ce manuel et que vous réussirez l'examen de certification de l'IREB CPRE Elucidation des Exigences Professionnel ou Spécialiste.

De plus amples informations sur l'élucidation des exigences de l'IREB CPRE sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.ireb.org>.

Historique des versions

Version	Date	Commentaire	Auteur
2.1.0	1 Juillet 2025	Version initiale basée sur la version anglaise 2.1.0.	

Contenu

1	Un cadre pour structurer et gérer l'élucidation des exigences et la résolution de conflits	7
1.1	Le champ d'application de l'élucidation dans l'ingénierie des exigences	7
1.2	Facteurs pertinents pour l'approche de la planification de l'élucidation	8
1.3	Planification et exécution de l'élucidation des exigences	9
1.3.1	Activité d'élucidation	10
1.3.2	Activité de résolution des conflits	15
1.3.3	Lignes directrices pour la partie d'un projet relative à l'élucidation	17
1.4	Modèles de processus	25
1.4.1	Structure et avantages des modèles de processus pour l'élucidation des exigences	26
1.4.2	En cascadel	27
1.4.3	Conception centrée sur l'humain	33
1.4.4	Design Thinking	38
2	Sources des exigences	43
2.1	Fondamentaux sur les sources d'exigences	43
2.2	Identifier, classer, gérer les parties prenantes	46
2.2.1	Identifier et sélectionner les parties prenantes comme sources d'exigences ..	47
2.2.2	Gestion des relations entre les parties prenantes	50
2.2.3	Schéma de documentation pour les parties prenantes concernées	53
2.2.4	L'utilisateur en tant que groupe particulier de parties prenantes	54
2.3	Identifier, classer, gérer les documents	55
2.3.1	Identification et sélection des documents comme sources d'exigences	55
2.3.2	Schéma de documentation pour documents	59
2.4	Identifier, classer, gérer les systèmes	60
2.4.1	Identification et sélection de systèmes comme sources d'exigences	60
2.4.2	Schéma de documentation pour les systèmes	63

3 Elucidation	65
3.1 Techniques de collecte	67
3.1.1 Techniques d'interview	67
3.1.2 Techniques d'observation	77
3.1.3 Techniques de collaboration	88
3.1.4 Techniques basées sur des artefacts	96
3.2 Techniques de conception et de génération d'idées (L2)	104
3.2.1 Brainstorming	105
3.2.2 Technique par analogie	107
3.2.3 Prototypage	109
3.2.4 Scénarios et storyboards	113
3.3 Outils de réflexion	117
3.3.1 Réflexion en termes de niveaux d'abstraction	117
3.3.2 Penser en termes de problèmes et d'objectifs	119
3.3.3 Éviter les effets de transformation	122
3.3.4 Penser en termes de modèles	128
3.3.5 Mind mapping	130
3.4 Description des techniques d'élucidation par attributs	132
4 Résolution des conflits	141
4.1 Identification du conflit	142
4.2 Analyse du conflit	143
4.2.1 Les caractéristiques d'un conflit d'exigences	144
4.2.2 Les types de conflits de Moore	145
4.3 Résolution des conflits	150
4.3.1 Accord	150
4.3.2 Compromis	151
4.3.3 Vote	153
4.3.4 Définition de variantes	154
4.3.5 Le chef a toujours raison	156
4.3.6 Techniques auxiliaires	157
4.3.7 Trouver une technique de résolution des conflits adaptée	158
4.4 Documentation de la résolution du conflit	162

5 Compétences de l'ingénieur des exigences	163
5.1 Compétences requises dans les domaines de l'élucidation	163
5.2 Théorie de la communication et modèles de communication	164
5.3 Auto réflexion sur les compétences personnelles dans l'élucidation des exigences.....	168
5.4 Possibilités de développement personnel	171
5.5 Tirer les leçons des expériences précédentes - l'apprentissage tout au long de la vie.....	173
6 Références et lectures complémentaires	174

1 Un cadre pour structurer et gérer l'élucidation des exigences et la résolution de conflits

Ces dernières années, les systèmes informatiques sont devenus essentiels au fonctionnement des entreprises, des administrations et de la société elle-même. La qualité de ces systèmes est donc essentielle. Les professionnels de l'informatique ont appris que la qualité d'un système informatique est principalement déterminée par ses exigences.

C'est à partir de ce constat qu'une toute nouvelle profession informatique a vu le jour : L'ingénierie des exigences. L'idée principale est le partage d'informations. L'ingénierie des exigences, en tant que discipline, concerne l'obtention, la documentation, la validation, la négociation et la gestion de toutes les informations dont les développeurs et les opérateurs de systèmes ont besoin pour construire, exploiter et maintenir des systèmes performants.

L'ingénierie des exigences aide toutes les parties concernées à comprendre quel type de système est réellement nécessaire. Dans certains contextes, l'ingénierie des exigences est assurée par un rôle spécifique : celui d'"Ingénieur des Exigences". Dans d'autres contextes, l'ingénierie des exigences fait partie d'une définition de rôle plus large, par exemple : Ingénieur système [Walten et al. 2015] ou Concepteur numérique [Bitkom2017]. Pour des raisons de simplicité, ce manuel utilisera le terme d'Ingénieur des Exigences.

1.1 Le champ d'application de l'élucidation dans l'ingénierie des exigences

Conformément à la définition de l'ingénierie des exigences telle que présentée dans [PoRu2015], l'objectif de l'élucidation des exigences et de la résolution de conflits est de "connaître les exigences pertinentes", de "parvenir à un consensus entre les parties prenantes sur ces exigences" et de "comprendre [...] les souhaits et les besoins des parties prenantes".

Dans le cadre de l'élucidation, il incombe à l'ingénieur des exigences de comprendre les souhaits et les besoins des parties prenantes tout en s'assurant que les exigences de toutes les sources pertinentes ont été recueillies. Cela inclut l'identification de ces sources, la compréhension de la nature et de l'importance des différents types d'exigences et l'application des techniques appropriées pour les élucider. Un point important dans l'élucidation est de transformer les demandes, souhaits et attentes implicites en exigences explicites [ISO29148].

Lors de l'élucidation, on rencontre souvent des exigences contradictoires provenant de différentes sources. Ces conflits doivent être résolus afin de créer un ensemble unique, cohérent et validé qui puisse servir d'entrée au développement, à la maintenance et au fonctionnement efficaces d'un système performant.

Ce document décrit l'*élucidation et la résolution des conflits* pour le Professionnel et le Spécialiste de l'Elucidation des Exigences. Ce premier chapitre sert d'introduction au sujet et

de guide pour son application pratique. Le **chapitre 2** décrit les **sources d'exigences**. La détermination des sources pertinentes est le point de départ de tout effort d'élucidation. Le **chapitre 3 Elucidation** donne une vue d'ensemble des techniques qui peuvent être utilisées pour obtenir des exigences, ainsi que des conseils sur la manière de les utiliser. Le **chapitre 4 Résolution des conflits** traite des moyens de résoudre les situations où les exigences sont contradictoires. Le manuel se termine par le **chapitre 5 Compétences de l'Ingénieur des Exigences**, qui comprend des points essentiels pour les professionnels qui souhaitent être actifs dans ce domaine.

Selon le syllabus IREB CPRE Niveau Fondation [IREB2020], l'ingénierie des exigences comporte trois autres activités principales : la *documentation*, la *validation* et la *gestion*. La documentation concerne les moyens d'enregistrer les résultats du processus d'élucidation en vue d'une communication ultérieure. Un manuel séparé sur la modélisation des exigences selon le standard IREB [CHQW2016] fournit plus d'informations sur une partie de ce sujet. La gestion consiste à maintenir un ensemble d'exigences collectées, documentées et consolidées dans un bon état tout au long de leur cycle de vie. Cette activité est décrite plus en détail dans le Manuel de gestion des exigences selon le standard IREB [BuHe2019].

1.2 Facteurs pertinents pour l'approche de la planification de l'élucidation

La littérature sur l'estimation des logiciels [McCo2006] et les résultats de la pratique industrielle attribuent à la discipline de l'ingénierie des exigences une grande responsabilité dans la satisfaction des attentes globales du projet. Du point de vue de l'ingénierie des exigences, une part importante de cette responsabilité doit être placée sur l'élucidation des exigences. Cela nécessite une approche de planification spécifique pour les raisons suivantes :

1. L'élucidation des exigences ne peut pas être planifiée uniquement en fonction de la taille attendue du résultat. Il n'est pas possible d'affirmer que nous voulons obtenir 107 exigences et que nous aurons besoin d'une moyenne de 1,25 heure pour chaque exigence. La raison en est simple : nous ne connaissons pas la taille et la forme des résultats de l'élucidation. Nous devons faire émerger les besoins parce que nous ne les connaissons pas.
2. Bien qu'il soit impossible de planifier ou de prédire les conflits d'exigences dans un projet, il y en aura dans tous les projets. Lorsqu'un conflit d'exigences se produit et est détecté, l'ingénieur des exigences doit réagir au conflit.

Dans les deux cas, on pourrait penser à tort qu'il n'est pas possible de planifier et de contrôler l'élucidation des exigences au moyen de techniques de gestion de projet. Il est vrai qu'il n'est pas toujours conseillé de définir en amont un plan détaillé pour l'élucidation des exigences (y compris les techniques d'élucidation sélectionnées, un budget détaillé et un calendrier).

L'accent est mis sur le mot clé "en amont", car un plan détaillé en amont doit s'appuyer sur des hypothèses (n'oubliez pas que nous demandons des informations parce que nous ne savons pas tout) et que ces hypothèses sont souvent invalidées peu de temps après le début du projet. Un plan détaillé n'est donc conseillé que si l'on dispose de connaissances

préalables suffisantes (par exemple sur la structure du système envisagé) ou d'une confiance suffisante dans les hypothèses sous-jacentes (par exemple sur les aspects du nouveau système qui seront importants).

La planification et l'exécution des activités d'élucidation sont très similaires à la planification et à l'exécution d'un projet de recherche. Un projet de recherche commence généralement par une ou plusieurs questions de recherche (ou définitions de problèmes) et définit une séquence d'activités pour répondre aux questions de recherche définies et les détailler. La similitude entre une activité d'élucidation et un projet de recherche est que le début des deux activités est caractérisé par des incertitudes et des suppositions (ou une hypothèse). Le projet de recherche ne peut donc pas être planifié entièrement du début à la fin. Au contraire, un projet de recherche définit les activités qui traitent des questions de recherche sélectionnées, pour clarifier les incertitudes ou pour valider (ou invalider) les suppositions (ou hypothèses) au cours du projet. Cela signifie en particulier que le plan de recherche et les questions de recherche doivent être revus, affinés et mis à jour en permanence, sur la base des nouvelles découvertes.

Il en va de même pour l'élucidation des exigences. Les activités d'élucidation suivent généralement une approche exploratoire. Au départ, le plan d'élucidation fixe certains objectifs ("questions de recherche" auxquelles il faut répondre), y compris un calendrier approximatif et des critères de sortie de haut niveau. Au cours d'un certain nombre d'itérations consécutives, les réponses à ces questions sont trouvées et affinées, et les étapes suivantes sont franchies sur la base de ces réponses jusqu'à ce que les parties prenantes acceptent les exigences qui en résultent comme étant appropriées. Les processus modernes de développement de logiciels et les méthodologies agiles favorisent une approche itérative consistant en des cycles courts au cours desquels des solutions variantes sont produites et un retour d'information est incorporé.

Lectures recommandées

[Beveridge 1957] constitue une bonne introduction à la définition des projets de recherche. Le texte intégral de ce livre est disponible sur www.archive.org.

1.3 Planification et exécution de l'élucidation des exigences

Comme nous l'avons vu plus haut, l'élucidation des besoins nécessite une approche de planification spécifique. Dans cette section, nous décrivons un cadre pour la planification et l'exécution des activités d'élucidation. L'objectif principal de ce cadre est didactique : il s'agit de soutenir l'enseignement et la formation. Le cadre rend explicites les étapes et les informations nécessaires à la planification et à l'exécution de l'élucidation. Le cadre ne doit pas être considéré comme une boîte à outils de processus pouvant être appliquée directement ; comme pour d'autres cadres de processus, l'application pratique nécessite une adaptation du cadre à la situation en question.

Enfin, la planification et l'exécution d'un effort d'élucidation ne peuvent être traitées indépendamment des autres activités d'un projet de développement de système. L'adaptation de l'approche à un projet particulier nécessite une compréhension approfondie

du contexte du projet, en tenant compte des produits d'activités tels que l'énoncé de la vision du produit, l'énoncé du projet et l'analyse de rentabilité, et n'est donc pas abordée dans le présent manuel. La discussion qui suit se concentre plutôt sur les concepts fondamentaux de l'élucidation.

Pour la définition de notre cadre, nous supposons que chaque projet comprenant des activités d'élucidation utilise une sorte de plan pour structurer l'approche ou les tâches. Il peut s'agir d'un plan de projet sophistiqué comprenant des étapes, ou d'un backlog agile.

Nous définissons deux activités qui peuvent être incluses dans tout type de plan :

- Activités d'élucidation visant à identifier les sources d'exigences et à saisir leurs exigences
- Activités de résolution des conflits d'exigences qui se présentent

Ces deux activités peuvent en outre fournir des informations de gestion de projet concernant le calendrier et les ressources. La définition de ces activités d'élucidation est détaillée dans les sous-sections suivantes.

1.3.1 Activité d'élucidation

Une activité d'élucidation est utilisée pour planifier l'élucidation des exigences ou l'identification des sources d'exigences. Le contenu d'une activité d'élucidation est décrit par cinq éléments : l'objectif de l'élucidation, la qualité des résultats, la source des exigences, la technique d'élucidation et les informations relatives à la gestion du projet.

Nous prenons l'exemple d'une activité d'élucidation dans un projet où les ingénieurs de maintenance d'une entreprise mondiale de maintenance de moteurs de navires doivent être assistés par des appareils mobiles :

ID	RS_EA_13
Objectif de l'élucidation	Déterminer la diversité (dans tout aspect pertinent) au sein du groupe d'utilisateurs "Ingénieurs de Maintenance"
Qualité du résultat	Personas valides (un s'ils sont homogènes, plusieurs s'ils sont hétérogènes) pour le groupe d'utilisateurs "Ingénieurs de Maintenance"
Source(s) des exigences	Des ingénieurs de maintenance dans 5 stations de service sélectionnées dans le monde entier : Hambourg, Le Cap, Buenos Aires, Dubaï, Osaka
Technique d'élucidation	Enquête contextuelle

Figure 1: Exemple d'une activité d'élucidation (ID est l'information de gestion du projet)

Ces cinq éléments sont décrits dans la sous-section suivante. Ces éléments sont étroitement liés les uns aux autres. La compréhension de ces relations permet de définir de bonnes activités d'élucidation. La description des relations est donnée à la fin de cette sous-section.

1.3.1.1 Objectif de l'élucidation

L'*objectif d'élucidation* est le concept central de l'approche de planification puisqu'il oriente tous les autres éléments. Le même objectif d'élucidation peut apparaître plusieurs fois dans un plan de projet d'élucidation, par exemple si nous voulons répondre à une question donnée avec différentes techniques ou en analysant plusieurs sources d'élucidation.

L'objectif de l'élucidation doit être formulé de la manière la plus précise possible. Il sert les buts suivants :

1. Il caractérise ce que nous voulons apprendre ou comprendre dans le cadre de cette activité d'élucidation particulière, c'est-à-dire les sources d'exigences à identifier ou les exigences à élucider.
2. Il soutient l'identification des sources d'exigences appropriées (voir section 2.2).
3. Il soutient la sélection d'une technique d'élucidation.
4. Il peut être utilisé pour mesurer le succès de l'activité (l'objectif a-t-il été atteint à la fin de l'activité ?).
5. La qualité du résultat de l'objectif d'élucidation est un indicateur important du niveau de compréhension du système à développer (voir section 1.3.2.2).

Il existe plusieurs façons de formuler les objectifs d'élucidation, par exemple :

1. Formulez des questions réelles sur les exigences du système¹.

Exemple: Quelles sont les principales étapes du processus métier qui doivent être prises en charge par le nouveau système de CRM (gestion de la relation client) et à quoi ressemble cette prise en charge ?

2. Formulez les objectifs d'élucidation sous forme d'hypothèses que vous confirmerez ou rejetterez.

Exemple: L'application pour smartphone du système de gestion de la relation client doit offrir des fonctionnalités permettant d'ajouter de nouveaux clients. Il n'est pas suffisant d'avoir cette fonctionnalité uniquement dans la partie bureau.

¹ [Mill2009] fournit une longue liste de questions relatives aux exigences non fonctionnelles. [Withall2007] fournit une liste de modèles d'exigences qui peuvent être utilisés pour dériver des questions.

3. Formulez des objectifs d'élucidation basés sur le modèle de Kano, en utilisant les catégories "insatisfaits", "satisfait" et "enthousiastes" (voir [IREB2020]).

Exemple: Comprendre les facteurs de base du système CRM existant.

4. Utilisez des normes ou des modèles de spécifications dans votre domaine pour définir les objectifs de l'élucidation.

Exemple: Identifier les exigences de qualité en fonction de [ISO25010] telles que les exigences en matière d'utilisabilité, de fiabilité ou de sécurité.

1.3.1.2 Qualité du résultat

La *qualité du résultat* décrit la qualité prévue du résultat de l'activité en termes de niveau de certitude, d'exhaustivité et d'accord.

La certitude se réfère au degré de preuve qui peut être donné pour l'exactitude du résultat (c'est-à-dire les sources d'exigences ou les exigences).

Par exhaustivité, nous entendons la couverture du résultat par rapport à la quantité "théoriquement possible" d'informations qui auraient pu être obtenues au niveau de détail souhaité.

L'accord fait référence à la mesure dans laquelle le résultat doit être accepté par les parties prenantes. Il indique également les parties prenantes qui doivent donner leur accord.

N'oubliez pas que l'obtention d'un accord entre les parties prenantes peut nécessiter beaucoup de communication et, par conséquent, demander des efforts considérables.

L'ingénieur des exigences doit toujours rechercher un équilibre entre le coût des activités d'élucidation supplémentaires et les avantages pour le projet en cours. Le niveau adéquat de certitude et d'exhaustivité résulte d'une interaction continue entre l'ingénieur des exigences et les parties prenantes concernées.

1.3.1.3 Sources des exigences

La *source* caractérise la ou les sources à partir desquelles les exigences doivent être obtenues, ou les sources qui sont utilisées pour identifier d'autres sources d'exigences. Nous stipulons qu'une activité d'élucidation se concentre sur un seul type de source.

1.3.1.4 Technique d'élucidation

La *technique d'élucidation* est la technique particulière utilisée pour obtenir les exigences de la source.

Les informations pertinentes pour une technique d'élucidation sont les suivantes :

- **Estimation de l'effort de préparation/exécution/post-traitement:** Une technique d'élucidation peut nécessiter un effort important de préparation, d'exécution et de post-traitement pour l'ingénieur des exigences et/ou les parties prenantes. Par exemple, un entretien nécessite une préparation des questions. L'apprentissage peut prendre plusieurs jours pour l'ingénieur des exigences et les parties prenantes concernées, en fonction de la complexité du projet. Un atelier peut nécessiter une analyse de ses résultats. Cet effort doit être estimé et documenté afin d'améliorer la planification des techniques d'élucidation.
- **Effort consacré à la préparation, à l'exécution et au post-traitement:** Outre l'effort estimé, l'effort réel consacré à une technique d'élucidation doit être documenté. Les écarts importants entre l'effort estimé et l'effort consacré doivent être analysés afin d'en comprendre les raisons.
- **Calendrier de préparation/exécution/post-traitement:** Outre l'effort nécessaire, le calendrier de l'activité d'élucidation est important pour les ingénieurs des exigences et les parties prenantes, en particulier pour les activités qui nécessitent un effort important. Le calendrier peut également prévoir une date limite.
- **Référence au matériel de préparation:** Si une technique nécessite du matériel de préparation (par exemple, un atelier qui traite d'une maquette d'interface utilisateur), le matériel de préparation doit être référencé.

Il s'agit ici de sélectionner la (les) technique(s) optimale(s) pour l'objectif d'élucidation donné. Chaque technique d'élucidation a ses avantages et ses inconvénients. Comme pour les sources d'exigences, vous ne devez pas vous fier à une seule technique d'élucidation. Si les entretiens peuvent vous aider à obtenir des informations détaillées et spécifiques de la part de parties prenantes qui communiquent aisément, ils ne vous aideront probablement pas avec les personnes introverties ou celles qui ont peur de donner la "mauvaise" réponse.

La section 3.4 fournit des conseils sur la manière de parvenir à une sélection appropriée des techniques d'élucidation.

N'oubliez pas : définissez des activités d'élucidation distinctes pour chaque technique !

1.3.1.5 Informations sur la gestion de projet

Une activité d'élucidation peut être caractérisée par plusieurs attributs de gestion de projet : l'ensemble exact des attributs dépend du contexte et de la méthode du projet.

La liste suivante fournit des exemples utiles d'attributs de gestion de projet :

- **Auteur:** La personne qui a défini l'activité d'élucidation en question
- **Ingénieur(s) responsable(s) des exigences:** le(s) membre(s) du projet responsable(s) de l'exécution de l'activité d'élucidation
- **Priorité:** L'importance d'une activité d'élucidation pour l'ensemble du projet
- **Dépendances par rapport à d'autres activités d'obtention de renseignements:** Une activité d'élucidation peut dépendre du résultat d'autres activités d'élucidation. Par exemple, un atelier sur les exigences peut nécessiter l'apport des entretiens avec les parties prenantes.

- **Références aux exigences documentées:** Une fois qu'une activité est terminée, les exigences résultantes peuvent contenir des références pour maintenir la traçabilité entre les exigences et l'activité d'élucidation.

1.3.1.6 Utiliser les relations entre les éléments d'une activité d'élucidation

La technique d'élucidation est l'outil qui permet de réaliser l'élucidation. Le choix de la technique appropriée est la clé du succès d'une activité d'élucidation. Néanmoins, le choix d'une technique particulière doit être la dernière étape de la définition d'une activité d'élucidation.

La raison principale en est que chaque aspect d'une activité d'élucidation a une relation avec les autres aspects qui peuvent être utilisés pour valider et améliorer l'ensemble de l'activité d'élucidation. Figure 2 montre les quatre aspects et les six relations entre eux :

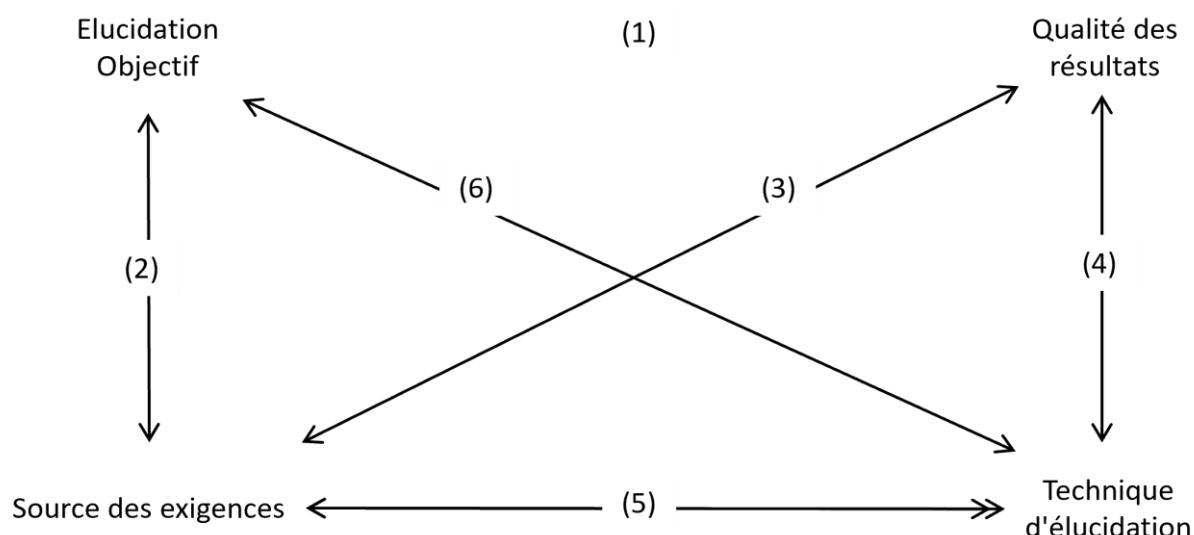


Figure 2: Relations entre les éléments des activités d'élucidation

1. **Objectif de l'élucidation – Qualité du résultat:** L'objectif de l'élucidation doit être défini de manière à ce qu'il soit possible de donner une définition précise (suffisante) de la certitude et de l'exhaustivité souhaitées du résultat.
2. **Objectif d'élucidation – Source des exigences:** La source sélectionnée est-elle utile pour atteindre l'objectif de l'élucidation ? (Un ancien document de processus peut ne pas être adapté à la compréhension du processus métier réel d'une entreprise.)
3. **Qualité du résultat – Source des exigences:** La source sélectionnée peut-elle fournir la qualité de résultat souhaitée ? (Est-il possible de clarifier certaines exigences auprès d'une seule partie prenante ?)
4. **Qualité des résultats – Technique d'élucidation:** La technique choisie permet-elle d'obtenir la qualité souhaitée ? (Est-il possible de clarifier certaines exigences lors d'une séance de brainstorming ?)

5. **Source des exigences – Technique d'élucidation:** La technique et la source doivent être compatibles (il est absurde d'interroger un document !), et les sources doivent pouvoir être traitées par la technique. (Est-il possible de réunir les six vice-présidents d'une entreprise dans un atelier de cinq jours ?)
6. **Objectif de l'élucidation – Technique d'élucidation:** La technique choisie permet-elle d'atteindre l'objectif défini ? (Est-il possible de comprendre un processus métier particulier à l'aide d'une technique de créativité ?)

Ces six relations montrent qu'une technique d'élucidation appropriée ne peut être sélectionnée que si les trois autres aspects sont bien définis.

1.3.2 Activité de résolution des conflits

Ce type d'activité est utilisé pour résoudre les conflits entre les exigences. Les exigences sont considérées comme contradictoires si elles ne peuvent pas être mises en œuvre simultanément dans le même système. Voir le chapitre 4 pour plus de détails.

Le contenu d'une activité de résolution est décrit par quatre éléments : la description des exigences concernées, les sources des exigences concernées, la technique de résolution et le résultat obtenu (après la résolution du conflit).

L'activité de résolution des conflits est décrite dès que le conflit a été identifié. En général, à ce stade, tous les aspects de l'activité de résolution des conflits ne peuvent pas être décrits. Au cours de la résolution, les autres aspects sont documentés.

ID	RS_CRA_3
Exigences concernées	RS_REQ_37 et RS_REQ_221 ne sont pas compatibles. RS_REQ_37 exige une connexion sans fil alors que REQ_221 exige une connexion câblée. Type de conflit : pas encore clair
Sources des exigences concernées	RS_REQ_37 a été apporté par Mme Highmore, RS_REQ_221 provient de l'archéologie du système patrimonial.
Technique de résolution	Technique préférée : accord Plan de résolution : Rencontrer Mme Highmore et M. Strong (propriétaire du système existant) et trouver une solution appropriée.
Résultat de la résolution	A déterminer (sera documenté lorsque la solution aura été trouvée)

Figure 3: Exemple d'une activité de résolution de conflit [ID est l'information de gestion du projet] dans l'état d'identification

1.3.2.1 Description des exigences concernées

La description nomme les exigences conflictuelles et précise pourquoi elles le sont. Elle doit décrire la nécessité de la résolution de manière claire et suffisamment détaillée, en incluant une référence aux exigences concernées. La description doit également mentionner le type de conflit (voir section 4.2).

1.3.2.2 Sources des exigences concernées

Les sources d'exigences concernées (par exemple les parties prenantes) sont les participants qui doivent être inclus dans le processus de résolution.

Par exemple, une exigence liée au contrôle de l'activité des utilisateurs pour des raisons de sécurité est en conflit avec une exigence relative à la protection des données à caractère personnel. Un expert en sécurité a mentionné que l'exigence de surveillance et l'exigence de protection des données découlent d'une loi spécifique à un domaine. L'expert en sécurité est une partie prenante dans ce conflit, et la partie prenante pour la loi spécifique au domaine pourrait être le responsable de la protection des données de l'entreprise.

L'identification des parties prenantes impliquées est une partie importante de l'identification des conflits (voir section 4.1).

1.3.2.3 Technique de résolution

L'approche de la résolution définit l'approche envisagée pour résoudre le conflit. L'approche de résolution consiste généralement en une description de la technique de résolution choisie et en des activités de préparation supplémentaires.

Les détails de la sélection de l'approche de résolution appropriée sont présentés à la section 4.3.

1.3.2.4 Résultat de la résolution

Après la résolution, une brève description du résultat obtenu est documentée en tant que dernière étape de l'activité de résolution. Cette brève description est destinée à résumer la résolution des conflits pour les personnes qui examineront ces activités à un stade ultérieur du projet.

1.3.2.5 Informations sur la gestion de projet

Une activité de résolution peut être caractérisée par plusieurs attributs de gestion de projet. L'ensemble exact d'informations dépend du contexte particulier du projet. La liste suivante fournit des éléments d'information utiles pour la gestion de projet :

- **Auteur:** La personne qui a défini l'activité de résolution particulière
- **Ingénieur(s) responsable(s) des exigences:** le(s) membre(s) du projet responsable(s) de l'exécution de l'activité de résolution

- **Priorité:** L'importance d'une activité de résolution pour l'ensemble du projet
- **Référence à une documentation détaillée sur le conflit:** Si un conflit porte sur des questions complexes, il convient de faire référence à d'autres documents qui expliquent les détails du conflit.
- **Référence au matériel de préparation:** Si la résolution du conflit nécessite du matériel de préparation (par exemple, une description détaillée pour les parties prenantes), ce matériel doit être référencé.
- **Dépendances par rapport à d'autres activités:** Une activité de résolution peut dépendre du résultat d'autres activités de résolution de conflit ou d'élucidation. Par exemple, une proposition de résolution de conflit peut nécessiter des entretiens avec les parties prenantes.
- **Estimation de l'effort de préparation/exécution/post-traitement:** Une technique de résolution peut nécessiter un effort important de préparation, d'exécution ou de post-traitement de la part de l'ingénieur des exigences et/ou des parties prenantes.
- **Dernier moment où le conflit doit être résolu:** Il n'est pas forcément nécessaire de résoudre tous les conflits immédiatement après leur identification. Si elle peut être reportée, il convient de documenter la date limite jusqu'à laquelle cette résolution peut être laissée à la responsabilité de l'entreprise.
- **Calendrier de préparation/exécution/post-traitement:** Outre l'effort, le calendrier d'une activité de résolution est important pour les ingénieurs des exigences et les parties prenantes, en particulier pour les activités qui nécessitent un effort important.

1.3.3 Lignes directrices pour la partie d'un projet relative à l'élucidation

Dans la sous-section précédente, nous avons défini les activités d'élucidation ; dans cette sous-section, nous présentons des lignes directrices pour l'application des activités d'élucidation, de la planification à l'exécution. Ces lignes directrices sont indépendantes de toute approche particulière de gestion de projet (par exemple en cascade ou Agile). Le terme général de projet peut s'appliquer, par exemple, à un projet d'Ingénierie des Exigences pur, à un projet d'analyse métier ou à un projet de logiciel.

Conseil 1.3.1:

Si vous utilisez un tableau Kanban (physique ou numérique) pour la gestion des tâches, les activités d'élucidation constituent des éléments parfaits pour le tableau des tâches. Il en va de même pour les diagrammes de Gantt.

1.3.3.1 Distinguer les différentes séries d'activités d'élucidation

Nous recommandons de distinguer trois séries d'activités d'élucidation différentes :

- *Ensemble 1 – Activités d'élucidation réalisées:* Cet ensemble contient toutes les activités d'élucidation qui ont été réalisées jusqu'à présent dans le cadre du projet. Il

décrit l'historique de la perspective d'élucidation de votre projet et sert de mémoire du projet. Au départ, cet ensemble sera bien sûr vide.

- *Ensemble 2 – Activités d'élucidation à court terme* : Cet ensemble contient toutes les activités d'élucidation dont l'exécution est prévue dans un avenir proche. Les activités d'élucidation de cet ensemble doivent être planifiées en détail et doivent être programmées et préparées pour l'exécution. Vous pouvez considérer cet ensemble comme la liste des choses à faire dans l'avenir proche de votre projet.
- *Ensemble 3 – Activités d'élucidation à long terme* : Cet ensemble contient toutes les activités d'élucidation qui sont considérées comme importantes mais qui ne sont pas encore planifiées et programmées en détail. La raison pour laquelle certaines activités sont définies comme étant à long terme est que l'état actuel du projet (en particulier les connaissances et les hypothèses existantes) ne permet pas toujours une planification détaillée. Vous pouvez considérer cet ensemble comme un backlog pour les objectifs qui doivent encore être élaborés.

Au fur et à mesure de l'avancement du projet, l'ensemble des activités exécutées s'accroît, car des activités à court terme sont exécutées. Les activités à long terme seront détaillées et deviendront des activités à court terme, ou seront affinées par plusieurs activités à court terme, ou pourront être complètement abandonnées si elles n'ont plus de sens pour le projet.

Nous recommandons de faire une distinction entre les phases de mise en place et d'exécution de l'élucidation. Dans les sous-sections suivantes, nous fournissons des lignes directrices pour les deux phases.

En plus de la phase de mise en place et d'exécution, il est possible d'ajouter une *phase de clôture* qui se concentre sur l'amélioration des compétences des participants au projet en matière d'élucidation. Au cours de cette phase, l'historique des versions du plan d'élucidation est comparé aux résultats (les exigences obtenues et les conflits résolus) afin de tirer les leçons des succès et des échecs du projet fini. Dans les projets itératifs, cela peut se faire après chaque itération.

1.3.3.2 Lignes directrices pour la phase de mise en place

L'ensemble initial des activités d'élucidation est défini lors de la *phase de mise en place*. Cet ensemble initial décrit l'approche envisagée pour l'obtention des exigences. Il est basé sur les caractéristiques spécifiques du projet (par exemple, l'approche de développement) et les connaissances et hypothèses existantes des participants au projet. Les activités de résolution ne sont généralement pas définies dans la phase de mise en place, car les conflits d'exigences sont inconnus à ce stade. Toutefois, s'il existe des conflits d'exigences connus (par exemple lors de projets antérieurs) ou des indicateurs de conflits potentiels, un plan pour y remédier doit être incorporé dès que possible.

L'expression " *phase de mise en place* " ne signifie pas qu'il faille consacrer plusieurs jours, voire plusieurs semaines, à l'élaboration de la première série d'activités. Néanmoins, la phase de mise en place est d'une grande importance pour un démarrage propre du projet et pour permettre une élucidation efficace des besoins. N'oubliez pas que l'élucidation s'apparente à

un projet de recherche et qu'un bon projet de recherche nécessite la définition d'objectifs de recherche appropriés pour être efficace.

Obtenir une vue d'ensemble de la situation du projet et de l'analyse de rentabilité

Chaque projet est unique. Ce qui a fonctionné pour un projet de développement peut être complètement erroné pour un autre projet. Il est important d'analyser chaque nouveau projet pour se faire une idée précise des activités d'élucidation qui conviennent. Tout d'abord, vous devez comprendre la nature et le contexte du projet. Vous pouvez être complètement nouveau dans le domaine et/ou l'organisation ou y travailler depuis de nombreuses années. Si c'est le cas, certaines des questions abordées dans la section suivante ne sont peut-être pas moins importantes en raison de votre expérience.

Un projet de développement est également fortement influencé par son **domaine**.

Connaissez-vous suffisamment ce domaine pour comprendre comment il influence le projet et pour savoir ce qui est important ? Si vous ne connaissez pas un domaine, vous devrez lire des documents (au moins d'introduction) et/ou des sites web pour comprendre le contexte et la terminologie du domaine. La création d'un glossaire est un objectif d'élucidation courant pour développer la compréhension du domaine (voir également [IREB2020]). Vous devez également rechercher des personnes qui peuvent vous aider à comprendre le domaine et leur demander de vous expliquer ce que vous devez savoir dans le contexte de votre projet.

Il est important de comprendre l'historique d'un projet. Aucun projet ne surgit de nulle part ; même un projet tout neuf a un historique. Il faut connaître cet historique pour comprendre les objectifs du projet et éviter les pièges. Voici quelques questions à poser dans ce contexte : Pourquoi ce projet a-t-il été lancé ? Qui en est à l'origine ? Y a-t-il déjà eu des tentatives infructueuses pour atteindre l'objectif du projet ? Si oui, qui a participé à ces démarches ? Pourquoi ces approches ont-elles échoué ? Une étude préalable a-t-elle été réalisée ? Si oui, qui a été impliqué et quels ont été les résultats (sources d'exigences potentielles !) ? Comprendre l'historique d'un projet vous aidera non seulement à définir l'objectif de l'élucidation et à identifier les bonnes sources d'exigences, mais aussi lors des activités de résolution (identifier un conflit, comprendre un conflit, connaître les racines d'un conflit).

Bien entendu, vous devez également vous adresser aux initiateurs du projet, aux chefs de projet, aux membres du projet et à toute personne susceptible de vous fournir des informations sur le projet (pour plus de détails sur l'analyse des parties prenantes, voir le chapitre 2). Qui sont les personnes "importantes" dans votre projet ? Qui sait quoi sur le projet, sur les technologies utilisées, sur le domaine, etc. ? Quels sont les objectifs du projet ? Quels sont les délais ? Comment le projet est-il organisé ? Qui est responsable de quoi ? Ce ne sont là que quelques questions qui vous aideront à comprendre le projet de développement et son contexte. Vous devez également déterminer s'il existe des **contraintes** spécifiques au **projet** susceptibles d'influencer l'approche de l'élucidation.

Vous devez également essayer de vous faire une idée précise de la **complexité** du projet ou de ce qu'il pourrait devenir. Quels sont les facteurs qui influencent la complexité du projet (facteurs de complexité) ? Existe-t-il des indications selon lesquelles le projet pourrait être (beaucoup) plus complexe que ce que l'on suppose actuellement ? Existe-t-il des

réglementations concernant l'organisation du projet ou les produits d'activités qui doivent être respectées (par ex. Automotive SPICE, GxP²) ? Combien de personnes ou d'entreprises sont impliquées dans le projet ? L'équipe de projet est-elle localisée sur le même site ou est-elle répartie (au niveau mondial) ? Qu'en est-il des parties prenantes potentielles ? Est-il déjà évident que certaines d'entre elles sont difficiles à atteindre ?

Déterminer l'objectif de l'élucidation

Nous recommandons de commencer la partie "élucidation" d'un projet par la définition des objectifs de l'élucidation. L'objectif d'élucidation est l'élément central de l'activité d'élucidation, puisqu'il guide ce que nous voulons apprendre sur les exigences ou leurs sources, ainsi que la technique d'élucidation que nous devons appliquer pour atteindre cet objectif d'élucidation.

Il convient d'abord de dresser une première liste, qui montre le niveau de compréhension du projet par l'intéressé (ou par l'équipe). Si les participants au projet peuvent se mettre d'accord sur une liste de questions détaillées, cela montre qu'ils savent ce qu'ils veulent apprendre dans le cadre du projet. Les objectifs détaillés de l'élucidation peuvent être transformés en activités d'élucidation à court terme et programmés en fonction des priorités du projet.

Une liste d'objectifs d'élucidation abstraits ou vagues peut être le signe d'une mauvaise compréhension du résultat visé par le projet. Une telle situation n'est pas rare. Sélectionnez deux ou trois objectifs qui semblent être les plus importants et planifiez une activité d'élucidation à court terme pour mieux les comprendre. Ensuite, il faut affiner l'objectif. Les objectifs d'élucidation vagues qui revêtent une grande importance pour le projet doivent être détaillés par une ou plusieurs activités d'élucidation à court terme. Les objectifs d'élucidation vagues et de moindre importance doivent généralement être transformés en activités d'élucidation à long terme, qui seront examinées ultérieurement dans le cadre du projet.

Planifier une analyse systématique du contexte du système

Au niveau fondation, nous savons que le contexte du système est essentiel pour l'identification des sources d'exigences et pour la compréhension des exigences (voir [IREB2020]).

Il est donc fortement recommandé de **comprendre le contexte du système**. Les objectifs d'élucidation recommandés pour acquérir une compréhension du contexte du système sont les suivants :

- Identifier les personnes (parties prenantes ou groupes de parties prenantes) liées au système

² GxP est une abréviation générale de "bonnes pratiques", c'est-à-dire des lignes directrices et des réglementations en matière de qualité. Le "x" représente le domaine d'application, par exemple GAP pour "Good Agricultural Practice" (bonnes pratiques agricoles).

- Identifier les systèmes en fonctionnement (autres systèmes techniques ou matériel) liés au système
- Identifier les documents
- Identifier les processus (processus techniques ou physiques, processus métier) dans lesquels le système est impliqué
- Identifier les événements

Planifier une identification systématique et pragmatique des sources (des différents types) d'exigences

Les bonnes sources d'exigences sont un atout essentiel pour la réussite de l'élucidation des exigences. La compréhension du domaine et de l'organisation est essentielle pour l'identification systématique et pragmatique des sources d'exigences. Il convient de noter que la précision avec laquelle une source est définie peut varier selon qu'il s'agit d'activités d'élucidation à court ou à long terme (voir ci-dessus) :

- Les sources d'exigences pour les activités d'élucidation à court terme doivent être nommées (par exemple, nommer les parties prenantes spécifiques pour un entretien, ou nommer la norme qui doit être analysée). Cela est nécessaire pour rendre l'activité d'élucidation exécutable.
- Les sources d'exigences pour les activités d'élucidation à long terme peuvent également être définies comme des types ou des catégories de sources d'exigences.

Il est également important de comprendre l'**organisation** et sa culture. Même au sein d'un même domaine, deux entreprises peuvent avoir une culture et une façon de faire totalement différentes. Selon l'organisation, il peut également y avoir d'énormes différences culturelles entre les filiales ou même les départements de cette organisation. Assurez-vous de connaître les règles non écrites de l'organisation. Il s'agit de choses simples comme la façon dont on s'adresse aux gens (par exemple, est-il habituel de s'adresser à quelqu'un par son prénom ou son nom de famille ?). Vous devez également savoir quel rôle joue la hiérarchie dans cette organisation. Jusqu'à quel niveau pouvez-vous inviter directement des personnes occupant des postes de direction et quand devez-vous prendre rendez-vous avec leur bureau ? Outre la culture de l'organisation, vous devez également savoir comment elle est structurée. Quels sont les départements ? Comment les départements sont-ils reliés entre eux ? Et, bien sûr, vous devez savoir comment l'organisation crée des flux de trésorerie (c'est-à-dire que vous devez savoir ce qu'elle produit/vend – même si cela n'a rien à voir avec le projet de développement pour lequel vous sollicitez des exigences !).

Prendre en compte des modèles de processus pertinents pour définir les activités

À première vue, le cadre décrit dans cette section peut sembler impressionnant et compliqué. Ce n'est évidemment pas le but recherché. Le cadre décrit ici est une abstraction des meilleurs points des différentes approches trouvées dans la littérature.

La littérature propose plusieurs méthodes sophistiquées pour faciliter l'élucidation des besoins. Les méthodes les plus répandues sont, par exemple, la conception centrée sur l'homme et le "Design Thinking". En utilisant notre cadre, ces méthodes peuvent être

considérées comme une séquence de plusieurs techniques d'élucidation et nécessitent une quantité importante de planification et d'efforts. En même temps, la description de la méthode dans la littérature fournit plusieurs indications pour la définition des objectifs de l'élucidation et des sources d'exigences.

Nous recommandons vivement de planifier plus d'une activité d'élucidation lors de l'utilisation d'une méthode. Des activités différentes peuvent par exemple correspondre à des techniques différentes appartenant à la même méthode.

Pour vous aider à appliquer les méthodes présentées dans la littérature, nous avons développé le concept de modèles de processus dans l'élucidation des exigences. La section 1.4 présente ce concept comme un sujet distinct.

Prévoir du temps et un budget pour les activités de résolution

Même s'il n'y a pas de conflit au début d'un projet, vous devez prévoir du temps pour les activités de résolution. Chaque conflit n'est pas forcément un coup d'arrêt, mais il y aura des conflits que vous devrez résoudre :

- Prévoyez du temps pour rechercher activement les conflits, car plus tôt vous le ferez, plus vous aurez de chances de trouver le temps de les résoudre.
- Prévoir du temps pour résoudre les nouveaux conflits avant d'avoir des preuves concrètes de leur existence.
- Planifiez l'analyse des conflits le plus tôt possible, car elle permet d'acquérir des connaissances utiles et peut éviter d'avoir à traiter ultérieurement avec des parties prenantes non coopératives.

Rechercher des gains rapides. Si vous pouvez éviter un conflit ou trouver une solution rapide (même si elle n'est pas explicitement prévue), profitez-en. Il se peut que toutes les parties prenantes ne soient pas présentes dans votre atelier de sitôt.

1.3.3.3 Lignes directrices pour la phase d'exécution

La *phase d'exécution* se concentre sur l'exécution des activités d'élucidation. Au cours de cette phase, les activités d'élucidation sont réalisées conformément au plan existant.

Considérer les activités d'élucidation comme des activités limitées dans le temps

Un risque important de l'élucidation des exigences est de perdre du temps et des ressources dans des activités inefficaces qui n'aboutissent pas aux résultats escomptés. Nous recommandons donc de considérer les activités d'élucidation comme des blocs de temps, où chaque bloc de temps ajoute des informations de manière itérative et incrémentale à l'ensemble des exigences.

Si une activité ne répond pas aux attentes en matière d'effort et/ou de calendrier, arrêtez-la et examinez les résultats obtenus pour comprendre la raison de l'échec. Plusieurs raisons peuvent expliquer l'échec potentiel d'une technique d'élucidation : par exemple, la technique de résolution des conflits n'est pas adaptée à la situation de conflit, ou les sources

d'exigences abordées ne sont pas en mesure de fournir des informations adéquates. Les résultats de cet examen peuvent être utilisés pour planifier de nouvelles activités ou pour affiner les activités existantes.

Remettre en question le plan après chaque activité (et le réviser si nécessaire)

Le plan d'élucidation existant ne doit pas être considéré comme figé. Le plan a été élaboré à partir des informations disponibles à l'époque, y compris les hypothèses. L'acquisition de nouvelles informations, l'apparition de conflits d'exigences et la réfutation des hypothèses existantes font partie du quotidien de l'élucidation.

Ajustez votre plan en permanence, en utilisant les connaissances acquises sur l'organisation, les parties prenantes et la complexité du projet au cours des activités en cours. Ne vous concentrez pas uniquement sur les besoins exprimés, mais également sur toutes les autres informations. Les questions suivantes peuvent servir de liste de contrôle pour réviser votre plan après chaque activité d'élucidation :

- Les résultats d'une activité ont-ils un impact sur les activités définies à court terme ?
- Les objectifs de l'activité concernée sont-ils toujours valables ?
- Les résultats d'une activité peuvent-ils être utilisés pour affiner des objectifs existants, vagues ou abstraits ?
- Est-il possible de réviser les objectifs à long terme existants ?
- Les résultats d'une activité conduisent-ils à de nouveaux objectifs ?
- Les résultats indiquent-ils un nouveau conflit d'exigences ?
- Les résultats permettent-ils de résoudre un conflit d'exigences existant ?

Planifier de manière défensive et utiliser des activités d'élucidation à court et à long termes

Outre la définition précise des activités d'élucidation, la séquence d'exécution appropriée est un facteur important pour la réussite de l'élucidation des exigences. En particulier dans les situations de projet présentant un niveau élevé d'incertitude, nous recommandons une approche défensive de la planification des activités d'élucidation afin d'éviter un gaspillage de ressources.

La planification des activités d'élucidation est déterminée par les facteurs suivants :

- **Disponibilité des parties prenantes/sources d'exigences** : Une activité ne peut être réalisée que si les parties prenantes (pour les activités d'élucidation) ou les sources d'exigences (pour les activités d'élucidation) nécessaires sont disponibles.
- **Disponibilité des ingénieurs chargés des exigences** : Une activité ne peut être réalisée que si des ingénieurs des exigences compétents sont disponibles pour l'exécuter.
- **Valeur pour le projet** : Les activités ayant une grande valeur pour le projet doivent être exécutées en priorité. La définition de la valeur dépend de la situation particulière. Certaines définitions de valeurs sont, par exemple, les suivantes :
 - Importance des exigences qu'une activité d'élucidation permet de satisfaire (définie par l'objectif d'élucidation)

- Importance du conflit à résoudre
- Importance des informations fournies pour les activités d'élucidation ultérieures (par exemple, une activité d'élucidation a été définie pour détailler un objectif d'élucidation vague mais important)

Prévoir de la marge pour laisser du temps à la créativité, à la résolution des conflits et aux événements inattendus

Soyez conscient du fait que vous ne pouvez pas tout planifier à l'avance, car vous devez faire face à un niveau élevé d'incertitude. Ne soyez pas surpris si, en chemin, de nouvelles activités urgentes apparaissent. Si vous n'avez pas prévu de marge de manœuvre pour y faire face, vos autres activités planifiées en pâtiront et il n'y aura pas de place pour la créativité. Dans la première phase d'un projet d'élucidation, il n'est pas rare que 25 % de la marge de manœuvre soit disponible. Par la suite, ce pourcentage peut être réduit, mais il ne sera jamais nul.

Paralléliser les activités indépendantes

La mise en parallèle d'activités indépendantes peut accroître l'efficacité des activités d'élucidation. Deux activités d'élucidation ou plus sont considérées comme indépendantes les unes des autres si les objectifs d'élucidation sont indépendants les uns des autres et si les sources d'exigences ne sont pas identiques. Il n'est pas conseillé de paralléliser des activités qui ont des objectifs d'élucidation dépendants (ou même identiques), car le résultat d'une activité peut avoir un impact sur l'autre.

Deux ou plusieurs activités de résolution sont considérées comme indépendantes l'une de l'autre si les exigences conflictuelles sont indépendantes l'une de l'autre et si les participants au conflit sont différents. Il n'est pas conseillé de paralléliser des activités qui ont des conflits interdépendants, car la résolution d'un conflit peut avoir un impact sur l'autre.

Veillez toutefois à coordonner régulièrement toutes les activités parallèles. Sinon, vous risquez de passer à côté de dépendances cachées ou de découvertes qui pourraient être utiles pour les autres activités.

Combiner les activités d'élucidation qui répondent à la même source d'exigences

Les activités d'élucidation qui portent sur la même source d'exigences (par exemple, la même partie prenante ou le même groupe de parties prenantes) peuvent être combinées pour accroître l'efficacité.

Par exemple, dans le cas où nous souhaitons aborder trois objectifs d'élucidation différents par le biais d'entretiens et que la partie prenante de ces objectifs est identique, il est possible de programmer un entretien et de travailler sur les trois objectifs au cours de cette réunion.

Rechercher les conflits et y réagir selon une stratégie validée

La recherche active de conflits est une tâche quotidienne. Que vous réalisiez des activités d'élucidation, des revues de spécifications, l'assurance qualité d'un modèle d'exigences ou

toute autre tâche, vous devez développer de bonnes compétences en matière de vérification de la cohérence à tout moment.

Documenter les informations sur les conflits potentiels, par exemple les indicateurs de conflit dans votre liste de parties prenantes, pour un examen ultérieur. Pour les conflits sociaux ou mixtes, soyez attentifs aux indicateurs. Tous les indicateurs ne conduisent pas nécessairement à un conflit réel, mais tous les conflits ont des indicateurs. Il est toujours utile de savoir où observer avant qu'il ne soit trop tard pour réagir.

Restez toujours neutre dans un conflit et essayez de trouver une solution durable pour l'ensemble du projet et toutes ses parties prenantes. Il est également utile d'être perçu comme neutre lorsque l'on joue le rôle de modérateur dans la situation de conflit ou lors d'un atelier.

Voici quelques exemples de la manière de trouver des conflits dans la phase d'exécution :

- Recherchez les termes incohérents dans votre glossaire ou votre modèle terminologique.
- Comptez : Si votre interface graphique comporte cinq champs et que vous avez défini six étiquettes, il doit y avoir une erreur !
- Si la partie prenante A veut un bouton rouge, le même bouton ne peut pas être vert pour la partie prenante B.
- Si vous avez défini un comportement pour une condition, avez-vous également défini un comportement alternatif lorsque la condition ne s'applique pas ?

1.4 Modèles de processus

La pratique du secteur nous a appris que chaque projet est un événement unique. Il est donc difficile de fournir des conseils concrets pour l'élucidation des exigences, étant donné que de nombreux facteurs peuvent influencer la meilleure approche. Certains de ces facteurs sont le temps et le budget disponibles, le type de système à développer, la disponibilité des parties prenantes et l'expérience des ingénieurs des exigences.

Néanmoins, certaines méthodes tirées de la littérature et de la pratique industrielle ont prouvé leur utilité dans diverses situations. Outre la description de certaines de ces méthodes, nous introduisons l'idée de modèles de processus. Le concept de modèles a été développé à l'origine dans un contexte architectural [AIIS1977] pour documenter les connaissances réutilisables pour la création d'architectures, et a été transféré plus tard au développement de logiciels avec l'introduction de modèles de conception pour les logiciels [GHJV1994].

Dans un contexte d'élucidation, les modèles de processus permettent de documenter les méthodes utiles et éprouvées d'élucidation des exigences. L'objectif principal de cette section est d'enseigner l'idée sous-jacente des modèles de processus en tant que boîte à outils plutôt que d'enseigner des approches spécifiques. Tout d'abord, la structure des modèles de processus pour l'élucidation des exigences est décrite. Des exemples de modèles de processus sont ensuite donnés.

1.4.1 Structure et avantages des modèles de processus pour l'élucidation des exigences

Un modèle de processus se compose des éléments suivants :

- *Champ d'application*: Cette section décrit la ou les situations du projet qui se prêtent à l'application d'un modèle. Cette description peut également inclure des situations particulières dans lesquelles l'application du modèle n'est pas conseillée.
- *Efforts et ressources nécessaires*: Cette section décrit les efforts et les ressources nécessaires pour appliquer un certain modèle. L'effort est généralement décrit en termes de temps et de ressources humaines. Les ressources supplémentaires peuvent comprendre, par exemple, du matériel d'atelier, des logiciels spéciaux ou des lieux particuliers.
- *Éléments du modèle* : Cette section explique les détails de ce modèle. La description comprend des références aux méthodes appliquées et des descriptions concrètes des activités d'élucidation afin que le lecteur puisse comprendre le modèle en termes d'élucidation des exigences.
- *Instanciation*: Cette section fournit des détails spécifiques sur la manière de commencer. La description comprend des activités de préparation du modèle et un plan initial avec des activités d'élucidation (voir section 1.3.1.1) qui peut être utilisé comme ligne directrice pour commencer.
- *Pour en savoir plus*: Cette section fournit des références supplémentaires à la littérature utile avec des détails supplémentaires sur le modèle.

Selon l'origine des idées sous-jacentes du modèle, les détails décrits ne se limitent pas nécessairement à l'élucidation des exigences et peuvent inclure d'autres activités telles que la conception ou les tests. Ces parties non liées à l'élucidation doivent être courtes. Dans la mesure du possible, la description portera sur les résultats de ces activités non liées à l'élucidation en vue de leur utilisation ultérieure dans le cadre de l'élucidation des exigences.

L'ingénieur des exigences doit rechercher activement des modèles qui sont pertinents pour sa propre situation. Ayez à l'esprit que :

- Les modèles de processus sont de bonnes pratiques issues de la littérature et de la pratique, qui fournissent un point de départ pour définir les activités d'élicitation dans des situations comparables.
- Les modèles de processus fournissent une métaperspective sur la façon de travailler. Au lieu d'appliquer la même approche à toutes les situations de projet, les modèles de processus permettent de développer une boîte à outils au-delà des techniques spécifiques (par exemple, les entretiens).
- Généralement, les informations fournies ne sont pas suffisantes pour une exécution immédiate du processus. L'analyse des similitudes et des différences entre le champ d'application du modèle et la situation réelle permet d'identifier une approche appropriée et de sélectionner les techniques adéquates.
- La liste des modèles couverts dans ce chapitre n'est ni complète ni exhaustive. En outre, les modèles peuvent, et souvent doivent, être combinés de diverses manières.

- Les ingénieurs expérimentés en matière d'exigences sont encouragés à développer et à partager leurs propres modèles.

Cette section présente trois exemples de modèles : en cascade, conception centrée sur l'humain et Design Thinking. Le modèle en cascade est choisi comme modèle parce que le modèle de processus en cascade est souvent confondu avec l'ingénierie des exigences en tant que méthode. La description qui suit doit indiquer clairement que le modèle en cascade n'est qu'un moyen parmi d'autres de réaliser l'ingénierie / l'élucidation des exigences.

La conception centrée sur l'humain et le Design Thinking sont présentés parce qu'il s'agit de deux approches très populaires pour l'élucidation des exigences et qu'ils combinent diverses techniques (par exemple, des ateliers et des techniques de créativité) avec un modèle de processus qui permet une application facile dans diverses situations.

Le développement agile n'a volontairement pas été inclus ici en tant que modèle car les détails sur l'ingénierie des exigences dans les projets agiles sont couverts par le CPRE RE@Agile de l'IREB.

1.4.2 En cascade

Le modèle en cascade décrit un modèle de cycle de vie de développement logiciel linéaire et séquentiel, dans lequel le développement d'un système se déroule selon une séquence de phases différentes. Royce [Royce70] a décrit pour la première fois ce modèle avec les phases Exigences, Analyse, Conception, Codage, Test et Déploiement. D'autres définitions de phases ont été publiées, par exemple la norme DOD-STD-2167A du ministère de la défense des États-Unis [DoD88]. Le modèle en V [FoMo91] ou le modèle en spirale de Boehm [Boehm88] sont des variantes du cycle de vie en cascade.

1.4.2.1 Périmètre

Ce type de développement se rencontre surtout dans les grands projets à long terme, dans le développement de systèmes techniques (intégrés), de systèmes complexes avec des interfaces avec d'autres systèmes (existants) et dans le cadre d'une stratégie de mise en œuvre de type "big-bang".

Les caractéristiques les plus évidentes de ce type de projets sont les suivantes :

- Un objectif métier clairement défini ;
- Compréhension précise du système à développer ;
- Compréhension précise du domaine ;
- Compréhension précise de la technologie à utiliser ;
- Des directives fortes émanant d'un seul responsable métier ou d'un comité de pilotage ;
- Une approche stricte, définie dans un plan formel avec des budgets et des calendriers dès le départ, et contrôlée par une gestion de projet solide ;
- Des équipes de différents professionnels travaillant sur les phases individuelles ;

- Les résultats de chaque phase servent d'entrants à la phase suivante, l'information étant transmise par le biais d'une documentation formelle ;
- Des barrières de qualité entre les phases, avec des décisions formelles de la direction pour aller de l'avant ;
- Après avoir passé un contrôle de qualité, les exigences qui en résultent sont "gelées" en tant que spécifications et, si des modifications ultérieures sont nécessaires, elles suivent une procédure de modification formelle.

1.4.2.2 Efforts / ressources

Les projets en cascade ont généralement une longue durée (de plusieurs mois à plusieurs années) et nécessitent un effort important (souvent plusieurs centaines de mois-hommes). Au début du projet, un plan détaillé est établi et approuvé pour le reste du projet. Ce plan comprend une phase initiale de définition des besoins qui peut durer de quelques semaines à plusieurs mois et qui peut faire appel à plusieurs professionnels.

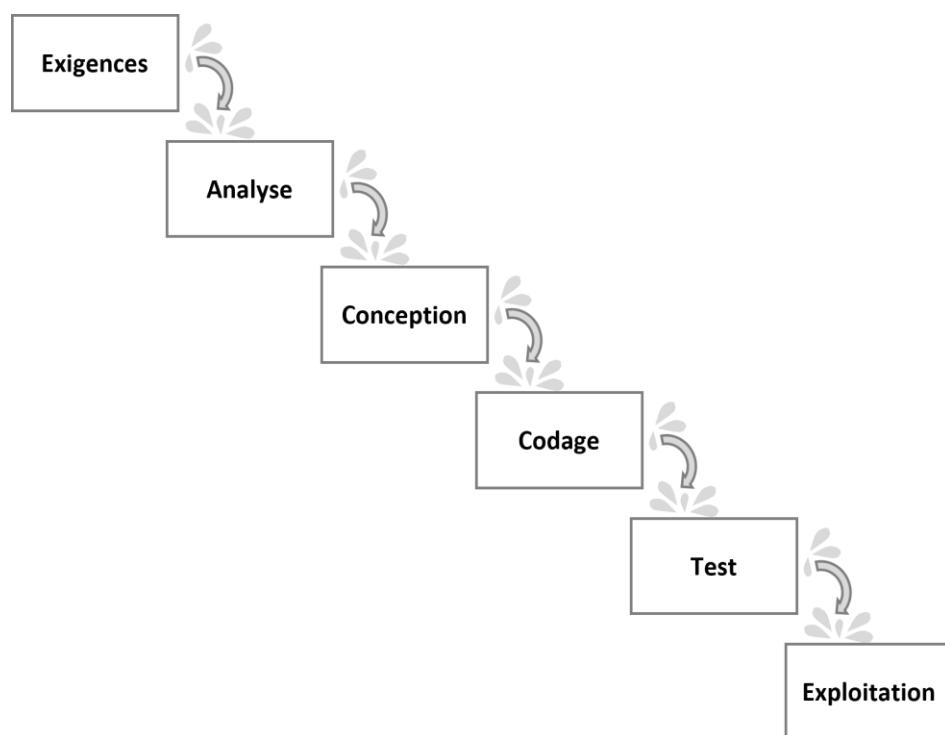


Figure 4: Processus en cascade

1.4.2.3 Éléments du modèle

Il existe différentes définitions de phases pour le modèle en cascade, généralement des variantes de la définition originale de Royce (voir Figure 4). Du point de vue de l'ingénierie des exigences, la phase des exigences peut être considérée comme la plus importante. Au cours de cette phase, les principales exigences sont déterminées, ce qui fixe l'orientation générale pour le reste du projet. Bien que moins importante, l'ingénierie des exigences continue à jouer un rôle dans toutes les phases ultérieures.

Les paragraphes suivants décrivent chaque phase plus en détail, y compris les lignes directrices pour les activités d'élucidation.

Exigences

L'objectif de cette phase est de traduire l'objectif métier de haut niveau formulé par le responsable métier en un ensemble validé d'exigences (métier) majeures. En outre, les principales contraintes qui définissent l'espace de solution pour le système et le projet sont identifiées.

Les ingénieurs des exigences recueillent généralement les exigences en organisant des entretiens qualitatifs avec un groupe (généralement restreint) de cadres et de dirigeants, en résumant les résultats dans des rapports et en traitant leur retour d'information. Il peut être difficile d'obtenir suffisamment de temps de la part des personnes interrogées, en raison de leurs agendas surchargés. Outre les entretiens, l'analyse des documents permet également de clarifier les exigences.

Les résultats sont consolidés dans un rapport final détaillé qui passe par une série de versions préliminaires, qui sont révisées à plusieurs reprises. Les conflits sont résolus en traitant le retour d'information jusqu'à ce qu'un consensus soit atteint, ou en passant outre par l'intermédiaire de décisions hiérarchiques. À la fin de la phase, une inspection formelle de la dernière version sert de contrôle de qualité, après quoi le rapport final est publié pour la phase suivante.

Analyse

La phase d'analyse se concentre sur l'élaboration de l'architecture de l'information, de l'interface utilisateur et des interfaces avec d'autres systèmes dans un ensemble d'exigences du système.

L'une des principales tâches consiste à identifier les contraintes liées au paysage informatique environnant, principalement par le biais d'une analyse documentaire et d'entretiens avec des administrateurs de systèmes et d'autres professionnels de l'informatique. Du côté des utilisateurs, l'accent est mis sur les utilisateurs finaux directs. Des entretiens et des questionnaires peuvent être utilisés pour l'élucidation, en fonction de la taille et de la complexité de la communauté d'utilisateurs. Des ateliers avec des groupes d'utilisateurs peuvent également s'avérer utiles. Si la communauté d'utilisateurs est diversifiée, les personas peuvent être utiles. Un piège pourrait consister à "oublier" les utilisateurs externes et les autres clients indirectement concernés, en supposant que les utilisateurs internes représentent suffisamment leur opinion.

Une fois de plus, cette phase aboutit à un rapport final consolidé et validé, qui passe par un contrôle de qualité avant d'être publié.

Conception

Dans la phase de conception, les exigences du système sont élaborées en exigences logicielles comme une ébauche du système à développer.

Dans cette phase, les professionnels de l'informatique jouent un rôle de premier plan : concepteurs fonctionnels et techniques, administrateurs de bases de données et de systèmes, opérateurs techniques. Les interfaces sont définies plus en détail et les réactions des représentants des utilisateurs sont recueillies et traitées. Les prototypes à basse fidélité peuvent être utiles. Des techniques d'observation peuvent être appliquées pour aligner le système conçu sur les processus opérationnels des utilisateurs finaux. Une tâche importante peut consister à concilier les exigences de qualité et les contraintes techniques.

À la fin de cette phase, l'ensemble des exigences métier, système et logicielles sera devenu une collection vaste et complexe qui doit être gérée activement (gestion des changements et de la configuration, baselines, versions, hiérarchisation des priorités, traçabilité). Le maintien de la cohérence entre toutes les exigences est une préoccupation majeure.

La phase de conception aboutit à un ou plusieurs documents de conception, qui seront également soumis à un contrôle de qualité avant d'être publiés. En cas d'externalisation, les documents de conception formels constituent la base du contrat avec le sous-traitant. Dans ce cas, la qualité des exigences figurant dans les documents de conception est cruciale pour la réussite du projet.

Codage

L'objectif de cette phase est d'élaborer une solution technique qui réponde aux exigences établies au cours des phases précédentes. Les développeurs informatiques tels que les concepteurs techniques, les spécialistes des bases de données et les programmeurs sont impliqués.

En théorie, aucune nouvelle exigence n'est développée. Dans la pratique, les développeurs peuvent détecter des incohérences entre les exigences, des conflits avec des contraintes de bas niveau négligées, ou des interprétations et des calculs erronés des phases précédentes. Parfois, des prototypes haute-fidélité sont utilisés au début de cette phase pour obtenir un retour d'information de la part des utilisateurs finaux.

Les tests de composants et d'intégration servent de barrières de qualité pour la phase suivante.

Test

Lors de la phase de test, des testeurs indépendants, des utilisateurs finaux, des administrateurs de système et des opérateurs tentent de vérifier si le système répond aux exigences définies et de valider si le système soutiendra les processus métier prévus sans risque majeur. Là encore, aucune nouvelle exigence n'est attendue, mais la résolution des défauts peut nécessiter le réexamen et l'ajustement de solutions antérieures.

La phase de test est elle-même le dernier contrôle de qualité, fournissant les informations nécessaires à la direction pour prendre une décision de mise en service.

Exploitation

Dans la phase d'exploitation, le système est utilisé dans une situation métier réelle.

Des incidents dans le système opérationnel et des changements dans l'environnement métier peuvent survenir, entraînant des exigences nouvelles ou actualisées. L'analyse d'impact est appliquée pour décider des demandes de changement. Il est important d'intégrer tous les changements acceptés et de s'assurer qu'un ensemble unique, cohérent et actualisé d'exigences est maintenu tout au long de la durée de vie du système.

1.4.2.4 Instantiation de ce modèle

Dans le modèle en cascade, l'exigence de qualité des résultats est très élevée. Une faible qualité dans les premières phases conduit inévitablement à des projets avec des dépassements de délais et de coûts et à des systèmes qui ne répondent pas aux attentes des clients.

Les barrières de qualité à la fin de chaque phase servent de garde-fou contre la mauvaise qualité. Au cours des premières phases, les revues et les inspections sont les principales techniques permettant de maintenir la qualité à un niveau élevé. Une bonne pratique consiste à impliquer des participants non seulement de la phase actuelle, mais aussi de la phase précédente et des phases suivantes. Après avoir passé le contrôle de qualité, les exigences sont "gelées" en tant que spécifications pour les phases suivantes. Cela signifie que si quelqu'un souhaite modifier une exigence ultérieurement, une procédure de modification formelle doit être suivie, au cours de laquelle l'impact de la modification est analysé et évalué. Dans la pratique, cela signifie souvent que les changements sont découragés. De cette manière, les spécifications des phases précédentes agissent comme des contraintes pour les phases suivantes. C'est à la fois une force – elle apporte de la stabilité – et une faiblesse – elle entraîne une rigidité – du modèle en cascade. Par conséquent, ce modèle est utilisé de préférence dans des environnements métiers stables où un objectif clair doit être atteint d'une manière hautement contrôlée et vérifiable.

Lorsque vous commencez l'ingénierie des exigences dans le cadre d'un projet en cascade, vous vous concentrez sur la phase des exigences. Bien que cela semble contraire à la nature d'un tel projet, il convient d'envisager une approche itérative, assortie d'un calendrier, dans laquelle l'objectif principal de l'entreprise est affiné progressivement pour devenir un ensemble d'exigences métier. Les délais doivent s'inscrire dans le cadre de la planification globale du projet afin de produire un rapport final à temps pour le début de la phase d'analyse.

Le tableau suivant présente un exemple de liste d'objectifs.

Rue	Objectif de l'élucidation	Technique d'élucidation	Source des exigences	Qualité des résultats
1	Identifier les parties prenantes et la documentation pertinente	Interview	Responsable métier	Moyen

2	Se préparer pour les interviews	Analyse des documents	Documents pertinents relatifs au domaine et à la technologie de l'information	Moyen
3	Comprendre les besoins métier	Interview	Dirigeants concernés	Moyen
4	Obtenir un retour d'information	Distribution pour commentaires	Dirigeants concernés	Moyenne - élevée
Répéter les étapes 2 à 4 jusqu'à ce que le retour d'information prouve que le niveau de qualité est satisfaisant				
5	Consolider l'image globale	Atelier	Responsable métier, personnes interrogées, autres parties prenantes	Haut
6	Valider les résultats	Inspection	Parties prenantes et représentants de la phase suivante	Haut
7	Obtenir l'acceptation	Rapport final	Responsable métier et parties prenantes concernées	Haut

Au cours des phases suivantes, l'ingénieur des exigences peut ne pas jouer un rôle de premier plan. Les exigences détaillées du système et du logiciel seront développées et affinées en collaboration avec d'autres professionnels. La principale préoccupation de l'ingénieur des exigences sera la gestion de l'ensemble croissant des exigences. L'ingénieur des exigences joue souvent le rôle de consultant et de coach sur les questions d'exigences, en résolvant les conflits et en veillant à la cohérence.

Veillez à ce qu'une capacité suffisante d'ingénierie des exigences soit disponible pendant ces phases, en particulier pendant les tests (d'acceptation), où les ingénieurs des exigences doivent jouer un rôle actif pour garantir que le système se comporte effectivement comme spécifié dans l'ensemble des exigences.

1.4.2.5 Pour en savoir plus

- [Royce70] W. Royce: Managing the Development of Large Software Systems. Dans les actes de l'IEEE WESCON 26 (août) : 1-9, 1970
- [DoD88] Département de la défense des États-Unis : DOD-STD-2167A, MILITARY STANDARD : DEFENSE SYSTEM SOFTWARE DEVELOPMENT, 1988

- [FoMo91] K. Forsberg, H. Mooz : La relation entre l'ingénierie des systèmes et le cycle de projet. In : Proceedings of the First Annual Symposium of National Council on System Engineering, octobre 1991 : 57–65.
- [Boehm88] B.W. Boehm : un modèle en spirale pour le développement de logiciels. Dans le Tutorial : Gestion de projets de génie logiciel. Édité par R.H. Thayer, IEEE Computer Society Press, Washington D.C., 1988, pp. 128–142.

1.4.3 Conception centrée sur l'humain

La conception centrée sur l'humain, également connue sous le nom de développement guidé par l'utilisateur, est un cadre de processus (non limité aux interfaces ou aux technologies) dans lequel le contexte d'utilisation, les objectifs d'utilisabilité, les caractéristiques de l'utilisateur, l'environnement, les tâches et le flux de travail d'un produit, d'un service ou d'un processus font l'objet d'une attention particulière à chaque étape du processus de conception. [RiFI2014].

L'utilisabilité d'un système est la mesure dans laquelle le système peut être utilisé par des utilisateurs spécifiques pour atteindre des objectifs spécifiques avec efficacité, efficience et satisfaction dans un contexte d'utilisation spécifique [ISO9241.11].

Compte tenu de la définition susmentionnée, il est clair que "l'utilisabilité" ne peut pas être simplement mentionnée lors d'un entretien, puis définie comme une exigence non fonctionnelle, par exemple "le système doit être utilisable". L'utilisabilité d'un système dépend des tâches de ses utilisateurs et du contexte d'utilisation. La conception centrée sur l'humain est une approche qui permet d'identifier ces éléments interdépendants :

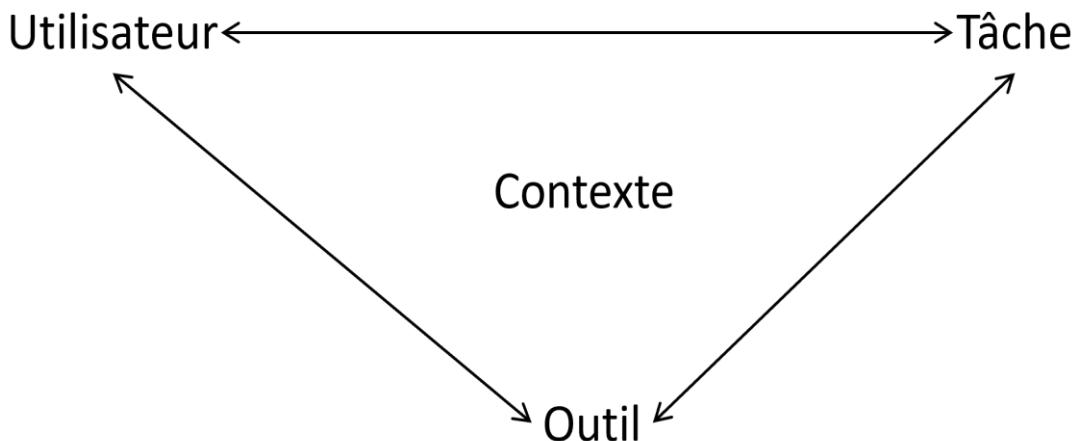


Figure 5: Éléments dépendants les uns des autres à prendre en compte dans le cadre de la HCD
[Shackel1991]

L'expérience utilisateur (UX) fait référence au concept de contacts multicanaux entre un client et un fournisseur. Le client suit un parcours qui va de son premier contact avec le fournisseur (probablement par le biais d'une publicité ou d'un représentant commercial) à

diverses interactions avec des points de contact en ligne ou hors ligne (par exemple, la recherche d'un produit dans la boutique en ligne, l'achat, les relations avec le service clientèle et le paiement), jusqu'à ce qu'il mette fin à la relation avec le client. Par conséquent, le travail du fournisseur n'est pas d'optimiser l'utilisabilité d'un canal spécifique, mais plutôt d'optimiser l'ensemble de l'expérience utilisateur/client. Dans le modèle de Shackel (voir Figure 5), c'est l'un des aspects importants du contexte d'un outil : l'outil n'est qu'un des nombreux points de contact avec l'utilisateur.

1.4.3.1 Périmètre

Le modèle HCD s'applique aux projets dans lesquels il y a un niveau élevé d'interaction avec les utilisateurs. Si les interactions se font principalement avec d'autres systèmes, ce modèle n'est peut-être pas approprié. Cependant, la plupart des systèmes servent en fin de compte à des êtres humains, et il est donc utile de savoir qui ils sont (groupes d'utilisateurs), ce qu'ils font (tâches) et dans quel contexte ils utiliseront le nouveau système.

1.4.3.2 Efforts / ressources

Si un nouveau système de grande envergure doit être développé et que l'équipe de projet est nouvelle dans le domaine et/ou vient d'être constituée, il convient de prévoir une phase de réflexion initiale importante (jusqu'à 3 mois). Cela permet à l'équipe de se familiariser avec le domaine, d'étudier les utilisateurs, leurs tâches et leur contexte, et d'identifier et de résoudre les principaux risques. La mise en place du développement initial, par exemple la mise en place d'environnements de développement, l'intégration continue, une première version de l'architecture de la solution, etc. Des compétences UX sont nécessaires, avec plus de professionnels s'il y a plusieurs groupes d'utilisateurs à étudier.

Si le système est moins compliqué, si l'équipe de développement est bien établie dans le domaine et a une longue expérience de collaboration réussie, ou si le projet n'est qu'une extension ou un correctif de maintenance d'un système précédemment développé selon la HCD, la période de réflexion initiale peut être réduite à quelques semaines, voire à quelques jours. Moins de compétences spécialisées en UX sont nécessaires, bien qu'il soit bon que tous les membres de l'équipe de projet soient conscients de l'importance de l'UX et aient un état d'esprit centré sur l'humain.

1.4.3.3 Éléments du modèle

La conception centrée sur l'humain peut être exécutée comme un processus couvrant l'ensemble du développement du système – voir ISO 9241 210, le processus de conception centrée sur l'humain :

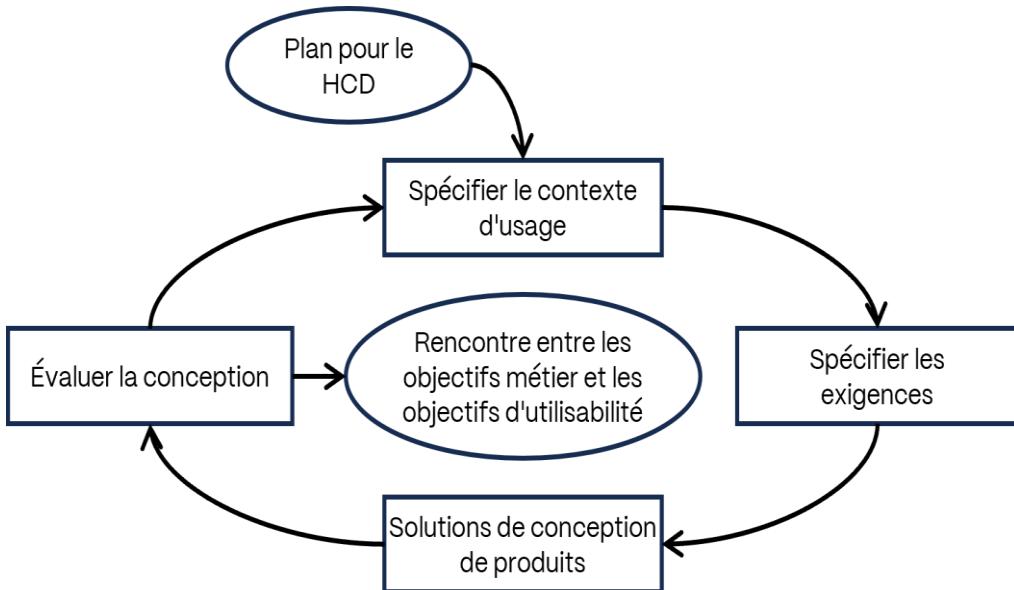


Figure 6: Conception itérative centrée sur l'humain pour les systèmes interactifs [ISO9241.210]

Cependant, la HCD est une approche, voire une attitude, plutôt qu'un modèle de processus. Elle est souvent intégrée dans les modèles de processus d'ingénierie (par exemple, les approches agiles ou en cascade, voir la section 1.4.2) ou fait même partie intégrante des processus de conception (par exemple, Design Thinking, voir la section 1.4.4) pour couvrir les aspects concernant la partie prenante la plus cruciale – l'utilisateur.

1. Plan pour le HCD

Planifier les activités de HCD nécessaires et s'assurer qu'elles sont établies dans le plan général du projet (voir également la section suivante "Instanciation de ce modèle") : Les étapes sont exécutées de manière itérative jusqu'à ce que les objectifs métiers et de convivialité soient atteints.

2. Recherche sur les utilisateurs (préciser le contexte d'utilisation)

Tout d'abord, l'ingénieur des exigences identifie et analyse les utilisateurs du système à développer. Cette analyse des utilisateurs doit saisir le contexte, les caractéristiques, les objectifs, les attitudes et les tâches d'un nombre adéquat d'utilisateurs réels (et non de leurs supérieurs !), les regrouper en groupes d'utilisateurs et les documenter, par exemple sous la forme d'un persona par groupe d'utilisateurs. Une fois les groupes d'utilisateurs connus, il est possible de décider en connaissance de cause lequel sera considéré comme le principal groupe d'utilisateurs devant bénéficier de la solution. Le système, et en particulier son interface utilisateur, sera optimisé pour ces utilisateurs. Il est alors possible de décider si les autres groupes d'utilisateurs doivent être traités via la même interface utilisateur ou s'il faut prévoir des interfaces utilisateur distinctes. Il peut même être décidé que certains groupes d'utilisateurs ne seront pas du tout pris en compte par le système.

3. Spécifier les exigences

L'ingénieur des exigences sélectionne les techniques d'élucidation qui permettront de recueillir des informations sur les tâches effectuées par les utilisateurs et les produits

de travail qu'ils utilisent. Compte tenu des utilisateurs, des tâches et du contexte, les exigences du système peuvent être spécifiées.

4. Produire des solutions de conception

Lorsque vous validez les exigences avec des utilisateurs réels, évitez les modèles compliqués et les documents de spécification encombrants qu'ils ne comprennent pas. Il est plus efficace de montrer des prototypes ou de les laisser parcourir des scénarios ou des story-boards.

5. Évaluer la conception

Appliquer l'évaluation de l'utilisabilité sous n'importe quelle forme : par exemple, les tests informels dans les couloirs (une brève revue de votre prototype avec quelques membres du personnel qui passent par hasard dans le couloir et qui peuvent consacrer 5 à 10 minutes de leur temps) sont une technique rapide, bon marché et informelle, ou, à l'autre extrémité de l'échelle, les tests formels d'utilisabilité en laboratoire avec un plus grand nombre d'utilisateurs recrutés à l'extérieur.

1.4.3.4 Instantiation

Rue	Objectif de l'élucidation	Technique d'élucidation	Source des exigences	Qualité des résultats
1	Connaître les tâches des utilisateurs (pour préparer les enquêtes contextuelles)	Interview	Des experts spécifiques qui savent ce que les utilisateurs font (ou devraient faire) : Responsables, formateurs, ingénieurs de processus, représentants des utilisateurs, etc.)	Certitude élevée / faible exhaustivité
2	Connaître les tâches des utilisateurs (pour préparer les enquêtes contextuelles)	Lecture basée-perspective Étudier le matériel de formation, participer aux cours de formation Explorer les systèmes de l'utilisateur (systèmes de formation, systèmes de test)	Matériel de formation Système de formation Systèmes de test	Certitude élevée / faible exhaustivité

Rue	Objectif de l'élucidation	Technique d'élucidation	Source des exigences	Qualité des résultats
3	Identifier les groupes d'utilisateurs dans leur contexte	Enquête contextuelle (EC) Plusieurs EC	Quelques utilisateurs spécifiques	Certitude moyenne / faible exhaustivité
4	Apprendre à connaître les utilisateurs dans un contexte public (par exemple, l'utilisation d'un système d'information dans un lieu public)	Observation sur le terrain	De nombreux utilisateurs occasionnels	Certitude moyenne / faible exhaustivité
5	Recueillir des données quantitatives sur des questions spécifiques	Enquête avec questionnaire	De nombreux utilisateurs à différents endroits	Certitude élevée
6	Comprendre une entreprise spécifique	Stage de quelques jours	Un ou deux utilisateurs spécifiques	Certitude élevée / faible exhaustivité
7	Valider les exigences et trouver de nouvelles exigences	Visite guidée de l'utilisateur basée sur : - Prototypage - Scénarios d'utilisation - Storyboards	Utilisateurs	Certitude élevée / exhaustivité élevée

Conseil 1.4.1:

L'une des premières leçons de HCD pour les membres des projets de développement est de reconnaître que "je ne suis pas l'utilisateur". Même si l'application s'adresse à des utilisateurs comme moi, les autres utilisateurs sont tellement différents en termes d'attitude, d'expérience, d'objectifs, de tâches, etc. que rien ne peut remplacer leur retour d'information direct. Même un utilisateur représentatif qui rejoint l'équipe de projet est, après un court laps de temps, "contaminé" par les discussions qui ont lieu au sein de l'équipe de développement (par exemple, il connaît le concept qui a conduit à la conception d'un écran compliqué), de sorte qu'il n'est plus vraiment représentatif.

1.4.3.5 Pour en savoir plus

[RiFI2014] donne un aperçu bref mais très pratique de l'ingénierie centrée sur l'humain, c'est-à-dire de la création de produits pour l'homme.

[HaPy2012] fournir une vue d'ensemble de l'UX.

[BeHo1998] sont les inventeurs de l'enquête contextuelle.

1.4.4 Design Thinking

Le Design Thinking est un processus formalisé de résolution pratique et créative de problèmes et de création de solutions, dans le but d'améliorer les résultats futurs. Il s'agit d'une forme de réflexion axée sur les solutions, qui consiste à partir d'un objectif (une meilleure situation future) au lieu de résoudre un problème spécifique. Il existe plusieurs approches de Design Thinking (voir [A4qu2018]). Une approche très répandue est celle de d.school de l'Institut de design Hasso Plattner de l'université de Stanford (voir [Dsch2012]).

1.4.4.1 Périmètre

Le Design Thinking est utile pour créer des idées de solutions alternatives et éventuellement des exigences, soit pour l'objectif global du projet, soit pour un aspect spécifique (par exemple, certaines caractéristiques du système). Le Design Thinking est donc applicable au tout début d'un projet (par exemple, pour développer des idées innovantes pour une boutique en ligne) ou pendant le projet lors de l'élaboration d'un aspect particulier (par exemple, un écran de vue d'ensemble du client dans un système d'administration des politiques). Une alternative à ce modèle est le modèle de conception centrée sur l'humain, également décrit dans ce manuel.

1.4.4.2 Efforts / ressources

Le design thinking est une méthode évolutive. Un processus complet de "Design Thinking" peut être réalisé en quelques heures, jours ou semaines, en fonction des ressources disponibles. La littérature (par exemple, [LiOg2011]) recommande que l'équipe de Design Thinking travaille dans une pièce dédiée, car l'équipe produit divers résultats et, en fonction des techniques appliquées, a besoin d'un espace de travail (par exemple, pour développer des story-boards ou d'autres types de techniques de canevas).

1.4.4.3 Éléments du modèle

Dans l'approche d.school, le processus de Design Thinking consiste en cinq phases itératives. Les participants sont les parties prenantes du projet et les ingénieurs en charge des exigences. Un ingénieur en charge des exigences est également responsable de l'animation et de la conduite du processus. Le Design Thinking met l'accent sur une configuration multidisciplinaire des participants, par exemple : des utilisateurs d'âges différents, des représentants de l'entreprise et des équipes techniques, des personnes issues

d'autres groupes liés au projet (par exemple, des ONG). Du point de vue de l'ingénierie des exigences, nous recommandons de mener des activités d'élucidation qui analysent systématiquement le contexte du projet afin d'identifier un groupe optimal de parties prenantes pour le processus de réflexion sur la conception.

Bien que les phases soient présentées de manière séquentielle, le processus de Design Thinking met l'accent sur l'importance des itérations. Si les résultats d'une phase permettent de mieux comprendre ou de modifier des résultats déjà élaborés, le processus doit revenir à la phase correspondante et modifier les résultats. Par exemple, si la phase de prototypage a produit des résultats qui permettent de mieux définir l'objectif du projet, le processus doit revenir à la phase de définition.

Dans ce qui suit, nous décrirons plus en détail chaque phase de l'approche d.school, y compris les lignes directrices pour la définition des activités d'élucidation.

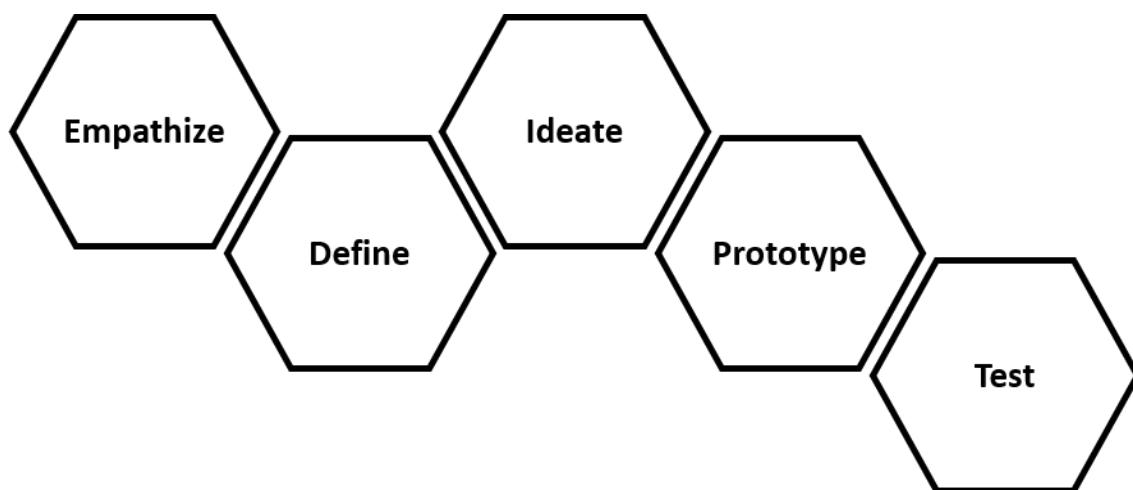


Figure 7: l'approche Design Thinking de d.school [Dsch2012]

Faire preuve d'empathie

L'objectif de cette phase est de comprendre les personnes concernées par le résultat du projet (par exemple, les utilisateurs du logiciel), de comprendre leur mode de travail, leurs besoins physiques ou émotionnels, ou l'environnement dans lequel ils travaillent.

Du point de vue de l'IE, cette phase se concentre sur la définition du contexte du système et l'identification des parties prenantes (et des autres sources d'exigences). Pour mener à bien cette phase, vous devez définir des activités d'élucidation avec des objectifs d'élucidation visant à comprendre les personnes dans le contexte de votre système. Les sources d'exigences sont des parties prenantes qui ne font pas partie de l'équipe de réflexion sur la conception. La qualité des résultats dépend de l'objectif global du projet : néanmoins, toutes les informations permettant de mieux comprendre les parties prenantes sont les bienvenues.

Les techniques possibles pour cette phase sont les entretiens qualitatifs (voir section 0), les ateliers sur les exigences (voir section 3.1.3.1) et les techniques d'observation (voir section 3.1.2). Les techniques basées sur les artefacts (voir la section 3.1.3) sont également utiles si vous avez besoin d'une meilleure compréhension du domaine ou de la technologie. Les

personas constituent un moyen approprié de documenter vos conclusions (voir la section 2.2.4)

Définir

Traiter et synthétiser les résultats de votre travail d'empathie afin de former un point de vue utilisateur que vous aborderez dans votre conception.

Du point de vue de l'ingénierie des exigences, cette phase vise à documenter les résultats obtenus. Un résultat important est une définition concrète de l'objectif du projet au sein de votre équipe de Design Thinking. Vous pouvez définir des activités d'élucidation avec des objectifs d'élucidation qui visent à comprendre les relations et les dépendances. La qualité des résultats doit être très élevée car ils doivent refléter la compréhension commune de votre équipe de projet. Les sources de besoins pour ces activités sont les participants à votre processus de Design Thinking. Les techniques utiles comprennent, par exemple, la cartographie mentale (voir la section 3.3.5) et les storyboards (voir la section 3.2.4), qui aident à restructurer et à visualiser les résultats.

Idéation

Explorer une grande variété de solutions possibles en générant une grande quantité de solutions diverses, ce qui vous permet d'aller au-delà de l'évidence et d'explorer un éventail d'idées.

Du point de vue de l'ingénierie des exigences, cette phase est une phase de créativité au cours de laquelle vous définissez des activités d'élucidation avec des objectifs d'élucidation qui se concentrent sur la génération d'un grand nombre d'idées différentes.

Les sources de besoins pour ces activités sont les participants de votre équipe de Design Thinking. Le "Design Thinking" met l'accent sur l'importance de générer plusieurs idées différentes pour résoudre le problème posé. La qualité du résultat est flexible et dépend des ressources disponibles et des délais impartis. Les techniques utiles comprennent, par exemple, le brainstorming (voir section 3.2.1).

Prototype

Transformez vos idées les plus prometteuses en forme physique afin que vous puissiez les expérimenter et interagir avec elles et, ce faisant, apprendre et développer plus d'empathie.

Du point de vue de l'ingénierie des exigences, cette phase consiste à tirer des enseignements de l'élaboration des prototypes. Vous définissez des activités d'élucidation avec des objectifs d'élucidation qui se concentrent sur l'élaboration des idées de la phase d'idéation. Les sources de besoins pour ces activités sont les participants de votre équipe de Design Thinking. La qualité du résultat dépend du projet et surtout du temps et des ressources disponibles. Si votre projet a un faible budget et des contraintes de temps importantes, vous devriez développer des prototypes simples et bon marché. Le Design Thinking fournit une règle empirique utile pour les prototypes : Ne pas consacrer trop d'efforts à un prototype, sinon vous risquez de trop vous accrocher à une certaine idée et d'introduire des biais dans l'évaluation. Les techniques utiles sont tous les types de

prototypage (voir 3.2.3), par exemple les prototypes papier-crayon, les maquettes ou les wireframes.

Les tests

Essayez des prototypes haute fidélité (voir section 3.2.3) et utilisez les observations et le retour d'information pour affiner les prototypes, en apprendre davantage sur l'utilisateur et affiner votre point de vue initial.

Du point de vue de l'ingénierie des exigences, cette phase est un mélange de validation et d'élucidation des exigences. Vous définissez des activités d'élucidation avec des objectifs d'élucidation qui se concentrent sur l'obtention d'un retour d'information de la part des parties prenantes. Les sources d'exigences pour ces activités sont des parties prenantes extérieures à votre équipe de réflexion sur la conception. Ce retour d'information neutre est important, car les membres de votre équipe ont participé à l'élaboration des idées et pourraient avoir des préjugés.

La qualité des résultats doit être élevée, car le retour d'information des parties prenantes est très important pour améliorer les idées développées. Les techniques utiles comprennent, par exemple, des entretiens quantitatifs (voir 0) et des ateliers (voir 3.1.3.1) au cours desquels les prototypes sont présentés.

1.4.4.4 Instanciation

Pour lancer un processus de Design Thinking, vous devez d'abord identifier votre équipe de Design Thinking et planifier en détail la phase d'empathie. Au début, votre plan pourrait ressembler à ceci :

Rue	Objectif de l'élucidation	Technique d'élucidation	Source des exigences	Qualité des résultats
Activités à court terme				
1	Identifier les membres du groupe de Design Thinking	Interview	sponsor du projet / chef du département technique / ...	Certitude élevée / exhaustivité élevée
2	Comprendre les personnes dans le contexte du système : Utilisateur (phase d'empathie)	Interview	Utilisateur du système	Certitude élevée
3	Comprendre les personnes dans le contexte du système : l'utilisateur	Observation	Utilisateur du système	Certitude élevée

4	Comprendre les personnes dans le contexte du système : les supérieurs des utilisateurs	Atelier	Supérieur des utilisateurs	Certitude élevée
Activités à long terme				
5	Définir la phase	Ateliers	L'équipe Design Thinking	TBD
6	Phase d'idéation	Techniques de créativité	L'équipe Design Thinking	TBD
7	Phase de prototype	Prototypage	L'équipe Design Thinking	TBD
8	Phase de test	TBD*	TBD*	TBD*

*Les TBD dans ce tableau signifient que vous ne pouvez ou ne devez pas décider de ces aspects au début du processus de Design Thinking parce qu'ils dépendent fortement des résultats des autres phases. Gardez également à l'esprit la nature itérative du processus de Design Thinking et le fait que les activités à long terme sont définies de manière abstraite et doivent être détaillées au cours du processus.

1.4.4.5 Pour en savoir plus

[Brown2009] donne une vue d'ensemble des idées qui sous-tendent le Design Thinking et de son potentiel.

[Design Council 2007] explique le modèle du double diamant publié en 2005 par le British Design Council.

[KnZK2016] présentent une version compacte du Design Thinking en cinq jours. Le livre est structuré selon les cinq jours et donne des conseils méthodologiques concrets sur ce qu'il faut faire chaque jour.

[LeLL2018] fournit une collection utile de conseils, d'exemples et de techniques pour les professionnels du "Design Thinking".

2 Sources des exigences

Ce chapitre traite des trois types de sources d'exigences et de la manière dont elles peuvent être identifiées, classées et gérées. La section 2.1 explique l'approche pragmatique et systématique de l'identification des sources d'exigences. La section 2.2 couvre l'identification, la classification et la gestion des parties prenantes et les sections 2.3 et 2.4 font de même pour les documents et les systèmes.

2.1 Fondamentaux sur les sources d'exigences

La qualité et l'exhaustivité des exigences dépendent en grande partie des sources d'exigences impliquées. L'absence d'une source pertinente entraînera une compréhension incomplète des exigences et augmente le risque de votre projet. Par exemple, un manque d'implication des utilisateurs augmente le risque d'une faible acceptation du nouveau système, négliger une partie prenante importante peut conduire à bloquer le projet dans une phase critique, et ignorer les fonctionnalités existantes d'un système patrimonial peut conduire à négliger des exigences de base. Par conséquent, au cours du développement, l'ingénieur des exigences doit identifier et consulter toutes les sources d'exigences pertinentes.

Les trois types les plus importants sont [IREB2020]:

- Parties prenantes
- Documents
- Systèmes

Comme il n'y a pas d'exigence sans source, l'identification des sources potentielles d'exigences est naturellement l'une des premières activités de l'élucidation des exigences. Il s'agit d'un processus itératif : il ne suffit pas d'identifier ces sources au début d'un projet ou du développement d'un produit, mais il s'agit plutôt d'un processus qui doit être répété à plusieurs reprises. Avec chaque nouvelle activité d'élucidation et une connaissance accrue du produit à construire, de nouvelles sources potentielles d'exigences peuvent être identifiées, conduisant à leur tour à d'autres activités d'élucidation et à l'identification des sources dans un processus récursif.

Exemple

Vous interrogez un utilisateur potentiel (voyageur du temps) de la machine à voyager dans le temps que vous êtes sur le point de mettre au point. Au cours de l'entretien, la personne qui voyage dans le temps mentionne que son collègue effectue habituellement l'action que vous venez de lui demander et qu'elle devrait en rechercher les détails dans la documentation relative au processus de voyage dans le temps.

Le voyageur du temps vient de révéler deux sources potentielles de besoins à prendre en considération.

Vous demandez donc le nom de la collègue et des détails sur la documentation relative au processus de voyage dans le temps qu'elle vient de mentionner.

Après l'entretien, vous vérifiez dans votre documentation sur les sources d'exigences (voir 2.3.2) si le collègue de la personne interrogée et la documentation sur le processus de voyage dans le temps ont déjà été identifiés ou s'il s'agit de nouvelles sources d'exigences potentielles. En interagissant avec une source de besoins précédemment identifiée, vous en avez identifié une autre. Il s'agit donc d'un processus récursif. Il faut être prêt à identifier de nouvelles sources d'exigences, même à un stade avancé du projet, lorsque les participants ont généralement l'impression de savoir qui ils sont et ce qu'ils veulent. Vous devez constamment revoir votre documentation sur les sources d'exigences et réévaluer si elle est toujours à jour, si de nouvelles sources d'exigences peuvent être pertinentes ou si certaines sources précédemment identifiées se sont révélées obsolètes.

Identification des Sources d'exigences Pragmatique et systématique

Nous distinguons deux approches fondamentales pour l'identification des sources d'exigences :

- Identification pragmatique
- Identification systématique

Identification pragmatique des Sources d'exigences

L'"identification pragmatique" est un terme sophistiqué pour désigner l'utilisation de votre intuition et de votre expérience. Si vous avez déjà participé à un projet au sein du même département ou à un projet similaire dans un contexte métier différent, vous serez en mesure de citer une liste de parties prenantes, de documents et de systèmes potentiels sans trop réfléchir.

Il s'agit d'un moyen important d'identification des sources potentielles d'exigences ; avec un petit investissement en temps, vous obtenez une liste de sources potentielles d'exigences pour commencer. Plus tard, au cours du développement du produit, vous pourrez trouver d'autres sources d'exigences potentielles.

Il est toutefois dangereux de se contenter d'une identification pragmatique, car on risque de passer à côté de sources d'exigences cruciales. Il convient de toujours étayer et compléter les résultats de l'identification pragmatique par l'identification systématique.

Identification systématique des Sources d'exigences

L'identification systématique d'exigences se fait en deux étapes :

1. Déterminer les critères qui peuvent caractériser les sources d'exigences et contribuer ainsi à leur identification.
2. Recherche systématique basée sur les critères (appliquer le principe de la boule de neige³)

³ Lorsque vous avez identifié une nouvelle partie prenante, demandez-lui d'autres sources d'exigences.

Pour une identification systématique, vous devez définir des activités d'élucidation (voir 1.3) avec des objectifs d'élucidation axés sur l'identification des sources d'exigences. De cette manière, vous décomposez l'objectif abstrait consistant à trouver toutes les sources d'exigences pertinentes en tâches spécifiques et réalisables.

Figure 8 les pages Figure 10 présentent des exemples d'activités d'élucidation pour l'identification des parties prenantes dans la construction d'une machine à voyager dans le temps.

ID	RS_EA_01
Objectif de l'élucidation	Trouver au moins 10 voyageurs dans le temps potentiels (utilisateurs)
Qualité du résultat	Nom de l'utilisateur, rôle et coordonnées
Source(s) des exigences	Organigramme
Technique d'élucidation	Lecture basée-perspective

Figure 8: Exemple d'activité d'élucidation pour l'identification des utilisateurs en tant que parties prenantes

ID	RS_EA_02
Objectif de l'élucidation	Trouver au moins 5 documents juridiques potentiellement pertinents pour une machine à remonter le temps
Qualité du résultat	Nom du document, version actuelle, endroit où le trouver
Source(s) des exigences	Evelyn Hall, Bob Miller, et le conseiller juridique/avocat de la société en développement
Technique d'élucidation	Interview

Figure 9: Exemple d'activité d'élucidation pour l'identification de documents juridiques

ID	RS_EA_03

Objectif de l'élucidation	Découvrez : qui est le conseiller juridique ou l'avocat de l'entreprise en développement ?
Qualité du résultat	Nom, coordonnées, disponibilité
Source(s) des exigences	Service juridique
Technique d'élucidation	Entretien téléphonique

Figure 10: Exemple d'activité d'élucidation pour l'identification d'un conseiller juridique ou d'un avocat

Dans cet exemple, lors de la planification de l'activité d'élucidation des sources d'exigences (RS) RS_EA_02, l'ingénieur en charge des exigences s'est rendu compte qu'il n'avait pas encore identifié le conseiller juridique de l'entreprise pour le projet de développement. Il a donc ajouté une autre activité d'élucidation (RS_EA_03) pour répondre à cette question.

Vous devez toujours appliquer une identification à la fois pragmatique et systématique. L'identification pragmatique permet d'économiser du temps et des ressources, mais comporte le risque d'un biais subjectif. Dans la plupart des cas, l'identification pragmatique ne sera pas suffisante en soi. L'identification systématique, quant à elle, nécessite plus de temps et de ressources que l'identification pragmatique, mais elle permet également d'obtenir une liste plus objective, et potentiellement plus complète, des sources d'exigences.

Nous suggérons de commencer par une identification pragmatique, puis d'étayer et d'amender vos résultats à l'aide d'une identification systématique.

2.2 Identifier, classer, gérer les parties prenantes

Cette section se concentre sur la principale source d'exigences pour la plupart des projets : les parties prenantes. Les parties prenantes sont des êtres humains ou des personnes morales qui, dans le contexte de votre projet, influencent ce dernier et en subissent les conséquences. En tant qu'ingénieur des exigences, vous pouvez les rencontrer, les observer, leur parler et leur poser des questions. Les personnes morales sont représentées par des personnes physiques (par exemple, la société WeAreTheBest Ltd est représentée par son PDG ou un porte-parole).

Bien entendu, les parties prenantes peuvent être regroupées en groupes ou en rôles, tels que les utilisateurs, le personnel de maintenance, les testeurs, etc. Ce concept de groupes ou de rôles de parties prenantes est très utile pour de nombreuses tâches d'ingénierie des exigences. Rappelez-vous toutefois que vous ne pouvez pas interagir avec des rôles abstraits, mais que vous avez toujours besoin d'un être humain réel avec qui communiquer.

Et ce n'est généralement pas avec des groupes abstraits que l'on a des problèmes, mais avec des individus (par exemple, M. Fudge, le responsable des autorisations de voyage, qui n'a pas été invité à donner son avis sur les exigences du système de voyage dans le temps).

Conseil 2.2.1:

Une bonne pratique consiste à nommer des parties prenantes individuelles pour chaque groupe de parties prenantes, en particulier pour les groupes internes importants, tels que le service juridique, les responsables de la sécurité, les directeurs, les représentants des départements concernés, etc.

La section 2.2.1 explique comment identifier les parties prenantes de manière systématique et pragmatique ; la section 2.2.2 traite de la gestion des relations avec les parties prenantes (y compris la classification) ;

La section 2.2.3 couvre la documentation des parties prenantes et

La section 2.2.4 se concentre sur l'utilisateur en tant que partie prenante spécifique.

2.2.1 Identifier et sélectionner les parties prenantes comme sources d'exigences

Les parties prenantes jouent un rôle essentiel dans la plupart des projets de développement. Leur identification et leur gestion constituent donc une tâche majeure lors de l'élaboration des exigences.

2.2.1.1 Approche pragmatique de l'identification des parties prenantes

Il est courant d'identifier les parties prenantes de manière pragmatique. Grâce à son expérience dans le contexte du projet (par exemple, lors de projets précédents dans la même organisation) et à la réutilisation de listes de parties prenantes existantes, l'ingénieur des exigences dresse rapidement une première liste des groupes de parties prenantes et de leurs rôles (cette liste comprend souvent déjà des représentants individuels).

2.2.1.2 Approche systématique de l'identification des groupes de parties prenantes et de leurs rôles

Bien que l'identification pragmatique soit un moyen utile de commencer l'identification des parties prenantes, elle doit toujours être soutenue par une identification systématique des parties prenantes.

Les sources et techniques utiles pour l'identification systématique des parties prenantes sont les suivantes :

- **Checklists de groupes et rôles typiques des parties prenantes**

Des listes telles que la carte métaphorique du pays des parties prenantes [Rupp et al. 2014] ou la liste simple suivante peuvent être utilisées pour tout projet en tant que ligne directrice :

- Utilisateurs directs du système,
- Responsables métier / de processus,
- Clients et clients individuels, ou organisations représentant les clients,
- Opposants et concurrents,
- Personnel informatique,
- Institutions gouvernementales et réglementaires.

Examinez chaque rôle des parties prenantes de la liste et déterminez s'il s'agit d'un rôle pertinent pour votre projet. En outre, il est judicieux de créer votre propre checklist au fil du temps, en particulier si vous travaillez dans un domaine spécifique (par exemple, le secteur de l'assurance), où les rôles des parties prenantes requis pour chaque projet peuvent être très similaires.

- **Structures organisationnelles**

(par ex. les organigrammes de l'entreprise qui utilisera le système à construire)

La plupart des entreprises ont des organigrammes. Ils peuvent être utiles pour trouver les différents départements d'une entreprise et les parties prenantes de ces départements.

- **Documentation des processus métier**

Bien qu'ils ne soient pas toujours à jour, de nombreuses entreprises ont documenté leurs processus métier d'une manière ou d'une autre. Il peut s'agir d'un modèle de processus métier (par exemple, un modèle BPMN) ou d'une description en langage naturel du fonctionnement du processus. Cette documentation peut vous permettre de savoir quel rôle est responsable d'une tâche spécifique. Cette documentation est elle-même une source potentielle d'exigences (voir 2.3).

- **Schéma de catégorisation des parties prenantes**

Les schémas existants de catégorisation des parties prenantes sont également des sources précieuses pour l'identification des rôles potentiellement pertinents des parties prenantes. Ils désignent les catégories et les rôles typiques des parties prenantes.

En **voici quelques exemples**: Le modèle en oignon d'Alexander [Alexander2005] – voir la section suivante pour plus de détails – ou la carte générique des parties prenantes de Robertson [RoRo2013].

- **Priorité à l'information**

Essayez d'identifier les informations ou les domaines de connaissance pertinents et de dériver les groupes de parties prenantes qui peuvent fournir ces informations ou qui sont des experts dans ces domaines.

Exemple :

ID	RS_EA_04
Objectif de l'élucidation	Trouver au moins deux parties prenantes susceptibles de me fournir des informations sur les contraintes physiques des voyages dans le temps.
Qualité du résultat	Nom, rôle et coordonnées des parties prenantes
Source(s) des exigences	Organigramme
Technique d'élucidation	Lecture basée-perspective

Figure 11: Exemple d'activité d'élucidation axée sur l'information

- **L'analyse du cycle de vie des produits**

Faites une promenade virtuelle à travers le cycle de vie du produit à développer. Qui interagira avec le produit ou sa documentation, de quelque manière que ce soit, depuis ses exigences jusqu'à sa désinstallation ou sa déconstruction, en passant par son développement et son utilisation ?

D'autres départements (par exemple, la production et la maintenance) ou organisations (par exemple, les utilisateurs de produits de seconde main, les fournisseurs ou les entreprises de recyclage) peuvent ainsi être considérés comme des parties prenantes potentielles.

Conseil 2.2.2 :

Il s'est avéré utile d'organiser un atelier d'identification des parties prenantes, en rassemblant tous les rôles, noms et domaines de connaissances des parties prenantes potentielles qui viennent à l'esprit des participants. L'étape suivante consiste à identifier les triplets nom, rôle(s) des parties prenantes et domaine(s) de connaissance, ainsi que les lacunes potentielles.

2.2.1.3 Approche systématique de l'identification des différentes parties prenantes (personnes)

Comme indiqué précédemment, il est important d'identifier des personnes tangibles et pouvant être contactées. Ces acteurs ont des noms, des coordonnées et des dates de naissance. Ce dernier point n'est peut-être pas d'un intérêt primordial pour les activités d'ingénierie des exigences, mais il s'agit d'une information utile lorsqu'il s'agit de la gestion des relations avec les parties prenantes.

Lors de l'identification systématique des parties prenantes, l'ingénieur des exigences définit les activités d'élucidation correspondantes.

Exemple :

ID	RS_EA_05
Objectif de l'élucidation	Trouver au moins une personne pour le rôle de partie prenante "Formation de voyageur dans le temps"
Qualité du résultat	Nom et coordonnées des parties prenantes
Source(s) des exigences	Dr. Emmet Brown (voyageur dans le temps expérimenté, il pourrait connaître des candidats appropriés)
Technique d'élucidation	Interview

Figure 12: Exemple d'une activité d'élucidation visant à identifier les parties prenantes individuelles

2.2.2 Gestion des relations entre les parties prenantes

Les problèmes avec les parties prenantes surviennent généralement lorsque les droits et obligations d'une partie prenante, en ce qui concerne le système proposé ou le projet en cours, ne sont pas clairs ou si les besoins de la partie prenante ne sont pas suffisamment pris en compte. La gestion des relations entre les parties prenantes est un moyen efficace de contrer les problèmes avec les parties prenantes. Afin d'impliquer les parties prenantes dans le processus d'élucidation, nous devons nous assurer qu'elles connaissent l'objet du projet et leur rôle au sein de celui-ci.

Le cercle des parties prenantes [Bourne2015] est un cadre utile pour une gestion réussie des relations entre les parties prenantes. Il se compose de cinq étapes suivantes :

1. Identification de toutes les parties prenantes
2. Priorisation pour déterminer qui est important
3. Visualisation pour comprendre l'ensemble de la communauté des parties prenantes
4. Engagement par une communication efficace
5. Suivi de l'effet de la communication

Le framework de Bourne est destiné à la gestion des parties prenantes d'un projet. Nous avons légèrement modifié les détails des différentes étapes pour les adapter au contexte de la gestion des parties prenantes et aux syllabi de l'IREB.

Etape 1 : Identification de toutes les parties prenantes

Le cercle des parties prenantes commence par l'identification de toutes les parties prenantes. Cette étape est décrite à la section 2.2.1.

Etape 2 : Priorisation pour déterminer qui est important

Toutes les parties prenantes ne sont pas égales. Certaines sont plus importantes que d'autres et certaines sont plus importantes au début d'un projet qu'à la fin.

Les ressources disponibles pour la gestion des parties prenantes et la définition des besoins étant limitées, il est essentiel de classer les parties prenantes identifiées par ordre de priorité. En fonction du projet, différents schémas de hiérarchisation peuvent s'avérer utiles. Avant de choisir un schéma de hiérarchisation, posez-vous la question :

- Quel est l'avantage de ce schéma ?
- En quoi les informations qu'il fournit sont-elles utiles au projet ?
- Quel est l'avantage de ce schéma par rapport aux autres schémas que nous pourrions utiliser ?
- Comment cela permet-il d'identifier les personnes réellement importantes pour notre projet ?

La première étape avant la hiérarchisation est la classification. Lorsque toutes les parties prenantes sont classées selon un certain schéma, ces classes peuvent être hiérarchisées les unes par rapport aux autres. Il est souvent judicieux d'établir des priorités au sein d'une même catégorie.

Un exemple de schéma de classification est le modèle de l'oignon de Ian Alexander [Alexander2005]. Il utilise trois classes :

- **Les parties prenantes du système** : Ces parties prenantes sont directement concernées par le système nouveau ou modifié. Les utilisateurs, le personnel de maintenance et les administrateurs de systèmes sont des exemples typiques de cette classe.
- **Les parties prenantes dans le contexte environnant** : Ces parties prenantes sont indirectement affectées par le système nouveau ou modifié. Des exemples typiques de cette classe sont les gestionnaires d'utilisateurs, les project owners ou les sponsors.
- **Les parties prenantes du contexte plus large** : Ces parties prenantes ont une relation indirecte avec le système nouveau ou modifié. Les législateurs, les organismes de normalisation, les organisations non gouvernementales (ONG, par exemple les syndicats ou les associations de protection de l'environnement), les concurrents ainsi que les membres du projet, qui participent à l'élaboration du système mais ne seront pas affectés par le système dans son utilisation productive, sont des exemples typiques de cette catégorie.

Les parties prenantes peuvent également être classées en fonction de leur influence sur le projet (influence forte ou faible) et de leur motivation par rapport au projet (motivation forte ou faible). Les parties prenantes ayant une grande influence peuvent, par exemple, soit faire obstacle au projet, soit le faire avancer. Les parties prenantes les plus motivées sont, par exemple, précieuses pour le projet, car elles ont elles-mêmes intérêt à faire avancer le projet [Rupp et al. 2014].

Voici d'autres exemples d'attributs de classification des parties prenantes :

- Proximité
- Disponibilité
- Intérêt
- Puissance
- Expérience de projets similaires
- Compétences en matière de communication

Etape 3 : Visualisation pour comprendre l'ensemble de la communauté des parties prenantes

Toutes les informations recueillies sur les parties prenantes doivent être documentées (c'est-à-dire visualisées) et cette documentation doit être tenue à jour. Une telle représentation visuelle des parties prenantes permet de comprendre l'ensemble des parties prenantes et de s'assurer qu'aucune partie prenante importante n'est oubliée.

Voir la section 2.2.3 pour plus de détails sur la visualisation/documentation des parties prenantes.

Etape 4 : Engagement par une communication efficace

Il est maintenant important de comprendre ce que chaque partie prenante attend en termes de communication et quelle est son attitude à l'égard du projet. Les éléments suivants doivent être pris en compte [Bourne2015]:

- Culture (organisationnelle, d'équipe ou individuelle)
- Identification à l'activité (de développement) et à ses résultats,
- Importance perçue de l'activité et de ses résultats
- Les attributs personnels, tels que la personnalité et le rôle.

Après avoir évalué les attitudes des parties prenantes, vous devez définir une "attitude cible réaliste" pour chacune d'entre elles. Cette attitude cible doit servir à la fois la partie prenante et le projet de développement.

Existe-t-il un écart entre l'attitude actuelle et l'attitude visée ? Si oui, vous devez définir des activités visant à combler cette lacune (plan de communication).

Les questions suivantes peuvent être utiles pour l'étape de l'engagement :

- À quelle fréquence dois-je contacter des parties prenantes spécifiques pour les informer de l'état d'avancement de l'élucidation des exigences ?
- Quelle information est pertinente pour quelle partie prenante ?
- Quelle est la meilleure façon de tenir à jour une partie prenante spécifique ? (par exemple, appel téléphonique, courrier électronique, lettre d'information, déjeuner.)
- Quel est le meilleur moyen de contacter cette partie prenante si j'ai besoin d'informations ?
- Comment puis-je savoir quand j'ai contacté cette partie prenante pour la dernière fois ?
- Existe-t-il des facteurs culturels pertinents pour la communication ?

Conseil 2.2.3 :

La gestion des parties prenantes des exigences et la gestion des parties prenantes des projets ont tendance à se chevaucher. Veillez à vous coordonner avec la personne responsable de la gestion des parties prenantes du projet sur la manière dont vous allez gérer ce chevauchement. La gestion des relations avec les parties prenantes des exigences est axée sur la gestion de la relation visant à obtenir les exigences nécessaires de la part d'une partie prenante. La gestion des relations avec les parties prenantes d'un projet a généralement une vision plus large de la gestion des relations avec les parties prenantes.

Etape 5 : Suivi de l'effet de la communication

Répétez régulièrement l'évaluation de l'étape 4 pour identifier les domaines dans lesquels des activités supplémentaires de gestion des relations avec les parties prenantes sont nécessaires et pour vérifier si les activités entreprises ont été efficaces. Ajuster le plan de communication en fonction des besoins pour continuer à combler l'écart entre l'attitude actuelle et l'attitude cible des parties prenantes.

2.2.3 Schéma de documentation pour les parties prenantes concernées

Toutes les informations recueillies lors de l'identification des parties prenantes et de la gestion de leurs relations doivent être suffisamment documentées. Cette documentation doit comprendre au moins les éléments suivants pour chaque partie prenante :

- Nom
- Fonction (rôle)
- Données de contact
- Disponibilité (spatiale et temporelle)
- Pertinence
- Domaine et étendue de l'expertise
- Objectifs et intérêts personnels dans le projet

En outre, les informations relatives à la classification (par exemple, selon Ian Alexander) et à la priorité de l'étape 2, ainsi que les informations obtenues à l'étape 4 (y compris le plan de communication), doivent être documentées.

Selon le projet, des informations supplémentaires peuvent être pertinentes. Les facteurs d'influence peuvent être :

- *Pertinence pour le public* : Dans un contexte où l'intérêt du public est plus important, il peut être utile d'indiquer dans quelle mesure une partie prenante connaît ou peut influencer l'opinion publique.
- *La criticité du temps* : Dans un contexte où le calendrier est très strict, la disponibilité ou le temps de réponse d'une partie prenante peut être une information très importante lorsque des décisions critiques doivent être prises.

Veillez à utiliser une forme de documentation qui réponde aux besoins de votre projet en matière de documentation et de gestion des relations avec les parties prenantes.

Les formes de documentation les plus courantes sont les suivantes :

- Tableau des parties prenantes
- Base de données des parties prenantes (souvent intégrée à l'outil de gestion des exigences)
- Carte mentale des parties prenantes

En outre, des diagrammes ou d'autres représentations graphiques peuvent être utilisés pour suivre l'évolution des attitudes ou des priorités des parties prenantes.

La documentation sur les parties prenantes doit être tenue à jour aussi longtemps que des informations sur les parties prenantes peuvent être nécessaires (c'est-à-dire généralement au moins jusqu'à la fin du projet de développement, voire jusqu'à la fin du cycle de vie du produit).

2.2.4 L'utilisateur en tant que groupe particulier de parties prenantes

Pour les systèmes interactifs avec une interface utilisateur, tous les utilisateurs directs du système sont d'un intérêt primordial pour l'ingénieur des exigences.

Les utilisateurs internes (au sein de l'entreprise, connus et impliqués individuellement) sont sensiblement différents des utilisateurs externes (par ex. les acheteurs de produits de consommation ; en dehors de l'entreprise, généralement non connus et non directement impliqués).

Habituellement, le nombre d'utilisateurs potentiels ne permet pas d'impliquer tous les individus dans le processus d'élucidation. Pour cette raison, les utilisateurs réels peuvent être regroupés en groupes d'utilisateurs, sur la base d'une analyse des utilisateurs ou de la connaissance du domaine d'autres parties prenantes.

Une façon courante de représenter les groupes d'utilisateurs est l'utilisation de personas [Cooper2004]. Les personas sont des individus fictifs, représentant des groupes d'utilisateurs typiques du système ayant des besoins, des objectifs, des comportements ou des attitudes similaires. Les personas sont modélisées à partir de données recueillies sur des utilisateurs réels dans le cadre de recherches sur les utilisateurs [BaCC2015]. Si aucune donnée de recherche pertinente sur l'utilisateur n'est (encore) disponible, des personas provisoires, également appelées ad-hoc personas [CRCN2014] ou prototypes de personas [Gothelf2013], peuvent être créées.

Les personas peuvent également être créés sur la base de données brutes recueillies par enquête contextuelle, interviews, enquêtes ou apprentissage (voir la description de ces méthodes dans la section 2.2.2), comme décrit par [Goodwin2009]. Le concept central de la construction des personas est l'identification de variables bipolaires qui caractérisent et différencient les personas.

Les groupes d'utilisateurs ou personas qui en résultent doivent être classés par ordre de priorité (primaire ou secondaire). Le système, en particulier son interface utilisateur, sera optimisé pour le groupe d'utilisateurs primaires. Les groupes d'utilisateurs secondaires ne sont soutenus que dans la mesure où la satisfaction de leurs besoins ne compromet pas l'expérience des utilisateurs principaux.

Si les utilisateurs sont vos principales parties prenantes, appliquez le modèle de conception centrée sur l'humain pour répondre à leurs attentes (voir la section 1.4.3).

Conseil 2.2.4 :

L'approche agile du développement de logiciels se concentre sur la valeur que la solution doit apporter aux utilisateurs ("user story"). Par conséquent, l'utilisateur d'un système interactif est considéré comme une partie prenante primaire. Néanmoins, il existe un risque, en particulier dans les grandes organisations, que les équipes agiles ou les product owners ne soient pas en contact avec les utilisateurs réels. Les personas peuvent avoir été inventés par quelqu'un qui prétend connaître les utilisateurs ! Dans un tel contexte, les parties prenantes de l'organisation (directeurs, services commerciaux, service juridique, marketing, etc.) sont beaucoup plus présentes et dominantes que l'utilisateur final externe. Soyez conscient de ce piège : insistez sur l'accès direct aux utilisateurs finaux pour effectuer une recherche adéquate et sur la collecte d'un retour d'information direct après la livraison du sprint afin d'apprendre à connaître réellement vos utilisateurs et leurs besoins.

2.3 Identifier, classer, gérer les documents

Les documents sont utilisés pour transférer l'information entre les humains dans le temps et à distance. Souvent, les exigences peuvent être dérivées de documents, ce qui en fait une source précieuse.

La section 2.3.1 traite de l'identification et de la sélection de ces documents et la section 2.3.2 de la documentation des documents en tant que sources d'exigences.

2.3.1 Identification et sélection des documents comme sources d'exigences

Les exigences peuvent être dérivées de nombreux types de documents différents. En fonction du caractère particulier du projet de développement, les documents peuvent avoir une importance élevée, moyenne ou faible en tant que sources d'exigences. En règle générale, les projets d'ingénierie des systèmes techniques (par exemple, une transmission à double embrayage) s'appuient sur de nombreux documents comme sources d'exigences (par exemple, des normes techniques, des brevets), alors que les projets centrés sur l'humain (par exemple, une application d'achat mobile) en ont moins.

Les types de documents pouvant être utilisés comme sources d'exigences sont les suivants (liste non exhaustive) :

- **Normes techniques, législation, règlements internes**

Tous les projets de développement sont soumis à des contraintes juridiques en vertu du droit civil et du droit pénal (national et, éventuellement, international). En règle générale, les lois sur la confidentialité des données sont pertinentes pour de nombreux projets de développement. Dans les secteurs médical et alimentaire, l'U. S. Les réglementations de la Food and Drug Administration (FDA) revêtent une grande importance, tandis que l'industrie automobile est soumise à des normes internationales spécifiques, telles que la norme ISO 26262 sur la sécurité fonctionnelle. Il ne s'agit là que de quelques exemples ; chaque secteur a son propre ensemble de normes et de lois applicables. En outre, chaque entreprise a potentiellement des règles internes qui peuvent contenir des exigences pour le projet de développement (par exemple, un guide de style).

- **Documents d'exigences**

Tous les systèmes ne sont pas développés en tant que projets "green field" (NDT: qui partent d'une page vierge, sans contraintes liées aux antécédents). Souvent, un ou plusieurs systèmes antérieurs doivent être remplacés ou une variante d'un système existant est développée (par exemple, un nouveau système de gestion des contrats pour une compagnie d'assurance qui a récemment fusionné avec un concurrent). Dans ce cas, les documents relatifs aux exigences des systèmes précédents peuvent constituer des sources précieuses pour les nouvelles exigences, par exemple les règles métier, le glossaire, les modèles d'objets métier, les cas d'utilisation, les spécifications de flux de travail, les documents d'authentification et d'autorisation, etc.

Les documents relatifs aux exigences des systèmes d'interface peuvent également être pertinents.

- **Manuels d'utilisation**

S'il existe des systèmes antérieurs ou concurrents, des manuels d'utilisation peuvent être disponibles. Ils donnent une bonne vue d'ensemble de la fonctionnalité des systèmes et peuvent être plus à jour⁴ que la documentation sur les exigences de ces systèmes.

⁴ Une bonne gestion des exigences devrait permettre d'éviter ce scénario. Malheureusement, toutes les entreprises et tous les projets n'ont pas encore atteint un tel niveau de maturité en matière de gestion des exigences.

- **Documents de stratégie**

Si le système à développer fait partie d'une stratégie globale de l'entreprise, il peut exister des documents de stratégie ou des présentations qui pourraient inclure des exigences pertinentes pour le système.

- **Documentation des objectifs**

Avant de commencer à développer un système, il existe généralement déjà plusieurs documents qui évaluent la nécessité et les avantages potentiels du projet. Cette documentation comprend généralement les objectifs du projet, qui constituent une source d'exigences essentielle.

- **Documentation des processus métier**

Si le système à développer est lié à une ou plusieurs étapes d'un processus d'entreprise, toute documentation relative à ce processus constitue une source précieuse d'exigences. Cette documentation peut se présenter sous différentes formes : documents en texte brut, présentations de diapositives, pages intranet, sites wiki ou modèles BPMN ou autres.

- **Documentation sur les interfaces**

La plupart des systèmes interagissent avec d'autres systèmes. Toute documentation d'interface pour ces systèmes d'interface peut contenir des informations pertinentes pour le système à développer.

- **Documents générés par le processus métier**

De nombreux processus métier génèrent des documents tels que des contrats d'assurance, des factures ou des listes de clients. Ces documents contiennent souvent des informations précieuses pour tout système développé pour soutenir ce processus.

- **Documents générés dans le cadre de l'analyse technique**

Le développement de systèmes comprenant du matériel ou des composants mécaniques implique souvent l'analyse des résultats de simulations, d'évaluations de la sûreté ou de méthodes établies telles que le déploiement de la fonction qualité (QFD), l'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (FMEA).

Comme pour les parties prenantes, les documents peuvent être identifiés de manière pragmatique et systématique.

Lorsqu'ils *identifient* les documents de manière *pragmatique*, les ingénieurs des exigences utilisent leur connaissance et leur expérience actuelles du contexte (par ex. du domaine) pour nommer les documents et les types de documents pertinents.

Dans l'*identification systématique des documents*, l'ingénieur des exigences peut :

- Rechercher de représentants des catégories typiques de documents (par exemple : Quelles sont les normes techniques applicables à une machine à voyager dans le temps ?)
- Rechercher des références à d'autres documents pertinents dans des documents déjà identifiés (par exemple, la norme ISO26262 cite-t-elle d'autres normes susceptibles de s'appliquer à notre machine à voyager dans le temps ?)

- Demander aux parties prenantes précédemment identifiées de la documentation pertinente
(par exemple, demander au Dr Emmet Brown s'il existe une documentation sur le compensateur de flux)
- Rechercher la documentation sur les systèmes précédemment identifiés comme pertinents (voir 2.4)
(par exemple, existe-t-il un manuel d'utilisation pour le TARDIS ou pour la machine à voyager dans le temps DeLorean ?)

Lors de *l'identification systématique des documents*, l'ingénieur des exigences définit des activités d'élucidation axées sur l'identification des documents. Deux types différents d'objectifs d'élucidation doivent être pris en compte :

- *Centré sur l'information*: Trouver des documents pour certaines informations requises
- *Centré sur les documents* : Trouver des documents de certains types considérés comme pertinents pour le développement

ID	RS_EA_06
Objectif de l'élucidation	Trouvez au moins un document sur la physique du voyage dans le temps.
Qualité du résultat	Nom du document, auteur, date de publication, endroit où le trouver
Source(s) des exigences	Bibliothèque, Internet
Technique d'élucidation	Lecture basée-perspective

Figure 13: Exemple d'activité d'élucidation axée sur l'information

ID	RS_EA_07
Objectif de l'élucidation	Découvrez quels sont les documents juridiques qui ont une incidence sur les voyages dans le temps
Qualité du résultat	Nom du document, autorité de publication, date de publication, région dans laquelle il s'applique, où le trouver
Source(s) des exigences	Dr. Who, conseiller juridique/avocat de l'entreprise en développement
Technique d'élucidation	Interview

Figure 14: Exemple d'activité d'élucidation centrée sur un document

L'ingénieur des exigences doit décider lesquels des documents collectés ont une valeur potentielle en tant que sources d'exigences. Les documents doivent donc être scannés et évalués quant à leur utilité potentielle.

Selon le contexte, différents critères peuvent être pertinents. Outre le contenu, d'autres aspects peuvent influencer la valeur (et donc la priorité) d'un document en tant que source d'exigences :

- **Disponibilité:** Les documents peuvent être confidentiels et leur accès peut nécessiter une habilitation de sécurité.
- **Taille, ou mieux encore, le rapport taille/contenu estimé :** Si un projet est soumis à un délai serré, de petits documents contenant des informations importantes peuvent avoir plus de valeur que de longs documents contenant de nombreux détails non pertinents.
- **Âge:** plus un document est ancien, plus la probabilité que son contenu soit obsolète est élevée.
- **Pertinence:** Le document d'exigences du système précédent peut être plus pertinent que le document d'exigences d'un système d'interfaçage.

2.3.2 Schéma de documentation pour documents

Toutes les informations recueillies sur les documents doivent elles-mêmes être suffisamment documentées. Cette documentation doit comprendre au moins les éléments suivants :

- Titre
- Lieu où il est conservé (par exemple, nom du dossier physique, lien vers le document numérique)
- Version du document
- Brève description (quel type d'information le document peut fournir)
- Pertinence

Selon le contexte, des informations supplémentaires peuvent être pertinentes. En voici quelques exemples :

- Personne responsable du document (propriétaire du document)
- Personne qui a ajouté le document à la liste (pertinent si plusieurs personnes mettent à jour la liste)
- Date à laquelle le document a été ajouté à la liste
- Date de la dernière révision du document (pour les exigences ou si une nouvelle version est disponible)
- Taille du document

Les documents ont toujours certaines relations avec les parties prenantes, qui doivent également être enregistrées. Il peut donc être judicieux de relier la documentation des documents à celle des parties prenantes.

Les exemples suivants illustrent les relations entre les documents et les parties prenantes :

- Les parties prenantes en mentionnant la pertinence du document
- Auteur, organisme émetteur
- Organisations utilisant le document dans leurs processus
- Organisations impliquées dans la vérification du document

L'ingénieur des exigences doit tenir à jour les informations relatives aux documents. Il s'agit notamment de réexaminer si des documents supplémentaires sont devenus pertinents ou si des documents identifiés précédemment ont perdu de leur pertinence. Une attention particulière doit être accordée aux changements, aux mises à jour et à la numérotation des versions.

2.4 Identifier, classer, gérer les systèmes

Dans le contexte du système à développer, il peut exister d'autres systèmes qui représentent des sources d'exigences. Dès qu'un système est identifié comme source potentielle d'exigences, il fait partie du contexte du système (voir [IREB2020]).

La section 2.4.1 traite de l'identification et de la sélection de ces systèmes et la section 2.4.2 traite de la documentation des systèmes en tant que sources d'exigences.

2.4.1 Identification et sélection de systèmes comme sources d'exigences

Les exigences peuvent être dérivées de nombreux types de systèmes différents. En fonction de la nature du projet de développement, d'autres systèmes peuvent avoir une importance élevée, moyenne ou faible en tant que sources d'exigences. Pour les systèmes comportant de nombreuses interfaces, il est probable qu'un grand nombre de systèmes soient pertinents en tant que sources d'exigences. Si un nouveau système est développé pour remplacer un ou plusieurs systèmes existants, ces systèmes auront une grande importance en tant que sources d'exigences.

Même pour les nouveaux systèmes, les systèmes existants dans d'autres domaines d'application peuvent être pertinents (voir également la section 3.2.2 technique d'analogie).

Les types de systèmes qui peuvent être pertinents en tant que sources d'exigences sont les suivants (liste non exhaustive) :

- **Systèmes d'interfaçage, y compris les systèmes existants**

Pour que le nouveau système puisse interagir avec ses systèmes d'interface, il est essentiel de connaître ces systèmes, et en particulier leurs spécifications/exigences en matière d'interface.

- **Systèmes partageant une plate-forme / environnement / écosystème**

Si le système à développer doit être intégré dans une plateforme, un environnement ou un écosystème existant, il y aura des exigences (le plus souvent des contraintes) résultant de cette plateforme, de cet environnement ou de cet écosystème, par exemple : un concept de facilité d'utilisation ou des exigences techniques.

- **Systèmes concurrents**

Les concurrents sont des moteurs constants de l'innovation. Il est donc très important de connaître les produits des concurrents, qu'il s'agisse de produits sur étagère ou de produits utilisés ou en cours de développement au sein d'une entreprise, par exemple par d'autres départements ou bureaux. Dans ce dernier cas, nous devons être attentifs aux synergies potentielles ainsi qu'aux solutions qui pourraient devenir des concurrents internes.

- **Systèmes ayant des données, des fonctionnalités ou des interfaces utilisateur similaires**

Pratiquement aucun système n'est unique. En fait, il n'est peut-être pas souhaitable de développer un système unique.

Les systèmes similaires à votre système en cours de développement, que ce soit parce qu'ils traitent des données similaires (par exemple, un distributeur automatique, une caisse enregistreuse ou une boutique en ligne), qu'ils ont des fonctionnalités similaires (par exemple, un distributeur automatique de billets de train, un distributeur automatique de boissons ou un distributeur automatique de billets) ou qu'ils partagent une interface utilisateur similaire (par exemple, une télécommande ou une calculatrice), peuvent constituer des sources précieuses d'exigences.

- **Système(s) antérieur(s) à remplacer**

Si un système précédent doit être remplacé, l'ancien système est généralement l'une des sources d'exigences les plus importantes. Il est toutefois important de ne pas se laisser influencer par l'ancien système et d'être ouvert aux améliorations et aux modifications.

- **Systèmes futurs (en construction)**

Il est important de tenir compte des systèmes futurs dans le contexte du système à développer. Il pourrait y avoir des systèmes déjà en cours de développement. Ces systèmes futurs peuvent modifier l'environnement du système à développer et donc ses exigences.

Comme pour les parties prenantes et les documents, les systèmes peuvent être identifiés de manière pragmatique et systématique.

Lors de l'*identification pragmatique* des systèmes, les ingénieurs des exigences utilisent leur connaissance et leur expérience actuelles du projet et de son contexte (par ex le domaine) pour identifier les systèmes et les types de systèmes pertinents.

Dans le cadre de l'*identification systématique*, l'ingénieur des exigences peut :

- Utiliser la documentation sur le contexte du système
- Interroger les parties prenantes précédemment identifiées sur les systèmes pertinents
 - (par exemple, quels sont les systèmes prévus ou en cours de développement qui pourraient être pertinents pour le système à développer ?)
- Rechercher des documents précédemment identifiés pour obtenir des informations sur les systèmes pertinents
 - (par exemple, rechercher dans la documentation sur l'architecture des systèmes d'un système d'interface des informations sur ses interfaces avec d'autres systèmes)

- Utiliser des techniques de génération d'idées pour identifier de potentiels systèmes analogues
(par exemple, Brainstorming)
- Mener des études de marché pour identifier des systèmes concurrents (c'est-à-dire quels sont les autres systèmes disponibles ou en cours de développement qui répondent à la même finalité ?)
- Prendre en compte les systèmes existants
(par exemple, quels sont les systèmes existants qui remplissent une fonction similaire ?)

Lors de *l'identification systématique des systèmes*, l'ingénieur des exigences définit les activités d'élucidation axées sur l'identification des systèmes. Deux types différents d'objectifs d'élucidation doivent être pris en compte :

- *Centré sur l'information*: trouver des systèmes qui contiennent certaines informations requises
- *Centré sur le système*: trouver des systèmes de certains types considérés comme pertinents pour le projet de développement

Figure 15 et Figure 16 donnent des exemples d'activités d'élucidation axées sur l'information et sur le système.

ID	RS_EA_08
Objectif de l'élucidation	Trouvez au moins cinq machines à voyager dans le temps concurrentes.
Qualité du résultat	Nom du système, créateur, lieu où (ou quand) le trouver. Idéalement, les machines à voyager dans le temps devraient fonctionner, mais une machine à voyager dans le temps qui ne fonctionne pas serait également acceptable.
Source(s) des exigences	Bibliothèque, Internet, conférence sur le voyage dans le temps
Technique d'élucidation	Lecture basée-perspective

Figure 15: Exemple d'activité d'élucidation centrée sur le système

ID	RS_EA_09
Objectif de l'élucidation	Trouvez au moins cinq systèmes qui offrent de la place pour deux adultes.
Qualité du résultat	Nom du système, créateur, endroit où le trouver
Source(s) des exigences	Tous les développeurs
Technique d'élucidation	Atelier

Figure 16: Exemple d'activité d'élucidation axée sur l'information

2.4.2 Schéma de documentation pour les systèmes

Toutes les informations recueillies sur les systèmes doivent être suffisamment documentées. Cela doit inclure au moins les caractéristiques de chaque système :

- Nom
- Type (par ex. système concurrent, système antérieur, système d'interface, ...)
- Données, fonctionnalités, processus, groupes d'utilisateurs (brève description)
- Version
- Pertinence

Selon le contexte, des informations supplémentaires peuvent être pertinentes. En voici quelques exemples :

- Personne responsable du système (propriétaire du système)
- Personne qui a ajouté le système à la liste (pertinent si plusieurs personnes mettent à jour la liste)
- Date à laquelle le système a été ajouté à la liste
- Date de la dernière révision du système (pour les exigences ou pour savoir si une nouvelle version est disponible)
- Nombre d'utilisateurs

Une attention particulière doit être accordée aux systèmes interfacés directement. Ils peuvent être classés comme suit :

- Sources de données: fournisseurs de données
- Consommateurs de données: utilisateurs de données
- Systèmes de support, comme un système d'exploitation (OS) ou un système de gestion de base de données (SGBD)

Les systèmes entretiennent toujours certaines relations avec les parties prenantes, qui doivent également être enregistrées. Il peut donc être judicieux de relier la documentation des systèmes à celle des parties prenantes.

Les exemples suivants illustrent les relations entre les systèmes et les parties prenantes :

- Les parties prenantes/organisations qui utilisent le système de manière directe ou indirecte dans leurs processus
- Les parties prenantes/organisations qui gèrent le système
- Les parties prenantes/organisations qui conçoivent, développent ou commercialisent le système
- Parties prenantes/organisations qui assurent la maintenance du système, offrent un support ou une formation
- Les organisations qui observent le système (par ex. les gouvernements, les ONGs)
- Les parties prenantes, en mentionnant la pertinence du système
- Responsable du système
- Organisations chargées de vérifier la conformité du système avec les lois et les normes en vigueur

L'ingénieur des exigences doit tenir à jour les informations relatives aux systèmes. Il s'agit notamment de réexaminer si des systèmes supplémentaires sont devenus pertinents ou si les systèmes identifiés précédemment ont perdu de leur pertinence. Gardez un œil sur les changements, les mises à jour et la numérotation des versions.

Les informations sur les systèmes sont généralement présentes dans des documents. Ces documents doivent être gérés séparément en tant que sources d'exigences (voir 2.3). La relation entre le document et le système doit également être documentée.

3 Elucidation

Une pléthore de techniques a été développée pour l'élucidation des besoins. Pour le syllabus sur l'élucidation des exigences, et donc pour ce manuel, nous avons sélectionné certaines de ces techniques et les présentons ici de manière structurée.

Comme nous avons ajouté des techniques au module d'élucidation des exigences, nous avons en même temps adapté la catégorisation utilisée au niveau Fondation. La catégorisation rend plus compréhensible la présentation de nos 19 techniques d'élucidation et outils de réflexion. Cette différenciation est bien sûr artificielle : dans la pratique, il n'y a pas de séparation nette entre les techniques. Toutefois, à des fins de présentation et d'enseignement, la différenciation est importante pour fournir une structure et décrire l'objectif principal de chaque technique.

Toutes les techniques d'élucidation décrites dans ce chapitre sont structurées comme suit :

- **Qu'est-ce que c'est ?**
décrit brièvement les principaux facteurs de la technique d'élucidation.
- **Rôle des participants (le cas échéant)**
décrit les rôles impliqués dans l'application de cette technique.
- **Préparation**
décrit les actions à entreprendre pour préparer l'application de la technique d'élucidation.
- **Application**
décrit comment la technique d'élucidation est appliquée et ce qui doit être pris en considération lors de son application.
- **Traitement des résultats**
décrit les actions nécessaires pour traiter les résultats (voir note ci-dessous).
- **Produits d'activités typiques**
nomme les produits d'activités généralement utilisés ou produits lors de l'application de la technique d'élucidation (voir note ci-dessous).
- **Opportunités**
décrit les avantages possibles de la technique d'élucidation.
- **Défis**
décrit les éventuels pièges ou inconvénients de la technique d'élucidation.
- **Variantes (le cas échéant)**
décrit les variantes de la technique d'élucidation et en donne une brève description.

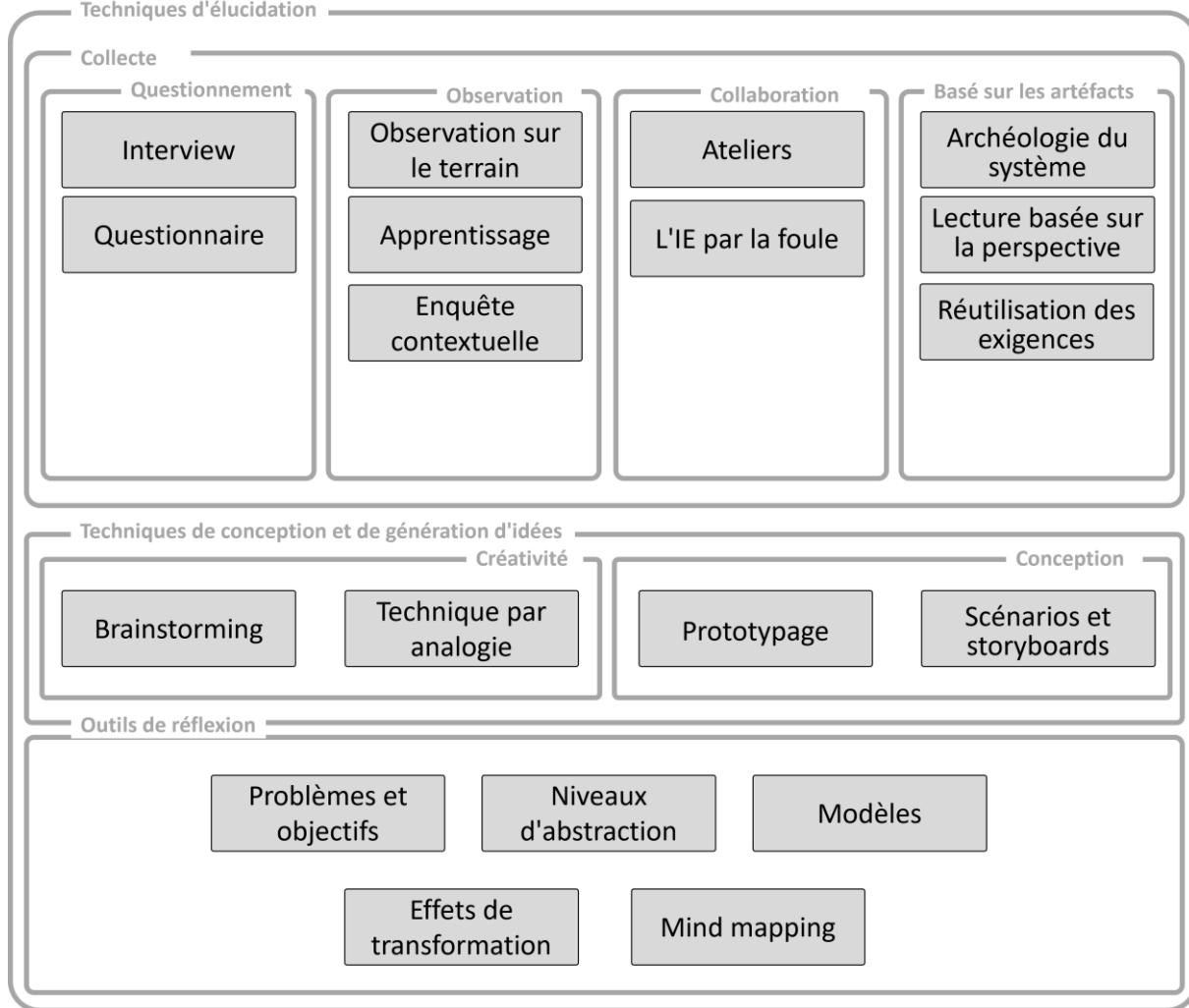


Figure 17: Vue d'ensemble des techniques d'élucidation

Remarque :

Les résultats obtenus par une technique d'élucidation sont des informations brutes qui doivent être traitées et formulées en exigences. Cette dernière fait partie de la documentation sur les exigences et n'est donc pas couverte par le présent manuel.

Après chaque activité d'élucidation, la documentation doit être mise à jour avec les informations reçues, par exemple la documentation des exigences, la documentation du contexte du système, la documentation des ressources des exigences. Il convient alors de décider si d'autres activités d'élucidation sont nécessaires.

Section 3.4 fournit les caractéristiques d'identification typiques des techniques d'élucidation. Elles peuvent être utilisées pour décrire de nouvelles techniques et donner des recommandations générales sur les caractéristiques utiles dans une situation de projet donnée.

3.1 Techniques de collecte

Les techniques de collecte sont des techniques établies pour l'élucidation des exigences. Elles aident à élucider des facteurs d'enthousiasme et des facteurs d'insatisfaction. Nous utilisons ce terme pour regrouper les techniques d'interview (interview et questionnaire), les techniques d'observation (observation sur le terrain, apprentissage, enquête contextuelle), les techniques de collaboration (atelier sur les exigences et ingénierie des exigences basée sur le crowd) et les techniques basées sur les artefacts (lecture basée-perspective, archéologie du système et réutilisation des exigences), voir Figure 17: Vue d'ensemble des techniques d'élucidation.

3.1.1 Techniques d'interview

Les techniques d'interview visent à poser les questions appropriées aux parties prenantes afin d'obtenir des réponses à partir desquelles les exigences peuvent être dérivées.

Questions ouvertes et fermées

Pour toutes les techniques d'interview abordées dans cette section, il est important de connaître la distinction entre les questions ouvertes et les questions fermées.

Pour les questions fermées, les réponses sont données ou définies, soit par la question elle-même, soit par une référence explicite aux réponses disponibles (par exemple : Quel âge avez-vous ? Aimez-vous le poisson ?). Les questions fermées permettent d'obtenir des données quantitatives, c'est-à-dire des données qui peuvent être traitées statistiquement sans autre adaptation.

Les questions ouvertes, en revanche, permettent une réponse libre, afin d'interroger des connaissances narratives ou argumentées, et conduisent donc à des données qualitatives (par exemple : Quel est votre plat préféré ? Comment les avions volent-ils ?). Les données qualitatives ne peuvent être évaluées que par une analyse cognitive.

Dans le contexte de l'élucidation des besoins, des données essentiellement qualitatives sont nécessaires. C'est pourquoi des questions principalement ouvertes sont nécessaires.

Toutefois, certaines situations nécessitent également des données quantitatives (par exemple, évaluer si la déclaration d'un utilisateur représentatif est confirmée par d'autres utilisateurs). Dans ce cas, il convient d'utiliser des questions fermées.

Lorsque des techniques d'interview sont utilisées dans le cadre d'une activité d'élucidation, la définition de la qualité des résultats doit préciser si les données obtenues sont qualitatives ou quantitatives.

Les deux techniques d'interview les plus pertinentes sont décrites ci-après : l'interview et le questionnaire.

3.1.1.1 Interview

En raison de leur souplesse, les interviews sont probablement l'une des techniques d'élucidation les plus fréquemment utilisées. Ils ne nécessitent pas une grande mise en place, ni d'outils spécifiques, et peuvent être utilisés pour obtenir des exigences de haut niveau ainsi que des exigences très spécifiques. En règle générale, les exigences formulées lors d'un interview sont satisfaisantes, car la personne interrogée exprime des informations conscientes. Toutefois, en utilisant les bonnes techniques d'interview et en observant les réactions de l'utilisateur, il est possible d'identifier les insatisfaits et les satisfaits.

Bien qu'un interview ne soit pas très compliqué et que la plupart des gens comprennent bien de quoi il s'agit, il nécessite des objectifs clairs et une préparation détaillée afin de faire bon usage du temps consacré à l'interview et d'obtenir des résultats valables et durables.

Qu'est-ce qu'une interview ?

Lors d'une interview, l'ingénieur des exigences pose des questions à une ou plusieurs parties prenantes afin d'élucider de nouvelles exigences ou d'affiner des exigences existantes (objectifs de l'élucidation). Les parties prenantes répondent à ces questions et l'ingénieur des exigences (ou un assistant) enregistre les informations qu'il reçoit. Une interview diffère d'une simple conversation, principalement en raison de trois facteurs : le rôle des participants, la préparation et le traitement des résultats.

Rôle des participants

Lors d'un interview, trois rôles sont obligatoires : l'*intervieweur*, l'*interviewé* et le *preneur de notes*.

L'ingénieur des exigences joue le rôle de l'*intervieweur*. Il lui incombe de préparer (voir Préparation) et de mener (voir section Traitement des **résultats**) l'interview et de traiter les informations recueillies (voir section Traitement des **résultats**). Un intervieweur doit être : *bien informé, structurant, clair, doux, sensible, ouvert, directif, critique, capable de se souvenir et d'interpréter* (sur la base de [Kvale2008], expliqué en détail dans la section Application).

La partie prenante est la *personne interviewée*. Il/elle répond aux questions posées par l'intervieweur, exprimant ainsi ses besoins.

Il incombe au *preneur de notes* d'enregistrer toutes les informations pertinentes fournies par la personne interrogée. Il doit savoir à l'avance quel est l'objectif de l'interview et doit connaître et comprendre le guide d'interview. Ce n'est que si le preneur de notes connaît suffisamment le contexte de l'interview et le sujet (y compris la terminologie) qu'il est en mesure de suivre l'interview et de décider des informations à noter ou non.

L'intervieweur peut également prendre des notes. Dans la mesure du possible, il convient toutefois d'éviter cette situation, car elle oblige l'intervieweur à passer d'un mode cognitif à l'autre, ce qui lui demande de l'énergie supplémentaire et affecte généralement négativement ses performances dans les deux rôles. Le rôle de preneur de notes peut être remplacé par un dispositif d'enregistrement sonore ou vidéo. Les avantages et les inconvénients sont examinés dans la section Préparation.

Préparation

Définir le(s) objectif(s) de l'élucidation et la qualité requise du résultat dans le cadre de la définition de l'activité d'élucidation (voir 1.3.1).

Sélectionnez une ou plusieurs parties prenantes appropriées pour l'interview, dont vous pensez qu'elles seront en mesure de répondre à vos questions afin d'atteindre votre ou vos objectifs d'élucidation, tout en obtenant la qualité de résultat requise. Vous ne saurez jamais à l'avance si vous avez choisi les bonnes parties prenantes. Toutefois, une bonne gestion des parties prenantes et une documentation bien étayée sur ces dernières augmentent considérablement les chances de faire un bon choix.

Préparer un guide d'interview. Il existe de nombreuses façons de procéder : certains préfèrent une liste de points, indiquant l'ordre et la hiérarchie des questions ; d'autres préfèrent un guide sous forme de carte mentale, où les questions sont classées dans le sens des aiguilles d'une montre autour de l'objectif de l'entretien. Cette dernière forme peut permettre de suivre plus facilement le cheminement de la pensée de la personne interrogée lorsqu'elle passe d'un sujet à l'autre tout en répondant à la question posée à l'origine.

L'intervieweur élabore une structure générale pour l'interview, reflétée par le guide d'interview. Après avoir décidé des questions à poser et de leur priorité, il convient de réfléchir à la manière de faire les présentations, à l'objectif de l'interviewé, à la question de départ, à l'ordre des questions et à la manière dont l'interview doit se terminer. Le guide ne doit pas nécessairement contenir la formulation exacte des questions à poser (du moins dans le cas d'un entretien qualitatif). Néanmoins, afin d'être *clair* dans leurs questions, les intervieweurs doivent réfléchir à la manière dont ils vont les formuler.

Une autre question organisationnelle est celle du temps et du lieu. L'intervieweur doit fixer une heure convenant à l'emploi du temps de la personne interrogée. Il est conseillé d'ajouter 15 minutes à la durée prévue de l'interview pour tenir compte du temps d'échauffement et comme tampon général. L'interview elle-même ne doit pas dépasser 60 minutes. Pour la plupart des intervieweurs et des personnes interrogées, une durée de 20 à 40 minutes est suffisante.

L'interview doit se dérouler dans une pièce séparée, afin de permettre la concentration et la confidentialité. Idéalement, le lieu doit être proche de la personne interrogée et lui convenir.

L'intervieweur doit décider à l'avance de la manière dont l'interview sera enregistrée. Trois options sont possibles : l'intervieweur prend lui-même des notes, un preneur de notes prend des notes, ou un enregistrement audio ou vidéo.

Voici les avantages et les inconvénients des trois options :

	L'intervieweur prend des notes	Le preneur de notes prend des notes	Enregistrement audio/vidéo
Avantages	<p>Aucune personne ou dispositif supplémentaire n'est nécessaire.</p> <p>En prenant des notes, l'intervieweur et la personne interviewée ont le temps de réfléchir.</p>	<p>L'intervieweur peut se concentrer pleinement sur la formulation des questions et l'écoute des réponses/l'observation de la personne interviewée.</p> <p>L'intervieweur et le preneur de notes ont deux points de vue sur le même événement (possibilité de découvrir des biais cognitifs).</p>	<p>L'intervieweur peut se concentrer pleinement sur la formulation des questions et l'écoute des réponses/l'observation de la personne interviewée.</p> <p>Toutes les informations sont disponibles sans filtre après l'entretien.</p>
Inconvénients	<p>Certaines informations peuvent être perdues ou déformées.</p> <p>L'intervieweur doit passer d'un mode cognitif à l'autre (ce qui demande de l'énergie).</p> <p>Lors de la prise de notes, de longues pauses gênantes peuvent survenir</p> <p>Les notes sont généralement très courtes et peuvent ne plus être comprises après l'interview.</p>	<p>Certaines informations peuvent être perdues ou déformées.</p> <p>Si le preneur de notes n'est pas totalement impliqué dans le sujet de l'interview, il risque de mal comprendre les informations et de noter des informations erronées ou incomplètes.</p>	<p>Le filtrage des informations ne commence qu'après l'interview ; il faut réécouter l'ensemble de l'interview.</p> <p>Des restrictions légales peuvent s'appliquer, en fonction de la législation nationale ou des réglementations de l'entreprise.</p> <p>La personne interrogée peut interdire l'enregistrement.</p>

Conseil 3.1.1:

Souvent, les options 1 et 3 sont combinées, c'est-à-dire que l'entretien est enregistré et que l'intervieweur prend encore quelques notes (mais il peut se concentrer sur les questions posées et sur l'écoute des réponses).

Si l'enregistrement de l'interview est prévu, il est conseillé d'obtenir au préalable l'accord de la personne interrogée et de son organisation.

Application

Au cours de l'interview, l'intervieweur guide la personne interrogée en lui posant des questions. L'intervieweur met en pratique les compétences suivantes [Kvale2008]:

- *Bien informé*: possède une connaissance approfondie du sujet ; sait quelles sont les questions qu'il est important de traiter
- *Structurant*: prépare et suit une structure pour l'interview. Communique la structure à la personne interrogée au cours de l'interview
- *Clair*: utilise un langage simple et pose des questions claires, simples, faciles et courtes
- *Doux*: laisse les gens finir, leur donne le temps de réfléchir, tolère les pauses
- *Sensible*: écoute attentivement ce qui est dit et comment cela est dit ; fait preuve d'empathie à l'égard de la personne interrogée
- *Ouvert*: répond à ce qui est important pour la personne interrogée ; est ouvert aux nouveaux aspects introduits par la personne interrogée et y donne suite
- *Directif*: sait ce qu'il/elle veut découvrir. L'intervieweur contrôle le déroulement de l'interview et ne craint pas d'interrompre les digressions.
- *Critique*: est prêt à remettre en question ce qui est dit, par exemple en traitant les incohérences dans les réponses des personnes interrogées
- *Capable de se souvenir*: peut se rappeler des déclarations antérieures et faire le lien entre ce qui est dit et ce qui a été dit précédemment au cours de l'interview
- *Capable d'interpréter*: clarifie et élargit le sens des déclarations de la personne interrogée ; fournit des interprétations de ce qui est dit, qui peuvent être confirmées ou infirmées par la personne interrogée

La ou les parties prenantes (personne interrogée) répondent à ces questions et l'ingénieur des exigences (personne interrogée) les écoute attentivement, en vérifiant plusieurs points, par exemple :

- La partie prenante a-t-elle compris la question et fournit-elle les informations souhaitées
- L'ingénieur des exigences comprend-il ce que dit la partie prenante
- La question reçoit-elle une réponse complète
- La partie prenante envoie-t-elle des informations non verbales pertinentes
- Le preneur de notes prend-il en compte les informations requises

Le preneur de notes écoute l'intervieweur et l'interviewé, filtre les informations pertinentes de la conversation et les note. Il/elle observe attentivement l'intervieweur pour capter les signaux non verbaux ou verbaux sur ce qu'il/elle doit noter.

[Port2013] et [BaCC2015] donnent plus de détails sur l'art de l'interview, en se concentrant sur les entretiens avec les utilisateurs.

Après l'interview, l'intervieweur et/ou le *preneur de notes* prépare les notes de l'interview et les envoie à la personne interrogée pour qu'elle les examine. Cela sert deux objectifs :

Premièrement, vous vous assurez que vous avez bien compris toutes les informations de l'interview et que vous n'avez oublié aucun aspect important. Deuxièmement, vous

remerciez la personne interrogée pour le temps qu'elle a consacré à l'interview et pour sa contribution.

Conseil 3.1.2 :

Fixez une date à laquelle vous aurez besoin du retour d'information de la personne interrogée. Il est également conseillé d'envoyer un bref rappel amical quelques jours avant l'expiration du délai.

Traitement des résultats

Après les interviews, les données (brutes) collectées doivent être analysées et regroupées en informations utiles. Il peut s'agir d'exigences, de besoins, d'objectifs, de problèmes, de groupes d'utilisateurs, de scénarios, de processus, de produits de travail, etc.

Un diagramme d'affinité [BaCC2015] peut aider à traiter les données collectées. L'exemple suivant illustre les deux principaux aspects d'un diagramme d'affinités :

1. Extrayez des informations de vos données collectées et inscrivez chaque information sur une carte (verte).
2. Regroupement : Regroupez vos idées/cartes en grappes et étiquetez chaque groupe (cartes jaunes).



Figure 18: Diagramme d'affinité

Artéfacts typiques

Au cours de la préparation, de l'exécution et du traitement ultérieur d'une interview, les produits d'activités suivants sont généralement créés ou mis à jour :

- Guide d'interview
- Notes et/ou enregistrements audio/vidéo pris pendant l'interview
- Notes finales de l'interview (à envoyer à tous les participants).

Opportunités

Le grand avantage d'une interview est le retour d'information direct, non seulement verbal mais aussi non verbal. En observant attentivement votre interlocuteur, vous pouvez recueillir beaucoup plus d'informations que ce qu'il dit. Vous pouvez également réagir immédiatement à toute information reçue.

De plus, une interview peut être réalisée dans un délai très court. Bien qu'il ne faille jamais être pris au dépourvu, un intervieweur expérimenté peut n'avoir besoin que d'une heure à l'avance pour préparer suffisamment l'interview.

Défis

La conduite et surtout l'évaluation des interviews prennent beaucoup de temps. S'il manque à l'ingénieur des exigences certaines des qualifications mentionnées, l'interview peut facilement dégénérer et ne pas donner les résultats escomptés. Poser les mauvaises questions, ou les bonnes questions de la mauvaise manière, peut réduire considérablement l'utilité de l'entretien.

Variantes

Il existe plusieurs variantes d'interview, par exemple :

- **Interview ouverte/qualitative :**

L'interview ne suit pas une structure rigide. Au cours de l'interview, l'intervieweur peut s'écartez des sujets ou des questions qu'il avait initialement préparés. Si plusieurs interviews sont menées sur le même sujet, chaque interview a son propre déroulement.

Cette variante est assez courante dans le cadre de l'évaluation des besoins.

- **Interview partiellement standardisée :**

Certaines questions sont standardisées et doivent être posées exactement de la même manière lors de chaque interview. Le reste de l'interview est une interview ouverte.

La partie standardisée est utilisée pour recueillir des données quantitatives.

- **Interview entièrement standardisée/quantitative :**

L'ordre des questions, leur formulation exacte et les réponses possibles sont indiqués. Il vise à fournir des résultats comparables. Elles peuvent être traitées directement par des méthodes statistiques.

En ingénierie des exigences, cette variante n'est pas très courante. Elle est principalement utilisée dans les études de marché.

- **Interview collective :**

Plusieurs personnes sont interrogées par un même intervieweur au cours d'une même session d'interview.

Cette variante présente l'avantage de pouvoir aborder immédiatement les divergences d'opinion entre les personnes interrogées. Ce type d'interview n'est toutefois pas conseillé s'il existe des différences personnelles entre les personnes interrogées ou si l'une d'entre elles occupe un poste plus élevé que l'autre. Ces deux facteurs sont susceptibles d'influencer négativement l'issue de l'interview.

3.1.1.2 Questionnaire

Qu'est ce qu'un questionnaire ?

Avec un questionnaire, plusieurs personnes sont invitées à répondre, par écrit, au même ensemble de questions, qui sont présentées de manière structurée. Il existe deux grands types de questionnaires : les questionnaires *quantitatifs* et les questionnaires *qualitatifs*.

Les *questionnaires quantitatifs* sont utilisés pour confirmer des hypothèses ou des exigences préalablement formulées. Ils peuvent être évalués rapidement et fournir des informations statistiques.

Les questionnaires quantitatifs utilisent des questions fermées (voir 0).

Les *questionnaires qualitatifs* sont adaptés à l'obtention de nouvelles exigences. Ils ont tendance à produire des résultats complexes et sont donc généralement plus longs à préparer et à évaluer.

Les questionnaires qualitatifs utilisent des questions ouvertes (voir 3.1.1).

Les questionnaires quantitatifs peuvent également comporter des questions ouvertes et les questionnaires qualitatifs des questions fermées.

Rôle des participants

Dans une enquête par questionnaire⁵, deux rôles sont nécessaires : l'auteur du questionnaire et les répondants.

L'ingénieur des exigences joue le rôle de *rédacteur du questionnaire*. Il lui incombe de concevoir et de distribuer le questionnaire et d'en évaluer les résultats.

Les *répondants*, qui sont les parties prenantes, reçoivent le questionnaire et sont invités à y répondre avant une date précise.

Selon la manière dont le questionnaire est diffusé, d'autres rôles peuvent être impliqués, comme celui d'un responsable du traitement des données qui saisit les données des questionnaires papier dans un système de traitement des données ou qui traite les données manuellement.

Préparation

Comme une enquête par questionnaire ne peut être corrigée une fois que les questionnaires ont été distribués, vous devez consacrer suffisamment de temps et de réflexion à la phase de préparation.

Tout d'abord, vous devez clarifier s'il existe des restrictions légales ou spécifiques à l'entreprise qui s'appliquent à votre projet et qui concernent la manière dont une enquête est menée. Dans certaines entreprises, les enquêtes doivent être approuvées par un conseil spécifique.

⁵ Le terme "questionnaire" décrit l'outil qui est ensuite utilisé dans une enquête par questionnaires.

Définir le(s) objectif(s) de l'élucidation et la qualité requise du résultat dans le cadre de la définition de l'activité d'élucidation (voir 1.3.1).

Sélectionner les parties prenantes appropriées pour l'enquête. Combien de participants sont nécessaires pour obtenir un résultat valable ou représentatif ? Un questionnaire quantitatif doit fournir des résultats représentatifs. Dans le cas d'un questionnaire qualitatif, ce ne sont pas les résultats représentatifs qui sont recherchés, mais les résultats utiles, qui permettent de définir de nouvelles exigences.

Lors de la sélection des participants, il convient de consulter la liste des parties prenantes. Si les participants ne figurent pas sur la liste ou si des informations de contact manquent, mettez à jour la liste des parties prenantes.

Fixer la longueur maximale du questionnaire : plus le questionnaire est long, moins il y a de réponses. Combien de questions sont acceptables pour vos participants ?

Sélectionnez la forme de la présentation. Pouvez-vous utiliser un outil d'enquête ou devez-vous utiliser du papier ?

Formulez les questions en fonction de l'objectif de l'enquête et des parties prenantes ciblées. Utilisez des questions ouvertes pour obtenir de nouveaux aspects et exigences ; utilisez des questions fermées pour vérifier les exigences que vous avez déjà obtenues, ou pour confirmer ou rejeter une hypothèse basée sur les exigences obtenues jusqu'à présent.

Si vous utilisez des questions fermées, choisissez un type d'échelle approprié. Veillez également à ne pas utiliser plusieurs types d'échelles différentes dans votre questionnaire. Vérifiez pour toutes les questions fermées s'il est nécessaire de prévoir une option "sans objet". L'absence d'une telle option – en particulier lorsque les questions sont obligatoires – peut fausser le résultat, car le participant est contraint de répondre à la question même s'il ne peut pas le faire.

Définissez l'ordre des questions et assurez-vous que cet ordre est logique. Veillez à ce que les réponses à certaines questions n'excluent pas d'autres questions (par exemple, "Buvez-vous du vin ?") et "Préférez-vous le vin rouge ou le vin blanc ?" Si le participant répond à la première question par "non", la seconde question n'a pas de sens).

Planifiez le calendrier de votre enquête. Quand enverrez-vous le questionnaire ? Combien de temps faut-il prévoir pour répondre ? Quand envoyer un rappel amical ? De combien de temps aurez-vous besoin pour évaluer les résultats ?

Testez votre questionnaire avant de le distribuer. Faites-le relire par d'autres personnes et demandez à quelques candidats d'y répondre afin d'identifier les questions qui ne sont pas claires. Dès que le questionnaire est distribué, il n'est plus possible de corriger les défauts. Effectuez également une évaluation des données fournies par les questionnaires retournés. Souvent, ce n'est qu'au moment de l'évaluation que l'on s'aperçoit que l'on a oublié un aspect important ou que les questions ne fournissent pas les données exactes que l'on souhaitait obtenir. En outre, le fait d'avoir effectué l'évaluation une fois vous aide à la refaire efficacement avec les données du questionnaire réel.

Application

Distribuer le questionnaire aux participants. Lors de l'envoi du questionnaire par courrier électronique, il convient de déterminer si les destinataires doivent être divulgués ou non. En général, les destinataires ne sont pas divulgués.

Dans votre annonce de distribution, communiquez le contexte du questionnaire : Qui êtes-vous et pourquoi envoyez-vous un questionnaire ? Quel est l'objectif de l'enquête ? Combien de temps faut-il pour répondre au questionnaire ? Qu'adviendra-t-il des résultats ?

Les participants seront-ils informés des résultats ? Si oui, quand ? Afin d'augmenter le nombre de réponses potentielles, il peut être judicieux d'annoncer une mesure incitative.

Traitements des résultats

Pour les questionnaires qualitatifs, le traitement des résultats prend généralement un certain temps. Plus le nombre de réponses est élevé, plus le temps nécessaire à l'évaluation est important. Dans ce cas, vous devrez généralement faire face à des déclarations contradictoires, ou potentiellement contradictoires, et à différents niveaux d'exigences.

Conseil 3.1.3 :

Un diagramme d'affinités [BaCC2015] peut aider à traiter les données collectées (voir l'exemple de diagramme d'affinités au chapitre 0 sur le traitement des données collectées lors des interviews).

Pour les questionnaires quantitatifs, le traitement des résultats peut se faire automatiquement (si l'enquête est réalisée par voie électronique). En utilisant un outil d'enquête en ligne, le nombre de réponses n'influe pas sur le temps nécessaire à l'agrégation des données. Toutefois, l'interprétation intellectuelle des statistiques peut encore prendre un certain temps.

Produits d'activités typiques

Lors de la préparation, de l'exécution et du traitement des résultats d'une enquête par questionnaire, les produits d'activités suivants sont généralement créés ou mis à jour :

- Questionnaire
- Résultats traités (par exemple, statistiques, diagrammes, rapports)

Opportunités

Une enquête par questionnaire est une technique d'élucidation asynchrone, ce qui signifie que l'ingénieur des exigences et la partie prenante n'ont pas besoin d'être au même endroit au même moment pour utiliser cette technique.

Avec un questionnaire, il est possible d'impliquer de nombreuses parties prenantes à la fois, soit pour collecter de nouvelles exigences auprès de nombreuses parties prenantes en même temps, soit pour évaluer les exigences existantes avec un grand nombre de parties prenantes et ainsi confirmer ou infirmer une hypothèse (par exemple : "Les utilisateurs sont satisfaits du système tel qu'il est").

Défis

L'utilisation d'une enquête par questionnaire peut prendre beaucoup de temps : "L'une des plus grandes idées fausses à propos d'une enquête est la rapidité avec laquelle vous pouvez préparer, collecter et analyser les résultats. Une enquête peut être une méthode extrêmement précieuse, mais il faut du temps pour la réaliser correctement". [BaCC2015]

C'est surtout dans le cas des questionnaires qualitatifs que l'évaluation peut prendre beaucoup de temps.

L'un des principaux inconvénients des questionnaires est la possibilité limitée (ou inexistante !) d'obtenir un retour d'information en cas de doute. Cela s'applique aussi bien aux répondants qu'à l'ingénieur des exigences. Ainsi, les questions et les réponses peuvent être interprétées de manière incorrecte.

[BaCC2015] décrit également les points suivants dont il faut tenir compte :

- *Biais de sélection*: souvent par commodité, les répondants sélectionnés sont ceux qui sont faciles à trouver (par exemple, leur propre service, leurs amis et leur famille). Un tel groupe n'est pas représentatif, ce qui peut donner lieu à des données inexactes.
- *Biais de non-réponse*: même si les parties prenantes auxquelles le questionnaire est distribué sont sélectionnées de manière représentative, un déséquilibre peut se produire, car certaines d'entre elles répondront et d'autres non. Le taux de réponse peut varier entre 20 % et 60 %.
- *Satisfaction*: Si le questionnaire demande un effort cognitif trop important, ils peuvent appliquer la stratégie de satisfaction, qui consiste à obtenir des résultats satisfaisants mais non idéaux. Par exemple, les répondants peuvent faire le même choix pour toutes les questions.

Variantes

Outre les variantes de questionnaires qualitatifs et quantitatifs évoquées précédemment, il existe également les variantes suivantes :

- **Questionnaire papier-crayon** :
Le questionnaire est rempli sur papier. Il en résulte un effort de traitement important car les données doivent être informatisées avant d'être évaluées. Pour ce type de questionnaire, l'effort d'évaluation augmente avec le nombre de réponses, tant pour les questionnaires qualitatifs que quantitatifs.
- **Questionnaire informatisé/en ligne** :
Le questionnaire est rempli en ligne. Pour les questionnaires quantitatifs, les réponses peuvent être agrégées automatiquement.

3.1.2 Techniques d'observation

L'objectif des techniques d'observation est d'extraire les exigences à partir de l'observation, par exemple, des processus, des utilisateurs ou de situations d'utilisation typiques.

Une attention particulière doit être accordée au biais de simplification des enquêteurs [BaCC2015] : les observateurs inexpérimentés (novices dans le domaine) ont tendance à

simplifier les stratégies de résolution de problèmes de l'utilisateur expert en les observant. Il est donc fortement recommandé d'acquérir des connaissances sur le sujet (par exemple en s'adressant à un expert en la matière) avant d'utiliser des techniques d'observation afin de minimiser ce biais. Il est également conseillé de laisser les experts en la matière examiner les notes d'observation par la suite.

Dans la pratique, les trois techniques présentées dans ce manuel, à savoir l'observation sur le terrain, l'apprentissage et l'enquête contextuelle, peuvent se chevaucher. Il est donc important de faire la transition d'une technique à l'autre, ou de créer un mélange conscient de techniques. Ce qu'il faut éviter, c'est de passer d'une technique à l'autre, par exemple d'une enquête contextuelle à une simple observation sur le terrain, ou vice versa. S'il y a des raisons de mélanger les techniques, faites-le, mais gardez à l'esprit ce qui est important pour chaque élément.

3.1.2.1 Observation sur le terrain

L'ingénieur des exigences observe les parties prenantes pendant leur travail dans leur environnement habituel sans interférer. Les observations faites sont utilisées pour déterminer les exigences qui doivent être confirmées par des techniques de revue ou d'élucidation supplémentaires. L'observation sur le terrain est également connue sous le nom de: "observation en situation de travail", "suivre les gens dans leurs déplacements", "observation" ou "pure observation".

Qu'est-ce que l'observation sur le terrain ?

Lors de l'observation sur le terrain, l'ingénieur des exigences observe la partie prenante (généralement l'utilisateur final) dans son environnement pendant qu'elle effectue les tâches pour lesquelles il est prévu de développer ou d'améliorer un système. La différence importante entre l'observation sur le terrain et l'apprentissage ou l'enquête contextuelle est qu'il n'y a pas d'interaction entre l'observateur et le(s) sujet(s) observé(s).

L'observation sur le terrain est généralement utilisée dans des situations où l'interaction avec les utilisateurs n'est pas possible (par exemple, elle constituerait une distraction) ou interféreraient avec le processus lui-même et risquerait de fausser les résultats. Elle peut également être appliquée dans des lieux publics sans même que les personnes observées en soient informées (par exemple, s'asseoir avec d'autres patients dans un cabinet médical et les observer pendant les temps d'attente).

Rôle des participants

L'ingénieur des exigences joue le rôle d'observateur. La partie prenante est le sujet observé. Il peut y avoir plus d'un observateur et plus d'un sujet observé.

Préparation

Définir le(s) objectif(s) de l'élucidation et la qualité requise du résultat dans le cadre de la définition de l'activité d'élucidation et sélectionner une (des) partie(s) prenante(s) appropriée(s) pour l'observation.

L'objectif d'élucidation est ici particulièrement important, car il vous aide à vous concentrer sur les aspects pertinents au cours de l'observation. Notre cerveau n'étant pas en mesure de tout observer en permanence, il est primordial de savoir exactement ce que vous recherchez.

Pour l'observation sur le terrain, le temps et le lieu ont une influence majeure sur le résultat. Des recherches préalables peuvent être nécessaires pour trouver le bon moment et le bon endroit.

Les facteurs d'influence pour le temps et le lieu peuvent être les suivants :

- Le processus à observer n'a lieu qu'à certains moments (par exemple, des personnes commençant leur journée de travail, la distribution de nourriture dans une cantine).
- Le processus se déroule dans différents lieux et à différents moments (par exemple, les personnes qui montent ou descendent des transports publics).
- Certaines parties du processus global à observer se déroulent à des moments et/ou dans des lieux différents (par exemple, une pièce est produite sur une ligne de production, puis transférée sur une autre ligne de production où elle n'est pas traitée immédiatement).

Décidez à l'avance si les sujets observés seront informés ou non qu'ils sont observés. Dans toute situation où il est évident que vous observez (par exemple, vous observez une personne qui travaille habituellement seule dans une pièce), vous devez en informer la personne observée à l'avance. Dans d'autres cas, il n'est même pas possible d'informer les personnes observées (par exemple, observation dans un lieu public tel qu'un supermarché).

Application

Lorsque la personne observée est informée de l'observation, il peut être judicieux de l'informer de la raison pour laquelle vous la faites et de lui dire qu'elle doit essayer d'oublier votre présence et de faire son travail comme d'habitude.

Pendant l'observation sur le terrain, l'observateur fait appel à tous ses sens (voir, entendre, sentir, ressentir) pour recueillir des informations sur la situation/le(s) processus observé(s) et prend des notes sur toutes les informations qui peuvent être pertinentes par rapport à l'objectif de l'élucidation. Selon la situation, il peut être possible de prendre des photos et/ou des vidéos.

Comme indiqué dans la section consacrée à la préparation, il est très important d'avoir à l'esprit l'objectif de l'élucidation pendant l'observation. Cependant, il existe également le risque d'être trop concentré et donc biaisé lors de l'observation. Au sens figuré, l'objectif de l'élucidation est votre phare : il vous aide à naviguer dans l'observation et à décider si un élément est pertinent ou non pour atteindre l'objectif de l'élucidation.

Ne participez pas à la (aux) situation(s) observée(s) et n'interférez pas avec elle(s).

Dans certains cas, il est possible d'effectuer l'observation sur le terrain par le biais d'une caméra (par exemple, des caméras de sécurité déjà installées), ce qui permet d'éviter toute interférence avec le processus en raison d'une présence physique.

[BaCC2015] suggère de tenir compte des points suivants lors de l'observation sur le terrain :

- Quel est le langage et la terminologie utilisés ?
- Si vous observez l'utilisation d'un système existant, quelle est la part du système, du logiciel ou des fonctionnalités réellement utilisée par les utilisateurs ?
- Quels sont les obstacles ou les points d'arrêt que les gens rencontrent ?
- Si ce qui vous intéresse est axé sur la tâche :
 - Combien de temps les gens consacrent-ils à l'accomplissement d'une tâche ?
 - Quelles sont les questions que les gens doivent se poser pour accomplir une tâche ?
 - Quels sont les outils avec lesquels les utilisateurs interagissent lorsqu'ils tentent d'accomplir une tâche ?

Traitement des résultats

Remarque : le traitement des résultats est généralement identique pour l'observation sur le terrain et l'enquête contextuelle.

Chaque session d'observation sur le terrain donne lieu à la collecte d'un grand nombre de données brutes. Ces données doivent être analysées et regroupées. Les techniques de soutien possibles pour le traitement des résultats d'une observation sur le terrain pourraient être les suivantes :

- L'analyse utilisateur-tâche-système-contexte-question, c'est-à-dire l'application d'une lecture basée-perspective pour extraire les informations sur ces cinq aspects des données brutes collectées. Le résultat est un produit intermédiaire sur lequel les analyses ultérieures peuvent être effectuées. Ces analyses doivent être réalisées au sein de l'équipe, de préférence avec la participation des parties prenantes et des membres de l'équipe technique.
- Le matériel collecté peut également être traité à l'aide d'un diagramme d'affinité. [BaCC2015]
- À partir des données brutes collectées lors de l'observation sur le terrain, ou sur la base des produits intermédiaires créés selon les deux points précédents, identifier et documenter :
 - Groupes d'utilisateurs réels ou personas
 - Processus et frictions dans ces processus
 - Modèle culturel, modèle physique et modèle de flux [BeHo1998]
 - Liste des produits d'activités importants utilisés pendant la réalisation de la tâche
 - Liste des questions
 - Objectifs, problèmes, besoins et exigences

Produits d'activités typiques

Au cours de la préparation, de l'exécution et du traitement ultérieur d'une activité d'observation sur le terrain, les produits de travail suivants sont généralement créés ou mis à jour :

- Notes de l'observation (par exemple, texte, dessins)
- Produits d'activités collectés au cours de l'observation (par exemple, photos prises, vidéos)
- Les résultats traités, par exemple ceux proposés par [BeHo1998]:
 - Esquisses de liens factuels intéressants
 - Modèle physique illustrant le contexte de travail
 - Modèle culturel montrant la coopération entre les utilisateurs participants
 - Modèle de flux montrant les interruptions de processus

Opportunités

L'observation sur le terrain est une technique très utile lorsque l'interaction avec les utilisateurs n'est pas possible ou n'est pas prévue [BaCC2015]. Elle permet de recueillir des informations qui ne peuvent pas être exprimées verbalement par les parties prenantes (par exemple, les connaissances implicites) et de comprendre la situation de la partie prenante, ce qui permet d'être plus empathique dans les interactions ultérieures.

L'observation sur le terrain présente l'énorme avantage de ne pas nécessiter de ressources supplémentaires de la part des parties prenantes : celles-ci effectuent leurs tâches comme à l'accoutumée.

Selon [Koelsch2016], l'observation sur le terrain peut également contribuer à

- identifier les flux de travail ou de processus,
- identifier les éléments qui dérangent l'utilisateur,
- de remarquer toute démarche maladroite qu'ils rencontrent, et
- identifier toute marge d'amélioration.

Défis

Les préjugés de l'observateur influencent ce qu'il voit réellement. Il peut penser qu'il a compris le sens d'une action donnée, mais se tromper totalement. L'observation sur le terrain ne doit jamais être utilisée seule, mais doit toujours être suivie de techniques d'élucidation supplémentaires (par exemple, une interview).

En fonction de ce qui est observé et du lieu d'observation, l'observation sur le terrain peut prendre beaucoup de temps, en particulier lorsqu'il y a de longues périodes où rien d'important ne se passe.

Variantes

[BaCC2015] décrit également l'immersion comme une forme plus structurée d'observation. L'observateur devient lui-même un usager (par exemple en utilisant les transports publics) et utilise une structure formelle pour organiser le processus d'observation, par exemple en se concentrant sur les dix points suivants : la famille et les enfants, la nourriture et les boissons,

l'environnement bâti, les possessions, la consommation de médias, les outils et la technologie, la démographie, le trafic, l'accès à l'information et à la communication et l'expérience globale.

3.1.2.2 Apprentissage

Nous faisons ici une distinction stricte entre l'observation sur le terrain et l'apprentissage : l'observation sur le terrain est non participative, tandis que l'apprentissage est participatif. Dans la littérature, il existe différentes définitions où les deux concepts, ou même les trois concepts, y compris l'enquête contextuelle, sont appelés apprentissage (voir [RoRo2013]).

Qu'est-ce que l'apprentissage ?

L'apprentissage suit l'idée des maîtres et des apprentis [RoRo2013]. L'ingénieur des exigences effectue un court stage dans l'environnement dans lequel le système à développer/améliorer sera utilisé ultérieurement (ou est déjà utilisé).

Des experts expérimentés du sujet ("maîtres") forment l'ingénieur des exigences ("apprenti") afin de lui permettre de mieux comprendre le domaine et donc de mieux élucider les exigences. "Quel que soit le travail, il semble raisonnable d'en avoir une bonne compréhension avant d'essayer de le modifier" [RoRo2013].

La durée optimale du stage dépend de nombreux facteurs différents, tels que la complexité du processus, le caractère très répétitif ou peu répétitif, la disponibilité du maître d'apprentissage et de l'apprenti.

La différence importante entre l'apprentissage et l'enquête contextuelle réside dans le fait que, dans le cadre de l'apprentissage, l'ingénieur des exigences pratique réellement le travail étudié et apprend à connaître le contexte et les tâches non seulement en observant et en posant des questions, mais surtout en faisant – ce qui, par nature, prend plus de temps que de mener une enquête contextuelle. Cette dernière consiste simplement à observer l'expert en train d'effectuer une tâche dans son contexte et à procéder à une analyse cognitive verbale de la tâche en collaboration avec l'expert (l'ingénieur des exigences n'effectue aucune tâche pratique).

Rôle des participants

L'ingénieur des exigences devient l'apprenti. Il lui appartient d'apprendre de l'intervenant, qui devient le maître.

Préparation

Définir le(s) objectif(s) de l'élucidation et la qualité requise du résultat dans le cadre de la définition de l'activité d'élucidation et sélectionner une (des) partie(s) prenante(s) appropriée(s) en tant que maîtres pour l'apprentissage (voir ci-dessous).

Comme pour l'observation sur le terrain, l'objectif de l'élucidation est particulièrement important pour l'apprentissage, car il vous aide à vous concentrer sur les aspects pertinents pendant l'apprentissage.

L'ingénieur des exigences doit recueillir à l'avance toutes les informations susceptibles de l'aider à devenir un meilleur étudiant dans la situation d'apprentissage, ce qui lui évitera d'avoir à poser des questions de base au cours de l'apprentissage. De cette manière, le temps passé par les parties prenantes est utilisé de manière efficace.

D'un point de vue organisationnel, il faut trouver un maître d'apprentissage adéquat et celui-ci doit être disposé à participer à l'apprentissage. Si le maître n'est pas motivé pour faire l'apprentissage, il est préférable de passer à une autre technique d'élucidation. Il joue un rôle actif et essentiel dans cette technique. Nous suggérons une réunion préparatoire avec le maître d'apprentissage afin de clarifier les modalités et le calendrier de l'apprentissage.

Il est bon de demander au maître d'apprentissage de se méfier si l'apprenti reste silencieux pendant une longue période. Il doit alors poser des questions telles que "à quoi pensez-vous ?" ou "dis-moi ce que tu as sur le cœur".

Application

Le maître enseigne à l'apprenti les processus et/ou actions pertinents. L'objectif principal de l'apprentissage est d'expérimenter le contexte dans lequel la solution ultérieure sera appliquée. L'ingénieur des exigences doit donc effectuer lui-même au moins certaines des étapes du processus global. L'ingénieur des exigences évite de faire des suppositions mais exprime toutes ses conclusions, ce qui permet au maître de confirmer ou de corriger ces conclusions.

Il est important de poser beaucoup de questions pendant l'apprentissage afin d'obtenir autant d'informations que possible et d'éviter les fausses hypothèses.

L'apprenti prend des notes pendant l'apprentissage.

Dans certaines situations, il peut être possible pour l'apprenti d'effectuer la ou les tâches par lui-même, si le maître d'apprentissage le juge approprié.

Traitemen t des résultats

Juste après l'apprentissage, l'ingénieur des exigences doit noter autant d'aspects que possible de l'apprentissage, afin de préserver les connaissances acquises.

Les données recueillies dans le cadre de l'apprentissage sont ensuite analysées.

Les questions suivantes peuvent servir de guide :

- Quelles sont les difficultés que j'ai rencontrées ?
- Qu'est-ce qui pourrait être facilité ?
- Qu'est-ce que j'ai considéré comme compliqué ?
- Quel serait le plus grand avantage ?

Produits d'activités typiques

Au cours de la préparation, de l'exécution et du traitement ultérieur d'une activité d'apprentissage, les produits d'activités suivants sont généralement créés ou mis à jour :

- Notes sur l'apprentissage (générées pendant et après)

- Produits d'activités collectés pendant l'apprentissage (par exemple, captures d'écran, matériel de formation)
- Résultats traités (devraient être examinés par le maître !)

Opportunités

L'apprentissage permet de comprendre l'environnement du système et le domaine d'application. L'ingénieur des exigences expérimente les difficultés et les solutions de contournement utilisées au lieu de se contenter d'en prendre connaissance. L'interaction avec les parties prenantes au cours de l'apprentissage améliore généralement les relations avec celles-ci, ce qui améliore ensuite la communication avec ces parties prenantes. En outre, comme l'ingénieur des exigences a fait l'expérience de l'environnement de travail des parties prenantes, il peut être considéré comme faisant partie du groupe et moins comme un outsider. Elle aide également l'ingénieur des exigences à comprendre la situation de la partie prenante et donc à faire preuve de plus d'empathie dans les interactions ultérieures.

Grâce à l'apprentissage, les connaissances implicites peuvent être sollicitées et transformées en connaissances explicites.

Défis

La qualité d'un apprentissage dépend de la motivation et des compétences didactiques des parties prenantes. Il est donc important de clarifier ces aspects avant l'apprentissage. Un investissement considérable est demandé à la partie prenante : pendant l'apprentissage, il ne peut pas accomplir son travail, ou du moins pas à son rythme habituel.

Variantes

Si l'ingénieur des exigences n'effectue pas activement les tâches mais se contente de suivre la partie prenante pendant une longue période, de demander et de se faire expliquer les choses par la partie prenante, on parle généralement d'un "suivi de poste".

Remarque :

L'observation au poste de travail pendant une courte période est plutôt une variante de l'enquête contextuelle.

3.1.2.3 Enquête contextuelle

Qu'est-ce qu'une enquête contextuelle ?

L'enquête contextuelle est une technique itérative de collecte de données sur le terrain où l'ingénieur des exigences étudie en profondeur quelques utilisateurs soigneusement sélectionnés pour arriver à une compréhension plus complète de la pratique de travail au sein de l'ensemble de la base d'utilisateurs [BeHo1998]. Il s'agit d'une riche combinaison d'observations et de discussions. L'ingénieur des exigences (et les autres membres de l'équipe qui l'accompagnent) observe les utilisateurs dans leur propre contexte de travail. En outre, l'ingénieur des exigences discute avec les utilisateurs de leurs tâches et s'engage avec

européen à découvrir les aspects non formulés de leur travail. L'objectif est de découvrir des structures et des modèles et de savoir comment l'utilisateur organise son travail.

L'enquête contextuelle repose sur quatre principes :

- *Contexte*: Se rendre dans le contexte de l'utilisateur pour l'observer dans l'accomplissement de ses tâches.
- *Partenariat* : Essayez de vous engager dans une relation de partenariat : Ensemble, essayez de comprendre la pratique professionnelle de l'utilisateur.
- *Interprétation*: Développer une compréhension commune avec l'utilisateur sur les aspects du travail qui comptent.
- *Objectif*: Lors de la préparation de l'enquête contextuelle, définissez des objectifs d'élucidation et orientez votre enquête de manière à recueillir les données pertinentes afin d'atteindre les objectifs.

Les principales différences entre l'apprentissage et l'enquête contextuelle sont que l'apprentissage prend généralement beaucoup plus de temps (généralement de 1 à 3 jours) et que l'ingénieur des exigences dans le rôle de l'apprenti pratique réellement les tâches pertinentes, alors qu'une session d'enquête contextuelle dure généralement de 60 à 90 minutes et que l'ingénieur des exigences se contente d'observer et de parler à la partie prenante qui exécute la tâche.

Rôle des participants

L'utilisateur est l'expert du domaine. L'ingénieur en exigences est l'expert qui reconnaît les structures de travail, les modèles et les différences dans l'organisation du travail des individus. Dans cette session d'enquête, les deux sont partenaires, essayant de dévoiler ensemble les aspects pertinents du travail de l'utilisateur.

D'autres participants jouent le rôle d'observateurs. Chacun d'entre eux peut se concentrer sur différents aspects, par exemple les produits d'activités utilisés, le contexte physique, la communication, le processus, la culture, etc.

Préparation

La préparation d'une enquête contextuelle dépend du groupe cible. Lorsque l'accès aux utilisateurs est limité ou potentiellement coûteux (par exemple, traders en bourse, cadres supérieurs, utilisateurs à l'étranger, etc.), l'effort de préparation peut être plusieurs fois supérieur à l'exécution effective de l'enquête. Dans de tels cas, l'ingénieur chargé des exigences doit comprendre à l'avance ce qu'il va voir (par exemple, en interrogeant une personne retraitée du groupe cible ou le personnel de soutien dans le contexte, en assistant à la formation des utilisateurs, en regardant des vidéos et en étudiant des tutoriels ou d'autres documents écrits). Si le groupe cible est facilement accessible, il est possible d'acquérir une compréhension de base par le biais d'un seul entretien avec une personne qui connaît les utilisateurs, puis la première enquête contextuelle peut se concentrer sur la connaissance des tâches et du contexte de l'utilisateur.

Il s'agit des tâches générales pour la préparation d'une enquête contextuelle :

- En fonction de l'objectif de l'élucidation, déterminer le nombre, le type et la localisation des utilisateurs à visiter.
- Fixez des rendez-vous avec les utilisateurs sélectionnés et demandez-leur de préparer des tâches typiques – ou spécifiques – sur lesquelles ils travailleront pendant l'enquête contextuelle.
- Si vous prévoyez de mener une série d'enquêtes contextuelles, préparez chaque session d'enquête de manière itérative :
 - Qui va participer (si possible, faire participer les parties prenantes et/ou d'autres membres de l'équipe pour leur permettre de faire l'expérience des utilisateurs sur le terrain) ?
 - En fonction de l'objectif de l'enquête : Quel sera l'objet de cette enquête ? Qui se concentre sur quel aspect ?
 - Comment consigner les résultats (préparez des checklists pour vos notes ; vérifiez s'il est permis de prendre des enregistrements audio ou vidéo, des photos, etc.) ?

Application

En arrivant sur place, présentez les personnes participantes et l'objectif de l'enquête.

Expliquer le cadre du partenariat : l'utilisateur est l'expert pour la tâche à accomplir ; l'ingénieur en exigences est l'expert pour reconnaître les structures de travail, les modèles et les différences dans l'organisation du travail des personnes. Demandez ensuite à l'utilisateur d'effectuer les tâches préparées et d'expliquer ce qu'il fait et pourquoi. Si vous en avez l'autorisation, n'oubliez pas de lancer l'enregistrement.

Observez l'utilisateur pendant l'enquête contextuelle, prenez des photos (si cela est autorisé), collectez les produits d'activités avec lesquels l'utilisateur travaille, prenez des notes et interrogez régulièrement l'utilisateur sur certains aspects de la manière dont il effectue les tâches. De cette manière, l'utilisateur est obligé de rendre les choses explicites, ce qui permet à l'ingénieur des exigences de découvrir les attitudes, les objectifs, les problèmes et les besoins de l'utilisateur. En outre, l'équipe peut obtenir des informations sur les processus réels et les frictions dans le flux de travail, les aspects culturels de l'utilisateur et de ses collègues, le flux d'informations, l'environnement physique, etc.

Après l'enquête contextuelle, l'ingénieur en exigences mène parfois une interview avec l'utilisateur pour passer en revue une liste de questions préparées à l'avance. Cependant, il s'agirait d'une insertion d'une autre technique d'élucidation. Conclure l'enquête contextuelle par un débriefing.

Traitements des résultats

Remarque : le traitement des résultats est généralement similaire pour l'observation sur le terrain et l'enquête contextuelle.

Chaque session d'enquête contextuelle donne lieu à la collecte d'un grand nombre de données brutes. Ces données doivent être analysées et regroupées. Les techniques d'appui

possibles pour le traitement des résultats d'une enquête contextuelle pourraient être les suivantes :

- L'analyse utilisateur-tâche-système-contexte-question, c'est-à-dire l'application d'une lecture basée-perspective pour extraire les informations sur ces cinq aspects des données brutes collectées. Le résultat est un produit intermédiaire sur lequel les analyses ultérieures peuvent être basées. Ces analyses doivent être réalisées au sein de l'équipe, de préférence avec la participation des parties prenantes et des membres de l'équipe technique.
- Le matériel collecté peut également être transformé en diagramme d'affinité. [BaCC2015]
- À partir des données brutes recueillies lors de la session d'enquête, ou sur la base des produits intermédiaires créés conformément aux deux points précédents, identifiez et documentez :
 - Groupes d'utilisateurs réels ou personas
 - Processus et frictions dans ces processus
 - Modèle culturel, modèle physique et modèle de flux [BeHo1998]
 - Liste des produits d'activités importants utilisés pendant la réalisation de la tâche
 - Liste des questions
 - Objectifs, problèmes, besoins et exigences

Répétez ces étapes pour chaque enquête contextuelle que vous réalisez, enrichissant ainsi systématiquement votre compréhension des aspects susmentionnés (utilisateurs, tâches, systèmes, contexte et problèmes).

Produits d'activités typiques

Lors de la préparation, de l'exécution et du post-traitement d'une enquête contextuelle, les produits d'activités suivants sont généralement créés ou mis à jour :

- Notes et enregistrements audio de l'enquête contextuelle
- Produits d'activités collectés au cours de l'enquête contextuelle (par exemple, photos prises, vidéos, formulaires remplis, notes, listes, outils, etc.)
- Les résultats traités, par exemple ceux proposés par [BeHo1998]:
 - Esquisses de liens factuels intéressants
 - Modèle physique illustrant le contexte de travail
 - Modèle culturel montrant la coopération entre les utilisateurs participants
 - Modèle de flux montrant les interruptions de processus

Opportunités

Si l'un des défis de l'observation sur le terrain est d'éviter les interprétations erronées du comportement observé de l'utilisateur, c'est une caractéristique essentielle de l'enquête contextuelle que d'aborder et de vérifier ces observations immédiatement dans le contexte. En outre, les utilisateurs n'ont pas besoin de réfléchir à la manière d'expliquer convenablement leur méthode de travail lors d'une présentation en salle de réunion. Au lieu de cela, ils se contentent de faire leur travail (les tâches qu'ils effectuent habituellement tous

les jours) et d'expliquer à l'ingénieur en charge des exigences ce qu'ils sont en train de faire, reflétant ainsi leur propre plan d'action et rendant explicites leurs connaissances d'expert. L'ingénieur des exigences et l'utilisateur discutent, sur la base d'une tâche de travail qui vient d'être effectuée, des problèmes, des relations factuelles, des motivations et des possibilités d'amélioration.

L'enquête contextuelle est la discipline suprême pour l'élucidation des exigences centrée sur l'humain [RiFI2014]. En peu de temps, l'ingénieur des exigences peut effectivement trouver beaucoup d'informations sur les utilisateurs, leurs objectifs et leurs tâches, les systèmes utilisés, le contexte pertinent et les problèmes et questions réels.

Défis

En fonction de facteurs tels que la connaissance existante du domaine par l'ingénieur des exigences, la disponibilité d'utilisateurs appropriés pour effectuer l'enquête contextuelle, la situation géographique du contexte à visiter et le nombre de groupes d'utilisateurs potentiels ; le nombre d'enquêtes contextuelles à planifier peut être élevé et l'effort de préparation et d'exécution correspondant peut être considérable.

Veillez à sélectionner les bons utilisateurs. L'enquête contextuelle étant une technique d'élucidation qualitative, la répartition des utilisateurs sélectionnés ne doit pas nécessairement être représentative au sens statistique du terme, mais elle doit néanmoins représenter les groupes d'utilisateurs attendus.

Bien que l'ingénieur des exigences puisse orienter l'enquête contextuelle et motiver l'utilisateur à y participer, une enquête contextuelle n'est possible que si l'utilisateur y participe réellement. Si l'utilisateur n'est pas motivé, la recherche contextuelle n'aboutira pas à des résultats satisfaisants.

L'enquête contextuelle n'est pas une simple combinaison d'observation et d'interview. La préparation et la mise en œuvre d'une enquête contextuelle sont totalement différentes et nécessitent une formation et une expérience appropriées.

Variantes

L'interview ethnographique condensé [DeDe2011] se caractérise par une approche "descendante" – par opposition à l'enquête contextuelle "ascendante" – parce que l'on commence par un interview semi-structuré, suivi d'une observation de la manière dont les utilisateurs accomplissent leurs tâches dans le contexte réel, en se concentrant sur les processus et les outils. Les produits d'activités sont également collectés et discutés.

3.1.3 Techniques de collaboration

Les techniques de collaboration tendent à élucider les exigences en se focalisant sur la collaboration entre les parties prenantes. Dans ce processus de co-création, les parties prenantes adoptant différentes perspectives – souvent des utilisateurs ou des systèmes – sont directement impliquées dans la collecte, l'évolution ou l'affinage des exigences. Ces types de techniques constituent une plateforme pour les discussions et permettent un retour

instantané des parties prenantes. Des exemples de techniques de collaboration sont des ateliers d'exigence et l'ingénierie des exigences collaborative.

3.1.3.1 Ateliers sur les exigences

L'atelier est un terme générique qui désigne les techniques orientées vers le groupe. Ils peuvent être menés de manières très différentes incluant d'autres techniques d'élucidation ou même des modèles de processus (par ex. un atelier de Design Thinking dans le cadre d'un développement agile). Les formats des ateliers varient, allant de petites réunions informelles à des événements organisés réunissant plusieurs dizaines, voire centaines de parties prenantes.

Qu'est-ce qu'un atelier sur les exigences ?

Dans ce manuel, nous nous concentrerons sur l'atelier sur les exigences tel qu'il est défini par [Gottesdiener2002]:

"Un atelier sur les exigences est une réunion structurée au cours de laquelle un groupe soigneusement sélectionné de parties prenantes et d'experts en contenu travaillent ensemble pour définir, créer, affiner et conclure des produits livrables (tels que des modèles et des documents) qui représentent les exigences de l'utilisateur."

Un atelier sur les exigences diffère de toute autre réunion de deux manières principales :

- Il s'agit d'une réunion facilitée (c'est-à-dire planifiée, structurée et animée).
- Elle est axée sur l'élucidation⁶ des exigences.

Rôle des participants

Dans un atelier sur les exigences, il y a quatre rôles distincts : le *facilitateur*, le *participant*, le *rapporteur* et le *sponsor de l'atelier*.

L'ingénieur des exigences joue le rôle de *facilitateur*. Il est tenu de préparer (voir la section Préparation) et d'animer l'atelier sur les exigences (voir la section Application), de s'assurer que toutes les informations pertinentes de l'atelier sont enregistrées (voir la section Application) et de dériver les exigences à partir des informations recueillies au cours de l'atelier sur les exigences (voir la section Traitement des résultats).

Le facilitateur doit être neutre par rapport au résultat et ne doit pas être un expert en la matière. Cela peut même être un obstacle si le facilitateur est un expert en contenu, car il risque d'avoir un intérêt (caché) dans le résultat.

Les *participants* sont des parties prenantes. Il leur incombe de créer les produits de l'atelier, sur la base de l'objectif de l'atelier et avec l'aide du facilitateur.

Le *rapporteur* enregistre le travail du groupe. Cela peut se faire par écrit et/ou en prenant des photos ou des vidéos. En fonction de la complexité de l'atelier sur les exigences, ce rôle

⁶ Ces ateliers abordent souvent aussi les questions de résolution des conflits. Ce n'est toutefois pas l'objet de ce chapitre.

peut également être assumé par l'ingénieur des exigences en même temps que le rôle de facilitateur. Le rapporteur ne doit pas non plus être un expert en matière de contenu. Il doit cependant comprendre suffisamment le sujet abordé pour être en mesure d'enregistrer correctement les informations.

Le *sponsor de l'atelier* autorise et légitime l'atelier, y compris ses objectifs et la qualité de ses résultats. Il est responsable de la disponibilité de toutes les ressources nécessaires (c'est-à-dire les personnes et l'argent).

Préparation

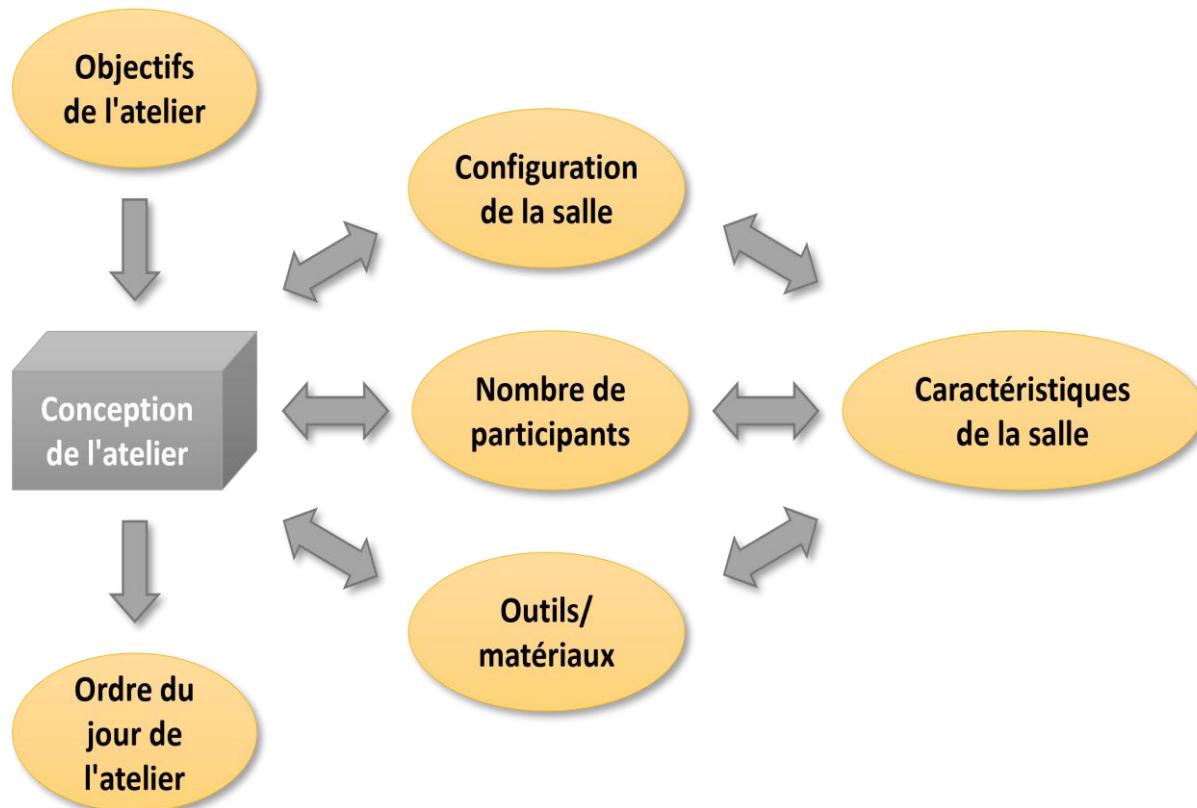


Figure 19: Interdépendances typiques des activités de préparation de l'atelier

Une *conception d'atelier* influence et est influencée par plusieurs facteurs (voir Figure 19). Comme certains de ces facteurs sont à la fois influents et influencés, la création d'une conception d'atelier est un processus itératif.

Définir les *objectifs de l'atelier* (objectifs d'élucidation) et la qualité requise des résultats dans le cadre de la définition de l'activité d'élucidation. Les deux sujets doivent être clarifiés avec le sponsor de l'atelier.

L'aménagement de la salle dépend de la *conception de l'atelier* et, inversement, la conception de l'atelier dépend de l'*aménagement de la salle*. En revanche, la configuration et les *caractéristiques de la salle* s'influencent mutuellement.

Dans un monde idéal, la conception de l'atelier serait indépendante des caractéristiques de la salle. Dans la plupart des cas, cependant, la salle est choisie à l'avance ou le choix de la

salle est limité par la distance et/ou le budget. Par conséquent, dans la plupart des cas, l'atelier doit être organisé en fonction des caractéristiques de la salle, ce qui se traduit par la configuration de la salle: Quel matériel (par exemple, tableaux à feuilles mobiles, tableaux d'affichage, tableaux blancs, affiches) sera placé à quel endroit de la salle ? Des tables sont-elles nécessaires ? Comment les placer ? Des chaises sont-elles nécessaires ? Comment les placer ? Où les résultats de l'atelier seront-ils stockés ?

Les caractéristiques de la salle et le *nombre de participants* sont également interdépendants : plus il y a de participants, plus la salle est grande, ou plus la salle est petite, moins il y a de participants. La conception de l'atelier dépend également du nombre de participants.

Certains modèles d'ateliers ne sont pas aussi évolutifs que d'autres. Le nombre idéal de participants à un atelier sur les exigences est de 7 à 12 personnes. Le nombre maximum de participants doit être de 16, à moins qu'il n'y ait plus d'un facilitateur [Gottesdiener2002].

Comme pour les caractéristiques de la pièce, les *outils et le matériel* ne devraient pas être des facteurs influençant la conception de l'atelier, mais dans de nombreux cas, ils le sont. Ils sont généralement influencés par les caractéristiques de la salle: par exemple, si la salle ne dispose pas d'un grand tableau blanc pour travailler, celui-ci ne peut pas être utilisé comme outil pendant l'atelier et d'autres outils doivent être utilisés, tels que des post-it.

Lorsque ces interdépendances se sont stabilisées, les participants peuvent être invités. Le facilitateur doit clarifier avec le sponsor de l'atelier qui sera invité à l'atelier. Clarifiez également avec le sponsor s'il sera présent. En général, le sponsor de l'atelier doit être présent à l'ouverture et éventuellement à la clôture de l'atelier. Pendant l'atelier, la présence du sponsor de l'atelier n'est généralement pas requise et, dans certains cas, n'est pas recommandée (par exemple, si la position hiérarchique du sponsor risque d'interférer avec les résultats de l'atelier). Communiquer l'heure et le lieu ainsi que les objectifs de l'atelier dans l'invitation. Idéalement, vous pouvez déjà fournir un premier *programme d'atelier*.

L'*ordre du jour de l'atelier* est le résultat de la conception de l'atelier. Il s'agit de la ligne directrice de l'atelier. L'ordre du jour d'un atelier doit prévoir suffisamment de temps pour que les horaires puissent être ajustés au cours de l'atelier. Certaines activités de l'atelier peuvent nécessiter beaucoup plus de temps que prévu, tandis que d'autres peuvent être plus rapides que prévu.

Application

Comme l'application détaillée dépend fortement de la conception de l'atelier, seuls des conseils généraux sont donnés dans cette section.

Avant l'arrivée des participants, la pièce doit être préparée (par exemple, poser des affiches, déplacer les tables et les chaises, etc.). Veillez également à ce que des rafraîchissements soient disponibles.

Accueillir les participants à leur arrivée.

Ouvrez l'atelier et expliquez les objectifs de l'atelier et les résultats attendus (cela peut également être fait par le sponsor de l'atelier).

Fixer les règles de base de l'atelier, idéalement en coopération avec les participants.

Diriger le groupe tout au long de l'atelier. Assurez-vous que tous les participants sont impliqués et que toutes les contributions des participants sont enregistrées. Vérifiez régulièrement si l'un des éléments suivants doit être adapté : activités de l'atelier, durée, outils utilisés, climat de la salle.

Clôturer l'atelier : Remerciez les participants pour leur contribution. Clarifier les prochaines étapes et les responsabilités. Informez-les de ce qui va se passer avec les résultats de l'atelier.

Traitement des résultats

Après l'atelier, le facilitateur ou le rapporteur traite la documentation de l'atelier et la met à la disposition des participants.

Étant donné que les résultats des ateliers, tout comme les configurations des ateliers, sont très diversifiés, il n'est pas possible de donner des lignes directrices générales pour le traitement des résultats.

Produits d'activités typiques

Les produits d'activités dépendent du type d'atelier (voir la section Variantes), de la conception de l'atelier et du type d'enregistrement.

En règle générale, les variantes des produits d'activités suivants sont générées :

- Ordre du jour de l'atelier
- Documentation de l'atelier (par exemple, images, tableaux de papier, notes numériques, procès-verbaux)

Opportunités

Les ateliers sur les exigences soutiennent la communication et la prise de décision au sein de l'équipe. Ils rassemblent les différentes parties prenantes afin de parvenir à une meilleure compréhension mutuelle du projet ou du produit. Les ateliers sur les exigences permettent d'identifier et de résoudre des conflits et des malentendus potentiels qui ne seraient pas apparus avec d'autres techniques d'élucidation.

Défis

Comme les ateliers sur les exigences nécessitent beaucoup de ressources (personnes, temps et argent), ils peuvent difficilement être réalisés sans un sponsor engagé. Le temps nécessaire à la préparation de l'atelier et au traitement des résultats est souvent sous-estimé. Les résultats de l'atelier dépendent fortement de sa conception. Les facilitateurs inexpérimentés ont tendance à sous-estimer les efforts nécessaires et manquent souvent de flexibilité et d'outils pour préparer et organiser un atelier efficace, ainsi que pour traiter les résultats de manière efficiente.

Conseil 3.1.4 :

Si vous êtes nouveau dans le rôle de facilitateur, vous devriez travailler avec un facilitateur plus expérimenté dans toutes les phases de l'atelier.

Variantes

Il existe de nombreuses variantes d'ateliers sur les exigences. Ils peuvent être combinés avec ou prendre la forme d'autres modèles d'ateliers bien connus tels que :

- **World café** [Brls2005]:

Une configuration de plusieurs tables. Chaque table est consacrée à un thème et dispose d'un modérateur. Le groupe d'une table (4 à 6 personnes) discute de ce sujet pendant 15 à 30 minutes. Les équipes sont ensuite mélangées et prennent place à une autre table.

- **Technologie de l'open space** [Owen2008]:

Les participants proposent des thèmes de discussion. Plusieurs sujets sont discutés en même temps dans différents lieux (salles). Le propriétaire du sujet est responsable de la documentation de la discussion. Les participants peuvent librement rejoindre et quitter une discussion (loi des deux pieds). À la fin de l'espace ouvert, les groupes se réunissent et les responsables des thèmes présentent les résultats à l'ensemble du groupe.

- **Design Thinking** :

Voir la description du modèle à la section 1.4.4.

3.1.3.2 Ingénierie des exigences basée sur le Crowd

Qu'est-ce que l'ingénierie des exigences basée sur le Crowd ?

L'ingénierie des exigences basée sur le Crowd (CrowdRE) est également connue sous le nom d'ingénierie des exigences centrée sur le crowd (CCRE).

Nous définissons CrowdRE selon [Groen et al.2017] comme "un terme générique pour les approches automatisées ou semi-automatisées de collecte et d'analyse d'informations au travers d'une participation massive afin d'en déduire des exigences utilisateur validées."

Ces informations peuvent être des commentaires donnés dans un forum, des évaluations et des avis dans les App Stores, des données d'utilisation, etc. L'exploration de textes et d'usages sont des techniques typiques utilisées dans CrowdRE.

Cependant, l'un des principaux avantages de CrowdRE est le retour d'information recueilli au travers d'un large public pour soutenir l'élucidation des besoins. CrowdRE repose sur la collaboration entre les personnes qui font partie de ce large public et les ingénieurs en charge des exigences.

Rôle des participants

Le principal participant à CrowdRE est "le large public", généralement composée d'utilisateurs existants ou futurs du produit à développer. Cependant, il ne se limite pas aux utilisateurs [LiFi2012].

Un tel large public peut déjà exister ou être "créé" dans le cadre de CrowdRE, par exemple en créant une expérience de gamification qui forme le public [Snijders et al.2015].

L'ingénieur des exigences n'a pas un rôle dominant dans cette technique d'élucidation. Il ou elle recueille ou lance les techniques de collecte de données auprès du large public et évalue les résultats. Dans certaines formes de CrowdRE, les membres du public peuvent même ne pas se rendre compte qu'ils participent à un processus d'élucidation d'exigences (par exemple, les critiques dans les App stores).

Comme l'application de CrowdRE peut nécessiter un logiciel spécifiquement développé (par exemple une plateforme d'élucidation gamifiée, un outil d'analyse des données d'utilisation, un module de retour d'information dans le produit à développer), CrowdRE peut également nécessiter une équipe de développement pour créer un tel logiciel.

Préparation

La CrowdRE pouvant prendre des formes très différentes, il n'existe pas de méthode de préparation standard.

D'une manière générale, on peut dire qu'il faut définir le large public (crowd) adéquat pour le produit à développer, ainsi qu'un moyen approprié d'impliquer le crowd et d'évaluer les résultats de l'élucidation – qui sont généralement d'énormes quantités de données brutes (big data). [Snijders et al.2015] et [LiFi2012] proposent des méthodes/outils concrets.

Application

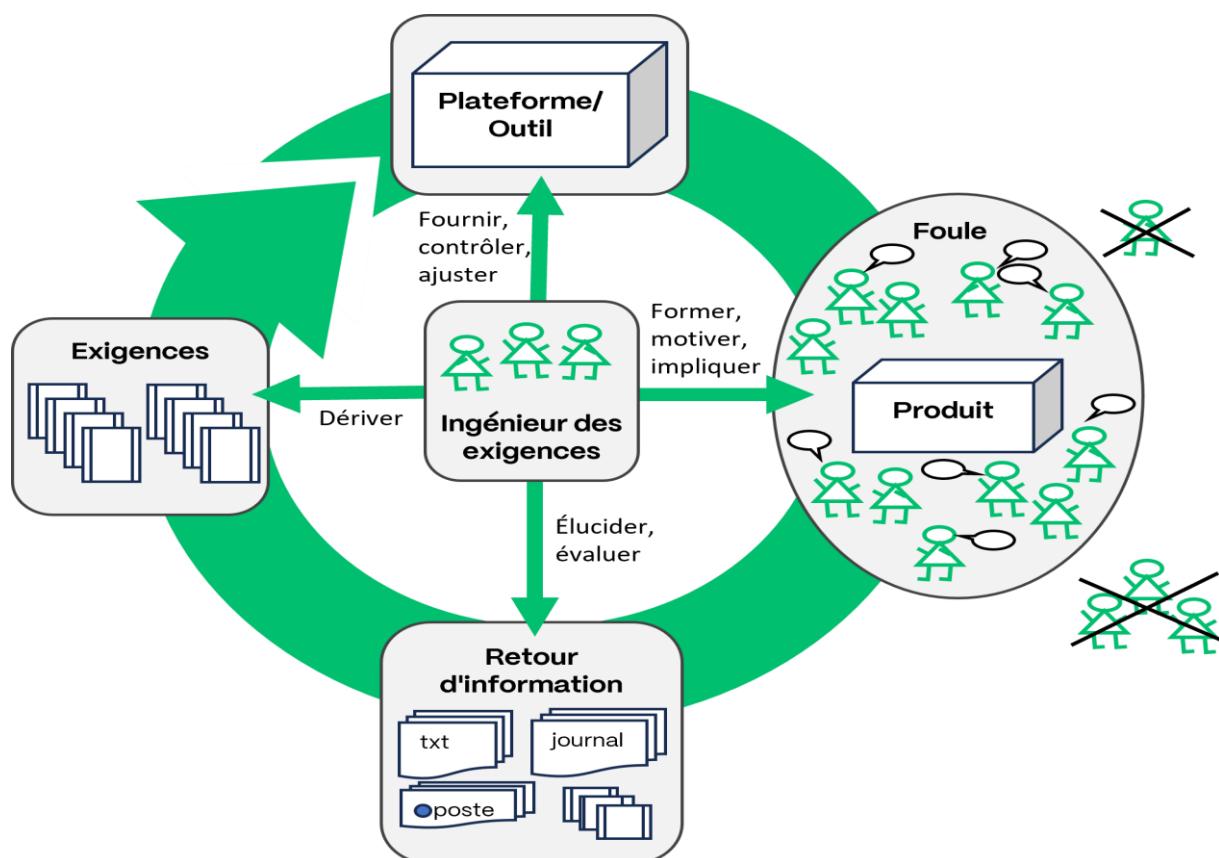


Figure 20: Les relations entre les aspects de l'ingénierie des exigences basée sur le crowd selon les critères suivants [Groen et al.2017]

Selon [Groen et al.2017], l'ingénieur des exigences doit motiver les membres du crowd à fournir un retour d'information sur le produit. Ce retour d'information est obtenu et analysé par l'ingénieur en charge des exigences (par exemple à l'aide d'outils d'exploration de texte). En outre, il ou elle analyse les données contextuelles et les données d'utilisation. Les exigences dérivées sont mises en œuvre par l'équipe de développement. La nouvelle version du produit est soumise au crowd pour recueillir son avis et valider les exigences formulées.

Traitement des résultats

Comme pour la préparation, il n'est pas possible de décrire un traitement typique des résultats. En général, il faut appliquer des outils et des méthodes pour traiter les données volumineuses (par exemple, l'exploration de texte).

Produits d'activités typiques

Sans objet.

Opportunités

CrowdRE permet de collecter des données représentatives auprès d'utilisateurs réels. Avec les bons outils et une configuration appropriée, CrowdRE a le potentiel de réduire le coût global de l'élucidation au fil du temps. Il est possible d'améliorer les liens avec les clients et d'utiliser directement leur créativité en les impliquant activement. En outre, les exigences ne sont pas seulement formulées, mais aussi hiérarchisées et validées par le crowd.

Défis

La mise en place de CrowdRE prend généralement beaucoup de temps. Même si l'on utilise des données qui existent déjà (par exemple, les évaluations dans un App store), il faut trouver et appliquer des moyens appropriés d'évaluer les données.

Si des plateformes spécifiques sont mises à disposition pour encourager le CrowdRE, elles doivent être développées ou achetées, et administrées. Si aucun crowd ne peut être motivé pour participer à CrowdRE, les résultats risquent d'être sans valeur. En revanche, s'il s'agit d'un crowd très actif, d'énormes quantités de données sont créées et doivent être évaluées pour en déduire les besoins.

Un autre écueil potentiel du CrowdRE est la création d'un point de vue biaisé, car seuls les commentaires des personnes qui participent à la communication de masse sont recueillis. En outre, le CrowdRE est vulnérable à la manipulation et aux farces (par exemple, lors d'un concours de crowdsourcing organisé par Henkel pour trouver un nouveau design d'emballage pour un détergent pour lave-vaisselle, une couverture avec le slogan "Schmeckt lecker nach Hähnchen" (a le goût du poulet) a obtenu le plus grand nombre de votes [Katie2017]).

Variantes

Crowd Testing est un domaine connexe dans lequel le large public est instrumentalisé pour fournir un retour d'information précieux. Lors de l'identification d'un défaut (d'utilisabilité), les participants à une activité de crowd testing sont souvent invités à faire des suggestions pour

une meilleure solution. Dans ce cas, il peut être utile de coopérer avec les testeurs pour recueillir les défauts et les exigences à partir de la même base de données.

3.1.4 Techniques basées sur des artefacts

Les artefacts sont des produits du travail humain, tels que des systèmes informatiques, des documents, des images, des fichiers audio et vidéo, etc. Certains types de produits d'activités sont pertinents en tant que sources d'exigences. L'examen détaillé des produits d'activités prend généralement beaucoup de temps, surtout si ces produits contiennent trop d'informations (non pertinentes) ou sont mal structurés. Néanmoins, les techniques basées sur les artefacts sont très puissantes et offrent des avantages significatifs, en particulier lorsque les parties prenantes ne sont pas facilement disponibles.

Dans cette section, nous abordons trois techniques basées sur les artefacts : la lecture basée-perspective, l'archéologie des systèmes et la réutilisation des exigences. La lecture basée-perspective est la technique principale et une compétence de base pour les deux autres techniques. Il existe également des chevauchements entre les techniques. Il est donc important de comprendre l'essence de chaque technique.

3.1.4.1 Lecture basée-perspective

Qu'est-ce que la lecture basée-perspective ?

La lecture basée-perspective a été étudiée pour la première fois en tant que technique de revue par [BaGL1996]. Ils ont découvert que les réviseurs trouvaient plus de défauts en moins de temps en utilisant la lecture basée-perspective, par rapport à leur méthode habituelle d'examen des documents d'exigences. En tant que technique de revue, chaque utilisateur adopte le point de vue d'un utilisateur particulier du document d'exigences (par exemple, le développeur, le testeur ou l'architecte).

Depuis lors, cette technique s'est également avérée précieuse en tant que technique d'élucidation des exigences lorsqu'il s'agit de documents en tant que sources d'exigences.

Rôle des participants

Le seul rôle requis pour la lecture basée-perspective est celui du lecteur.

Préparation

Définir le(s) objectif(s) de l'élucidation et la qualité des résultats dans le cadre de la définition de l'activité d'élucidation (voir 1.3.1).

Définir le document source et sélectionner le(s) point(s) de vue approprié(s) pour le document source.

Les perspectives appropriées dépendent du document source et de l'objectif de l'élucidation ? Les perspectives appropriées pourraient être les suivantes : exigences relatives à une

fonctionnalité spécifique, exigences relatives à la facilité d'utilisation, exigences fonctionnelles, exigences non fonctionnelles, etc.

Préciser le nombre de lecteurs (ingénieurs des exigences) qui participeront à la lecture basée-perspective.

Application

Un lecteur ne peut appliquer qu'une seule perspective au cours d'une session de lecture. Si plusieurs perspectives sont pertinentes pour un document source, l'ingénieur des exigences doit les prendre l'une après l'autre.

S'il y a plus de lecteurs, chaque lecteur couvre une perspective différente. Les lecteurs peuvent lire les documents en parallèle (s'il s'agit d'un document numérique ou si plusieurs copies analogiques sont disponibles), voire dans la même pièce, ou de manière asynchrone. Dans ce dernier cas, il convient de convenir d'une date cible.

Lors de la lecture du document source, chaque lecteur parcourt le document à la recherche d'un contenu correspondant à son point de vue actuel et lit ensuite plus en détail toute section potentiellement intéressante. Dès qu'ils trouvent des informations pertinentes de leur point de vue, ils les enregistrent de manière appropriée.

Exemple :

Le document source est le manuel d'utilisation d'un système concurrent. Un lecteur se place du point de vue des "exigences de qualité", tandis qu'un autre se place du point de vue des "caractéristiques étonnantes". Tous deux parcourront le manuel de l'utilisateur, à la recherche d'informations pertinentes de leur point de vue. Lorsqu'ils trouvent une section potentiellement intéressante dans le manuel, ils la lisent en détail et en extraient les exigences. Le premier lecteur peut s'arrêter à toute phrase contenant des chiffres (indicateurs d'exigences non fonctionnelles potentielles) ; le second lecteur peut s'arrêter à certains chapitres où la fonctionnalité du système est décrite.

Traitements des résultats

Les passages identifiés comme potentiellement pertinents pour le système à développer doivent être vérifiés par l'application d'autres techniques d'élucidation ou par une revue des exigences. Nous suggérons fortement de combiner la lecture basée-perspective avec des techniques axées sur les parties prenantes (par exemple, l'interview, l'enquête contextuelle).

Produits d'activités typiques

Au cours de la préparation, de l'exécution et du post-traitement de la lecture basée-perspective, les produits d'activités suivants sont généralement créés ou mis à jour :

- Notes de l'enquête initiale pour les documents appropriés
- Potentiellement : Copies physiques ou numériques du (des) document(s) avec des marques et/ou des notes pour les sections pertinentes
- Documentation des informations extraites (notes de lecture)
- Résultats traités

Opportunités

Lorsque les parties prenantes ne sont pas immédiatement disponibles, la lecture basée-perspective est un bon moyen d'obtenir des informations sur les exigences potentielles. En outre, les connaissances déjà documentées sont réutilisées et ne se perdent pas.

Défis

Il est souvent difficile de savoir si un document est encore à jour et valide. Lorsque des documents obsolètes sont utilisés pour une lecture basée-perspective, les résultats utilisables peuvent être peu nombreux par rapport au temps investi.

Comme pour toutes les techniques basées sur les artefacts, l'ingénieur des exigences ne sait jamais quelles exigences issues de la documentation restent pertinentes pour le système à développer. D'autres techniques sont nécessaires.

Variantes

Sans objet.

3.1.4.2 Archéologie du système

Qu'est-ce que l'archéologie du système ?

Dans l'archéologie du système, les exigences sont extraites des systèmes existants : systèmes patrimoniaux, systèmes concurrents ou même systèmes analogues (systèmes dans un contexte différent avec des fonctionnalités similaires). Nous appellerons ces systèmes sources dans la suite de la discussion.

Cette technique est principalement utilisée lorsqu'un système existant a été utilisé (et éventuellement modifié) pendant de nombreuses années et doit maintenant être remplacé par un nouveau système, par exemple parce que la technologie du système existant n'est plus compatible avec les systèmes voisins, que ses performances ne répondent plus aux exigences ou qu'une nouvelle fonctionnalité est nécessaire.

Rôle des participants

L'archéologie des systèmes n'implique pas de rôles spécifiques.

Préparation

Définir le ou les objectifs de l'élucidation et la qualité des résultats dans le cadre de la définition de l'activité d'élucidation (voir section 1.3.1). L'objectif de l'élucidation peut également vous indiquer où chercher : si, par exemple, l'objectif de l'élucidation est d'obtenir les exigences relatives aux données du système, la base de données du système peut être un bon point de départ.

Sélectionnez le système source à partir duquel vous souhaitez dériver des exigences. Dans la plupart des cas, il s'agit d'un système utilisé (système existant) qui est sur le point d'être remplacé par le système à développer. Toutefois, les systèmes concurrents ou les systèmes analogues au système à développer peuvent également constituer des sources d'archéologie des systèmes.

Ensuite, il faut rassembler tous les documents potentiellement pertinents pour le système source, par exemple le manuel de l'utilisateur, les cas de test, la documentation sur l'architecture et les chartes de projet. Si vous pouvez mettre la main sur la documentation des exigences, utilisez la technique de réutilisation des exigences (section 3.1.4.3).

Il peut arriver qu'il n'y ait pas de documentation actuelle et utile pour le système source, ou que la documentation seule soit insuffisante pour l'archéologie du système. Dans ce cas, vous pouvez avoir besoin de l'exécutable du système source sur un environnement approprié (généralement un environnement de test, où les données peuvent être manipulées sans utiliser de données réelles) et/ou du code source. Si vous devez extraire des informations du code source et que vous n'êtes pas formé au langage de programmation utilisé, vous aurez besoin de quelqu'un pour vous aider.

Application

L'application diffère selon que la documentation est la source de l'archéologie du système ou qu'il s'agit du code source ou du système lui-même.

Documentation

Si votre source est une documentation, telle que des manuels utilisateurs ou des cas de test, appliquez la lecture basée-perspective (section 3.1.4.1).

Code source

Selon le langage de programmation utilisé, différentes stratégies de lecture du code source s'appliquent (par exemple, langage de programmation assembleur ou orienté objet). En outre, un code bien documenté sera beaucoup plus facile à lire qu'un code non documenté.

En général, il est utile de savoir comment le code est structuré et quelles sont les conventions de nommage utilisées, ainsi que de se familiariser avec le style de programmation utilisé, avant d'entrer dans les détails.

En général, l'analyse du code source n'est nécessaire que pour découvrir des détails spécifiques dans la mise en œuvre.

Exemple :

Le système source est exécutable dans un environnement de test et vous avez pu en extraire toutes les caractéristiques et fonctionnalités principales. Cependant, il existe une fonctionnalité pour laquelle vous ne pouvez pas simuler un comportement spécifique dans l'environnement de test car vous ne disposez pas de suffisamment de données de test. Vous devez donc rechercher cette fonction spécifique dans le code source et analyser les règles mises en œuvre à cet effet.

Système source exécutable (analyse de l'interface utilisateur)

Si le système source est disponible sous forme exécutable, il peut être analysé de manière structurée. Les bonnes pratiques :

- **Suivre les processus opérationnels mis en œuvre dans le système :**

- Suivre une analyse de rentabilité après l'autre.
- Rechercher les exceptions et les voies alternatives.
- Souvent utile : Documenter les connaissances acquises à l'aide de modèles (par exemple en utilisant BPMN, UML).
- **Suivre la structure de l'interface utilisateur :**
 - Analyser un écran après l'autre, en commençant par l'écran de démarrage.
 - Analyser élément après élément, en suivant le sens d'écriture de la langue utilisée (par exemple, de gauche à droite et de haut en bas pour l'anglais).
 - Documenter le déroulement de l'écran et la fonctionnalité des boutons à l'aide de captures d'écran et/ou de story-boards ou d'autres méthodes appropriées.

Traitement des résultats

Les exigences identifiées comme potentiellement pertinentes pour le système à développer doivent être vérifiées par l'application d'autres techniques d'élucidation ou par la revue des exigences. Nous suggérons fortement de combiner l'archéologie des systèmes avec des techniques axées sur les parties prenantes (par exemple, des interviews, des enquêtes contextuelles).

Produits d'activités typiques

Au cours de la préparation, de l'exécution et du post-traitement de l'archéologie des systèmes, les produits d'activités suivants sont généralement créés ou mis à jour :

- Notes de l'enquête initiale sur les systèmes sources appropriés et leur documentation
- Potentiellement : Copies physiques ou numériques du/des document(s) avec des marques et/ou des notes sur les sections pertinentes
- Documentation des informations extraites (notes de lecture, y compris modèles ou dessins)
- Résultats traités (par exemple, documentation basée sur un modèle des processus identifiés)

Opportunités

L'archéologie du système permet de s'assurer qu'aucune des exigences implémentées dans le système source n'est perdue. Elle est particulièrement utile si aucune autre documentation n'est disponible pour savoir ce que fait *réellement* le système. En outre, elle ne dépend pas de la disponibilité des parties prenantes.

Défis

L'archéologie des systèmes peut prendre beaucoup de temps, car de nombreux documents ou lignes de code doivent être vérifiés pour s'assurer de leur pertinence et être lus. Un écueil particulier est que cette technique ne permet que de découvrir une fonctionnalité existante et ne dit pas si cette fonctionnalité est encore nécessaire ou même si elle est correcte. Dans le pire des cas, les défauts de l'ancien système peuvent être réintroduits dans le nouveau système !

Variantes

Sans objet.

3.1.4.3 Réutilisation des exigences

Qu'est-ce que la réutilisation des exigences ?

Bien que chaque projet soit par définition unique et, en tant que tel, aboutisse à un produit unique, il y a de fortes chances que chaque projet présente un potentiel de réutilisation, y compris en ce qui concerne les exigences (par exemple, les rôles et les profils ou les procédures de connexion).

La réutilisation consciente évite de réinventer la roue encore et encore.

Il existe différentes formes de réutilisation des exigences. Dans le cas des lignes de produits, un pourcentage élevé d'exigences peut généralement être réutilisé, tel quel ou avec quelques modifications.

Exemple :

Les compensateurs de flux de la machine à voyager dans le temps DeLorean version 1 et de la machine à voyager dans le temps DeLorean version 2 diffèrent par certaines caractéristiques spécifiques, mais la fonctionnalité globale est la même.

Même si deux systèmes semblent à première vue totalement différents, ils peuvent présenter des similitudes au niveau des exigences.

Exemple :

Le dispositif de réglage de l'heure et du lieu et le système de chauffage de la même machine à voyager dans le temps ont des fonctionnalités totalement différentes. Mais comme ils font tous deux partie du même système (la machine à voyager dans le temps), ils partagent un pourcentage élevé d'exigences non fonctionnelles (par exemple, l'accélération maximale).

Même les systèmes qui n'ont pas d'interface entre eux et qui ne font pas partie d'un super-système commun peuvent avoir des exigences similaires, car les processus qu'ils couvrent comportent des étapes similaires.

Exemple :

Un avion et une machine à remonter le temps ont un point commun : ils déplacent tous deux des personnes. Certaines exigences concernant les systèmes de survie (par exemple, l'alimentation en oxygène) ou les exigences de sécurité seront probablement les mêmes pour les deux.

La réutilisation des exigences comporte trois aspects : l'aspect de l'élucidation, l'aspect de la documentation et l'aspect de la gestion des exigences. L'aspect de l'élucidation couvre le principe général de la réutilisation et son rôle dans la collecte des exigences pour un nouveau

projet. L'aspect de la documentation aborde la question de savoir comment documenter les exigences pour permettre une réutilisation ultérieure. L'aspect de la gestion des exigences porte sur la question de savoir où et comment organiser les exigences pour permettre leur réutilisation ultérieure.

Dans ce manuel, nous ne couvrons que le premier aspect.

Conseil 3.1.5 :

Si plusieurs variantes de votre produit sont prévues, ou s'il y aura plusieurs versions, investissez un peu de temps et de réflexion dans la mise en place de la structure de documentation et dans l'utilisation d'un outil de gestion des exigences afin de faciliter la réutilisation des exigences obtenues.

Rôle des participants

La réutilisation des exigences n'implique pas de rôles spécifiques.

Préparation

Définir le ou les objectifs de l'élucidation et la qualité des résultats dans le cadre de la définition de l'activité d'élucidation (voir section 1.3.1).

Sélectionnez les documents susceptibles de contenir des exigences à réutiliser. Les documents types sont les spécifications des exigences des systèmes d'interface ou des versions antérieures du système à développer. Si la réutilisation des exigences fonctionnelles n'est généralement possible qu'entre des systèmes similaires, les exigences non fonctionnelles peuvent également être réutilisées entre des systèmes qui, à première vue, ne présentent pas beaucoup de similitudes. Les exigences non fonctionnelles sont donc particulièrement intéressantes pour la réutilisation des exigences.

[RoRo2013] suggèrent de rechercher des documents au contenu potentiellement réutilisable en parcourant leur modèle *Volere*, [Robles2012], chapitre 15 :

1. **L'objectif du projet:** Existe-t-il d'autres projets dans l'organisation qui sont compatibles ou qui couvrent en grande partie les mêmes domaines ou secteurs de travail ?
2. **Le client, le consommateur et les autres parties prenantes:** Pouvez-vous réutiliser une liste existante de parties prenantes, une carte des parties prenantes ou une feuille de calcul d'analyse des parties prenantes ? Utilisateurs du produit : D'autres produits impliquent-ils les mêmes utilisateurs et ont-ils donc des exigences similaires en matière de facilité d'utilisation ?
3. **Contraintes obligatoires:** Vos contraintes ont-elles déjà été spécifiées pour un autre projet ? Existe-t-il des contraintes au niveau de l'organisation qui s'appliquent également à votre projet ?
4. **Conventions de nommage et de définition:** Vous pouvez très certainement utiliser des parties d'un glossaire existant.
5. **Faits et hypothèses pertinents:** Prêtez attention aux faits pertinents tirés de projets récents. Les hypothèses des autres projets s'appliquent-elles à votre projet ?

6. **La portée du travail:** Votre projet a de fortes chances d'être un système adjacent à d'autres projets en cours dans votre organisation. Utiliser les interfaces établies par d'autres modèles de contexte de travail. Examinez la portée de votre travail et demandez si d'autres projets ont déjà défini des activités similaires.
7. **Modèle de données d'entreprise et dictionnaire de données:** Existe-t-il des modèles de données d'entreprise issus de projets qui se chevauchent ou qui sont liés entre eux et que vous pourriez utiliser comme point de départ ?

Application

Recherchez dans les documents identifiés les exigences qui pourraient être pertinentes pour votre produit actuel à développer. Il s'agit d'une application de la lecture basée-perspective (voir la section 3.1.4.3). [RoRo2013] suggèrent de se concentrer sur les verbes pour trouver des exigences réutilisables, car ils représentent des processus.

Seules certaines exigences réutilisables se présenteront sur un plateau d'argent. Pour trouver les autres, vous devrez interpréter et abstraire ce que vous lisez.

Traitement des résultats

Les exigences identifiées comme pouvant être réutilisées doivent être vérifiées par l'application d'autres techniques d'élucidation ou par la revue des exigences. Nous suggérons fortement de combiner la réutilisation des exigences avec des techniques axées sur les parties prenantes (par exemple, interview, enquête contextuelle).

Produits d'activités typiques

Au cours de la préparation, de l'exécution et du post-traitement de la réutilisation des exigences, les produits d'activités suivants sont généralement créés ou mis à jour :

- Notes de l'enquête pour les documents appropriés
- Potentiellement : Copies physiques ou numériques des documents originaux relatifs aux exigences avec des marques et/ou des notes sur les sections réutilisables
- Résultats traités, par exemple modèles abstraits de spécifications existantes (voir [RoRo2013])

Opportunités

La réutilisation des exigences permet d'éviter de créer à nouveau ce qui existe déjà. En outre, cela permet de ne pas oublier des exigences importantes. Si les spécifications utilisées sont bien structurées et bien rédigées, il est possible d'obtenir un grand nombre d'exigences en peu de temps.

Défis

Si les spécifications utilisées ne sont ni bien structurées, ni bien rédigées, ni à jour, la réutilisation des exigences peut prendre beaucoup de temps et ne pas donner les résultats escomptés.

Un autre danger potentiel est de copier des exigences erronées qui ne s'appliquent pas au nouveau système, ou qui étaient déjà erronées dans le document original. En outre, en copiant les solutions existantes, les nouvelles innovations peuvent être supprimées.

Variantes

Sans objet.

3.2 Techniques de conception et de génération d'idées (L2)

La tâche traditionnelle de l'ingénierie des exigences consistait à recueillir et à documenter les exigences nécessaires auprès de toutes les parties prenantes concernées en vue d'un processus de développement ultérieur (cf. [Boehm2006]). Cette tâche a conduit à l'application des techniques de collecte déjà présentées ci-dessus (voir section 3.1). L'influence croissante des logiciels en tant que moteur de l'innovation dans de nombreuses entreprises a finalement conduit à une nouvelle compréhension de l'ingénierie des exigences en tant qu'activité créative de résolution de problèmes (cf. [Couser1996] ou [Maiden et al.2010]).

En dehors de la communauté du génie logiciel et de l'ingénierie des exigences, le terme plus large de techniques de conception a émergé.

Les techniques de conception comprennent des techniques de créativité pour la génération d'idées et fournissent des techniques supplémentaires ou combinées pour élaborer des idées et acquérir des connaissances supplémentaires pour une idée donnée [Kumar2013]. Les techniques de conception les plus courantes comprennent le prototypage (par ex. les maquettes), les storyboards et les scénarios.

Dans la discussion qui suit, nous présentons deux techniques de créativité (le brainstorming et la technique par l'analogie) et deux techniques de conception (le prototypage et les scénarios/storyboards) comme exemples de techniques applicables dans divers contextes. Cependant, de nombreuses autres techniques peuvent être trouvées dans la littérature (cf., par exemple, [Kumar2013]). La discipline de la conception fournit également plusieurs principes qui soutiennent, d'une part, le processus de développement des systèmes (par exemple, les concepts de processus) et, d'autre part, le développement du système lui-même (par exemple, la forme, l'aspect ou la fonctionnalité du système). La présentation et la discussion de ces principes dépassent le cadre de ce manuel. Une bonne vue d'ensemble des principes de conception est présentée, par exemple, ici [LiHB2003].

Conditions préalables à la créativité

Bien qu'il existe de nombreuses techniques visant à générer des résultats créatifs, aucune d'entre elles ne garantit le succès. Plusieurs mécanismes cérébraux doivent se conjuguer pour donner naissance à des idées créatives. De manière simplifiée, les quatre conditions suivantes doivent être remplies pour que la créativité puisse émerger :

- **Le hasard** – et donc le temps – pour qu'une idée se présente :
Une idée est une nouvelle connexion entre les neurones. L'existence ou non d'un tel lien est essentiellement le fruit du hasard. Elle peut toutefois être améliorée en

influençant positivement les trois autres conditions préalables à la créativité et, surtout, en lui donnant du temps.

- La **connaissance** du sujet, qui augmente les chances de trouver une idée qui fasse la différence :
La connaissance est le terreau à partir duquel les idées créatives peuvent germer. L'acquisition de connaissances sur un sujet donné active les régions correspondantes de notre cerveau, ce qui augmente les chances de créer de nouvelles connexions neuronales. Cela signifie que si nous voulons avoir des idées nouvelles et innovantes sur un sujet spécifique, nous devons d'abord acquérir des connaissances sur ce sujet, puis réfléchir à ce sujet afin d'activer les régions correspondantes de notre cerveau. Cela ne signifie pas que seuls les experts en la matière peuvent proposer des innovations dans leur domaine de connaissances ; des personnes extérieures peuvent introduire des idées nouvelles et non conventionnelles – **si** elles en apprennent suffisamment sur le sujet en question (par exemple, une étape spécifique d'un processus qui devrait être améliorée ou la fonctionnalité et les contraintes d'un produit existant qui a besoin d'une cure de jouvence).
- La **motivation**, car notre cerveau ne peut être créatif que si son propriétaire en tire un bénéfice direct :
La créativité est une tâche qui consomme de l'énergie pour notre cerveau. La première directive de notre cerveau est d'économiser de l'énergie. Ainsi, elle n'investira l'énergie nécessaire que si elle anticipe un bénéfice. Il peut s'agir d'une amélioration du statut (c'est-à-dire d'une meilleure chance de survie) ou tout simplement de s'amuser.
- La **sûreté et la sécurité**, car les idées inutiles ne doivent pas avoir de conséquences négatives :
Si nous craignons qu'une idée inutile menace notre statut ou notre sécurité d'une manière ou d'une autre, notre cerveau bloque toute créativité et "fait chou blanc". Il se met en mode sécurité et s'en tient aux méthodes connues et sûres.

Lors de l'application de toute technique de conception ou de génération d'idées, il est nécessaire de s'assurer que les quatre conditions préalables à la créativité sont remplies pour les participants.

3.2.1 Brainstorming

Qu'est-ce que le brainstorming ?

Le brainstorming a été développé par Alex F. Osborn [Osbo1948] est une technique de créativité de groupe visant à soutenir le développement de nouvelles idées pour une question ou un problème donné. Comme pour la plupart des techniques de créativité, le point crucial du brainstorming est de différer le jugement en séparant la recherche d'idées de l'analyse des idées. Les sites [MaGi2001] et [Pohl2010] donnent un bon aperçu du brainstorming dans le domaine de l'énergie renouvelable.

Rôle des participants

Les participants à une séance de brainstorming développent les idées. Un modérateur veille au respect des règles du brainstorming. Un preneur de notes peut être utilisé pour aider le modérateur à visualiser les idées développées.

Préparation

Avant le brainstorming, la question ou le problème principal doit être défini. L'objectif d'élucidation (voir syllabus UE1) peut être utilisé comme point de départ ou même directement comme question principale. Dans un deuxième temps, les participants à la session de brainstorming doivent être identifiés. En règle générale, les participants doivent provenir de différents domaines. Il n'est pas nécessaire que tous les participants à la session aient une connaissance approfondie de la question. Le fait d'avoir des participants issus de domaines différents peut être un avantage, car ils peuvent offrir des perspectives complètement différentes sur la question.

Application

Au début d'une séance de brainstorming, le modérateur explique la question principale et les règles du brainstorming à tous les participants. [Pohl2010] décrit (sur la base d'Osborn) ces sept règles pour le brainstorming dans l'ingénierie des exigences :

- La quantité au détriment de la qualité
- La libre association et la pensée visionnaire sont explicitement souhaitées.
- La reprise et la combinaison des idées exprimées sont permises et souhaitées.
- Il est interdit de critiquer les idées des autres participants, même si elles semblent absurdes.
- Les questions de clarification sont autorisées.
- Même en cas d'impasse de longue durée, n'abandonnez pas immédiatement – surmontez au moins deux impasses de longue durée.
- Attendez que le brainstorming prenne fin naturellement.

Le modérateur lance la session et tous les participants peuvent exprimer leurs idées pour la question principale. Le modérateur (ou un preneur de notes supplémentaire) visualise les idées pour tous les participants. Lors d'une séance de brainstorming, le flux d'idées s'arrête généralement au bout d'un certain temps. Ces pauses ne signifient pas la fin du brainstorming. Une nouvelle déclaration d'un participant peut relancer immédiatement le flux d'idées. Le groupe doit surmonter au moins deux de ces pauses avant que la session ne s'achève naturellement (voir les règles ci-dessus).

Traitements des résultats

Après la séance de brainstorming, la liste des idées doit être analysée. Chaque idée consiste généralement en une brève déclaration. Par conséquent, des efforts supplémentaires doivent être déployés pour détailler les meilleures idées, par exemple en organisant un atelier supplémentaire avec certains des participants au brainstorming. En général, des techniques de hiérarchisation sont appliquées lors du traitement des résultats du brainstorming.

Produits d'activités typiques

Le résultat d'une séance de brainstorming est la liste des idées produites. Si tous les participants au brainstorming sont d'accord, un enregistrement audio ou vidéo du brainstorming peut constituer un résultat supplémentaire pour une analyse ultérieure.

Les opportunités

Le brainstorming est utile pour développer un grand nombre d'idées en peu de temps. Les idées qui peuvent être considérées comme absurdes au début peuvent inspirer le groupe à développer d'autres idées inattendues et innovantes. Soutenir cet effet de dynamique de groupe (c'est-à-dire que les idées s'inspirent mutuellement) est l'un des principaux avantages d'une bonne séance de remue-méninges.

Défis

Les résultats du brainstorming ne sont que des ébauches d'idées. Le travail d'ingénierie des exigences commence après la séance de brainstorming. Les idées développées doivent être évaluées, classées par ordre de priorité et détaillées.

Les effets de la dynamique de groupe sont le principal moteur du développement de bonnes idées. L'instauration et le maintien d'une atmosphère créative lors de la séance de brainstorming constituent donc le principal défi.

Variantes

De nombreuses variantes du brainstorming ont évolué au fil du temps, par exemple :

- Le brainstorming paradoxal suit la même procédure qu'un brainstorming normal. La différence réside dans le thème du brainstorming, qui est à l'opposé du thème normal du brainstorming. L'objectif est d'explorer les risques et les périls liés à un sujet (par exemple : "Quels sont les facteurs qui contribuent à fâcher les acheteurs potentiels et les poussent à quitter notre boutique en ligne ?").

3.2.2 Technique par analogie

Qu'est-ce que la technique par analogie ?

La technique par analogie (cf., par exemple, [Robertson2001]) est une technique qui aide à trouver des idées pour des sujets critiques et complexes. Elle utilise des analogies pour soutenir la réflexion et générer des idées. Son succès ou son échec est principalement influencé par la qualité de l'analogie. Les systèmes apparentés constituent de bonnes sources d'analogies (voir le chapitre 2).

Rôle des participants

L'ingénieur en charge des exigences joue le rôle de *modérateur*, développe l'analogie et la présente au groupe.

Les *participants* à la technique par analogie élaborent l'analogie donnée et transfèrent les idées développées au problème original.

Préparation

La préparation à la technique par analogie se fait en deux étapes.

Choisissez une analogie appropriée pour le problème donné. L'analogie choisie peut être proche (par exemple, le même problème dans un autre domaine) ou éloignée du problème original. Par exemple, le problème initial est d'améliorer le processus d'achat de produits d'assurance-vie sur l'internet. Une analogie proche pourrait être le processus d'achat d'un produit différent sur l'internet (par exemple, l'achat d'un livre au lieu d'une police d'assurance dans un magasin en ligne). Une analogie lointaine pourrait être la situation dans laquelle un serveur conseille le client sur le choix du menu (le menu est l'analogie de la police d'assurance).

Sélectionnez les participants pour la technique par analogie. Les participants doivent être des experts du problème initial. Si possible, des experts (ou au moins des personnes bien informées) dans l'analogie sélectionnée devraient être invités. Il n'est pas nécessaire que l'un des participants soit un expert à la fois du problème original et de l'analogie. Il est également possible de sélectionner l'analogie avec les participants.

Application

L'application de la technique par analogie se fait en deux étapes :

- Élaborer l'analogie choisie. Les participants élaborent en détail les aspects positifs et négatifs de l'analogie (par exemple, en utilisant des tableaux blancs ou un tableau à feuilles mobiles). Cette étape doit être réalisée sans référence au problème initial.
- Transfert vers le problème initial. Une fois l'analogie élaborée, les participants examinent chaque aspect de l'analogie et le transfèrent au problème original.

Traitement des résultats

Les participants dressent une liste d'énoncés pour le problème initial qui ont été dérivés de l'analogie. Pour parvenir à un résultat final, les participants doivent examiner chaque affirmation et discuter de la valeur de l'affirmation pour le problème donné. Au cours de cette discussion, les participants peuvent développer davantage la déclaration transférée afin d'améliorer sa valeur pour le problème donné.

Tout comme la technique du brainstorming, la technique par analogie nécessite un effort supplémentaire afin d'analyser les résultats et de les classer par ordre de priorité.

Produits d'activités typiques

Le résultat de la technique par analogie est une description détaillée de l'analogie, la liste des énoncés transférés pour le problème original et la liste finale des énoncés évalués et détaillés pour le problème original.

Opportunités

Une analogie bien choisie permet de développer des idées novatrices pour un problème donné. En particulier si le problème donné est caché aux participants, la technique par analogie peut donner lieu à des idées inattendues et non conventionnelles.

Si le problème posé est difficile et/ou sensible, la technique par analogie peut contribuer à créer un environnement de travail ouvert et constructif. La partie la plus difficile est bien sûr le transfert des résultats vers le problème original.

Défis

Le principal facteur de réussite de la technique par analogie est la sélection d'une analogie appropriée. Si les participants connaissent le problème initial, il est important de ne pas l'inclure dans la discussion sur l'analogie.

Variantes

Bisociation [Koes1964], dérivé des termes "bi" (deux choses complètement différentes) et "association", permet aux participants d'un atelier de créativité d'associer des idées pour un énoncé de problème donné avec quelque chose qui semble n'avoir rien en commun avec le problème (par exemple, 5 photos de peintres célèbres, quelques objets physiques spéciaux, de courts clips vidéo d'animaux intéressants).

3.2.3 Prototypage

Qu'est-ce que le prototypage ?

Un prototype est un terme générique désignant tout produit intermédiaire créé pour étudier certaines caractéristiques ou solutions alternatives d'un système à développer au moyen d'une expérience tangible. Dans la plupart des cas, il s'agit de caractéristiques qui ne peuvent pas être facilement comprises ou définies d'emblée dans des modèles ou décrites dans la documentation. Les prototypes peuvent aller de simples croquis sur papier ou de simulations d'interfaces utilisateur cliquables à des instances physiques d'un dispositif ou à des implémentations initiales de logiciels ; ils possèdent des caractéristiques spécifiquement choisies – mais pas toutes – du futur système, et permettent d'étudier certaines autres caractéristiques, qui ne sont pas encore claires.

Il s'agit de l'utilisation du produit d'activité à des fins de recherche, d'élaboration, de clarification, de conception, de test, de validation, etc. (voir [LiHB2003]) qui le définit comme un prototype. En bref, l'objectif du prototypage est d'expérimenter (certaines parties) des systèmes "... avant qu'ils ne soient réels, avant même que nous soyons parvenus à leur conception finale, et encore moins à leur mise en œuvre" [Buxton2007].

T.Z. Warfel [Warfel2009] décrit huit principes directeurs pour l'utilisation du prototypage :

- Comprendre votre public et ses intentions
- Planifier un peu – prototyper le reste
- Définir les attentes
- Vous pouvez faire un croquis
- C'est un prototype – pas la Joconde
- Si vous ne pouvez pas le faire, faites semblant
- Prototyper uniquement ce dont vous avez besoin
- Réduire les risques – tôt et souvent

Rôle des participants

En ingénierie des exigences, le prototypage est utilisé à la fois pour l'élucidation et la validation. Dans l'élucidation, les participants ont généralement un rôle interne, comme les ingénieurs des exigences, les concepteurs numériques, les concepteurs UX ou d'autres membres d'une équipe de développement.

Leur objectif principal est de comprendre le problème, de trouver des solutions appropriées (dans le cadre d'un processus créatif) et, enfin, de formuler de nouvelles exigences ou d'affiner les exigences existantes. Lors de la validation, les participants ont souvent un rôle externe : il peut s'agir d'utilisateurs ou d'autres parties prenantes extérieures à l'équipe de développement qui évaluent la mise en œuvre de certaines exigences. Cela peut également conduire à de nouvelles exigences et à l'affinement des exigences existantes.

Dans les deux cas, on peut distinguer trois rôles principaux :

- *Modérateur*: Il s'agit généralement de l'ingénieur des exigences, qui décide d'utiliser le prototypage comme technique d'élucidation, planifie et gère le prototypage, donne des instructions aux autres participants, analyse les résultats et tire les conclusions.
- *Développeur*: Un prototype doit être conçu, construit et testé avant d'être utilisé. Pour les prototypes simples comme les croquis, ce rôle peut être rempli par l'ingénieur des exigences, mais les prototypes plus sophistiqués peuvent nécessiter le soutien de concepteurs, de développeurs ou de spécialistes des outils.
- *Enquêteur*: L'étude du prototype est souvent le fruit d'un travail d'équipe auquel peuvent participer, en fonction de la taille et de la complexité du projet, des ingénieurs des exigences, des concepteurs, des programmeurs, des testeurs, des utilisateurs clés et d'autres parties prenantes.

Pour concentrer l'enquête sur les caractéristiques souhaitées, il est important de suivre les lignes directrices ou les scénarios du modérateur, mais aussi de laisser un peu de temps pour une exploration libre.

Préparation

Les prototypes pouvant être de nature très différente, ils nécessitent tous une approche différente dans leur préparation [McEl2017]. Pour un simple croquis, un crayon et du papier peuvent suffire ; pour un prototype physique, une imprimante 3D et un logiciel complet peuvent être nécessaires.

Le seul point commun – et le plus important – est un plan : l'ingénieur des exigences doit avoir une idée précise des caractéristiques à étudier et de la manière de le faire. Il doit également être clair quelles sont les autres caractéristiques déjà établies (qui ne font pas l'objet d'une enquête) qui doivent être mises en place et quels sont les aspects qui doivent être délibérément omis. Par exemple, si vous souhaitez prototyper une boutique en ligne pour en analyser les performances, la fonctionnalité elle-même doit fonctionner.

Il est bon de tester le prototype pour les caractéristiques établies, car les défauts dans ces domaines peuvent avoir un impact négatif sur l'étude des caractéristiques visées. En outre, les parties ou fonctionnalités du système qui sont hors champ (c'est-à-dire qui ne sont pas

disponibles ou qui ne fonctionnent pas dans le prototype) doivent être clairement communiquées, en particulier lorsque des participants externes sont impliqués.

En fonction de la taille et de la complexité du prototypage, la préparation peut inclure l'élaboration de lignes directrices, d'instructions, de scénarios, de procédures et de modèles pour les enquêteurs (voir, par exemple, la préparation d'un test d'utilisabilité [UXQB2017]).

Application

Les applications les plus courantes pour le prototypage sont les suivantes : [Warfel2009] :

- **Communication partagée**

Il s'agit d'utiliser le prototypage comme un outil de collaboration, une lingua franca (langage commun) entre tous les participants. L'objectif est de créer une compréhension commune des exigences entre l'entreprise, les ingénieurs des exigences, les concepteurs, les développeurs et les utilisateurs. Il s'agit souvent d'une simple esquisse visant à déterminer les grandes lignes du futur système et qui peut introduire un certain nombre de variantes parmi lesquelles choisir pour la suite du développement.

- **Travailler à partir d'un dessin ou d'un modèle**

Les prototypes sont un excellent moyen de travailler sur une conception, de la tester, de voir quelles sont les alternatives qui fonctionneront et d'étoffer les détails. Elle concerne principalement l'élaboration et l'affinement des exigences de haut niveau précédentes et contribue à maintenir l'intégrité et la cohérence.

- **Vendre son idée en interne**

"Montrer vaut mieux que dire." En créant un prototype rapide des différentes options de conception, il est plus facile de convaincre les parties prenantes de l'entreprise des avantages de votre conception, de faire le bon choix et d'obtenir leur soutien.

- **Tests d'utilisabilité**

L'utilisabilité et d'autres caractéristiques de qualité sont notoirement difficiles à saisir dans les spécifications et les modèles, mais faciles à expérimenter dans un prototype, même au début d'un projet.

- **Évaluation de la faisabilité technique et de la valeur**

Pour chaque conception d'un nouveau système, les questions ultimes demeurent : "Peut-on le construire ?" et "Va-t-il apporter une valeur ajoutée ?". La construction et l'exploitation d'un prototype peuvent susciter la confiance en apportant des réponses positives à ces questions ou, si elles sont négatives, prévenir des échecs coûteux à un stade précoce du projet.

Traitements des résultats

Recueillir toutes les conclusions du prototypage et décider de leur utilisation au sein de l'équipe avec les principales parties prenantes (par exemple, dans le cadre d'une relecture technique). Certains commentaires doivent être examinés par un groupe plus large de parties prenantes ; certaines idées d'amélioration doivent être vérifiées par le personnel technique.

Les activités suivantes dépendent de la situation du projet : par exemple, le développement d'un nouveau prototype pour explorer d'autres caractéristiques du système, le choix d'une variante préférée pour la suite du développement ou la spécification détaillée des exigences découvertes pour une conception choisie.

Produits d'activités typiques

- Le prototype
- Lignes directrices, instructions, etc.
- Analyse et documentation des résultats et des conclusions, tels que les idées, les nouvelles exigences, les exigences existantes clarifiées pour référence future

Opportunités

Le prototypage est un outil polyvalent qui peut être utilisé à différents stades de l'ingénierie des exigences. Les premières étapes permettent d'explorer des idées, les dernières d'élaborer et d'affiner les exigences :

- Le prototypage permet aux ingénieurs des exigences d'obtenir un retour d'information qualitatif de la part des parties prenantes dès le début du projet et d'éviter ainsi des défauts coûteux par la suite.
- Le prototypage aide les ingénieurs des exigences à réfléchir au problème, à superviser et à réduire la complexité, et donc à se concentrer sur la fourniture de valeur au client.
- Le prototypage peut être utilisé comme une approche de conception itérative, participative et conjointe qui permet à l'équipe de développement et aux parties prenantes d'élaborer des solutions ensemble.
- Le prototypage s'inscrit parfaitement dans les approches de développement modernes, telles que Agile, DevOps, Lean et Design Thinking.

Défis

Selon le type de prototype choisi, son développement peut nécessiter des efforts importants. Par exemple, la conception, le développement et les tests d'un modèle fonctionnel réaliste et cliquable d'une interface utilisateur (prototype horizontal) ou d'un prototype physique peuvent prendre plusieurs jours. Le défi consiste à trouver un équilibre entre l'effort de création du prototype et les avantages attendus des informations obtenues. Rappelez-vous le dicton "Un prototype n'est pas la Joconde" et résistez à la tentation de rendre le prototype un peu plus parfait.

Un autre défi (en particulier pour les prototypes sophistiqués) est que le prototype pourrait être considéré comme le produit final par certaines parties prenantes. Cette conception erronée peut conduire à des attentes irréalistes quant au calendrier du projet, car les parties prenantes sous-estiment souvent le temps nécessaire pour transformer un prototype en un logiciel prêt pour la production.

Variantes

Bien que les prototypes puissent varier considérablement en termes d'intention et de fonctionnalité, trois caractéristiques principales sont généralement discernables : la fidélité, le cycle de vie et le concept.

La fidélité concerne la congruence entre le prototype et le produit cible :

- Un *prototype basse fidélité (LoFi)* ressemble au futur système juste assez pour permettre une expérience pertinente en ce qui concerne les caractéristiques prévues, par exemple des esquisses d'écran sur un storyboard.
- Un *prototype haute fidélité (HiFi)* imite à un haut degré les interfaces externes du futur système, de sorte qu'à première vue, la différence est à peine perceptible (une fois de plus en ce qui concerne les caractéristiques prévues). En interne, "sous l'eau", le système peut être loin d'être complet.

Le cycle de vie est la relation entre un prototype et le produit cible :

- Un *prototype exploratoire* est construit uniquement à des fins d'investigation et d'évaluation. Il est également appelé *prototype "jetable"*, car il sera mis au rebut après utilisation. Ce type de prototype est courant dans la production de masse.
- Un *prototype évolutif* sera continuellement élaboré, étendu, amélioré et remanié, jusqu'à ce qu'il devienne le produit final. Au cours de son développement itératif, il est d'abord utilisé à des fins de recherche, puis remanié en fonction des résultats obtenus. Ce type de prototypage est souvent utilisé dans le cadre d'une production unique. On pourrait dire que le développement Agile/Scrum est généralement une sorte de prototypage évolutif.

Concept, c'est-à-dire que les prototypes peuvent être vus de différents points de vue au cours du développement :

- Le *retour d'information* peut être l'objectif principal, par exemple lorsqu'un ingénieur des exigences souhaite évaluer un certain aspect de la solution, tel que l'interface utilisateur, avec un groupe plus large de parties prenantes.
- La *conception* peut passer en premier. C'est le cas lorsqu'un prototype est créé pour explorer et comparer différentes solutions à un problème donné, comme c'est souvent le cas dans les projets de conception industrielle.

Pour une compréhension plus approfondie des prototypes, non seulement dans le contexte de l'élucidation des exigences, mais aussi dans celui de la conception numérique, voir [DDP2021].

3.2.4 Scénarios et storyboards

Qu'est-ce qu'un scénario ?

Le mot scénario est dérivé du mot latin "scaenarium", qui signifie "lieu pour ériger des scènes". De nos jours, le mot scénario est utilisé pour désigner une esquisse ou un synopsis

d'une pièce de théâtre⁷. Dans le même sens, les scénarios peuvent être utilisés pour créer un aperçu de l'utilisation d'un système [Carrol2003].

Les scénarios peuvent être documentés sous forme écrite ou visuelle. La forme visuelle d'un scénario s'appelle un storyboard. Un storyboard est généralement une série de panneaux qui présentent des esquisses d'une scène ou d'une action dans une série de plans (comme pour un film, une émission de télévision ou une publicité)⁸. Dans le même ordre d'idées, un storyboard peut être utilisé pour décrire le flux d'actions d'un système.

Préparation

La préparation à la technique des scénarios consiste à prendre une décision concernant le ou les scénarios et à collecter le matériel et les informations nécessaires à l'élaboration des scénarios. L'histoire du scénario fait référence à l'action ou aux actions concrètes qui doivent être décrites. N'oubliez pas que les scénarios sont issus du théâtre et qu'une pièce a toujours une histoire. L'histoire peut être dérivée des objectifs ou des problèmes à résoudre. Attention, définir la portée de l'histoire est un défi.

Si l'histoire est trop vaste (par exemple, un processus commercial de bout en bout dans une boutique en ligne), le scénario peut devenir trop long. Les scénarios longs sont comme les livres trop longs : ils ne sont pas vraiment lisibles.

Inversement, un champ d'application trop restreint présente également un risque, car le scénario devient trop fin et l'on peut se perdre dans les détails (par exemple, l'ajout d'un produit à un panier d'achat peut être trop étroit pour un scénario). En règle générale, il convient d'essayer d'identifier un champ d'application qui décrit une partie fermée de l'ensemble de l'histoire avec un résultat visible (par exemple, la recherche de produits dans une boutique en ligne). En général, un scénario doit se concentrer sur un seul champ d'application spécifique. Si l'on souhaite décrire le même scénario pour différents champs d'application, chaque combinaison de scénario et de champ d'application doit être traitée comme des activités d'élucidation indépendantes (voir le chapitre 0).

Les informations généralement recueillies au cours de la préparation comprennent : des informations sur les utilisateurs types, l'emplacement type dans lequel le système est utilisé et les événements ou situations importants qui doivent être pris en compte dans le scénario.

En outre, le format de documentation du scénario doit être sélectionné (voir les produits d'activités typiques pour une liste de formats).

Application

L'application de la technique des scénarios est simple : commencez à élaborer le scénario. Le développement peut avoir lieu dans un cadre de groupe ou en tant que travail individuel. Le travail en groupe est conseillé si le contexte du scénario requiert des compétences variées (par exemple, un processus commercial complexe).

⁷ Voir, par exemple, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/scenario>

⁸ Voir, par exemple, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/storyboard>

Au cours de l'élaboration d'un scénario, il faut toujours créer différentes alternatives. Cela permet d'explorer des versions alternatives, augmentant ainsi les chances d'obtenir des résultats finaux optimaux. Si le scénario est utilisé comme résultat intermédiaire (voir traitement des résultats), il n'est pas nécessaire de consolider les versions développées en une version finale. La présentation de versions alternatives d'un scénario aux parties prenantes favorise la discussion et permet également d'intégrer leur avis sur les alternatives dans le processus de développement.

Traitement des résultats

Les scénarios peuvent soit faire partie d'une spécification des besoins, soit constituer un résultat intermédiaire. Dans le premier cas, le scénario doit être documenté conformément aux normes du projet. Dans ce dernier cas, d'autres activités sont nécessaires pour dériver les exigences du scénario. Cette étape est une technique ultérieure et ne fait pas partie de la technique des scénarios.

Produits d'activités typiques

Les scénarios sont généralement décrits par écrit. La forme la plus simple est le texte en prose :

John Doe attend à la station de bus "Market Street". Il fait froid, il pleut et il veut rentrer rapidement chez lui. Malheureusement, le bus semble être en retard. John veut vérifier l'heure d'arrivée du bus. Il saisit son smartphone, ouvre l'application des transports publics et sélectionne la fonction "départs de ma gare". L'application utilise les fonctionnalités du smartphone (par exemple le GPS) pour identifier la station "Market Street" comme étant l'emplacement actuel de John et présente l'horaire actuel, y compris les 11 minutes de retard.

Une approche plus structurée consiste à décrire des scénarios avec des étapes spécifiques :

1. John Doe attend à la station de bus "Market Street". Il fait froid, il pleut et il veut rentrer rapidement chez lui. Malheureusement, le bus semble être en retard. John veut vérifier l'heure d'arrivée du bus.
2. L'utilisateur saisit son smartphone et ouvre l'application des transports publics.
3. L'application présente le menu à l'utilisateur et celui-ci sélectionne la fonction "départs de ma station".
4. L'application utilise les fonctionnalités du smartphone (par exemple le GPS) pour identifier la station "Market Street" comme étant l'emplacement actuel de John.
5. L'application présente l'horaire actuel, y compris les 11 minutes de retard.

La différence entre le scénario continu et le scénario structuré est la décomposition en étapes individuelles. Chaque étape se réfère généralement soit à une interaction entre l'utilisateur et le système, soit à une activité de l'utilisateur dans le contexte du système (étape 1 dans l'exemple). Les scénarios sont toujours spécifiques en ce qui concerne les personnes (John Doe), les quantités (11 minutes), le lieu (la station Market Street) et le contexte (froid et pluie). Cela permet de donner vie au scénario : il s'agit d'une histoire réelle dans un contexte réel. C'est important pour permettre aux parties prenantes de comprendre en quoi consiste la solution et les aider à parler de questions et de sujets très spécifiques.

Remarque :

Ne pas confondre scénarios et cas d'utilisation [Cockburn2001]. La spécification d'un cas d'utilisation est une technique permettant de documenter l'interaction générique entre un acteur et le système. Les scénarios, en revanche, ressemblent davantage à des cas de test (en fait, ils peuvent constituer la base des cas de test). Ils peuvent être considérés comme un exemple spécifique de l'évolution d'un cas d'utilisation.

Les storyboards ont déjà été mentionnés dans l'introduction et sont une forme de représentation visuelle des scénarios. Les storyboards sont utiles si le scénario contient beaucoup d'action et si le contexte peut être plus facilement visualisé que décrit.

Opportunités

Les scénarios sont une bonne technique légère pour l'élaboration précoce d'idées en termes de processus et d'activités. Ils peuvent être utilisés pour discuter et explorer d'autres façons de réaliser un processus dans un système. Grâce à leur structure légère, ils sont faciles à développer et peuvent évoluer rapidement. En règle générale, chaque projet de développement devrait avoir une compréhension commune – et explicite – des scénarios que le système en cours de développement devrait prendre en charge. La technique des scénarios est donc un bon candidat pour l'élucidation précoce.

Défis

La création de bons scénarios nécessite de bonnes compétences d'auteur (par exemple, structurer l'histoire ou utiliser des mots expressifs pour décrire l'histoire). Sans ces compétences, les scénarios deviennent souvent ennuyeux et de bonnes idées peuvent être perdues à cause d'une mauvaise présentation. Un rédacteur compétent évite également les scénarios trop détaillés dans lesquels trop d'informations inutiles sont présentées au lecteur.

Au-delà des compétences en matière de création, l'application des storyboards requiert des capacités de dessin de base pour créer des images reconnaissables pour chaque étape. Ce niveau de base n'est pas difficile à atteindre : un storyboard simple se compose de figurines et de simples croquis. Le défi le plus difficile à relever est peut-être de surmonter ses inhibitions lorsqu'il s'agit de montrer ses croquis à d'autres personnes !

Variantes

Les scénarios sont généralement décrits dans un sens positif, c'est-à-dire que le scénario se termine par un résultat positif et que l'utilisateur obtient ce qu'il veut obtenir. Une bonne variante des scénarios consiste à mettre l'accent sur l'issue négative et à décrire ce qui pourrait se produire si le scénario ne se termine pas de manière positive. Par exemple, dans le scénario de la station de bus ci-dessus, le GPS peut ne pas fonctionner. Que présentera l'application à l'utilisateur ? Cette façon d'envisager un scénario permet généralement d'obtenir de nombreuses informations supplémentaires et de nouvelles idées pour le système en cours de développement.

Une troisième variante de scénarios est constituée par les cas d'utilisation abusive [SiOp2005]. Un cas d'utilisation abusive se concentre sur une mauvaise utilisation intentionnelle des fonctionnalités du système dans le but de nuire à l'utilisateur ou à d'autres

parties prenantes. Ils sont particulièrement utiles pour définir les exigences liées à la sécurité du système.

Au lieu de dessiner des storyboards, l'équipe pouvait jouer des scènes et prendre des photos qui pouvaient ensuite être délibérément transformées à l'aide de filtres dans un programme de peinture.

3.3 Outils de réflexion

Les sections précédentes expliquent un certain nombre de techniques courantes qui ont fait leurs preuves dans l'élucidation des exigences. Elles décrivent les moyens de recueillir des informations et de produire des travaux pour la documentation et la communication des exigences.

Cette section se concentre sur certaines techniques de soutien. Elles ne sont pas utilisées seules, mais en conjonction avec les autres techniques d'élucidation. Nous les appelons *outils de réflexion*, car ils visent à stimuler une façon de penser ou à créer un état d'esprit qui contribue au succès de l'élucidation elle-même.

3.3.1 Réflexion en termes de niveaux d'abstraction

Les niveaux d'abstraction sont un outil de réflexion puissant pour l'élucidation des exigences [GoWo2005], [Laue2014]. Ils sont souvent utilisés comme une sorte de modèle de processus pour structurer le travail d'élucidation, c'est-à-dire pour élucider d'abord des exigences uniquement au niveau le plus élevé et ensuite à d'autres niveaux.

Pour comprendre les niveaux d'abstraction en tant qu'outil de réflexion, il faut comprendre le terme "abstraction". Selon le dictionnaire de Cambridge⁹, l'abstraction est "*la situation dans laquelle un sujet est très général et n'est pas basé sur des situations réelles*".

⁹ <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/abstraction>, validé le 2.7.2019

Niveaux d'abstraction	
Haut	<i>abstrait, irréel, général</i>
	Exemples:
Objectif de haut niveau	Nous voulons fournir tous les livres sur la Seconde Guerre mondiale
Tout le système	Application web proposant des livres sur la deuxième guerre mondiale
Sous-système	Moteur de recherche, site web, entrepôt de données, système de paiement, etc.
Epic	En tant qu'utilisateur, je souhaite rechercher des livres et obtenir une liste de résultats
Diagramme de cas d'utilisation	Application Web offrant les cas d'utilisation suivants : Rechercher un livre, Obtenir des résultats, Voir les détails du livre, ...
Modèle de données de haut niveau	Illustration des principales classes et de leurs relations
Cas d'utilisation essentiel	Cas d'utilisation spécifiant les objectifs de l'utilisateur (plutôt que ses actions spécifiques)
Moyen	
Feature, caractéristique, fonctionnalité	Recherche étendue, Fournir une critique sur un livre spécifique, Montrer les livres apparentés, ...
Prototype basse fidélité	Les Wireframe d'IHM sont placées dans le contexte les uns des autres, de sorte que le flux de navigation peut être exploré
User stories	En tant qu'utilisateur, je souhaite rechercher des livres d'un auteur spécifique.
Modèle de données détaillé	Illustrer toutes les classes, leurs attributs et les relations entre elles par des informations spécifiques
Prototype haute-fidélité	Représentation visuelle très concrète du programme final, toujours sans logique en arrière-plan
Spécification de cas d'utilisation	Spécification détaillée de chaque action de l'utilisateur (acteur) et du système
Scenario / Storyboard	Simon veut en savoir plus sur les expériences de son grand-père à Dünkirchen en 1940, alors qu'il se battait...
Spécification d'interface	Pour chaque attribut, spécifier les champs dans le système d'envoi/réception et les règles de transformation
Code	Si... alors... faire... répéter... -> Programme réel qui spécifie en particulier ce que l'ordinateur doit faire
concret, réel, particulier	
Faible	

Figure 21: Représentation du concept de niveaux d'abstraction, illustrée par des exemples éclairants

En informatique, l'abstraction est réalisée par le masquage d'informations [CoSh2007]. Les langages de programmation et les API en sont de bons exemples. Chaque instruction d'un langage de programmation et chaque méthode d'une API offrent une fonctionnalité spécifique qui se cache derrière le nom de l'instruction ou de la méthode. Si quelqu'un veut connaître les détails, il est possible de les découvrir en lisant le code de la fonction ou de la méthode. Le but de l'abstraction est de réduire la complexité en cachant des informations détaillées derrière une construction unique et plus simple. Dans ce qui suit, nous décrivons deux exemples d'application des couches d'abstraction dans l'ingénierie des exigences.

Trois couches d'abstraction essentielles dans l'ingénierie des exigences

En ingénierie des exigences, nous disposons d'une frontière intellectuelle naturelle qui peut être utilisée pour réduire la complexité : La frontière entre le système et le contexte (frontière du système, voir [IREB2020]). Le contexte concerne tout ce qui est visible et peut être expérimenté par l'utilisateur ou un autre système. Il s'agit de l'interface utilisateur et des interfaces techniques. Lorsque nous discutons des exigences d'un système au niveau d'abstraction du contexte du système, il n'est pas nécessaire de parler des détails techniques qui concrétisent ces exigences. Les ingénieurs des exigences, par exemple, le font avec un diagramme de cas d'utilisation ou une user story map, en visualisant la fonctionnalité fournie par le système aux acteurs dans le contexte, tout en omettant tous les détails de la mise en œuvre.

Le système lui-même peut être subdivisé en un système logique et un système technique. Le système logique est une description idéalisée qui comprend des structures de données logiques, des fonctionnalités et des descriptions comportementales de certains éléments au niveau du contexte du système (par exemple, la spécification des cas d'utilisation mentionnés ci-dessus). Le système technique fait référence à la réalisation en termes de

matériel, de structures de données techniques et de composants logiciels (par exemple, bases de données et cadres). Prenons par exemple le système d'exploitation d'un ordinateur : il s'agit de l'API pour les détails techniques du matériel, tels que la manière dont les éléments de mémoire spécifiques sont adressés ou la manière dont le processeur exécute des opérations individuelles, simultanément ou non.

La séparation entre le contexte du système, le système logique et le système technique peut être utilisée pour :

- Structurer les cahiers des charges pour rendre plus accessible un contenu complexe.

Par **exemple**, une interaction entre un utilisateur et un système est décrite au niveau du contexte, tandis que la structure détaillée des données et les exigences fonctionnelles sont spécifiées au niveau du système dans une partie ultérieure de la spécification. Le lecteur d'une spécification peut alors décider s'il souhaite lire les détails (par exemple, d'un modèle de données) ou passer outre les détails en faveur d'une compréhension globale.

- Structurer le processus d'élaboration d'un cahier des charges.

Par **exemple**, une approche extrême consisterait à suivre une approche globale en commençant par comprendre le plus de choses possibles au niveau du contexte avant de détailler le niveau du système. Une autre approche extrême serait une approche en profondeur d'abord qui développe un aspect au niveau du contexte avec tous les détails nécessaires au niveau du système avant de poursuivre avec l'élément suivant au niveau du contexte. Dans la pratique, il est conseillé de combiner les deux approches.

Par exemple, les aspects critiques d'un système doivent être élaborés selon une approche en profondeur, tandis que les aspects simples ou bien compris peuvent être élaborés en largeur, car les détails sont de toute façon clairs et le risque d'omettre des détails importants est faible.

3.3.2 Penser en termes de problèmes et d'objectifs

Le développement d'un système est souvent basé sur un problème particulier rencontré par un client. Dans d'autres cas, le développement est déclenché par le souhait d'un client d'atteindre un certain objectif. Mais dans la plupart des cas, les clients ne sont pas très clairs, ni certains, ni ouverts quant à leurs véritables problèmes et objectifs. Parfois, un client propose une solution sans même être en mesure d'expliquer quel problème elle résoudrait ou quel objectif elle devrait atteindre !

Il est donc essentiel que l'ingénieur chargé des exigences ne prenne pas pour acquis qu'un seul problème ou objectif est le point de départ du développement. Une analyse approfondie de la situation est nécessaire pour révéler l'ensemble des problèmes et des objectifs interdépendants avant qu'une solution viable puisse être élaborée (voir [LoSL2017]). Tout d'abord, nous devons clarifier les définitions.

Un *problème* est un aspect du contexte de la partie prenante qui est actuellement vécu de manière négative. Une expérience négative anticipée dans le contexte de la partie prenante

à l'avenir est appelée un *risque* (c'est-à-dire un problème potentiel futur). Souvent, un certain état du contexte est perçu comme un problème parce qu'il *empêche* la partie prenante de faire quelque chose de souhaitable ou d'atteindre un objectif.

Un *objectif* est un aspect positif anticipé dans le contexte de la partie prenante à l'avenir. Souvent, un certain état futur du contexte est perçu comme un objectif s'il *permet* à la partie prenante de faire des choses souhaitables.

Il est important de comprendre que les problèmes et les objectifs sont des *constructions mentales* : ils n'existent pas dans le monde réel, mais seulement dans l'esprit des parties prenantes. Par conséquent, ils ne peuvent être trouvés que par l'élucidation. Par conséquent, un certain état (futur) du contexte peut même être un objectif pour une partie prenante, alors qu'il constitue un problème potentiel pour une autre.

Les problèmes et les objectifs sont toujours liés les uns aux autres. Un problème implique l'objectif de changer l'état négatif dans une direction positive. Un objectif n'est reconnu comme tel que si quelque chose dans l'état actuel l'empêche déjà de se réaliser.

Les problèmes et les objectifs sont également liés entre eux par une autre construction mentale : la *solution*.

Une solution est la feuille de route d'une intervention dans le contexte de la partie prenante : elle décrit la manière dont l'état négatif actuel peut être transformé en un état souhaité à l'avenir. Les solutions sont élaborées dans le cadre d'un processus de conception créative à partir des problèmes et des objectifs identifiés.

Les problèmes et les objectifs explicites peuvent être des occurrences de problèmes ou d'objectifs implicites de niveau supérieur ou inférieur. Ils ne viennent jamais seuls : ils font partie d'une grande famille de parents et d'enfants. Les frères et sœurs de cette famille doivent être découverts pour obtenir une image complète.

Les parents d'un certain problème peuvent être trouvés en recherchant les causes. *Quelle est la cause de ce problème ?*

Les parents d'un objectif peuvent être révélés en analysant le comportement qui est activé lorsque l'objectif est atteint. *Pourquoi la partie prenante poursuit-elle cet objectif ?*

Les enfants de la famille (les problèmes et les objectifs de niveau inférieur) peuvent être trouvés grâce à des solutions. Chaque action d'une solution réalisable fixe un nouvel objectif (et un nouveau problème) à un niveau inférieur pour quelqu'un qui est responsable de sa mise en œuvre et qui doit relever le défi de savoir comment le faire efficacement.

Le modèle de classe suivant montre la relation entre ces concepts. Un problème entrave la réalisation d'un objectif et est causé par des problèmes de niveau supérieur. Un objectif permet d'atteindre des objectifs de niveau supérieur. Un problème peut être résolu par une solution permettant d'atteindre l'objectif visé. Une solution définit certaines actions à effectuer. Chaque action fixe un ou plusieurs objectifs de niveau inférieur pour sa mise en œuvre.

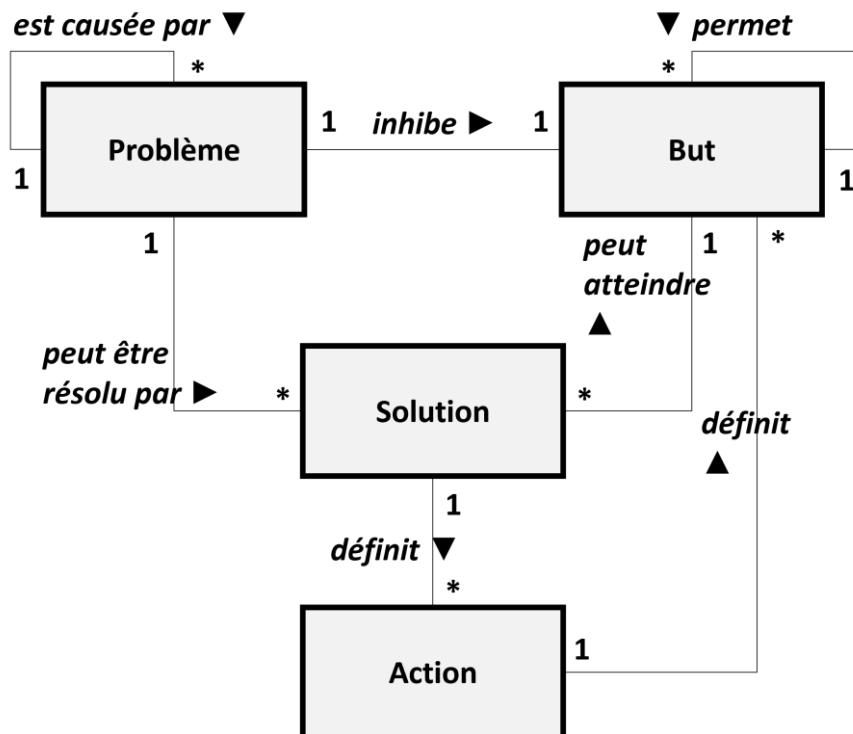


Figure 22: La relation entre les problèmes, les objectifs et les solutions

Penser en termes de problèmes et d'objectifs n'est pas une technique en soi. Il s'agit d'un état d'esprit qui encourage l'ingénieur des exigences à approfondir le contexte des parties prenantes avant d'opter pour une solution apparemment évidente, mais peut-être inadéquate. Cet état d'esprit s'applique à tous les types de techniques d'élucidation, chaque fois qu'un problème ou un objectif est rencontré.

En cas de problème, essayez de le découvrir :

- S'agit-il d'un problème dans le contexte actuel (dont la partie prenante) ou d'une anticipation d'un problème futur (réfléchir alors aux moyens d'éviter que ce futur ne devienne réalité) ?
- Quelles sont les situations présentes ou passées qui ont causé ce problème (cela peut vous donner des idées de solutions possibles) ?
- Quelles actions futures sont entravées par le problème (l'objectif lié) ? Que pourrait faire la partie prenante si le problème n'existe pas ?

Pour un objectif, pensez à :

- Quelles sont les situations actuelles (ou les attentes concernant l'avenir) qui empêchent d'atteindre l'objectif (le problème connexe) ? Que se passera-t-il si aucune mesure n'est prise ?
- Quelles actions futures seront possibles lorsque l'objectif sera atteint ? Qui bénéficiera de quel avantage (la valeur) ?

Pour les solutions :

- Soyez prudent lorsqu'un client propose directement une certaine solution. Assurez-vous de bien comprendre tous les problèmes et les objectifs qui y sont liés. Vérifier que la solution proposée permet de résoudre le problème et d'atteindre l'objectif.
- Considérez la valeur : l'équilibre entre les avantages attendus d'une solution, les coûts (totaux) de sa mise en œuvre et le risque d'échec.

L'analyse de l'ensemble des problèmes et des objectifs liés vous aide à trouver une solution qui apporte la valeur globale la plus élevée. Une solution à un problème ou à un objectif mentionné par une partie prenante peut apporter de la valeur à cette personne, mais peut représenter un risque pour l'entreprise dans son ensemble. Comme l'objectif d'une partie prenante peut poser un problème à une autre, le fait de réfléchir en termes de problèmes et d'objectifs peut également vous aider à identifier et à résoudre les conflits d'exigences.

Les parties prenantes ne racontent souvent qu'une partie de l'histoire lorsqu'elles discutent des problèmes et des objectifs. Comme les problèmes et les objectifs sont des constructions mentales, présentes uniquement dans l'esprit de certaines parties prenantes, ils sont par nature subjectifs, ce qui est difficile à révéler. Si, en tant qu'ingénieur des exigences, vous avez des difficultés à comprendre la nature d'un problème ou la valeur d'un objectif, il se peut que des éléments subjectifs soient cachés. Les questions "*pourquoi*" peuvent aider à les clarifier.

3.3.3 Éviter les effets de transformation

En raison de niveaux de connaissances variables, de contextes culturels et sociaux différents ou de l'expérience professionnelle, les parties prenantes peuvent percevoir la même information de différentes manières. La réalité ou la fonctionnalité demandée d'un système sera filtrée par la perception personnelle d'un individu, transformée en connaissance personnelle et ensuite exprimée dans une déclaration plus ou moins bien formulée. La déclaration représente la connaissance et, idéalement, une grande quantité d'informations pertinentes sur la réalité. On peut distinguer deux types de transformation [BaGr2005] [Rupp et al. 2014] :

Les **transformations perceptives** se produisent parce que chaque personne perçoit la réalité d'une manière différente et en crée une image individuelle.

Les **transformations représentationnelles** sont dues à une conversion qui se produit dès qu'une personne exprime ses connaissances en langage naturel.

Ces processus de transformation peuvent entraîner une perte et une distorsion des informations, que l'ingénieur des exigences doit révéler afin de documenter un ensemble complet d'exigences de haute qualité. Figure 23 décrit les processus de transformation.

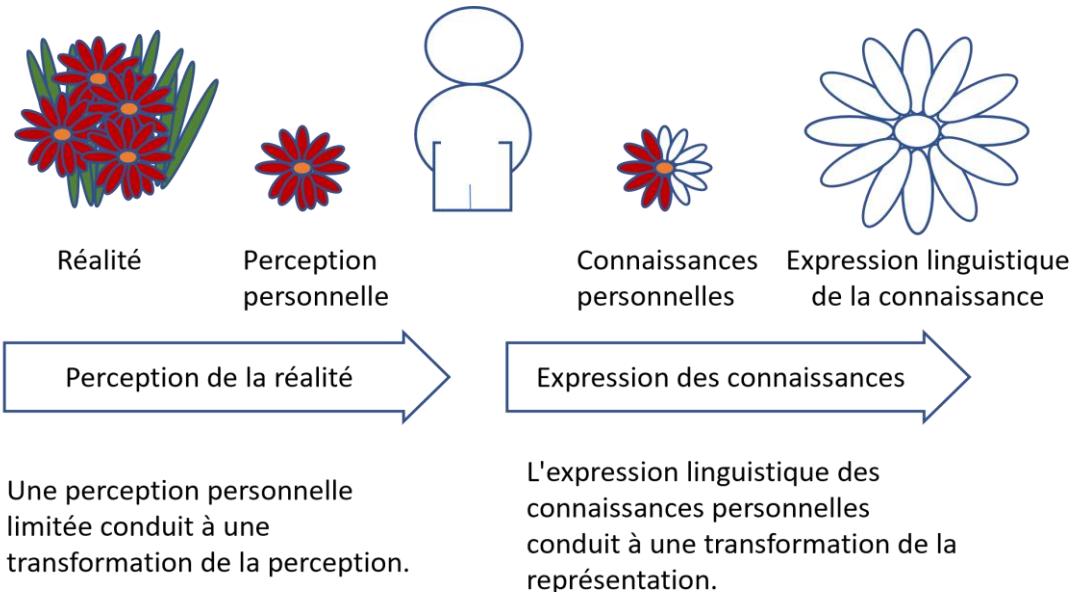


Figure 23: Processus de transformation

Afin de déterminer quelles informations ont été perdues ou déformées, l'ingénieur des exigences doit connaître les différentes catégories de processus de transformation.

La **suppression** est un processus par lequel nous accordons une attention sélective à certaines dimensions de notre expérience et en excluons d'autres. La suppression réduit le monde à des proportions que nous nous sentons capables de gérer [BaGr2005]. La suppression est un indicateur que l'ingénieur des exigences doit obtenir des informations manquantes.

Exemple :

Un développeur de logiciel peut considérer en premier lieu les informations logiques (données du client) d'une interface et peut ne pas être conscient de toutes les informations physiques (matériau de la fiche) requises.

La **généralisation** est le processus par lequel les éléments du modèle d'une personne se détachent de leur expérience d'origine et en viennent à représenter l'ensemble de la catégorie dont l'expérience est un exemple [BaGr2005]. La généralisation est un indicateur que l'ingénieur des exigences doit obtenir les informations manquantes afin de décider quelles informations peuvent être généralisées et lesquelles ne sont en fait valables que dans des circonstances particulières.

Exemple :

Pour l'une des parties prenantes, l'adresse d'un client contient toujours le nom et le numéro de la rue, mais dans un autre pays, les numéros de rue ne sont pas habituels.

La **distorsion** nous permet de faire entrer un événement ou un fait dans un cadre de connaissances préexistantes. Elle modifie notre interprétation des événements pour l'adapter à notre compréhension actuelle [GrBa2017]. Les gens remplacent certaines parties de la réalité par leur système de croyances personnelles. La distorsion est un indicateur que l'ingénieur des exigences doit obtenir les faits manquants afin de décider laquelle des déclarations représente la réalité.

Exemple :

Une partie prenante peut être convaincue que deux systèmes utilisent la même base de données, car elle observe que les données mises à jour sont instantanément disponibles dans les deux systèmes. En fait, il existe deux bases de données distinctes qui sont synchronisées très rapidement.

Chacune des catégories de transformation mentionnées ci-dessus fait partie de notre communication et est utilisée tous les jours. Dans un contexte familial, ou en travaillant avec des parties prenantes connues, les processus de transformation peuvent être moins probables, mais en général, un nouveau système ou une nouvelle fonctionnalité impliquera de nouvelles connaissances.

Afin d'éviter les effets résultant uniquement de la communication, l'ingénieur chargé des exigences doit appliquer certaines mesures de base dans les communications écrites et verbales [Rupp et al. 2014]:

- Les déclarations doivent toujours être formulées en phrases complètes
- Utilisez toujours la voix active dans vos phrases
- Utilisez les termes comme définis dans le glossaire
- Utiliser une terminologie cohérente et éviter les synonymes ou les homonymes
- Exprimer les processus par des verbes principaux

Pour plus d'informations sur la communication dans l'ingénierie des exigences, voir la section 5.2.

Conseil 3.3.1 :

Incluez la recherche de définitions appropriées dans vos activités d'élucidation. En particulier, les verbes de processus convenus peuvent aider à développer une communication plus unifiée. Les modèles de termes (par exemple avec les diagrammes de classe UML) peuvent aider à identifier le bon ensemble de données dans une exigence.

Conseil 3.3.2 :

L'utilisation de modèles d'exigences permet de réduire les défauts de transformation, car un modèle exige que les informations de base soient complétées dans l'exigence.

Les ingénieurs des exigences peuvent utiliser l'ensemble de règles SOPHIST, décrit à l'adresse [Rupp et al. 2014], qui aide à analyser les déclarations (ou les exigences) afin de révéler les défauts sur la base des catégories de transformation (suppression, généralisation, distorsion).

Une règle (sur dix-huit) couvre un ou plusieurs effets de transformation. L'ingénieur des exigences recherchera certains mots indicateurs (étape 1: Identifier) et en déduira des questions pour la partie prenante (étape 2 : Analyser). Une fois que la partie prenante a répondu aux questions, l'ingénieur des exigences corrige ou complète l'exigence (étape 3 : Résoudre). Les règles suivantes sont des exemples d'effets de transformation.

Conseil 3.3.3 :

Il peut être utile d'inclure une certaine règle dans votre plan de développement personnel et d'essayer de la mettre en œuvre dans la communication, la documentation et l'examen des exigences. Après quatre semaines, vous pouvez essayer d'appliquer la règle suivante.

Résoudre les nominalisations

Les nominalisations peuvent brouiller le processus (ou les étapes du processus) visé par l'exigence, de sorte que la manière dont le processus doit être exécuté n'est pas claire. L'information est déformée (Distorsion).

Exemple de déclaration : "Le système de bibliothèque doit permettre l'archivage."

Étape 1 : Identifier

L'archivage est une nominalisation (également le mot signal) du verbe "archiver". L'archivage des données est une fonctionnalité qui suit des étapes bien définies. Les étapes ne sont pas encore claires, pas plus que les détails du processus (par exemple, quand et comment le processus commence).

Étape 2 : Analyser

La question à laquelle la partie prenante doit répondre peut être la suivante : "Quels sont les détails du processus d'archivage ?"

Étape 3 : Résoudre

Dans cet exemple, la partie prenante (le bibliothécaire) exécutera manuellement les étapes du processus "choisir les données clients" et "archiver les données clients choisies".

"Le système de bibliothèque doit permettre au bibliothécaire de **choisir les données des clients** à archiver."

"Si un client n'a pas emprunté de documents, le système de bibliothèque doit permettre au bibliothécaire d'**archiver les données du client sélectionné**."

Dans cet exemple, la nominalisation a été supprimée, de sorte que les deux étapes du processus ont été documentées dans deux exigences distinctes mais interdépendantes.

Noms sans index de référence

Si la déclaration d'une partie prenante contient des noms sans index de référence, il n'est pas évident de savoir à quels objets ou acteurs elle s'adresse. La formulation est trop générale pour être mise en œuvre (généralisation).

Exemple d'énoncé : "Le système doit afficher les données à l'utilisateur."

Étape 1 : Identifier

Dans cet exemple, il n'est pas clair quelles **données** doivent être affichées avec quel **utilisateur**.

Étape 2 : Analyser

La question à laquelle la partie prenante doit répondre pourrait être la suivante :

- "Qui est l'utilisateur qui lira les données ?
- Réponse : "Le bibliothécaire."
- "Quelles données doivent être présentées au bibliothécaire ?
- Réponse : "toutes les données calculées statistiquement concernant les documents de la bibliothèque."

Étape 3 : Résoudre

"Le système de bibliothèque doit afficher au **bibliothécaire toutes les données calculées statistiquement concernant les documents de la bibliothèque**.

Conseil 3.3.4 :

Pour obtenir l'indice de référence, vous pouvez examiner les rôles définis dans la liste des parties prenantes ou dans la définition des rôles du système. Pour trouver le bon jeu de données, vous pouvez examiner le modèle de données du système.

Conseil 3.3.5 :

Il est parfois utile de définir un terme plus général pour un super-ensemble de données. Par exemple, les données d'enregistrement et les détails de paiement peuvent être généralisés en données sur les clients, qui sont ensuite définies dans le glossaire.

Quantificateurs universels

Si une déclaration des parties prenantes contient des quantificateurs universels, la quantité d'objets peut être soit trop générale, soit trop spécifique, et doit être adaptée.

Exemple d'énoncé : "Le système de bibliothèque doit permettre à chaque client de modifier toutes ses données."

Étape 1 : Identifier

En fonction de la définition des données relatives aux clients, l'exigence peut être formulée correctement. Mais dans ce cas, l'ensemble des données et la référence au client sont remis en question.

Étape 2 : Analyser

La question à laquelle la partie prenante doit répondre pourrait être la suivante :

- Les clients peuvent donc modifier toutes les données enregistrées dans le système de la bibliothèque ?
Réponse : "Non, bien sûr. Seulement son mot de passe et les données d'enregistrement de son profil."
- "Cela signifie que chaque client peut modifier les données d'enregistrement de tous les clients ?"
Réponse : "Non, bien sûr ! Un client ne peut modifier que ses **propres données d'enregistrement**."

Étape 3 : Résoudre

"Le système de bibliothèque offre à **chaque** client la possibilité de **modifier ses données d'enregistrement**."

Au final, **chaque** client a été identifié comme étant le bon quantificateur. La quantité de données relatives aux clients a été limitée aux **données d'enregistrement des clients** et la référence qu'un client pouvait modifier en plus de ses **propres données d'enregistrement** a été corrigée.

Structures conditionnelles incomplètes

Si une exigence contient des conditions, celles-ci peuvent apparaître comme ayant plus d'un aspect. Afin de compléter l'exigence, toutes les conditions pertinentes doivent être étudiées. Dans le cas contraire, certains aspects restent supprimés (suppression).

Exemple d'énoncé : "Si un document n'est pas endommagé et n'est pas réservé, le système de bibliothèque doit permettre au bibliothécaire de poursuivre la procédure de prêt."

Étape 1 : Identifier

Le mot "si" indique une condition. Le mot signal "et" indique que la condition comporte plus d'une partie.

Étape 2 : Analyser

Que se passe-t-il si l'article est endommagé et/ou réservé ?

Comment le système se comporte-t-il ?

Étape 3 : Résoudre

Si le document **n'est pas endommagé et réservé**, le système de bibliothèque affiche un message d'erreur à l'attention du bibliothécaire.

Si le document est **endommagé et n'est pas réservé**, le système de bibliothèque doit permettre au bibliothécaire d'interrompre le processus de prêt.

Si l'article est endommagé et réservé, ...

En fin de compte, toutes les combinaisons de conditions doivent être révélées et l'ingénieur des exigences doit déterminer le comportement du système pour chaque chemin.

L'analyse détaillée des exigences minimise le risque que la compréhension de la réalité soit erronée, mais l'ingénieur des exigences doit également tenir compte du coût de l'activité d'élucidation. En fonction du niveau d'abstraction (voir 3.3.1), de l'état d'avancement du projet et des caractéristiques des parties prenantes, il peut être acceptable de tolérer une certaine imprécision.

Conseil 3.3.6 :

Si la communication semble difficile ou si les mécanismes semblent compliqués, demandez à au moins deux parties prenantes différentes de fournir des informations sur le sujet en question.

3.3.4 Penser en termes de modèles

Le syllabus de niveau fondamentaux de l'IREB CPRE [IREB2020] présente plusieurs types de modèles (par ex. des diagrammes de flux de données, des diagrammes d'activités) pour documenter les exigences. Les modèles permettent de se concentrer sur une perspective spécifique d'un système : données, fonction, comportement. Cette approche n'est pas seulement applicable à la documentation des exigences, elle peut également servir d'outil de réflexion lors de l'élucidation des exigences. L'ingénieur des exigences peut choisir un modèle particulier et se concentrer sur la perspective fournie par ce modèle ; le modèle peut être un outil de réflexion explicite ou implicite.

Lorsqu'un modèle est utilisé comme *outil de réflexion explicite*, l'ingénieur des exigences développe le modèle avec les parties prenantes. L'ingénieur des exigences doit garder à l'esprit que les modèles ne sont utiles dans de telles situations que si le langage de modélisation est bien compris par toutes les parties prenantes.

Par exemple, un ingénieur des exigences souhaite élaborer un processus métier spécifique devant être pris en charge par un système. Cette activité d'élaboration peut se dérouler dans le cadre d'un atelier utilisant des diagrammes d'activités. Le diagramme d'activité représentant le processus d'entreprise est élaboré avec les parties prenantes, par exemple en dessinant le diagramme d'activité sur un tableau blanc ou sur de grands tableaux à feuilles mobiles. Dans une telle situation, la notation du diagramme d'activités sert de boîte à outils pour ce qui peut être exprimé et documenté au cours de l'atelier. L'ingénieur en charge des exigences doit être attentif au contenu développé au cours de l'atelier, car les parties prenantes ne sont généralement pas très familières avec la modélisation. Si les parties prenantes n'appliquent pas correctement la notation choisie, l'ingénieur des exigences doit les aider à créer un modèle approprié. Ces erreurs sont souvent dues au fait que les parties

parties prenantes souhaitent exprimer un élément d'information important qui ne correspond pas au modèle.

Conseil 3.3.7 :

Les informations qui ne correspondent pas à la notation de modélisation choisie ne doivent pas être ignorées. Par exemple, si un groupe de parties prenantes élabore un diagramme d'activités, les exigences liées aux structures de données sont souvent évoquées. Ces exigences ne peuvent pas être documentées correctement dans un diagramme d'activité. Afin de ne pas perdre ces exigences, il convient de les sauvegarder, par exemple dans le protocole de l'atelier, pour permettre une analyse ultérieure.

Les modèles peuvent également être utilisés comme un *outil de réflexion implicite*. Dans ce cas, l'ingénieur des exigences utilise un langage de modélisation particulier pour structurer ses propres idées lors de l'élucidation des exigences. Le modèle ne devient pas une partie explicite de l'activité d'élucidation et n'est pas discuté avec les parties prenantes concernées.

Au contraire, l'ingénieur des exigences utilise les informations obtenues au cours de l'activité d'élucidation pour développer le modèle et utilise le modèle créé comme un point de réflexion pour sa propre pensée et comme une indication pour poser des questions supplémentaires ou rechercher des informations complémentaires.

Par exemple, un ingénieur chargé de définir les exigences d'un système en ligne de vente d'assurance accident souhaite comprendre les données nécessaires à l'application. Il décide d'interroger des experts en assurance accident et d'analyser les formulaires de demande existants sur papier.

Il peut commencer par les formulaires de candidature et dériver un modèle de données simple à partir du contenu du formulaire de candidature. Le résultat de cette analyse est un modèle de données initial qui contient des entités qui ne sont pas totalement claires pour l'ingénieur chargé des exigences, qui manque de relations entre les entités et qui possède un ensemble incomplet d'attributs. L'ingénieur des exigences peut maintenant utiliser le modèle incomplet pour préparer les entretiens avec les experts en assurance. Au lieu de montrer le modèle pendant l'entretien, l'ingénieur des exigences utilise le modèle comme ligne directrice pour l'interview. Les réponses données par les experts peuvent désormais être mises en correspondance avec les éléments existants et connus du modèle, ce qui permet à l'ingénieur des exigences d'identifier plus facilement les lacunes et de poser des questions supplémentaires pour clarifier ces domaines.

Conseil 3.3.8 :

Les modèles créés en tant qu'outils de réflexion ne doivent pas être confondus avec les exigences documentées. L'outil de réflexion est un résultat intermédiaire qui sera utilisé pour élaborer des exigences détaillées et documentées dans le cadre d'une activité ultérieure. Il est donc conseillé de jeter les modèles d'outils de réflexion (ou de les archiver) dès que les idées du modèle ont été intégrées dans un document d'exigences. Dans le cas contraire, le modèle de l'outil de réflexion risque de semer la confusion dans le projet, car ces modèles ne sont généralement pas mis à jour et deviennent rapidement obsolètes ou incohérents par rapport aux documents relatifs aux exigences.

3.3.5 Mind mapping

Le mind mapping est une activité qui consiste à visualiser un concept dans une carte mentale. En d'autres termes, une carte mentale est un outil de réflexion graphique [BuBu2005]. En plaçant un thème principal au centre et en répartissant les idées dans des branches, les pensées et les idées peuvent être triées et structurées. Du texte et des images doivent être utilisés de même que la couleur. Les représentations "ennuyeuses" (lignes droites, une seule couleur) doivent être évitées pour rendre la représentation plus "stimulante" pour le cerveau.

L'idée est basée sur des études du fonctionnement du cerveau humain. Au lieu d'une représentation linéaire ou latérale, comme dans les livres ou les listes, le cerveau organise la connaissance d'une manière multidimensionnelle, également appelée "rayonnante". Une carte mentale est l'expression d'une pensée rayonnante qui soutient le processus naturel de la pensée [BuBu2005]. Les caractéristiques essentielles d'une carte mentale sont les suivantes :

1. Le sujet de la réflexion est cristallisé dans une **image centrale** de chaque carte mentale.
2. Les thèmes principaux du sujet "rayonnent" à partir de l'image centrale comme des **branches**.
3. Les branches comprennent des **images ou des mots clés** et sont affinées par d'autres branches représentant des **sous-thèmes**.

Au cours de la cartographie mentale, une carte mentale structurée avec des **hiérarchies, des visualisations** et des **associations** entre les branches est créée, comme sur le site Figure 24.

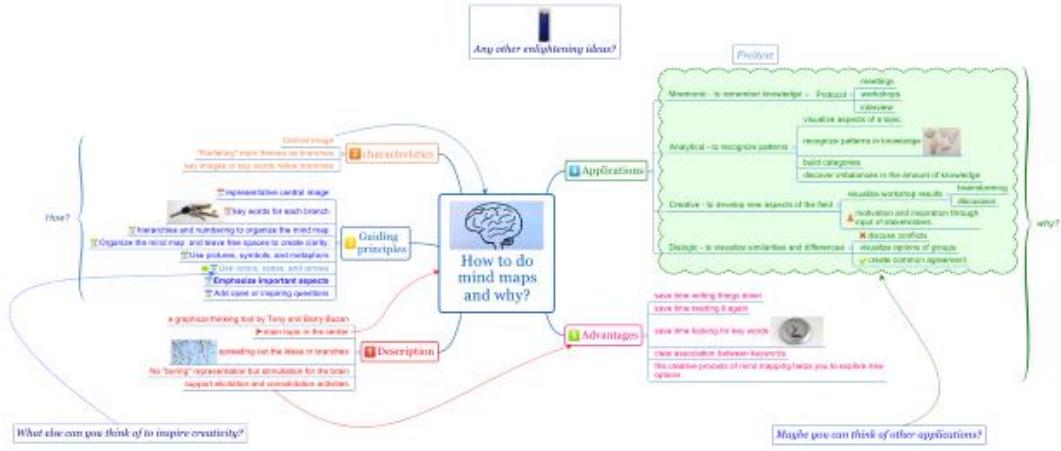


Figure 24: Exemple de carte mentale avec le contenu de ce sous-chapitre

Il existe plusieurs applications d'une carte mentale qui peuvent également soutenir les activités d'élucidation et de résolution des conflits.

Mnémonique – pour se souvenir d'une connaissance

- Une carte mentale peut être utilisée comme visualisation d'un protocole lors d'une réunion ou d'un atelier. Il peut même être créé simultanément à l'interview, car il ne couvre que les mots-clés les plus importants. Il permet également d'avoir une vue d'ensemble des principaux sujets qui doivent être abordés lors d'une réunion.

Analytique – reconnaître les schémas

- Elle peut être très utile pour visualiser les différents aspects d'un sujet et reconnaître les modèles de connaissance. De cette manière, l'ingénieur des exigences peut créer des catégories ou découvrir des déséquilibres dans la quantité de connaissances.

Créatif – pour développer de nouveaux aspects du domaine

- La carte mentale peut également être utilisée dans des ateliers pour visualiser les résultats d'un brainstorming ou d'une discussion. La carte mentale est un moyen rapide et motivant d'impliquer les parties prenantes et d'encourager l'inspiration grâce à l'apport des autres.

Dialogique – pour visualiser les similitudes et les différences entre les concepts et les esprits

- Si les parties prenantes ont des opinions divergentes, il peut être utile de visualiser les points principaux des différentes personnes et d'en discuter au sein d'un groupe. Ensuite, les parties prenantes peuvent créer une carte mentale commune pour documenter les accords.

Pour tirer le meilleur parti de la carte mentale en tant qu'outil de réflexion, l'auteur doit respecter certaines règles.

Principes directeurs de la cartographie conceptuelle :

- Utilisez une image centrale représentative du sujet au centre de chaque carte ;
- Utilisez des mots clés pour chaque branche ou sujet ;

- Utilisez des hiérarchies et des numéros pour organiser la carte mentale ;
- Organisez la carte mentale de manière à conserver une vue d'ensemble et laissez des espaces libres pour plus de clarté ;
- Utiliser des images, des symboles et des métaphores pour s'adresser à tous les sens humains ;
- Utilisez des couleurs, des codes et des flèches pour visualiser les associations entre les sous-thèmes et les branches ;
- Mettez l'accent sur les aspects importants en variant la police, le style des lignes, la couleur et la taille de la visualisation ;
- Utilisez plusieurs dimensions dans la structure de votre carte ;
- Utilisez les couleurs et les nuages pour encadrer les branches qui vont ensemble ;
- Ajoutez des questions ouvertes ou inspirantes à votre carte mentale.

Pour plus d'informations, voir [BuBu2005].

L'ingénieur des exigences peut utiliser toutes sortes d'outils (par exemple des toiles ou des tableaux) pour créer des cartes mentales. Une variante de la cartographie mentale consiste à utiliser un outil informatique pour documenter les résultats sous forme numérique et les présenter sur un projecteur. Cela facilite grandement la réorganisation de la carte mentale. En effet, avec de tels outils, il est possible d'éditer simultanément la même carte mentale à partir de n'importe quel endroit du monde, ce qui multiplie les possibilités de coopération.

Les branches de la carte mentale contiennent souvent des termes importants pour le glossaire ou le modèle de termes, et les associations entre les branches peuvent être documentées en tant que "dépendances" entre les objets.

3.4 Description des techniques d'élucidation par attributs

Les ingénieurs des exigences doivent sélectionner avec soin les techniques d'élucidation à utiliser en fonction du contexte et des besoins spécifiques de la situation en question. De nombreux chercheurs proposent des modèles et des cadres pour adapter les techniques d'élucidation aux circonstances données. Par exemple, Carrizo et al. présentent des recherches approfondies sur la sélection systématique des techniques d'élucidation [CRCN2014], tandis que Tiwari et Singh proposent une méthodologie pour la sélection des techniques d'élucidation des exigences et résument joliment les recherches connexes sur ce sujet [TiSi2017].

Dans les approches mentionnées ci-dessus, les auteurs se concentrent souvent sur la variabilité du problème en question (projet, utilisateurs, contexte, etc.), mais fournissent une correspondance directe avec les techniques d'élucidation appropriées.

Afin d'apprendre les techniques d'élucidation des exigences sans avoir à se souvenir par cœur de tous les avantages et inconvénients de chacune d'entre elles en détail (ce qui n'est pas le cas de [YoAs2015]), nous introduisons des *attributs d'identification* qui aident à classer les techniques d'élucidation. Grâce à cette couche supplémentaire entre l'espace du problème (comment obtenir des exigences dans une circonstance donnée) et l'espace de la solution (des centaines de techniques d'élucidation disponibles), l'apprenant peut se

concentrer sur les principaux concepts de résolution de problèmes dans l'élucidation des exigences : c'est-à-dire les attributs d'identification qu'une technique d'élucidation doit posséder pour atteindre l'objectif de l'élucidation (voir la section 1.3).

Tableau 3.4.3-1 : Attributs pour la classification des techniques d'élucidation ci-dessous fournit une liste d'attributs d'identification. Nous définissons un attribut comme *identifiant* s'il s'agit d'une propriété essentielle d'une technique d'élucidation.

Les caractéristiques de chaque technique d'élicitation peuvent être décrites par une combinaison de ces attributs. Par exemple, la technique de *l'interview* est caractérisée par les attributs de *conversation* et de *questionnement*. Une interview peut également être "*observatoire*" dans le cas où l'ingénieur des exigences mène l'interview sur le lieu de l'utilisateur final concerné. Toutefois, "*observatoire*" n'est pas un attribut essentiel (c'est-à-dire identifiant) des interviews, car celles-ci peuvent également être menées par téléphone ou dans d'autres lieux où l'observation n'est pas possible.

Classer dans une longue liste les techniques disponibles selon des attributs pertinents peut aider à sélectionner les bonnes techniques dans une situation donnée. Tableau 3.4.3-2 fournit une telle classification pour un sous-ensemble de techniques.

"Il y a de bonnes pratiques dans le contexte, mais il n'y a pas de meilleures pratiques" [KaBP2002] : chaque situation requiert une combinaison particulière de techniques d'élucidation identifiées par les attributs pertinents pour cette situation.

En d'autres termes, compte tenu de l'objectif de l'élucidation, de la situation du projet, des parties prenantes (), etc., il convient de déterminer les attributs pertinents et de sélectionner la ou les techniques d'élucidation correspondant exactement à ces attributs d'identification. Un exemple de cette correspondance entre le contexte et les attributs est fourni à l'adresse suivante : Tableau 3.4.3-3.

Tableau 3.4.3-1 : Attributs pour la classification des techniques d'élucidation

Attribut	Description courte	Objectifs visés	Convient dans les situations suivantes
Conversationnel	Un dialogue entre ingénieur des exigences et les partie(s) prenante(s)	Pour comprendre le contexte du système ; dégager des objectifs et obtenir une vue d'ensemble des facteurs de satisfaction (Kano)	Lorsque les parties prenantes (concernées) sont disponibles pour un échange d'informations oral
Questionnement	Poser aux parties prenantes des questions préparées (au moins en partie) pour connaître des éléments ou leur opinion	Pour élucider des objectifs et des facteurs d'enthousiasme ; pour vérifier des facteurs d'insatisfaction ; pour obtenir l'avis des parties prenantes ou des informations supplémentaires sur les exigences élucidées précédemment ; pour obtenir des informations détaillées ; pour clarifier des exigences spécifiques	Si des questions pertinentes peuvent être formulées d'emblée ; si une certaine forme de communication avec les parties prenantes est possible ; si un sujet complexe est concerné
Observationnel	Observer les comportements des parties prenantes dans une situation réelle, généralement en faisant fonctionner un système existant ou en accomplissant des tâches spécifiques	Pour collecter des informations sur le comportement réel de la partie prenante ; identifier les facteurs d'insatisfaction ; analyser les exigences d'utilisabilité	Si les parties prenantes ne peuvent pas être contactées directement ou si elles ne sont pas en mesure d'exposer leurs besoins et leurs actions (de manière suffisamment détaillée) ; en cas de doute sur la conformité entre la situation réelle et la situation déclarée ; pour améliorer la compréhension des besoins des utilisateurs ; pour améliorer la compréhension du projet (par ex. en préparation d'autres techniques d'incitation)

Attribut	Description courte	Objectifs visés	Convient dans les situations suivantes
Provoquer un (dés)accord	Démontrer les aspects pertinents d'une solution pour obtenir un retour positif ou contradictoire des parties prenantes	Pour rendre les exigences tangibles pour les parties prenantes ; pour évaluer les exigences préalablement élucidées ; pour obtenir un retour d'information sur les variantes d'une solution	Si les parties prenantes ont du mal à imaginer les choses ; si l'ingénieur des exigences peut expliquer ou montrer certains aspects de la solution proposée aux parties prenantes (ou même les laisser l'utiliser) ; si les parties prenantes ont du mal à expliquer ce dont elles ont besoin
Basé sur les artefacts	Collecte et analyse des produits d'activités existants (par ex. des documents, des modèles, des produits ou des systèmes utilisés)	Pour déterminer les exigences à partir de produits d'activités existants ; pour élucider des (in)satisfactions, en particulier des contraintes	Lorsque les produits d'activités pertinents sont disponibles et accessibles ; pour améliorer la compréhension du projet et du domaine (par ex. en préparation d'autres techniques d'incitation) ; si les parties prenantes ne sont pas directement disponibles
Stimuler la créativité	Encourager la créativité et l'innovation	Pour élucider des facteurs d'enthousiasme, pour trouver de nouvelles approches	Si l'innovation est nécessaire ; lorsqu'il n'y a pas de direction pré-déterminée ; lorsque les autres approches échouent
Expérience	Expérimenter l'environnement et l'espace des problèmes où le système à développer sera utilisé	Pour dériver des exigences des circonstances de la vie réelle ; pour comprendre le problème à résoudre auprès des utilisateurs dans leur contexte de travail ; pour gagner de l'empathie	Si les utilisateurs et l'utilisabilité sont des aspects clés du projet ; lorsqu'il est possible d'accéder à l'environnement où l'utilisation a effectivement lieu

Tableau 3.4.3-2: Sous-ensemble de techniques d'élucidation décrites par leurs attributs d'identification

Techniques	Attributs.						
	Conver-sationnel	Questionnement	Obser-vationnel	Provoquer un (dés)accord	Basé sur les artéfacts	Stimuler la créativité	Expérience
Interview							
Questionnaire							
Atelier d'exigences (par exemple, groupe de discussion)							
Observation sur le terrain							
Apprentissage							
Enquête contextuelle							
Techniques de créativité (Brainstorming, ...)							
Archéologie du système							
Lecture basée-perspective							
Réutilisation des exigences							
Prototypage							

Attributs.							
Techniques	Conver-sationnel	Questionnement	Obser-vationnel	Provoquer un (dés)accord	Basé sur les artéfacts	Stimuler la créativité	Expérience
Scénarios							
Storyboards							
Relecture technique utilisateurs							
Test d'utilisabilité							
Estimation d'exigences							
Élaboration de la User Story (Carte, conversation, confirmation)							
Étude de journal							
Tri des cartes							
...							

Légende :

- I **Attribut d'identification, c'est-à-dire qu'il s'agit d'une propriété essentielle de la technique – sans cet attribut, il s'agit d'une technique différente.**
- <vide> L'attribut n'est pas une propriété essentielle (c'est-à-dire qu'**il n'y a pas d'attribut d'identification**), bien qu'il soit possible que la technique corresponde à cet attribut dans certaines circonstances.

Tableau 3.4.3-3: Objectifs d'élucidation, contraintes et situations de projet qui déterminent les attributs d'identification que les techniques d'élucidation appropriées doivent contenir :

Question de recherche / Contrainte / Situation du projet	Identifier le(s) attribut(s) des techniques que vous pourriez appliquer
Si vous avez besoin d'obtenir les connaissances implicites des parties prenantes	Observationnel
S'il n'est pas possible d'interrompre les utilisateurs travaillant sur une tâche	Observationnel
Si les aspects pertinents d'un système précédent ne sont pas clairs ou jouent un rôle important	Observationnel et/ou conversationnel
Si vous avez déjà (des parties d') un système existant, des systèmes précédents ou des systèmes similaires ou si vous avez déjà produit des solutions possibles ou des maquettes, par exemple par prototypage	Provoquer un (dés)accord
Si l'environnement dans lequel le futur système sera utilisé est une source importante d'exigences (bruit, pression temporelle, conditions physiques, etc.)	Expérience
Si vous avez besoin d'obtenir des exigences importantes en matière d'utilisabilité	Expérience
Si votre projet se déroule en terrain inconnu	Provoquer un (dés-)accord Créativité-stimulation
Si aucune partie prenante n'est en mesure de spécifier des exigences à un niveau de détail précis	Provoquer un (dés)accord
Si vous développez un système complexe qui sera utilisé par des utilisateurs occasionnels	Provoquer un (dés)accord
Si vous avez identifié des sources de besoins non humaines	Basé sur les artefacts
Si vous voulez savoir où se trouvent les failles du processus	Basé sur des artefacts, sur l'observation et sur l'expérience
Si vous voulez savoir comment et avec quels produits de travail vos futurs utilisateurs travaillent réellement	Expériences et artefacts
Si vous avez besoin de matériel pour préparer des activités d'élucidation avec les parties prenantes	Basé sur les artefacts

Question de recherche / Contrainte / Situation du projet	Identifier le(s) attribut(s) des techniques que vous pourriez appliquer
Si vous avez besoin d'un catalyseur pour que les parties prenantes présentent des exigences dont elles ne se seraient pas souvenues ou dont elles n'auraient pas été conscientes autrement	Basé sur les artefacts
Si vous développez un nouveau système innovant qui doit offrir de nouvelles fonctionnalités ou de nouveaux modes d'interaction (c'est-à-dire si vous recherchez des "facteurs d'enthousiasme" selon le modèle de Kano)	Stimuler la créativité
Si la solution à votre problème n'est pas évidente et que vous et votre équipe devez trouver une nouvelle approche	Stimuler la créativité
Si l'ingénieur chargé des exigences doit spécifier la solution au lieu de se contenter d'écouter les parties prenantes et de rédiger les exigences, on lui dit	Expérience
Si les RE continuent à assurer la maintenance de la solution après la mise en œuvre initiale (c'est-à-dire que le savoir-faire accru et fondé acquis par le RE au cours de ses activités d'élucidation est en soi un atout précieux pour le commanditaire)	Expérience
Si, dans le cadre de projets spécifiques, les parties prenantes concernées sont rarement disponibles et qu'il est donc plus facile et/ou plus rapide d'étudier le domaine en question et pour l'ingénieur en charge des exigences d'élaborer lui-même les exigences (et de valider les exigences avec les parties prenantes)	Expérience
Si vous avez besoin de clarifier des exigences concernant la situation actuelle, les besoins et les solutions possibles	Conversationnel
Si vous voulez vous assurer que vous parlez le même langage avec les parties prenantes, en particulier dans les domaines spécialisés	Conversationnel
Si le degré d'interaction avec l'utilisateur est élevé	Vivre l'expérience de provoquer un (dés)accord
Si le degré d'intégration technique est élevé	Basé sur les artefacts
Si le niveau d'innovation (=> Kano) est élevé	Stimulation de la créativité Provoquer un (dés-) accord

4 Résolution des conflits

Au cours de l'élucidation, l'ingénieur des exigences recueille une vaste collection d'exigences, souvent à partir de différentes sources (voir le chapitre 2), avec différentes techniques et à différents niveaux d'abstraction et de détail (voir le chapitre 3). Les techniques d'élucidation en elles-mêmes ne garantissent pas que cette collection dans son ensemble réponde à tous les critères de qualité des exigences (voir [IREB2020]). Si les critères de qualité ne sont pas respectés, des activités d'élucidation supplémentaires peuvent être nécessaires pour améliorer la qualité.

Des activités supplémentaires sont nécessaires pour transformer cette collection en un ensemble unique et cohérent d'exigences qui capture l'essence du système. On constate souvent que certaines exigences sont conflictuelles : incohérentes, incompatibles, contradictoires. En général, cela est dû à un désaccord entre certaines parties prenantes. Par conséquent, l'"accord" est un critère de qualité très important qui doit toujours être vérifié : toutes les parties prenantes doivent comprendre et accepter toutes les exigences qui les concernent. Si certaines parties prenantes ne sont pas d'accord, cette situation doit être reconnue comme un conflit d'exigences qui doit être résolu en conséquence.

L'un des objectifs de l'ingénierie des exigences est de parvenir à un consensus entre les parties prenantes sur les exigences. Une tâche importante à cet égard est la gestion des conflits d'exigences.

La résolution des conflits au sens large se compose de quatre tâches :

- Identification du conflit
- Analyse du conflit
- Résolution des conflit
- Documentation de la résolution du conflit

L'identification et l'analyse du conflit correspondent à une activité permanente de l'ingénierie des exigences qui constitue une condition préalable à la résolution de tout conflit. Une fois qu'un conflit d'exigences a été identifié, l'ingénieur des exigences doit lancer des activités de résolution de conflit pour choisir une technique de résolution appropriée et pour documenter son résultat.

Dans notre vie quotidienne, nous sommes souvent impliqués dans des conflits. Comme ils ne sont généralement pas agréables à traiter, une stratégie courante consiste à leur échapper. En conséquence, les gens ne se parlent plus, cherchent d'autres lieux de travail, voire changent de projet ou d'emploi pour ne plus être impliqués dans le conflit.

Le traitement des conflits liés aux exigences peut être stressant et prendre beaucoup de temps, surtout s'il s'agit de questions personnelles. Mais il est essentiel de prendre en compte les aspects suivants :

1. La résolution des problèmes personnels ne fait pas partie de la description de poste et doit être remontée par le biais de différentes activités de gestion. Voir Section 4.2 – Analyse du conflit.

- Il n'est pas possible d'échapper aux conflits d'exigences, car les conflits d'exigences non résolus se traduisent par des documents d'exigences de faible qualité et des parties prenantes frustrées.

Une sensibilisation constante aux conflits et une application régulière des revues [IREB2020] aideront à découvrir les indicateurs de conflit et à collecter des données pour la résolution des conflits.

4.1 Identification du conflit

Les conflits en général relèvent des sciences sociales et sont généralement appelés "conflit social" pour indiquer qu'un conflit survient entre des personnes. Un conflit social peut être défini comme suit : [Glasl2004]¹⁰ définit un conflit social comme "une interaction entre des agents (individus, groupes, organisations, etc.), où au moins un agent perçoit des incompatibilités entre ses pensées/idées/perceptions et/ou sentiments et/ou volonté et ceux de l'autre agent (ou des autres agents), et se sent limité par l'action de l'autre."

Un conflit d'exigences peut être interprété comme un type particulier de conflit social et est défini comme suit : "Un conflit dans l'ingénierie des exigences (conflit d'exigences) est une incompatibilité d'exigences, basée sur une perception contradictoire de deux ou plusieurs parties prenantes." [Rupp et al. 2014] Il existe plusieurs indicateurs permettant de détecter les conflits. Des indicateurs peuvent être observés dans la communication et la documentation.

Indicateurs fréquemment rencontrés dans la communication :

- Déni:** Une partie prenante nie ses propres déclarations ou celles d'autres parties prenantes, ou n'accepte pas les accords ou les déclarations faites dans le passé.
- Indifférence:** Une partie prenante ne contribue pas (ou ne veut pas contribuer) à une discussion ou approuve sans poser de questions critiques.
- Pédanterie:** Un intervenant trouve toujours à redire à toutes les propositions et trouve toujours un petit problème qu'il utilise pour s'opposer à chaque suggestion.
- Questions de détail:** Une partie prenante utilise sa position ou ses connaissances pour remettre en question toutes les déclarations de manière très critique. Il peut sembler que la partie prenante veuille s'assurer que des exigences importantes ne sont pas oubliées, mais cela ralentit en fait le processus d'élucidation.
- Interprétation erronée:** Une partie prenante interprète mal les faits à dessein afin d'embrouiller ou de ralentir le processus d'élucidation.
- Dissimulation:** Une partie prenante cache consciemment ou inconsciemment des informations et ne les partage que sur demande.
- Délégation:** Une partie prenante s'engage à ne faire que des déclarations vagues en demandant à d'autres de les formuler de manière plus détaillée.

¹⁰ Citation traduite de l'allemand sur la base de [Glasl1999]

Les indicateurs couramment rencontrés dans la documentation sont (avec exemples) :

- **Déclarations contradictoires des parties prenantes:** Au cours des ateliers, les parties prenantes s'accordent sur une exigence qui n'est pas cohérente avec une exigence dérivée d'un protocole d'entretien d'une activité d'élucidation précédente.
- **Résultats contradictoires de l'analyse des documents ou des systèmes:** La spécification d'interface d'un système contient une adresse temporaire pour un client, mais dans le système, il n'est possible d'introduire qu'une deuxième adresse principale.
- **Exigences incohérentes dans le détail:** Le système identifie les ensembles de données clients en double par le biais du nom, du jour de naissance et de l'adresse, mais certains clients n'ont pas d'adresse.
- **Utilisation incohérente des termes dans la spécification:** les parties prenantes utilisent les termes "client", "utilisateur" et "employé" avec des significations différentes, mais n'appliquent pas les définitions du glossaire.

La plupart des conflits ont tendance à être cachés et ne peuvent être détectés qu'en surveillant attentivement ces indicateurs. Si l'un des indicateurs se produit, cela ne signifie pas qu'il y a un conflit d'exigences. Cependant, l'ingénieur des exigences doit être constamment attentif. Par la plupart des activités d'élucidation des exigences, il/elle encourage les parties prenantes à exprimer clairement leurs positions, révélant ainsi des problèmes inattendus ou des conflits existants.

4.2 Analyse du conflit

S'il n'y a absolument aucun signe de conflit d'exigences, l'ingénieur en charge des exigences doit se méfier et planifier des révisions. Dès qu'il soupçonne l'existence d'un conflit, il peut inclure la collecte de données relatives à ce conflit dans les activités d'élaboration des exigences.

Une fois qu'un conflit a été identifié, l'ingénieur des exigences doit préciser si le conflit identifié est ou non un conflit d'exigences. Cette distinction est importante car la résolution d'un conflit d'exigences est la responsabilité première de l'ingénieur des exigences alors que d'autres conflits doivent être résolus par d'autres participants (par ex. un chef de projet).

L'analyse des caractéristiques d'un conflit d'exigences aide l'ingénieur des exigences à en comprendre la nature. L'analyse des conflits s'appuie sur différents indicateurs. Il peut être utile de collecter les indicateurs dans un premier temps et de les réviser par la suite. Avec plus d'informations, il est beaucoup plus facile de trouver une solution appropriée au conflit.

Les caractéristiques suivantes [Rupp et al. 2014] d'un conflit peuvent aider à comprendre sa nature et à trouver une résolution appropriée.

4.2.1 Les caractéristiques d'un conflit d'exigences

Le *type de conflit* détermine ses caractéristiques et le degré d'implication personnelle des parties prenantes. C'est l'un des indicateurs les plus importants sur la base desquels les techniques de résolution des conflits doivent être exclues ou appliquées (voir la section 4.3 – Résolution des conflits). Dans certains cas, il peut être difficile de déterminer le type de conflit. Dans ce cas, plusieurs types de conflits doivent être envisagés.

Le *sujet* est le problème à l'origine du conflit. Selon le type de conflit et son histoire, il peut s'avérer très difficile de trouver le véritable enjeu de la discussion. Mais elle est également très précieuse pour une résolution adéquate. L'ingénieur chargé des exigences doit rester neutre par rapport aux options disponibles et peut faciliter activement l'analyse en reflétant les déclarations aux participants.

Les *exigences affectées* sont les déclarations représentatives du conflit. Ils peuvent être utilisés pour l'analyse et la visualisation des détails. Une fois le conflit résolu, il devrait être facile de documenter les exigences correspondantes.

Conseil 4.2.1:

L'ingénieur en exigences peut demander à vos parties prenantes de formuler leurs préoccupations sous forme d'exigences et laisser les autres parties au conflit confirmer ou rejeter les déclarations. Cela favorisera une communication précise et réfléchie.

Les *parties prenantes impliquées* peuvent être les auteurs ou d'autres personnes responsables d'une manière ou d'une autre des exigences concernées. Ils sont les sources d'information pour l'analyse et peuvent eux-mêmes faire partie du conflit. Parfois, il peut être utile d'impliquer d'autres parties prenantes pour qu'elles apportent leur expertise et modèrent, voire résolvent, le conflit entre les parties grâce à leur autorité.

Les *opinions* sont les déclarations des parties prenantes ou un résumé verbal des concepts qu'elles ont à l'esprit. En tant qu'ingénieur des exigences, on peut reformuler (ou laisser reformuler par les parties prenantes) devant les autres parties concernées. Les aspects vagues ou peu clairs peuvent être expliqués pour aider les parties en conflit à comprendre le problème sous-jacent.

La *cause* est la raison pour laquelle les parties prenantes ne peuvent pas continuer à travailler de manière indépendante. Une fois cette question clarifiée, elle peut indiquer la voie vers une technique de résolution appropriée, voire la résolution elle-même.

L'*historique* du conflit peut aider les nouvelles parties à comprendre les approches ou les arguments passés contre les exigences ou les options concernées. Il est probable que toutes les parties n'aient pas le même niveau de connaissances, ce qui peut en fait être la principale raison du conflit.

Les *conséquences* sont les coûts associés aux exigences pertinentes mises en œuvre. Ces coûts peuvent également ne pas être clairs pour certaines parties et doivent être estimés afin de contribuer à la résolution du conflit.

Les *risques qui en résultent* peuvent être très importants pour décider quand (c'est-à-dire dans quelle phase de l'analyse) résoudre le conflit.

Les *contraintes du projet* sont de nature personnelle, organisationnelle, spécifique au contenu ou au domaine. Ils sont liés au type de conflit et influencent le choix d'une technique de résolution des conflits appropriée. Dans le cadre d'un projet particulier, par exemple, il se peut que le temps manque (contrainte organisationnelle du projet) pour résoudre le conflit avec l'accord technique (voir la section 4.3 – Résolution des conflits).

4.2.2 Les types de conflits de Moore

Le type de conflit est important pour décider si un conflit donné est un conflit d'exigences ou non. [IREB2020] a élargi les cinq types de conflits originaux de Moore [Moor2014] par le conflit sur le sujet, car ce conflit se produit souvent dans l'IE :

- Conflit de sujets
- Conflit de données
- Conflit d'intérêt
- Conflit de valeur
- Conflit structurel
- Conflit relationnel

La plupart des conflits d'exigences peuvent être classés en conflits de données, conflits d'intérêts ou conflits de valeurs. Les conflits de sujets, s'ils existent, sont souvent révélés dès les premières phases du projet. Les conflits structurels et relationnels ne sont généralement pas liés aux exigences et doivent donc être résolus par d'autres participants. Cependant, la plupart des conflits présentent des caractéristiques de plus d'un type car différentes causes interagissent. Les ingénieurs des exigences doivent prêter attention à tous les types de conflits, même si une solution ne relève pas de leur responsabilité.

4.2.2.1 Conflit de sujets

Un conflit d'objet se produit lorsque les parties en conflit ont réellement des besoins factuels différents, principalement en raison de l'utilisation prévue du système dans des environnements différents. Parfois, l'existence d'un conflit sur un sujet donné est évidente pour certaines parties prenantes dès le début d'un projet, mais elle est ignorée pour éviter de retarder le démarrage du projet. Plus souvent, elle est détectée lorsque le cercle des parties prenantes est élargi après la phase initiale du projet.

Exemples de conflits de sujets :

- Un système qui doit être utilisé dans différents pays, chacun ayant sa propre législation.
- Les parties prenantes d'un service du personnel demandent des données consolidées à la fin de la journée de travail, tandis que les parties prenantes du service d'assistance ont besoin de données en temps réel.

Il peut être difficile de résoudre un tel conflit car les faits sous-jacents ne peuvent être modifiés.

Stratégies de prévention et de résolution :

- Analyser et documenter les faits en détail.
- Les parties prenantes doivent se mettre d'accord sur la nature exacte du conflit.
- Les parties prenantes doivent indiquer les risques, les coûts ou les dommages qu'elles encourront si le conflit n'est pas résolu à leur satisfaction.

4.2.2.2 Conflit de données

Un conflit de données est basé sur un manque de connaissances, sur une distribution inégale des connaissances ou sur une interprétation différente des données dont disposent les parties au conflit.

Exemples de conflits de données :

- Les parties prenantes peuvent s'opposer à l'existence ou à l'interprétation d'une règle de gestion décrite dans une exigence.
- Les parties prenantes ne s'entendent pas sur la raison d'être d'une exigence.
- Les parties prenantes ont une compréhension différente des termes et de leurs définitions contenus dans les exigences.

Si un conflit de données est à l'origine d'une discussion, on peut observer que la communication entre les parties en conflit se concentre sur les "informations factuelles" du modèle des "quatre côtés" de Schulz von Thun [Schulz von Thun 1981]. Les parties prenantes échangent des informations et partagent des faits et des chiffres importants.

Stratégies de prévention et de résolution :

- Les données doivent être fournies aux parties prenantes par l'échange ou la collecte d'informations supplémentaires.
- Les informations pertinentes pour le conflit de données spécifique doivent être identifiées.
- Les parties prenantes devraient convenir d'un processus commun de collecte de données assorti de critères d'évaluation.
- Les parties prenantes doivent se mettre d'accord sur les experts qui fourniront les informations pertinentes.

4.2.2.3 Conflit d'intérêt

Un conflit d'intérêts repose sur les différentes motivations des parties au conflit. Les motivations peuvent être formées par des objectifs personnels, des objectifs liés à un groupe ou des objectifs liés à un rôle. Étant donné qu'un conflit d'intérêts n'est pas basé sur la possession d'informations (comme le conflit de données), il est important de comprendre les préoccupations et les besoins des parties prenantes pour résoudre ce type de conflit.

Dans le cas d'intérêts personnels, les parties prenantes ne révèlent souvent pas leurs véritables motivations, mais trouvent des arguments artificiels.

Exemples de conflits d'intérêts :

- Une partie prenante du service de sécurité peut exiger des normes plus élevées pour le cryptage qui nécessite plus de temps, tandis que l'utilisateur du système met l'accent sur la performance du système pour son travail quotidien.
- Une partie prenante souhaite que son département soit responsable de la mise en œuvre d'une fonction pour le prestige de ses employés, tandis que l'architecte du système plaide en faveur d'un autre composant afin d'améliorer la stabilité de l'architecture du système.
- Une partie prenante demande qu'une fonction pour son travail soit mise en œuvre dans la prochaine version, mais le promoteur du système estime que d'autres fonctions sont plus importantes pour la majorité des utilisateurs.

Si un conflit d'intérêts est à l'origine d'une discussion, on peut observer que la communication entre les parties au conflit est axée sur l'"attrait" du modèle des "quatre côtés" de Schulz von Thun [Schulz von Thun 1981]. Les parties au conflit tentent de convaincre les autres de suivre leurs arguments et de comprendre les besoins du rôle ou du groupe.

Stratégies de prévention et de résolution :

- L'intérêt et les conséquences doivent être révélés et examinés dans un contexte différent ou par une instance différente qui peut être plus objective.
- L'ensemble des intérêts permet d'extraire les faits pertinents pour le conflit, de sorte qu'une résolution fondée sur les faits peut être soutenue.

4.2.2.4 Conflit de valeur

Un conflit de valeurs repose sur des valeurs et des principes différents. Il est lié au conflit d'intérêts, mais il est plus individuel et implique des perspectives globales ou à long terme. Si une personne change de rôle, ses intérêts peuvent changer, mais les valeurs sont plus stables et changent rarement à court terme.

Exemples de conflits de valeurs :

- Les parties prenantes peuvent éviter les produits contenant beaucoup de plastique ou qui ne sont pas recyclables, tandis que d'autres préfèrent les produits bon marché. La valeur de la protection de l'environnement s'oppose à la valeur d'une production bon marché.
- Les parties prenantes peuvent estimer que la représentation graphique d'un logiciel est moins importante que les applications basées sur des commandes.
- Les parties prenantes peuvent trouver la discrimination par les prix (= un fournisseur vend le même produit à des prix différents à des clients différents) injuste pour les utilisateurs d'un site web de commerce électronique.

Si un conflit de valeurs est à l'origine d'une discussion, on peut observer que la communication entre les parties au conflit est axée sur l'"auto-révélation" du modèle des "quatre côtés" de Schulz von Thun [Schulz von Thun 1981]. Les parties au conflit soulignent pourquoi leurs arguments sont importants de leur point de vue et donnent un certain nombre d'arguments qui révèlent leurs valeurs et principes internes. Ils ont tendance à insister sur leurs arguments et semblent avoir de l'expérience dans la défense de la question concernée.

Stratégies de prévention et de résolution :

- Les parties prenantes doivent permettre aux parties au conflit d'être d'accord ou non sur les arguments, sans jugement mais avec tolérance.
- Les parties en conflit doivent se concentrer sur leur terrain d'entente, là où leurs valeurs sont alignées.
- Les parties en conflit doivent se concentrer sur un objectif global commun et un contexte plus large plutôt que sur leurs différences et les détails.

4.2.2.5 Conflit structurel

Un conflit structurel est basé sur l'inégalité des pouvoirs, la concurrence pour des ressources limitées et les dépendances structurelles qui influencent les parties en conflit. Le déséquilibre perçu entraîne des problèmes de communication, d'expression des besoins et de prise de décision. Un conflit structurel peut également être dû à des restrictions strictes en matière de ressources ou à des dépendances à l'égard de produits à livrer par d'autres parties.

Exemples de conflits structurels :

- Les parties prenantes peuvent supprimer des exigences parce qu'elles pensent qu'une partie au conflit disposant d'une plus grande autorité pourrait s'y opposer.
- Les parties prenantes les plus influentes au sein de l'organisation peuvent essayer de modifier la priorité des exigences.
- Les parties prenantes qui souhaitent une plus grande transparence formulent une demande d'accès à une application spécifique afin de ne pas être surprises par un autre service qui fournit toujours des informations trop tard.

Si un conflit structurel est à l'origine d'une discussion, on peut observer que la communication entre les parties au conflit est axée sur la "relation" du modèle des "quatre côtés" de Schulz von Thun [Schulz von Thun 1981]. Les parties en conflit peuvent utiliser la discussion sur les exigences pour modifier ou préserver le statu quo. Selon le point de vue, les parties au conflit soulignent leur désaccord ou leur désir de changer (pour la partie qui détient le pouvoir : préserver) la structure ou les relations actuelles.

Stratégies de prévention et de résolution :

- Les responsabilités (par exemple pour la fourniture d'exigences) et les ressources sont redistribuées par une partie occupant un poste de haut niveau.
- Les dépendances sont dissoutes par une partie occupant une position plus élevée.
- Un autre processus de décision doit être mis en œuvre.

- La pression extérieure doit être redéfinie de manière à ce qu'elle n'influence pas le travail ou les exigences de la partie en conflit.

Comme la plupart des stratégies de résolution décrites ici ne relèvent pas des responsabilités de l'ingénieur des exigences, celui-ci ne peut qu'escalader les conflits structurels et laisser les autres parties prenantes intervenir.

4.2.2.6 Conflit relationnel

Un conflit relationnel peut être basé sur des expériences négatives avec les parties en conflit dans le passé, ou sur d'autres expériences négatives dans des situations comparables avec des personnes similaires. Elle est souvent liée aux émotions et à une mauvaise communication, ce qui la rend beaucoup plus difficile à résoudre.

Exemples de conflits relationnels :

- Les parties prenantes attaquent verbalement l'autre partie au conflit sans raison valable ou de manière très émotionnelle. Les faits et les discussions équitables semblent être hors de propos.
- Lors d'une discussion, une partie prenante du département logiciel n'accepte pas une exigence discutée avec l'architecte du système parce qu'elle considère que les architectes n'ont aucune idée de la réalité du travail des programmeurs.
- Une partie prenante n'accepte pas l'invitation à l'atelier de l'ingénieur des exigences parce que son ennemi juré participera à la réunion.

Si un conflit relationnel est à l'origine d'une discussion, on peut observer que la communication entre les parties au conflit est axée sur la "relation" du modèle des "quatre côtés" de Schulz von Thun [Schulz von Thun 1981]. Les parties en conflit peuvent utiliser la discussion sur les exigences pour exprimer leur désaccord avec le comportement de l'autre partie en conflit. Les faits et les discussions équitables ne semblent pas avoir beaucoup d'importance pour les parties en conflit.

Stratégies de prévention et de résolution :

- Les parties prenantes doivent se mettre d'accord sur les règles et les procédures de réunion en cas d'émotions.
- L'ingénieur des exigences doit obtenir les exigences des parties impliquées dans le conflit séparément et sans révéler les sources des exigences. De cette manière, l'activité d'élucidation reste plus objective.
- Prévenir le comportement négatif des parties au conflit.
- L'examen et l'accord sont effectués sans la participation directe des parties en conflit ou par une tierce partie neutre.

Comme la plupart des stratégies de résolution décrites ici ne relèvent pas de la responsabilité de l'ingénieur des exigences, celui-ci ne peut qu'escalader les conflits relationnels et laisser les autres parties prenantes intervenir.

4.3 Résolution des conflits

Une condition préalable à la sélection d'une technique de résolution appropriée est une compréhension approfondie de la nature du conflit d'exigences.

Sur la base de cette analyse et des contraintes du projet, l'ingénieur en charge des exigences peut choisir une technique de résolution appropriée. Toutes les techniques décrites dans cette section sont structurées de la même manière que les techniques d'élucidation du chapitre 3.

On peut distinguer les principales techniques de résolution suivantes (voir [IREB2020]) :

- Accord
- Compromis
- Vote
- Définition de variantes
- Le chef a toujours raison

4.3.1 Accord

Qu'est-ce que c'est ?

L'accord est le résultat d'une discussion au cours de laquelle un ensemble existant d'exigences, ou une résolution de conflit, est sélectionné sans changement parmi un certain nombre d'options disponibles. Pour parvenir à une telle résolution, il est essentiel de disposer de suffisamment de temps pour comprendre parfaitement les positions de toutes les parties prenantes et les convaincre que l'option sélectionnée est également leur choix préféré.

Rôle des participants

Le modérateur peut rappeler aux parties prenantes de converser de manière constructive et efficace. Il doit être neutre par rapport aux options et être accepté dans ce rôle par le groupe. Les parties prenantes impliquées doivent se concentrer sur les faits et permettre aux autres de poser des questions.

Préparation

Pour un très grand groupe, il est conseillé de nommer un représentant par groupe. Les parties prenantes sont invitées, informées de l'ordre du jour et de leur contribution attendue au processus.

Application

- Le modérateur définit le sujet et établit un ordre du jour avec un calendrier.
- Le modérateur présente les données relatives au conflit et explique les techniques de résolution possibles.
- Les parties prenantes présentent leurs arguments sans interruption, après quoi les autres parties peuvent poser des questions.
- Le modérateur suit la discussion et propose une résolution appropriée. Si cela semble impossible en raison du type de sujet, du type de conflit ou de l'apparition de

nouveaux conflits, le modérateur doit mettre fin à la discussion et proposer une autre technique de résolution.

Traitement des résultats

Un participant peut résumer le résultat pour tous les participants. Le modérateur doit faciliter l'obtention immédiate d'un accord informel entre toutes les parties. Si les options sont trop complexes, le résultat et les exigences concernées sont complétés ultérieurement et examinés individuellement.

Produits d'activités typiques

Arguments pour et contre les différentes alternatives ; la solution choisie (y compris les exigences convenues par les parties au conflit).

Les opportunités

L'accord permet aux parties en conflit de mieux se comprendre et de mieux cerner leurs besoins. Un résultat positif peut constituer une motivation supplémentaire pour le groupe et le résultat a de bonnes chances d'être durable.

Défis

La difficulté consiste à présenter l'essence du conflit de manière à ce que chacun sache de quoi il sera question. Pour le modérateur, il peut être difficile d'éviter que la culture de la discussion n'influence négativement le résultat, et de ne pas parvenir à un accord alors qu'un accord semblait probable. Il est difficile de maintenir les parties prenantes à un niveau factuel, de partager équitablement le temps de discussion et de respecter le calendrier.

Variantes

Sans objet.

4.3.2 Compromis

Qu'est-ce que c'est ?

Le compromis est le résultat d'une discussion au cours de laquelle des aspects d'un ensemble existant d'exigences ou de résolutions de conflits, ainsi que de nouveaux aspects, sont combinés pour créer de nouvelles options. Pour parvenir à une telle résolution, il est essentiel de disposer de suffisamment de temps pour bien comprendre les positions respectives et tous les aspects du problème afin de négocier une résolution qui réponde aux besoins de chacun.

Rôle des participants

Le modérateur peut rappeler aux parties prenantes de respecter les règles convenues et de poursuivre la discussion de manière constructive et efficace. Il doit être neutre par rapport aux options et être accepté dans ce rôle par le groupe. Les parties prenantes impliquées doivent se concentrer sur les faits et permettre aux autres de poser des questions afin de comprendre pleinement tous les aspects importants pour les parties au conflit.

Préparation

L'accord aurait d'abord dû être envisagé et exclu comme option immédiate. Notez que, par définition, un accord n'est pas possible pour un conflit d'objet. Dans un tel conflit, un compromis est la première option à envisager.

Pour un très grand groupe, il est conseillé de nommer un représentant par groupe. Les parties prenantes sont invitées, informées de l'ordre du jour et de leur contribution attendue au processus.

Application

- Le modérateur définit le sujet et établit un ordre du jour avec un calendrier.
- Le modérateur présente les données relatives au conflit et explique les techniques de résolution possibles.
- Les parties prenantes présentent leurs arguments sans interruption, après quoi les autres parties peuvent poser des questions.
- Le modérateur conseille aux parties en conflit de négocier d'abord sur les aspects les plus importants.
- Dès que les parties au conflit se mettent d'accord sur un aspect particulier, le modérateur doit veiller à ce que cet accord soit documenté.
- Le modérateur suit la discussion et encourage l'application des règles de communication.

Traitement des résultats

Un participant peut résumer le résultat pour tous les participants. Le modérateur doit faciliter l'obtention immédiate d'un accord informel entre toutes les parties. Si les options sont trop complexes, le résultat (et les exigences concernées) peut être complété ultérieurement et examiné individuellement.

Produits d'activités typiques

Argumentation sur les raisons pour lesquelles un accord n'est pas une technique de résolution appropriée. Différents aspects ont été discutés, notamment les exigences sur lesquelles les parties au conflit se sont mises d'accord.

Les opportunités

Un compromis permet aux parties en conflit de mieux se comprendre et de mieux cerner leurs besoins, sans qu'il soit nécessaire de parvenir à un accord complet.

De nouveaux aspects peuvent être intégrés et davantage de parties prenantes contribuent à la résolution créée. Un résultat positif peut constituer une motivation supplémentaire pour le groupe et le résultat a de bonnes chances d'être durable.

Défis

La difficulté consiste à présenter l'essence du conflit de manière à ce que tout le monde sache ce qui doit être discuté. Pour le modérateur, il peut être difficile d'empêcher la culture de la discussion d'influencer négativement le résultat, par exemple lorsque la partie

dominante obtient un meilleur résultat pour elle-même mais pas pour l'ensemble du projet. Le modérateur doit donc veiller à ce que les parties prenantes s'en tiennent aux faits, prennent une part égale du temps de discussion et respectent le délai imparti.

Variantes

Sans objet.

4.3.3 Vote

Qu'est-ce que c'est ?

Le vote est le résultat d'une sélection parmi un ensemble d'exigences existantes. Il est essentiel que les options possibles, ou l'ensemble des exigences, soient bien comprises par les décideurs. Afin que des dépendances ou un déséquilibre de pouvoir n'influencent pas le résultat, le vote pour une option doit être secret.

Rôle des participants

Les décideurs doivent comprendre les conséquences de leurs choix et les options disponibles. Un modérateur peut les guider tout au long du processus et leur communiquer les étapes de la procédure de vote, les options disponibles et le résultat du vote.

Préparation

Les parties prenantes ayant le pouvoir de décider du sujet doivent transférer le pouvoir de décision aux parties prenantes sélectionnées et accepter le résultat. Afin d'indiquer clairement ce pour quoi les parties prenantes doivent voter, des propositions doivent être élaborées pour chaque option. Un comité de vote neutre est sélectionné et des feuilles de vote avec des choix appropriés sont préparées.

Application

- Une fois qu'il a été convenu de résoudre un conflit par le biais de la technique de résolution "Vote", chaque partie impliquée dans le conflit doit préparer une proposition décrivant sa position et les conséquences possibles de la solution proposée aux décideurs. Une fois les propositions préparées et distribuées, la réunion de vote peut avoir lieu.
- Lors de la réunion de vote, le modérateur doit expliquer la procédure de vote et les positions respectives aux décideurs.
- En option, chaque partie peut présenter sa proposition et répondre aux questions des décideurs.
- Les feuilles de vote sont collectées et évaluées.

Traitements des résultats

Les résultats du vote doivent être documentés.

Produits d'activités typiques

Les propositions d'options suggérées, y compris les avantages et les inconvénients, ainsi que les feuilles de vote remplies.

Les opportunités

Le vote peut permettre l'implication de nombreuses parties prenantes, ce qui permet d'obtenir une plus grande satisfaction de ces dernières.

Défis

Il peut être difficile d'expliquer des options complexes de manière à ce qu'elles soient comprises par tous les décideurs. Les tendances politiques pourraient influencer la décision.

Variantes

Pour les décisions simples, le vote peut être effectué spontanément, sans préparation, et terminé très rapidement. Divers outils soutiennent la prise de décision et l'implication des parties prenantes situées n'importe où dans le monde. Ces outils peuvent également prendre en charge une procédure de vote qui n'est pas synchrone.

4.3.4 Définition de variantes

Qu'est-ce que c'est ?

La définition des variantes est le résultat de l'intégration des exigences pertinentes et différentes dans une solution dans laquelle le système peut être configuré pour prendre en charge l'une ou l'autre option. Le configurateur ou l'utilisateur du système peut alors sélectionner une caractéristique représentant l'ensemble des exigences souhaitées lors de la configuration ou de l'exécution. Souvent, un ensemble supplémentaire d'exigences doit être mis en œuvre pour permettre le passage d'une option à l'autre. Étant donné que chaque option – ainsi que le passage d'une option à l'autre – doit être définie et gérée, la définition de variantes pourrait s'avérer coûteuse et déboucher sur des systèmes compliqués dotés de fonctions rarement utilisées.

Conseil 4.3.1:

L'ingénieur des exigences doit évaluer si la définition de variantes n'est pas en fait une échappatoire à un processus de résolution des conflits approprié, et si elle vaut vraiment la peine d'un effort supplémentaire.

La configuration du système doit être mise en œuvre de manière à ce que les variantes puissent être utilisées indépendamment et que le conflit soit réellement résolu. La définition de variantes est souvent la seule solution viable pour résoudre un conflit de sujets.

Rôle des participants

L'ingénieur chargé des exigences doit souligner les différences entre les variantes afin d'expliquer clairement pourquoi il n'a pas été possible de parvenir à une solution unique.

Préparation

Des techniques telles que l'accord, le compromis et le vote auraient dû être envisagées en premier lieu. Toutes les parties doivent convenir que la création d'une variante entraînant des efforts supplémentaires à l'avenir est la seule solution possible.

Application

- Des réunions séparées pourraient être organisées avec chaque partie afin d'obtenir les exigences concernées pour les différentes options, de manière à ce qu'elles n'interfèrent pas les unes avec les autres.
- Une fois que les options distinctes ont été spécifiées, les parties examinent les options en vue d'une meilleure harmonisation. S'il y a une plus grande concordance, les parties communes des différentes options devraient alors être combinées.
- Lorsqu'il n'est pas possible de poursuivre l'alignement, les exigences relatives au passage d'une variante à l'autre doivent être spécifiées.

Traitement des résultats

Les résultats de la définition des variantes doivent être documentés.

Produits d'activités typiques

Idéalement, les produits d'activités sont les exigences affectées à chaque option et les exigences relatives au mécanisme de sélection des options.

Les opportunités

La définition de variantes permet d'intégrer les besoins particuliers des différentes parties prenantes. Cela peut améliorer le niveau d'implication et accroître la satisfaction des parties prenantes.

Défis

Il peut être difficile de créer des options qui sont vraiment nécessaires et qui minimisent les efforts supplémentaires dans le processus de développement.

Variantes

Le point de déviation peut être défini très tôt ou très tard dans le cycle de vie du produit. Il peut s'agir d'une configuration en cours d'exécution, d'une configuration en cours d'installation ou de produits ou de familles de produits complètement différents. Il est important de trouver le bon point de déviation afin de trouver un bon équilibre entre l'effort (principalement les coûts) et les besoins individuels des parties prenantes.

4.3.5 Le chef a toujours raison

Qu'est-ce que c'est ?

"Le chef a toujours raison" est le résultat de la sélection d'un ensemble d'exigences existantes. Il est essentiel que les options possibles, ou l'ensemble des exigences, soient bien comprises par le décideur. Comme le décideur peut passer outre toutes les parties impliquées dans le conflit, le déséquilibre des pouvoirs n'influe pas sur le résultat.

Rôle des participants

Le décideur doit comprendre les conséquences de ses choix et les options disponibles. Il doit également justifier sa décision afin qu'elle puisse être acceptée par toutes les parties impliquées dans le conflit. Des experts peuvent être consultés pour recueillir des arguments en faveur des différentes options et pour aider le décideur à acquérir les connaissances nécessaires.

Préparation

Il convient d'identifier un décideur accepté par toutes les parties impliquées dans le conflit. Les parties au conflit ou les experts préparent des propositions contenant une explication de toutes les options soumises à la décision de passer outre.

Application

- Le décideur doit lire les propositions et peut poser des questions.
- En option, chaque partie peut présenter sa proposition en personne et répondre aux questions du décideur.
- Le décideur annonce sa décision.

Traitement des résultats

Les résultats, y compris les raisons, sont documentés.

Produits d'activités typiques

Un document contenant les propositions et l'option choisie, ainsi que la motivation de la décision.

Les opportunités

La hiérarchie de l'organisation peut être utilisée pour trouver une solution s'il n'y a pas d'autre moyen de la trouver.

Défis

Il peut être difficile d'élaborer une proposition qui contienne tous les faits, les besoins et les conséquences des différentes options.

Variantes

Un comité de décideurs peut passer outre. La décision peut être prise par un expert neutre, accepté par toutes les parties, plutôt que par le responsable des parties en conflit.

4.3.6 Techniques auxiliaires

En outre, il existe plusieurs techniques auxiliaires, par exemple :

- Communication non violente [Rosenberg2015]
- Techniques de négociation [FiUP2012]
- Considérer tous les faits [DeBono2006]
- Points forts/Points faibles [DeBono2006]
- Matrice de décision [BiAB2006] [IsNe2013]

4.3.7 Trouver une technique de résolution des conflits adaptée

En fonction des caractéristiques d'un conflit, il convient de choisir les techniques de résolution appropriées.

	Accord	Compromis	Définition de variantes (configurabilité)	Vote	Le chef a toujours raison	Légende :
1 Nombre élevé de parties prenantes et/ou d'opinions différentes	-	-	0	+	+	+ recommandé 0 applicable, décider en fonction d'autres contraintes de l'utiliser ou non - non recommandé
2 Criticité élevée de la situation ¹¹	+	-	-	-	0	Les décisions doivent être mûrement réfléchies et acceptées par toutes les parties prenantes.
3 Large répartition des parties prenantes	-	-	+	+	+	Voir 1. Il pourrait être judicieux de créer des variantes individuelles pour répondre aux différents besoins (locaux). Le vote et "le chef a toujours raison" peuvent être effectués virtuellement.
4 La résolution des conflits est soumise à une forte pression temporelle	-	-	-	+	+	La définition des variantes prend trop de temps, car il faut définir deux variantes et le mécanisme de configuration.

¹¹ Cela signifie qu'un résultat erroné de la résolution entraîne un risque élevé pour la mise en œuvre.

	Accord	Compromis	Définition de variantes (configurabilité)	Vote	Le chef a toujours raison	Légende :
5 La clarté du résultat est importante	+	+	-	0	+	+ recommandé 0 applicable, décider en fonction d'autres contraintes de l'utiliser ou non - non recommandé
6 Faible compétence sociale des parties prenantes ¹²	-	-	+	+	+	L'accord et le compromis requièrent des compétences sociales afin d'échanger des opinions.
7 Situation compliquée ¹³	-	+	-	-	0	Dans les situations compliquées, une partie au conflit doit se concentrer sur les aspects qu'elle peut comprendre. Combiner les compétences et accepter les différents aspects conduit à des compromis. Si la décision est prise par un expert possédant les compétences nécessaires, il est possible de passer outre.
8 Longue durée de vie des résultats	+	-	+	-	-	Les mauvais compromis, le vote et le dépassement peuvent conduire à des parties en conflit qui n'accepteront pas le résultat et voudront le modifier au fil du temps.

¹² Les parties prenantes ne sont pas capables ou désireuses de s'écouter les unes les autres et ne sont pas capables d'accepter d'autres opinions.

¹³ Le sujet est si compliqué que toutes les parties prenantes ne peuvent pas en comprendre les conséquences.

	Accord	Compromis	Définition de variantes (configurabilité)	Vote	Le chef a toujours raison	Légende :
9 Faible motivation des parties prenantes (à participer activement)	-	-	+	+	+	+ recommandé 0 applicable, décider en fonction d'autres contraintes de l'utiliser ou non - non recommandé
10 Peu de disponibilité des parties prenantes	-	-	0	+	+	L'accord et le compromis nécessitent un certain temps de discussion et d'implication, d'où la nécessité d'une grande motivation.
11 Besoins factuels contradictoires	-	0	+	-	-	L'accord et le compromis nécessitent un certain temps de discussion et de participation. Selon la nature de la variante, il peut être moins long de définir uniquement sa propre variante plutôt que l'ensemble du système.
12 Conflit concernant les données	+	+	0	+	-	Un compromis, s'il est possible, peut être plus facile à développer, mais entraînera dans la plupart des cas des coûts opérationnels plus élevés. Pendant la durée de vie du système, les variantes peuvent être la meilleure solution.
13 Conflit d'intérêts	-	0	+	0	+	En fonction du contenu, les variantes peuvent être une technique appropriée.
						Le vote ne résout pas vraiment le conflit, car la majorité l'emporte toujours.

	Accord	Compromis	Définition de variantes (configurabilité)	Vote	Le chef a toujours raison	Légende :
14 Conflit de valeur	-	-	+	-	0	<p>Les valeurs ne pouvant être modifiées à court terme, la création de variantes est le seul moyen de satisfaire toutes les valeurs. Si la création de variantes n'est pas une technique appropriée, l'annulation est la seule option.</p>
15 Conflit structurel	-	0	-	+	+	<p>Les effets négatifs du conflit structurel empêchent un accord honnête et une discussion équitable, ce qui rend tout accord ou compromis improbable. Cependant, le compromis pourrait être la seule technique de résolution restante.</p> <p>Comme le vote est anonyme et que passer outre implique une instance au-dessus des deux parties au conflit, la répartition du pouvoir est minimisée.</p> <p>Si le conflit dans la répartition des votes à la majorité n'est pas une technique appropriée.</p>
16 Conflit relationnel	-	-	-	-	-	Il n'existe pas de technique appropriée ou la responsabilité de résoudre ce type de conflit n'incombe pas à l'ingénierie des exigences.

4.4 Documentation de la résolution du conflit

Après sa résolution, le conflit doit être correctement documenté. Outre les caractéristiques du conflit mentionnées dans la section 4.2, cela doit comprendre en particulier :

- Hypothèses concernant le conflit et sa résolution
- Contraintes influençant le choix de la technique de résolution du conflit et/ou la résolution
- Alternatives potentielles envisagées
- Résolution du conflit, y compris les raisons pour la résolution choisie
- Décideurs et autres contributeurs

Si elles ne sont pas documentées, les parties prenantes peuvent simplement oublier ou ignorer les décisions qui ont été prises, ou essayer de les modifier par la suite. Cela se produit souvent dans des situations où le conflit d'exigences est résolu, mais où un conflit social sous-jacent n'est pas résolu.

5 Compétences de l'ingénieur des exigences

Ce chapitre donne une vue d'ensemble des compétences importantes pour l'ingénieur en charge des exigences. La communication étant un élément essentiel de l'ingénierie des exigences, d'importantes théories de la communication seront présentées afin de mieux comprendre les mécanismes qui régissent la communication. Enfin, le développement personnel étant un processus continu, les trois dernières sections de ce chapitre traitent de l'auto-réflexion, des possibilités de développement personnel et de l'apprentissage tout au long de la vie.

5.1 Compétences requises dans les domaines de l'élucidation

Les approches et les techniques expliquées dans les chapitres précédents constituent l'ensemble des compétences de base de l'ingénieur des exigences. La maîtrise de ces compétences (difficiles) est une condition préalable pour les praticiens et les spécialistes. Mais cela ne suffit pas : pour réussir, l'ingénieur en exigences doit également posséder un certain nombre de compétences non techniques (voir, par exemple, [GleA2020], [Klaus2007]), telles que les compétences en matière de communication, la pensée analytique, l'empathie, les compétences en matière de résolution des conflits, les compétences en matière de modération, la confiance en soi et la capacité à convaincre.

Marcel Robles [Robles2012] donne un aperçu des dix principales compétences non techniques les plus importantes :

- **Communication** – orale, capacité d'expression, écrite, présentation, écoute
- **Courtoisie** – manières, étiquette, étiquette des affaires, gracieux, dit s'il vous plaît et merci, respectueux
- **Flexibilité** – adaptabilité, volonté de changement, apprentissage tout au long de la vie, acceptation de la nouveauté, adaptation, capacité d'apprentissage
- **Intégrité** – honnête, éthique, morale élevée, valeurs personnelles, faire ce qui est juste
- **Compétences interpersonnelles** – sympathique, avenant, sens de l'humour, amical, attentionné, empathique, maîtrise de soi, patient, sociabilité, chaleur, compétences sociales
- **Attitude positive** – optimiste, enthousiaste, encourageant, heureux, confiant
- **Professionnalisme** – esprit d'entreprise, bien habillé, apparence, prestance
- **Responsabilité** – responsable, fiable, fait le travail, débrouillard, auto-discipliné, veut bien faire, consciencieux, bon sens
- **Travail d'équipe** – coopératif, s'entend avec les autres, agréable, solidaire, serviable, collaboratif
- **Ethique de travail** – travailleur acharné, volonté de travailler, loyauté, esprit d'initiative, motivation personnelle, ponctualité, assiduité

Bien que toutes les caractéristiques susmentionnées soient pertinentes pour chaque professionnel, les caractéristiques suivantes sont particulièrement importantes en ce qui concerne l'élaboration des exigences :

- **Conscience du contexte** – connaître le contexte dans lequel on opère et adapter son approche en conséquence
- **Conscience éthique** – toute technologie peut avoir un impact négatif sur les personnes, la société et l'environnement. Si l'ingénieur des exigences détecte un tel impact négatif, il doit l'indiquer explicitement afin d'encourager la discussion pour atténuer l'impact.
- **Compétences interculturelles** – capacité à travailler dans et avec des cultures différentes (entreprise, domaine, région, etc.)
- **Leadership** – capacité à conduire les parties prenantes vers un certain objectif
- **Nature motivante** – capable d'inspirer les parties prenantes en vue d'atteindre un certain objectif
- **Neutralité** – capacité à servir toutes les parties prenantes (concernées) et leurs intérêts de manière égale, sans intérêt personnel
- **Réflexion** – capacité à recevoir un retour d'information et à évaluer la situation et son propre comportement
- **Conscience de soi** – connaître sa propre position par rapport aux parties prenantes et adapter son approche en conséquence

En fonction de l'entreprise, du contexte du projet et des parties prenantes, certaines compétences peuvent nécessiter plus d'attention que d'autres. Néanmoins, tous sont importants : en fait, la conscience contextuelle se réfère à la capacité d'appliquer les bonnes compétences au bon moment, lorsqu'une situation donnée l'exige.

De toutes les compétences non techniques, la communication est le facteur clé de succès pour l'ingénieur des exigences – ce n'est pas une coïncidence si Robles mentionne cette compétence en premier.

Toute interaction entre l'ingénieur des exigences et les parties prenantes (qui sont les principales sources d'exigences) est une forme de communication et la plupart, sinon la totalité, des compétences susmentionnées jouent un rôle. Certaines compétences, comme l'intégrité et la neutralité, sont importantes pour la communication elle-même ; d'autres, comme le leadership et le travail d'équipe, ne peuvent être acquises que par le biais de la communication.

5.2 Théorie de la communication et modèles de communication

La communication peut être considérée comme un moyen pour les individus d'échanger des messages et de créer du sens. Il s'agit de tout comportement d'une personne visant à faire comprendre quelque chose à une autre personne qui le perçoit et l'interprète. En outre, la communication est considérée comme un processus interpersonnel complexe qui utilise toute combinaison de discours, d'écrits et d'autres signaux comme base pour l'échange de concepts, de pensées, d'opinions et d'informations.

La communication est efficace si l'échange aboutit à une concordance entre le sens voulu et le sens perçu. Une communication efficace n'est pas nécessairement efficiente dans le sens où le résultat souhaité est atteint avec un minimum d'efforts, de temps, de complexité et d'investissement de ressources. En fait, comme une bonne communication repose

largement sur la redondance, une plus grande efficience peut facilement conduire à une moins grande efficacité. L'ingénieur des exigences doit s'assurer que la communication avec les parties prenantes est efficace dans des limites raisonnables d'efficience.

La communication est souvent orientée vers un but : l'expéditeur a l'intention de provoquer un certain comportement chez le destinataire. Lors de l'élucidation et de la résolution des conflits, l'ingénieur des exigences tente de motiver les parties prenantes à se comporter de manière ouverte et collaborative et à révéler librement toutes les informations pertinentes.

Dans une large mesure, la réussite de l'élucidation et de la résolution des conflits dépend de la bonne compréhension des "rouages" de la communication. Plusieurs modèles issus de la théorie de la communication sont présentés ci-dessous, avec leur pertinence pour l'élaboration des exigences.

Le modèle de Shannon-Weaver [ShWe1971] est souvent considéré comme la "mère de tous les modèles de communication". Elle se concentre sur le *codage* d'un *message* d'un *émetteur* à un *récepteur*, qui le *décode* après sa *transmission* à travers un certain *canal* avec le risque que le *bruit* perturbe ce message (voir Figure 25: Le modèle de communication de Shannon-Weaver).

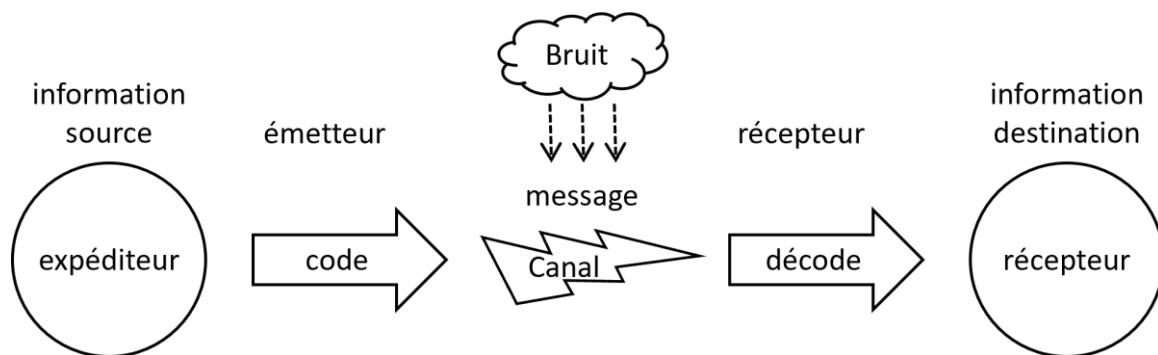


Figure 25: Le modèle de communication de Shannon-Weaver

Dans l'ingénierie des exigences, c'est souvent le bruit "virtuel" qui doit être pris en compte, car il peut conduire à des exigences incorrectes et à des conflits : préjugés, ragots, rumeurs, agendas cachés. L'ingénieur en charge des exigences doit être capable de reconnaître ce type de bruit, de vérifier la compatibilité de l'encodage et du décodage ("Est-ce que nous nous comprenons ?"), et choisir les canaux appropriés (réunions, présentations, publications, etc.) pour communiquer avec les parties prenantes.

Schramm [Schramm1971] a apporté deux modèles à la théorie de la communication.

La communication est considérée comme une *interaction sociale* entre un *émetteur* et un *récepteur*. Le premier modèle de Schramm (voir Figure 26) montre clairement qu'un message ne peut être communiqué avec succès que s'il s'inscrit dans un domaine d'expérience partagée. Schramm a également indiqué que nous devrions examiner l'impact (souhaité et non souhaité) d'un message sur la cible du message.

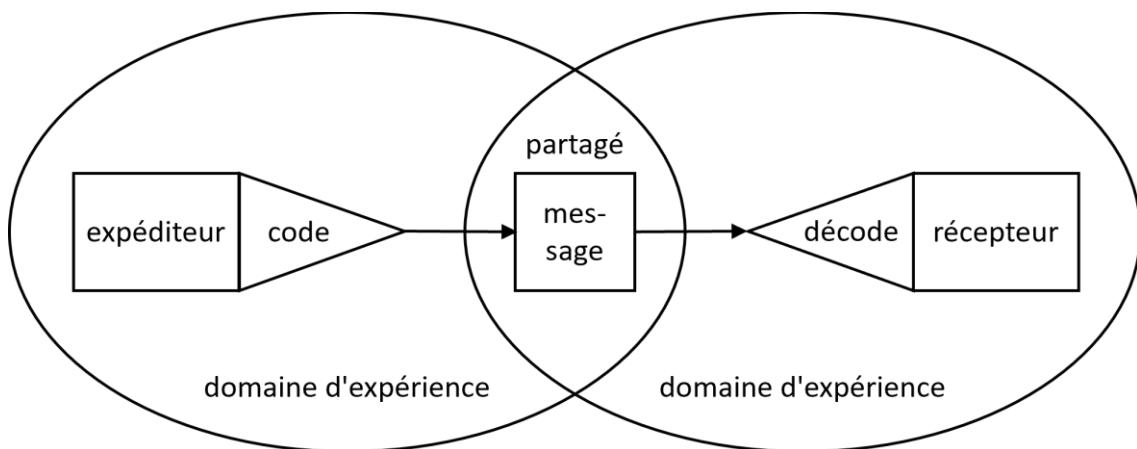


Figure 26: Modèle de communication de Schramm sur les domaines d'expérience partagée

L'ingénieur des exigences doit vérifier si le partage nécessaire existe dans les relations avec les parties prenantes. Son absence peut conduire à l'échec. L'ingénieur en charge des exigences peut élargir la zone d'expérience partagée, par exemple en acquérant une expertise dans le domaine par l'auto-apprentissage ou en donnant une formation sur les questions d'exigences aux parties prenantes.

Schramm a également développé le *modèle circulaire de la communication* (voir Figure 27). Dans ce modèle, l'émetteur code un message qui est décodé et interprété par le récepteur, qui répond en codant un autre message et en le transmettant. Dans le cadre de l'élucidation, ce schéma peut être observé, par exemple lorsque l'ingénieur en charge des exigences pose des questions à une partie prenante, écoute les réponses et les résume par la suite. La notion de retour d'information s'inscrit dans ce modèle.

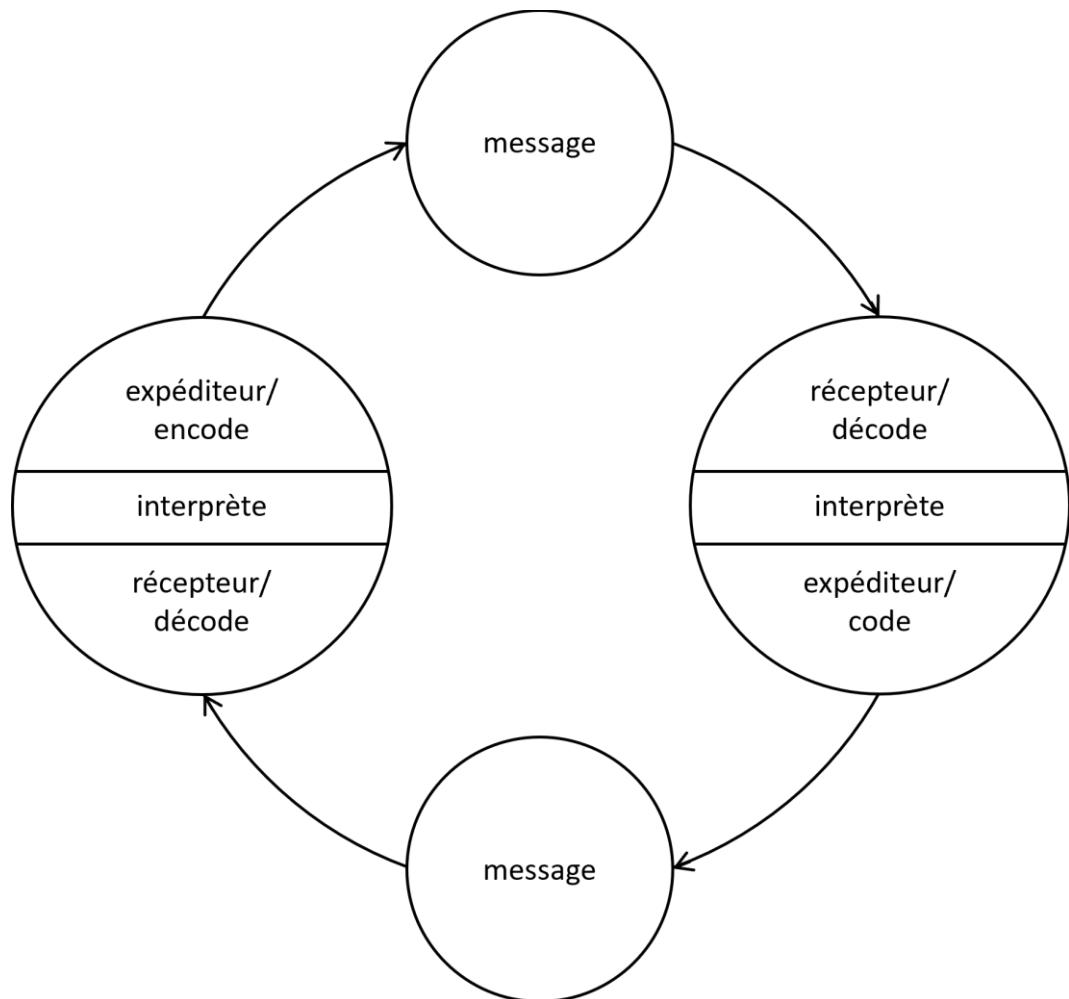


Figure 27: Modèle de communication circulaire de Schramm

Le modèle de communication à 4 faces de Schulz von Thun [ScTh1981] place le *message* au centre et décrit *quatre aspects* à prendre en considération (voir Figure 28).

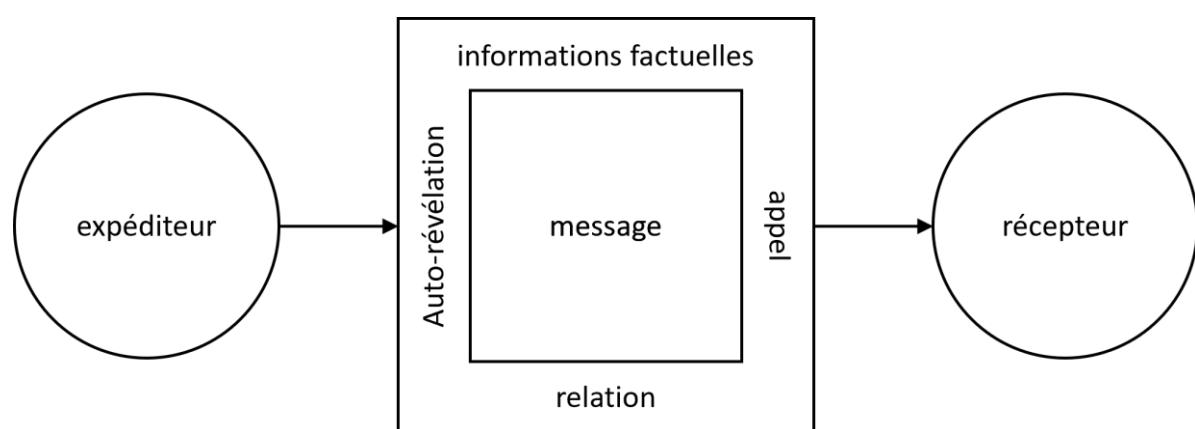


Figure 28: Modèle de communication de Schulz von Thun

L'ingénieur des exigences doit être conscient de tous ces aspects :

- *Informations factuelles*: le contenu factuel d'un message sert de base à l'obtention et à la consolidation des exigences.
- *Auto-révélation*: il s'agit du degré d'engagement d'une partie prenante à l'égard d'une certaine exigence, alors que l'ingénieur des exigences doit maintenir une stricte neutralité.
- *Relations*: l'ingénieur chargé des exigences doit rechercher une relation ouverte et constructive avec les parties prenantes et vérifier le point de vue de ces dernières.
- *Attrait*: l'attrait peut donner des indications sur ce que la partie prenante attend de l'ingénieur des exigences et fournit un retour d'information sur le contenu factuel communiqué.

Tous ces modèles contribuent à la compréhension de la communication entre l'ingénieur chargé des exigences et les parties prenantes. L'idée commune est que la communication consiste à *partager des concepts significatifs entre des individus*. L'essentiel est qu'au cours de cette communication, des informations peuvent être perdues, ajoutées, déformées ou mal interprétées. Ces effets dits de *transformation* (voir 3.3.3) se traduisent par des concepts perçus différemment par les personnes concernées.

L'ingénieur des exigences doit assurer la qualité de sa communication en atténuant ces effets. Il est essentiel d'accorder une attention particulière au *codage* et au *décodage* des messages, de choisir les bons canaux, d'éviter le *bruit* et de vérifier l'interprétation correcte par le biais du *retour d'information*.

La *redondance* est la principale solution aux problèmes de communication. En général, cela signifie que la même information est transmise plusieurs fois, souvent par des canaux différents. Il peut s'agir, par exemple, d'un diagramme accompagné d'une explication ou d'une présentation soutenue par des gestes non verbaux. Si, et seulement si, les messages redondants sont cohérents, ils contribuent à la qualité de la communication.

Conseil 5.2.1:

Utilisez la redondance dans toutes vos communications.

Demandez toujours un retour d'information.

Attention aux effets de transformation.

Essayez d'inciter la partie prenante à reformuler les déclarations suspectes avec d'autres mots, des exemples concrets ou par d'autres moyens (dessins, métaphores, etc.).

5.3 Auto réflexion sur les compétences personnelles dans l'élucidation des exigences

"Je sais que je ne sais rien" (Socrate)

"Je ne sais rien, je suis de Barcelone" (Manuel)

Le syllabus, le présent manuel et la formation qui l'accompagne jettent les bases d'une application réussie des techniques présentées. Cependant, le développement et

l'amélioration des compétences personnelles pour l'élucidation des exigences est un processus d'apprentissage à long terme.

La base de l'amélioration est l'autoréflexion. Il existe trois types de réflexion :

1. Réfléchir à ce que l'on a prévu de faire et repenser ce plan de manière critique : Pourrait-on faire les choses différemment ? Que dois-je attendre des activités prévues ? Qu'est-ce que je veux apprendre ? Puis-je m'améliorer de cette manière ? (réflexion prospective)
2. Réfléchir à la manière dont je fais actuellement mon travail : Est-ce que je me comporte de manière professionnelle ? Est-ce que j'applique ce que j'ai appris ? Quels sont mes craintes et mes espoirs actuels concernant les activités d'élucidation et de résolution des conflits auxquelles je participe ? (accompagnement de la réflexion)
3. Réfléchir à ce que vous avez fait et à la manière dont vous avez accompli vos tâches d'élucidation et de résolution des conflits dans le passé (réflexion rétrospective).



Figure 29: Trois types de réflexion

Même si l'ingénierie des exigences au cours d'un projet de développement est considérée comme une réussite, il existe généralement plusieurs possibilités d'amélioration.

Conseil 5.3.1:

Voici une courte liste de questions pour vous aider à entamer votre processus d'auto-réflexion :

- Une technique a-t-elle donné les résultats escomptés / contribué au développement ? Si oui, quel a été le principal facteur de réussite ? Dans la négative, quelle est la raison de l'échec ? Qu'aurais-je pu faire différemment ? Que dois-je améliorer la prochaine fois ?
- Les parties prenantes ont-elles accepté les techniques d'élucidation ou de résolution des conflits appliquées ? Si oui, quelle était la raison de leur collaboration ? Si non, quel était le problème ? Qu'aurais-je pu faire différemment ? Que dois-je améliorer la prochaine fois ?
- L'effort pour une technique était-il justifiable par rapport à la contribution au développement ? Si ce n'est pas le cas, pourquoi ? S'agissait-il d'un problème lié à la technique dans notre contexte (c'est-à-dire que j'aurais dû choisir une technique plus appropriée) ou comment ai-je échoué à appliquer la technique de manière appropriée ?
- Quelle technique aurait pu permettre d'élucider plus tôt des exigences apparues tardivement dans le développement ? Pourquoi ne pas les avoir identifiés plus tôt ?
- Quelles autres techniques auraient pu être appliquées ? Serait-il utile d'envisager des techniques spécifiques d'élucidation ou de résolution des conflits pour un projet futur dans une situation similaire ? Est-il nécessaire d'acquérir davantage de connaissances et d'expérience à leur sujet (voir section 5.4) ?

En tant qu'ingénieur en exigences avancé, ayant effectué de nombreuses sessions d'auto-réflexion, vous développerez de plus en plus de questions, vous vous concentrerez sur des aspects spécifiques, etc. jusqu'à ce que vous finissiez par établir votre propre checklist personnalisée. Ou, si vous êtes devenu un expert de l'auto-réflexion, vous pouvez identifier les sujets de réflexion dans le cadre de votre travail. Toutefois, en tant que débutant (inexpérimenté en matière d'auto-réflexion), prenez garde aux simplifications excessives : s'allonger sur le lit, faire semblant de penser à soi et procéder à une auto-réflexion professionnelle pourrait déboucher sur une sieste relaxante l'après-midi, plutôt que sur une meilleure connaissance de soi et de ses compétences en matière d'élucidation !

Conseil 5.3.2 :

Voici donc quelques conseils de réflexion pour les novices :

- Commencez votre activité d'auto-réflexion devant une bonne tasse de café ou de thé (ou la boisson que vous préférez) ; ayez vos notes et vos données à disposition (voir le conseil 5.3.3).
- Planifiez votre processus d'auto-réflexion : Quelle est la première question à laquelle vous souhaitez réfléchir ? Dans un premier temps, utilisez une liste de questions de réflexion existante, telle que celle fournie dans le conseil 5.3.1.
- Prenez des notes sur le résultat de votre réflexion.
- Restez dans le sujet choisi ! Évitez de changer de sujet avant d'en avoir abordé tous les aspects. Examiner systématiquement tous les aspects de la question choisie.
- Ne vous contentez pas de réfléchir aux problèmes et aux erreurs et à la manière de les éviter à l'avenir ; saisissez également les critères et les enseignements tirés des succès/résultats positifs.
- Relier sa réflexion à des concepts connus et à des théories établies. Si nécessaire, indiquez que vous avez besoin d'en savoir plus sur une méthode spécifique par la suite. Il est également possible de consulter un manuel (ou Internet) pour évaluer une action d'élucidation ou de résolution de conflit réalisée. Veillez à ne pas vous perdre dans les détails d'une source écrite. Revenez rapidement à la question de réflexion qui était à l'origine de l'excursion dans la littérature.

Conseil 5.3.3 :

Pour alimenter votre auto-réflexion, vous pouvez commencer par collecter des données sur vous et votre comportement professionnel :

- Si possible, faites un enregistrement vidéo ou vocal d'une activité d'élucidation que vous réalisez (par exemple, un entretien).
- Demandez à vos pairs de vous faire part de leurs commentaires sur des aspects spécifiques de votre performance professionnelle. Par exemple, un collègue peut vous observer en train d'interviewer une partie prenante ou d'animer un atelier. – Ou bien un expert analyse vos notes d'observation ou évalue un questionnaire que vous avez créé. La lecture des résultats et leur discussion avec l'observateur ou l'évaluateur peuvent constituer une contribution précieuse à votre auto-réflexion.

- Demandez à vos parties prenantes de vous faire part de leurs commentaires. Cela peut se faire par le biais d'un bref entretien (par exemple, immédiatement après un entretien d'élucidation) ou d'un court questionnaire. Cependant, veillez à ne pas mélanger les activités d'élucidation et de résolution des conflits avec la demande d'un retour d'information sur votre comportement. En cas de conflit ou de réticence à fournir des informations sur le thème de l'élucidation, les parties prenantes peuvent ne pas être prêtes à soutenir votre processus d'auto-réflexion.
- Appliquez une approche centrée sur l'humain à votre propre travail : par exemple, tester un questionnaire que vous avez élaboré avec quelques parties prenantes préliminaires peut fournir des informations qui permettent non seulement d'améliorer le questionnaire lui-même, mais aussi de réfléchir à votre performance.
- Demandez à un ingénieur en charge des exigences d'être votre coach.
- Appliquez la célèbre technique du journal à votre propre travail. Prendre des notes sur les problèmes, les actions réussies, le retour d'information informel, les leçons apprises, etc. vous aide à vous souvenir lorsque vous effectuez le processus de réflexion. Une fiche d'évaluation concernant les points définis précédemment constitue également un instrument de mesure approprié [SmMa2011].

La collecte d'informations auprès des personnes qui vous entourent est parfois appelée retour d'information à 360° [LeLu2009].

5.4 Possibilités de développement personnel

Le manque d'expérience pratique est très souvent présenté comme une raison pour ne pas appliquer une technique spécifique d'élucidation ou de résolution de conflits. Une telle attitude peut être compréhensible en termes de réussite du projet (l'ingénieur des exigences applique les techniques qu'il connaît le mieux pour assurer la réussite du projet) ; en termes de développement personnel, cependant, cette attitude n'est pas utile car l'ingénieur chargé des exigences n'apprendra jamais de techniques qui ne lui sont pas familières et n'élargira donc pas sa panoplie d'outils. Dans la section suivante, nous présentons deux bonnes pratiques qui permettent l'application de nouvelles techniques dans des projets en cours : l'application dans des contextes à faible risque et l'application en parallèle d'une technique familière.

Une technique peu familière peut être appliquée dans un cadre à faible risque afin de minimiser les effets négatifs au cas où la technique ne produirait pas le résultat escompté. Ce qui constitue un environnement à faible risque dépend, bien entendu, du contexte du projet. Les caractéristiques typiques d'un environnement à faible risque peuvent être les suivantes :

- L'application d'une technique à un sous-groupe réduit de parties prenantes. Par exemple, l'ingénieur des exigences n'applique l'apprentissage qu'à un petit nombre de parties prenantes.
- Application d'une technique pour une durée limitée. Par exemple, l'ingénieur des exigences planifie une observation sur le terrain très courte (par exemple une heure) avec certaines parties prenantes.

- Application d'une technique dans un environnement convivial. Par exemple, un ingénieur des exigences qui travaille depuis longtemps sur un projet et qui a établi de bonnes relations avec les parties prenantes. Dans un tel environnement, l'application de techniques peu familières est généralement plus facile.
- Application d'une technique à un aspect du système qui n'est pas considéré comme critique. Par exemple, la modification du profil de l'utilisateur dans une boutique en ligne peut être considérée comme une fonction non critique. Par conséquent, l'ingénieur des exigences peut utiliser une technique peu familière pour obtenir des exigences pour une telle fonctionnalité.

Conseil 5.4.1:

Si vous appliquez une technique qui ne vous est pas familière, soyez honnête avec les parties prenantes. Expliquez-leur clairement que la technique appliquée est nouvelle pour vous et demandez-leur de vous faire part de leurs réactions par la suite. Cette approche honnête avec les parties prenantes réduit la pression qui pèse sur vous. Les parties prenantes reconnaissent généralement si vous avez des doutes sur une nouvelle technique et sont souvent disposées à vous donner un retour d'information afin d'améliorer vos compétences dans ce domaine.

Il est également possible d'appliquer une technique non familière parallèlement à une technique familière afin de réduire le risque d'échec. L'application parallèle peut prendre différentes formes :

- **Parallélisme synchrone:** si un grand groupe de parties prenantes doit être pris en compte lors de l'élucidation des exigences, un sous-groupe plus restreint de ces parties prenantes peut appliquer une technique peu familière. Par exemple, 30 parties prenantes devraient participer à un atelier de créativité. Un sous-groupe de 6 parties prenantes peut être invité à appliquer une technique peu familière (par exemple, 6 chapeaux de pensée), tandis que la majorité applique une technique familière (par exemple, le brainstorming).
- **Parallélisme asynchrone:** s'il n'est pas possible (ou souhaitable) de diviser un groupe de parties prenantes pour qu'elles effectuent deux techniques en parallèle, ces deux techniques peuvent être effectuées de manière séquentielle. Par exemple, cinq utilisateurs finaux d'un nouveau système doivent participer à l'élaboration des exigences par le biais d'entretiens. Dans une telle situation, l'ingénieur chargé des exigences peut prévoir une observation supplémentaire sur le terrain juste après chaque entretien.

Conseil 5.4.2:

Si vous appliquez une technique inconnue parallèlement à une technique familière, prévoyez une comparaison explicite des résultats des deux techniques avec vos parties prenantes. De cette manière, vos parties prenantes peuvent également bénéficier des nouveaux résultats.

5.5 Tirer les leçons des expériences précédentes - l'apprentissage tout au long de la vie

Les éléments essentiels d'un processus de formation personnelle qui favorise l'apprentissage à partir d'expériences antérieures sont les suivantes :

- *Mesurer régulièrement son propre profil de compétences:* La prise de conscience de ses propres forces et faiblesses en termes de profil de compétences est la base d'un développement ultérieur réussi. Des analyses régulières (par exemple au moyen de questionnaires d'auto-évaluation ou de conversations avec des clients ou des collègues) de votre propre profil de compétences favorisent la prise de conscience de vos propres forces et faiblesses.
- *Mesures de formation:* Afin d'améliorer votre profil de compétences, il convient de suivre un enseignement complémentaire, une formation ou un coaching dans une ou plusieurs techniques d'élucidation/de résolution des conflits ou dans les compétences requises (par exemple, une formation au leadership ou à la motivation).
- *Amélioration dans le travail quotidien:* Des mesures de formation spécifiques constituent un premier pas vers l'amélioration de vos propres compétences. Des progrès substantiels ne peuvent toutefois être réalisés que par l'application et la pratique dans le travail quotidien. L'amélioration continue de vos compétences doit donc faire partie intégrante de votre travail pratique. De bons progrès peuvent être réalisés si l'amélioration des compétences individuelles est encouragée (par exemple, l'amélioration des compétences de leadership dans les ateliers) sur une période prolongée (au moins 4 semaines).
- *Mesures de mentorat:* Une alternative à la formation intensive consiste à apprendre une méthode auprès d'un mentor expérimenté. En règle générale, vous pouvez d'abord assister votre mentor dans l'application d'une technique et apprendre en observant son comportement. Par la suite, votre mentor vous délègue des responsabilités, observe vos performances et vous donne un retour d'information.

Conseil 5.5.1:

Développez et cultivez votre parcours personnel d'amélioration continue des compétences en ingénierie des exigences. Il est facile d'apprendre les bases de la plupart des techniques ; développer l'excellence dans l'application de ces techniques est une autre histoire. Il n'y a pas d'escalier prédéfini vers le paradis (ou l'excellence IE) ! Utilisez les éléments décrits dans cette section comme une boîte à outils pour trouver votre voie d'amélioration personnelle.

6 Références et lectures complémentaires

- [A4qu2018] Alliance for Qualification : A4Q Design Thinking Foundation Syllabus.
<https://isqi.org/de/55-a4q-design-thinking-foundation-level.html>, 2018.
Dernière visite en octobre 2021.
- [AlIS1977] Alexander, S. Ishikawa, M. Silverstein: A Pattern Language – Towns – Buildings – Construction. Oxford University Press, New York, 1977.
- [Alexander2005] I. F. Alexander: A Taxonomy of Stakeholders – Human Roles in System Development. International Journal of Technology and Human Interaction, Vol 1, 1, 2005, pages 23–59.
- [BaGL1996] V.R. Basili, S. Green, O. Laitenberger, et al : The Empirical Investigation of Perspective-Based Reading. Empirical Software Engineering 1: 133.
<https://doi.org/10.1007/BF00368702>, 1996. Dernière visite en février 2019.
- [BaCC2015] K. Baxter, C. Courage, K. Caine: Understanding Your Users – A Practical Guide to User Research Methods, Morgan Kaufmann ; 2nd edition, 2015.
- [BaGr2005] R. Bandler, J. Grinder: The Structure of Magic, Vol. 1 – A Book about Language and Therapy ; 1st edition, 2005.
- [BeHo1998] H. Beyer, K. Holtzblatt: Contextual Design – Defining Customer-Centered Systems. Morgan Kaufmann, 1998.
- [Beveridge 1957] W. I. Beveridge.: The Art of Scientific Investigation. The Blackburn Press, 1957.
- [Design Council 2007] Design Council : 11 lessons : managing design in 11 global brands – A study of the design process (11 leçons : gérer le design dans 11 marques mondiales – une étude du processus de design).
<https://www.designcouncil.org.uk/search/?query=Double+Diamant+modèle>.
Dernière visite en mars 2024.
- [BiAB2006] Stefan Biffl, AybukeAurum, BarryBoehm : Ingénierie logicielle basée sur la valeur. Springer–Verlag, Berlin, 2006.
- [Bitkom2017] Bitkom : Role Model Digital Design,
<https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Role-Model-Digital-Design.html>. Dernière visite en mars 2024.
- [Boehm2006] B. Boehm: A View of 20th and 21st Century Software Engineering. 28e conférence internationale sur le génie logiciel (ICSE '06), p. 12–29, 2006.
- [Bourne2015] L. Bourne: Making Projects Work: Effective Stakeholder and Communication Management. CRC Press, 2015.
- [Brls2005] J. Brown, D. Isaacs : The World Café : Shaping Our Futures Through Conversations That Matter, Berrett–Koehler Publishers, 2005.
- [Brown2009] T. Brown : Change by Design – How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation. HarperCollins, 2009.

- [Buxton2007] B. Buxton : Sketching User Experiences – Getting the design right and the right design. Morgan Kaufmann, San Francisco, 2007.
- [BuBu2005] T. Buzan, B. Buzan : Das Mind-Map-Buch – Die beste Methode zur Steigerung Ihres geistigen Potenzials, Morgan Kaufmann ; 5. aktualisierte Auflage, 2005.
- [BuHe2019] S. Bühne, A. Herrmann : Manuel de gestion des exigences selon la norme IREB (version 1.1.0), IREB e.V., Karlsruhe, 2019.
<https://www.ireb.org/en/downloads/#cpre-advanced-level-requirements-management-handbook>. Dernière visite en mars 2022
- [Cambridge2017] Dictionnaire de Cambridge
<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/abstraction>. Dernière visite en février 2019.
- [Carrol2003] JM. Carroll : Making Use. The MIT Press, 2003.
- [Chernak2012] Y. Chernak : Requirements reuse : the state of the practice (Réutilisation des exigences : l'état de la pratique). Dans : Proceedings of the 2012 IEEE international conference on software science, technology & engineering (SwSTE), p. 46-53
- [Cockburn2001] A. Cockburn: Writing Effective Use Cases. Addison-Wesley, 2001.
- [CRCN2014] A. Cooper, R. Reimann, D. Cronin, C. Noessel: About Face: The Essentials of Interaction Design. 4ème édition, John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, 2014.
- [CoSh2007] T. Colburn, G. Shute: Abstraction in Computer Science, Minds & Machines, Vol. 17, p. 169–184, 2007.
- [Cooper2004] A. Cooper: The Inmates Are Running the Asylum—Why High-tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity. Que, Indianapolis, 2004.
- [Couger1996] J. D. Couger: Creativity and Innovation in Information Systems Organizations. Byod & Fraser, 1996.
- [CrOB2006] O. Creighton, M. Ott, B. Bruegge: Software Cinema: Video-based Requirements Engineering. 14th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE'06), 2006.
- [CHQW2016] T. Cziharz, P. Hruschka, S. Queins, T. Weyer : Handbook of Requirements Modeling According to the IREB Standard (version 1.3), IREB e.V., Karlsruhe, 2016. <https://www.ireb.org/en/downloads/#handbook-cpre-advanced-level-requirements-modeling>. Dernière visite en mars 2024.
- [DeBono2006] E. DeBono: Edward DeBono's Thinking Course – Powerful Tools to Transform Your Thinking. BBC Active, Londres, 2006.
- [DeDe2011] K. Dewalt, B. Dewalt: Participant observation – A guide for fieldworkers. 2e édition. AltaMira Press, Plymouth, Royaume-Uni, 2011.
- [DDP2021] IREB e.V.: Syllabus DDP niveau fondation, version 1.0.1.
<https://www.digitaldesign.org/syllabus>. Dernière visite en mars 2024.

- [EIOs2017] R. Elamin, R. Osman : Towards Requirements Reuse by Implementing Traceability in Agile Development, in : 2017 IEEE 41st Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC) Italy, <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8029969/?part=1>, 2017. Dernière visite en mars 2024.
- [FiUP2012] R. Fisher, W. Ury, B. Patton: Getting to Yes – Negotiating an agreement without giving in, 3rd rev. ed. Random House Business, New York, 2012.
- [GHJV1994] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides : Design Patterns. Elements of Reusable Object-Oriented Software. Prentice Hall, 1994.
- [Glasl1999] F. Glasl: Confronting Conflict – A first-aid kit for handling conflict. Hawthorn Press, Gloucestershire, 1999.
- [Glasl2004] F. Glasl : Konfliktmanagement : Ein Handbuch für Führungskräfte, Beraterinnen und Berater. 11e édition, Freies Geistesleben, Stuttgart, 2004.
- [GleA2020] M. Glinz et al : Handbook for the CPRE Foundation Level according to the IREB Standard (Version 1.0.0). IREB e.V., Karlsruhe, 2020. <https://www.ireb.org/en/downloads/#cpre-foundation-level-handbook>. Dernière visite en mars 2024.
- [Glin2020] M. Glinz: A Glossary of Requirements Engineering Terminology (Version 2.0.0). IREB e.V., Karlsruhe, 2020. <https://www.ireb.org/en/downloads/#cpre-glossary>. Dernière visite en mars 2024.
- [GoBe2015] L. Goldin, D. M. Berry : Reuse of requirements reduced time to market at one industrial shop : a case study, Requirements Engineering Journal 2013. Dans : Requirements Engineering–Volume 20, Issue 1, March 2015.
- [Goodwin2009] K. Goodwin: Designing for the Digital Age. Wiley, New York, 2009.
- [Gothelf2013] J. Gothelf: Lean UX – Applying Lean Principles to Improve User Experience. O'Reilly, Sebastopol, 2013.
- [Gottesdiener2002] E. Gottesdiener: Requirements by Collaboration: Workshops for Defining Needs, Addison-Wesley Professional, 2002.
- [GoWo2005] T. Gorschek, C. Wohlin : Requirements Abstraction Model, Requirements Engineering Journal 2005. In Requirements Engineering Volume 11, Issue 1, Pages 79 – 101, December 2005.
- [Groen et al.2017] E. C. Groen, N. Seyff, R. Ali, F. Dalpiaz, J. Doerr, E. Guzman, M. Hosseini, J. Marco, M. Oriol, A. Perini, M. Stade : The Crowd in Requirements Engineering – The Landscape and Challenges, IEEE Software, vol. 34, no. 2, pp. 44–52, 2017.
- [GrKo2016] E. C. Groen, M. Koch: How Requirements Engineering can benefit from crowds – Driving innovation with crowd-based techniques. Requirements Engineering Magazin Vol. 2. <https://re-magazine.ireb.org/issues/2016-2-take-the-broader-view/how-requirements-engineering-can-benefit-from-crowds>. 2016. Dernière visite en mars 2024.

- [HaPy2012] R. Hartson, P.S. Pyla: The UX Book: Process and Guidelines for ensuring a Quality User Experience. Morgan Kaufmann, San Francisco, 2012.
- [IREB2020] IREB Certified Professional for Requirements Engineering Foundation Level Syllabus (version 3.0.1). IREB e.V., Karlsruhe, 2020.
<https://www.ireb.org/en/downloads/#cprefoundation-level-syllabus-3-0>.
 Dernière visite en mars 2024.
- [IsNe2013] A. Ishizaka, P. Nemery: Multi-criteria decision analysis. Methods and software. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, 2013.
- [ISO25010] ISO/IEC 25010:2011: Ingénierie des systèmes et des logiciels — Exigences de qualité et évaluation des systèmes et des logiciels (SQuaRE) — Modèles de qualité des systèmes et des logiciels. Organisation internationale de normalisation, Genève, 2011.
- [ISO29148] ISO/IEC/IEEE29148: Ingénierie des systèmes et des logiciels – Processus du cycle de vie – Ingénierie des exigences. Organisation internationale de normalisation, Genève, 2011.
- [ISO9241.11] ISO9241: Exigences ergonomiques pour le travail de bureau avec des terminaux à écran de visualisation (TEV) -- Partie 11 : Directives sur la facilité d'utilisation. International Organization for Standardization, Geneva, 1998.
- [ISO9241.210] ISO9241: Ergonomie de l'interaction homme-système -- Partie 210 : Conception centrée sur l'homme pour les systèmes interactifs. Organisation internationale de normalisation, Genève, 2010 (replaces ISO 14407-210: 1999).
- [JoDö2004] I. John, J. Dörr : Requirements Engineering, basierend auf existierenden Systemen, in : G. Böckle, P. Knauber, K Pohl, K Schmid. "Software-Produktlinien- Methoden, Einführung und Praxis", dpunkt.Verlag, Heidelberg 2004, p.153-163.
- [KaBP2002] C. Kaner, J. Bach, B. Pettichord: Lessons Learned in Software Testing – A Context-Driven Approach. Wiley, New York, 2002.
- [Katie2017] Katie: Pril Gets Pranked. Social Media for Business Performance,
<https://smbp.uwaterloo.ca/2017/05/pril-gets-pranked/>, 2017. Dernière visite en février 2019.
- [Klaus2007] P. Klaus: The Hard Truth About Soft Skills – Workplace Lessons Smart People Wish They'd Learned Sooner. HarperCollins Publishers, New York, 2007.
- [KnZK2016] J. Knapp, J. Zeratsky, B. Kowitz: Sprint – How to Solve Big Problems and Test New Ideas in Just Five Days. Simon & Schuster. 2016.
- [Koelsch2016] G. Koelsch: Requirements Writing for System Engineering. Apress, 2016.
- [Koes1964] A. Koestler : L'acte de création. Last Century Media, 2014.
- [Kumar2013] V. Kumar : 101 Design Methods – A Structured Approach for Driving Innovation in Your Organization. Wiley, 2013.
- [Kvale2008] S. Kvale: Doing Interviews. SAGE, 2008.

- [Laue2014] K. Lauenroth: What does it mean to say „requirement“ ?-An inquiry into the abilities of the human mind and the meaning of the word „requirement“. Requirements Engineering Magazin Vol. 1. <http://re-magazine.ireb.org/issues/2014-1-learning-to-fly/what-does-it-mean-to-say-requirement>. Dernière visite en mars 2024.
- [LeLL2018] M. Lewrick, P. Link, L. Leifer: The Design Thinking Playbook: Mindful Digital Transformation of Teams, Products, Services, Businesses and Ecosystems. Wiley, New Jersey, 2018.
- [LeLu2009] R. Lepsinger, A.D. Lucia: The Art and Science of 360 Degree Feedback. 2nd ed., Wiley, San Francisco, 2009.
- [LiHB2003] W. Lidwell, K. Holden, J. Butler: Universal Principles of Design. Rockport, 2003.
- [LiFi2012] S. L. Lim, A. Finkelstein : StakeRare : Using Social Networks and Collaborative Filtering for Large-Scale Requirements Elicitation, in IEEE Transactions on Software Engineering, vol. 38, no. 3, pp. 707-735, 2012.
- [LiOg2011] J. Liedtka, T. Ogilvie. Designing for Growth: A Design Thinking Tool Kit For Managers. Columbia University Press, 2011.
- [LoSL2017] H. van Loenhoud, P. Steiger, K. Lauenroth: The goal is to solve the problem – Some thoughts on problems and goals in the context of Requirements Engineering. Magazine RE 2017-02. <https://re-magazine.ireb.org/articles/the-goal-is-to-solve-the-problem>, 2017. Dernière visite en février 2019.
- [Maiden et al.2010] N. Maiden, S. Jones, I. Karlsen, R. Neill, K. Zachos, A. Milne: Requirements Engineering as Creative Problem Solving: A Research Agenda for Idea Finding. 18e conférence internationale de l'IEEE sur l'ingénierie des exigences (RE), 2010.
- [MaGi2001] N. Maiden, A. Gizikis: Where Do Requirements Come From ? IEEE Software Vol. 18, No. 5, 2001, S.10-12.
- [McCo2006] S. McConnell: Software Estimation – Demystifying the Black Art, Microsoft Press, 2006.
- [McEl2017] K. McElroy: Prototyping for Designers: Developing the Best Digital and Physical Products. O'Reilly, 2017.
- [GrBa2017] J. McGrath, B. Bates: The Little Book of Big Management Theories. 2e édition, Pearson Business, 2017.
- [Mill2009] R.E. Miller: The Quest for Software Requirements. MavenMark Books, 2009.
- [Moor2014] C. W. Moore: The Mediation Process – Practical Strategies for Resolving Conflicts. 4e édition, John Wiley & Sons, Hoboken, 2014.
- [Osbo1948] A. F. Osborn: Your creative power: How to use imagination. C. Scribner's Sons, 1948. (Accessible en tant que réimpression numérique : Read Books Ltd. (epub eBook), avril 2013)

- [Owen2008] H. Owen: Open Space Technology: A User's Guide. Berrett-Koehler Publishers, 3e édition, 2008.
- [Dsch2012] An Introduction to Design Thinking PROCESS GUIDE. Hasso Plattner Institute of Design. <https://hpi.de/en/school-of-design-thinking/design-thinking.html>. Dernière visite en mars 2024.
- [Pohl2010] K. Pohl: Requirements Engineering – Foundations, Principles, and Techniques. Springer, 2010.
- [PoRu2015] K. Pohl, C. Rupp: Requirements Engineering Fundamentals: A Study Guide for the Certified Professional for Requirements Engineering Exam – Foundation Level – IREB compliant, Rocky Nook, Santa Barbara, 2015.
- [Port2013] S. Portigal: Interviewing Users: How to Uncover Compelling Insights. Rosenfeld Media, Brooklyn, 2013.
- [Rein1997] D. Reinertsen: Managing the Design Factory: A Product Developers Tool Kit. Free Press, 1997.
- [RiFl2014] M. Richter, M. Flückiger: User-Centred Engineering: Creating Products for Humans. Springer, Berlin Heidelberg, 2014.
- [Robertson2001] S. Ian Robertson: Problem Solving. Psychology Press, 2001.
- [Robles2012] M.M. Robles: Executive Perceptions of the Top 10 Soft Skills Needed in Today's Workplace. *Business Communication Quarterly* 75(4) p. 453–465, 2012.
- [RoRo2013] S. Robertson, J. Robertson: Mastering the Requirements Process: Getting Requirements Right. Troisième édition, Pearson Education, Londres, 2013.
- [Rosenberg2015] M. B. Rosenberg: Nonviolent Communication – A Language of Life. 3e édition révisée, Puddle Dancer Press (US), Encinitas, 2015.
- [RuCh2008] J. Rubin, D. Chisnell : Handbook of Usability Testing- How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests. Wiley ; Idianapolis, 2008.
- [Rupp et al. 2014] C. Rupp, die SOPHISTen: Requirements-Engineering und –Management – Aus der Praxis von klassisch bis agil. 6e éd., Carl Hanser Verlag, Munich, 2014. (certains chapitres de la version anglaise sont disponibles à l'adresse suivante : <http://www.sophist.de/en/infopool/downloads>). Dernière visite en février 2019.
- [Schramm1971] W.L. Schramm: How communication works, in W.L. Schramm, éd. (1971). *The Process and Effects of Mass Communication*, rev. ed., University of Illinois Press, 1971.
- [Schulz von Thun 1981] F. Schulz von Thun : Miteinander reden 1 – Störungen und Klärungen. Psychologie der zwischenmenschlichen Kommunikation. Rowohlt, Reinbek, 1981.
- [Shackel1991] B. Shackel: Usability – Context, Framework, Definition, Design and Evaluation. En B. Shackel & S. Richardson (Eds.): *Human Factors for Informatics Usability* (p. 21–37), University Press, Cambridge, Royaume-Uni, 1991.

- [ShRP2007] H. Sharp, Y. Rogers, J. Preece: *Interaction Design: Beyond Human–Computer Interaction*. John Wiley & Sons, Hoboken, 2007.
- [ShWe1971] C.E. Shannon & W. Weaver: *The Mathematical Theory of Communication*. Presses de l'Université de l'Illinois, 1971.
- [SiOp2005] G. Sindre, A. L. Opdahl: Eliciting security requirements with misuse cases. *Requirements Engineering Journal*, Vol. 10, No. 1, 2005.
- [SmMa2011] S. Smith, R. Mazin: *The HR Answer Book: An Indispensable Guide for Managers and Human Resources Professionals*. 2e édition, AMACOM, New York, 2011.
- [Snijders et al.2015] R. Snijders, F. Dalpiaz, S. Brinkkemper, M. Hosseini, R. Ali, A. Özüm : REfine : A Gamified Platform for Participatory Requirements Engineering, Proc. 1st Int'l Workshop Crowd-Based Requirements Eng. (CrowdRE 15), p. 1–6, 2015.
- [Snyder2003] C. Snyder : *Paper Prototyping – The Fast and Easy Way to Design and Refine User Interfaces*. Morgan Kaufmann, 2003.
- [TiSi2017] S. Tiwari, S. Singh Rathore: A Methodology for the Selection of Requirement Elicitation Techniques. Dans : arXiv e-prints, 2017. <https://arxiv.org/abs/1709.08481>. Dernière visite en mars 2024.
- [UXQB2017] UXQB Advanced Level – Usability Testing and Evaluation (CPUX-UT), Version 1.07, February 2017.
- [Walten et al. 2015] D.D. Walten, G.J. Roedler, K.J. Forsberg, R.D. Hamelin, T.N. Shortell : *Systems Engineering Handbook – A Guide for System Life Cycle Process and Activities* (Manuel d'ingénierie des systèmes – Guide pour le processus et les activités du cycle de vie des systèmes). Wiley, 2015.
- [Warfel2009] T. Warfel: *Prototyping – A Practitioner's Guide*. Rosenfeld Media, 2009.
- [Wiki2017] Wikipedia Principe d'abstraction : https://en.wikipedia.org/wiki/Principle_of_abstraction. Dernière visite en mars 2024.
- [Withall2007] S. Withall : *Software Requirements Patterns* (modèles d'exigences logicielles). Microsoft Press, 2007.
- [YoAs2015] M. Yousuf, M. Asger: Comparison of Various Requirements Elicitation Techniques. Dans : *International Journal of Computer Applications*, Vol. 116, No. 4, 2015.