



**HAL**  
open science

# Aide à la conception, test de l'usage et de l'acceptation d'un logiciel de maintenance

Emma Cippelletti

► **To cite this version:**

Emma Cippelletti. Aide à la conception, test de l'usage et de l'acceptation d'un logiciel de maintenance. Psychologie. Université Grenoble Alpes, 2017. Français. NNT : 2017GREAH038 . tel-02086296

**HAL Id: tel-02086296**

**<https://theses.hal.science/tel-02086296>**

Submitted on 1 Apr 2019

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

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

## **THÈSE**

Pour obtenir le grade de

**DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES**

Spécialité : PSYCHOLOGIE DU TRAVAIL ET ERGONOMIE

Arrêté ministériel : 25 mai 2016

Présentée par

**Emma CIPPELETTI**

Thèse dirigée par **Dongo Rémi KOUABENAN**

préparée au sein du **Laboratoire InterUniversitaire de Psychologie, Personnalité, Cognition, Changement Social (LIP/PC2S)** dans l'**École Doctorale Sciences de l'Homme, du Politique et du Territoire (SHPT)**

## **Aide à la conception, test de l'usage et de l'acceptation d'un logiciel de maintenance**

Thèse soutenue publiquement le **4 octobre 2017**, devant le jury composé de :

**Monsieur Marc-Eric BOBILLIER CHAUMON**

Professeur des universités, Université Lyon 2, Rapporteur et Président du Jury

**Madame Béatrice CAHOUR**

Chargée de recherche HDR, CNRS, École Nationale Supérieure Télécom ParisTech, Examinatrice

**Monsieur Stéphane HURY**

Chef de projet senior, Tuteur entreprise, Invité

**Monsieur Dongo Rémi KOUABENAN**

Professeur des universités, Université Grenoble Alpes, Directeur de thèse

**Madame Aurélie LANDRY**

Maître de conférences, Université Grenoble Alpes, Examinatrice

**Madame Jacqueline VACHERAND-REVEL**

Maître de conférences HDR, École Centrale de Lyon, Examinatrice

**Monsieur Gérard VALLÉRY**

Professeur des universités, Université de Picardie - Amiens, Rapporteur





## Remerciements

La réalisation d'une thèse est un travail difficile mais extrêmement enrichissant. Nous passons par toutes les phases émotionnelles et pour réussir à continuer et à avancer de nombreuses personnes nous aident. Je ne pourrais citer toutes les personnes mais je les remercie et les prie de m'excuser si je les oublie.

Pour commencer, je tiens à remercier le Professeur Dongo Rémi Kouabenan qui m'a donné l'opportunité de réaliser cette thèse. Il a su m'aiguiller et me conseiller tout au long de ce travail. Je lui suis reconnaissante de tout ce qu'il a fait pour moi et de son suivi rigoureux tout au long de ce travail.

Je tiens également à remercier Madame Aurélie Landry, qui m'a fait découvrir une autre facette de l'intervention en entreprise. Ses conseils, mais aussi son écoute m'ont permis d'avancer et de continuer.

Mes remerciements s'adressent aux membres du jury de cette thèse qui ont accepté d'évaluer ce travail. Je remercie grandement Monsieur Marc-Eric Bobillier Chaumon, Professeur à l'Université de Lyon 2 ; Monsieur Gérard Valléry, Professeur à l'Université de Picardie-Amiens ; Madame Béatrice Cahour, Chargée de recherche HDR au CNRS, Ecole nationale supérieure Télécom ParisTech et Madame Jacqueline Vacherand-Revel, Maître de conférences HDR, Ecole Centrale de Lyon.

Je remercie vivement l'Association Nationale de la Recherche et de la Technologie (ANRT) qui m'a octroyé une bourse CIFRE, sans laquelle je n'aurais pu réaliser cette thèse.

Je remercie également l'entreprise 40-30 qui a accepté d'accueillir cette thèse. Un grand merci à Madame Blanc Séverine et Monsieur Hury Stéphane, mes tuteurs, qui ont été d'un grand soutien. Malgré les difficultés rencontrées, ils n'ont jamais cessé de croire en moi et de m'encourager. Merci aussi à Dominique, le premier technicien qui a accepté de s'entretenir avec moi et tous les techniciens et managers qui ont accepté de participer à ce travail. Je remercie également, Sophie Laffage, qui m'a aidée à récolter mes données. Je remercie également Vivien Pacquetteau, qui m'a donné l'opportunité de voyager dans le cadre des études réalisées. Merci pour ce projet qui fut enrichissant à la fois sur le plan personnel et sur le plan professionnel.

Merci aux instances institutionnelles qui ont autorisé et soutenu ce projet : l'école doctorale SHPT, le laboratoire LIP/PC2S et son directeur Dominique Muller. Je remercie également Mme Lourdemarie Luete (ED SHPT), Mme Anne Chabaud (LIP/PC2S) et Mme Véronique Sulli (UFR SHS).

Je remercie tous les membres du laboratoire et notamment de l'axe RAC (Berdoulat Emilie, Depret Eric, Doutré Elisabeth, Dubois Michel, Monfort Emmanuel, Ntsame Sima Murielle, Poulet Caroline, Tcherkassof Anna). Merci à Marc Gandit d'avoir répondu à chacune de mes questions (moyennant café), à Mohamed El-Methni pour l'aide en statistiques, à Kamran Afzali et Marine Hascoët pour les conseils sur les équations structurelles. Merci à Sandrine Caroly et aux membres du séminaire ESTO.

Je remercie mes collègues doctorants : Caroline Salas, Carine Meslot, Perrine Douce, Emmanuel Wassouo, Soufian Azouaghe, Lysiane Minkoue Pira, Charles Tchagneno, Julie Bros, Lucie Cormons, Francisco Comiran, Nicolas Bochard, Marine Rougier, Elisa Sarda, Boua Mohammed, Julie Jacquet, Florian Loeser, Jordane Boudesseul. Je n'oublie pas les anciens : Juliette Manto Jonte, Damien Dupré, Marlene Bel, Jennifer Bastart, Oulmann Zerhouni, Anthony Lantian. Une spéciale dédicace aux membres du bureau 245, qui sont devenus avec le temps bien plus que de simples collègues de travail.

Je tiens particulièrement à remercier Elsa Laneyrie, Mathilde Gletty et Anais Sage, mes principaux soutiens et de véritables amies pour moi.

Merci à mes amis d'enfance, même si certains ne savent pas vraiment sur quoi je travaille, je peux compter sur eux depuis toujours : Karel, Bastien, Mélanie, Cyril, Mathilde, Jimmy, Jérémy, Mamatt, Polo, Jojo, Clém, Séb. Merci à Benoit pour cette jolie rencontre.

Merci à Maureen Bonte qui m'a aidée de nombreuses fois dans la réalisation de cette thèse et représente un soutien important.

Enfin, je remercie ma famille : Bruno et Alexandra, Eric et Maud, mon neveu Téo et bien entendu mes parents, Brigitte et Alain. Je ne saurais vous dire à quel point je vous remercie d'être ce que vous êtes : les meilleurs parents au monde.

## Résumé

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) sont nombreuses et visent des objectifs différents. Une partie de ces technologies concerne la gestion des processus de travail et notamment les procédures qui sont de plus en plus informatisées. Cependant, ces technologies peuvent impacter l'activité des salariés qui doivent sans cesse s'adapter à de nouveaux supports de travail informatisés. La présente thèse s'intéresse à l'adoption de technologies qui véhiculent les procédures de travail par des techniciens de maintenance. Dans ce cadre, nous nous intéressons à la fois à la perception et à l'usage effectif de systèmes véhiculant les procédures de travail par les techniciens. Quatre études sont réalisées et sont réparties sur deux terrains de recherche. L'objectif de ces études est de comprendre comment des techniciens de maintenance perçoivent et utilisent des procédures dans deux domaines différents (industrie et aéronautique) à deux temps du processus d'adoption des technologies : avant la mise en place de nouveaux formats de procédures (acceptabilité à priori) et suite à la mise en place de procédures informatisées (acceptation).

Deux études sont réalisées dans le domaine de l'aéronautique. Elles visent à investiguer l'acceptabilité sociale ainsi que l'usage de nouveaux formats de procédures avant leur mise en place au sein des ateliers. La première étude (étude 1) porte sur la perception de trois nouveaux formats de procédures (animation 3D, 2D et photos) par des techniciens de maintenance aéronautique. Nous avons interrogé 136 salariés. Les résultats de cette étude montrent que les croyances liées à l'utilité perçue et à la facilité d'utilisation ressortent comme les principaux prédicteurs de l'intention comportementale. De plus, il semble que les croyances diffèrent en fonction du type de comportement d'utilisation des procédures (utilisation quotidienne ou exceptionnelle). Afin de comprendre les difficultés possibles lors de l'utilisation de ces nouveaux formats, la deuxième étude (étude 2) porte sur la réalisation de tests utilisateurs (41 tests utilisateurs effectués). L'objectif de cette deuxième étude est d'étudier l'utilité et l'utilisabilité des nouveaux formats procédures en comparaison avec le format actuel (texte + image). Les résultats montrent que, tous les techniciens réussissent la maintenance peu importe le format utilisé. De plus, d'une manière générale, les nouveaux formats permettent aux techniciens d'être plus efficaces. En effet, les techniciens mettent moins de temps avec les nouveaux formats (animation 3D et photos) qu'avec les formats de références. De plus, les erreurs commises au cours de la maintenance sont réduites. Les nouveaux formats, avec la présence d'informations visuelles, facilitent la localisation des informations sur le matériel. Enfin, une grande majorité des techniciens a l'intention d'utiliser les nouveaux formats.

Deux autres études sont réalisées dans le domaine de la maintenance industrielle. Elles visent à étudier l'acceptation et l'usage d'un logiciel de gestion de procédures par les techniciens. Dans ce cadre, la première de ces études dans le domaine de la maintenance industrielle (étude 3) porte sur la perception du logiciel par les techniciens de maintenance. Nous avons interrogé 61 techniciens. Les résultats font ressortir la croyance liée à la compatibilité perçue du logiciel comme principal prédicteur de l'attitude, de l'intention à continuer à utiliser le logiciel et de l'utilisation effective du logiciel. Afin d'investiguer l'usage réel du logiciel, la deuxième étude (étude 4) porte sur l'analyse de l'activité des techniciens. Nous avons pour cela analysé l'activité (observation et entretien) de huit techniciens de quatre ateliers différents. Les résultats de cette étude montrent que le logiciel est adapté pour une partie seulement des techniciens. En effet, le logiciel représente un frein pour les techniciens expérimentés et les techniciens moyennement expérimentés dans le sens ils sont contraints dans l'utilisation du logiciel c'est-à-dire qu'ils ne peuvent pas naviguer librement entre les étapes. Cependant, le logiciel se révèle être une aide précieuse pour les techniciens inexpérimentés qui n'ont jamais réalisé la maintenance (support d'aide, aide à la formation...).

Les résultats des quatre études réalisées nous permettent de faire des recommandations aux concepteurs des logiciels étudiés. Dans le premier cas, nous pouvons orienter les concepteurs sur des améliorations possibles des trois nouveaux formats de procédures avant leur mise en place (adapter le format à la tâche réalisée, améliorer l'ergonomie de la tablette tactile...). Dans le deuxième cas, nous formulons des recommandations afin de modifier le logiciel de gestion de procédures et de le rendre plus compatible avec le travail des techniciens (adapter les procédures à l'expérience des techniciens, améliorer les fonctionnalités proposées...).

**Mots-clés** : Acceptabilité, Acceptation, Perception, Technologie de l'Information et de la Communication (TIC), Procédures de travail, Usage, Activité

# Abstract

Information and Communication Technologies (ICT) are abundant and have different aims. One part of these technologies concerns the management of work procedures and more precisely those that are more and more computerised. These technologies however can have an impact on the activities of employees who are repeatedly faced with having to adapt to new digital work formats. This doctoral dissertation looks into the adoption of technologies that convey work procedures by maintenance technicians. In this framework, we investigate both the perception and the effective use of systems involving work procedures by technicians. Four studies have been carried out and are divided over two fields of research. The aim of these studies has been to understand how maintenance technicians perceive and employ procedures in two different domains (industry and aeronautics) at two different stages of the process of adoption of the technologies: before the initial setting up of the new formats (acceptability) and following the installation of the digital procedures (acceptance).

Two studies are carried out in the aeronautics field, the aim being to investigate the social acceptability as well as the utilisation of new procedure formats before their actual installation in the workshops. The first study (study 1) is on the perception of three new procedure formats (animation 3D, 2D and pictures) by the aeronautics maintenance technicians. We questioned 136 employees. The results of this study show that beliefs linked to perceived usefulness and ease of use emerge as being the main predictions of behavioural intention. Moreover, it seems that beliefs differ depending on how the use of the procedures is implemented (daily or exceptional use). In order to understand the possible difficulties in using these new formats, the second study (study 2) is on the realisation of user tests (41 user tests carried out). The object is to study the utility and the usability of the new procedure formats compared to the present format (text + pictures). The results of this study show that all the technicians manage the maintenance successfully, whatever the format used. Besides, in general, the new formats enable the technicians to be more efficient. The technicians take actually less time with the new formats (animation 3D and pictures) than with the reference formats. Moreover, the errors made during maintenance are reduced. The new formats, with the presence of visual information, make it easier to locate the information on the material. Finally, the great majority of the technicians intend using it.

Two other studies are carried out in the field of industrial maintenance, the object being to study the acceptance and use of management procedure software by the technicians. In this framework the first study in the field of the industrial maintenance (study 3) looks into the perception of the software by the maintenance technicians. We questioned 61 technicians. The results show that belief linked to the perceived compatibility of the software to be the main

prediction of the attitude, of the intention to continue to use the software and its effective use. In order to investigate the real use, a second study (study 4) deals with the analysis of the technicians' activity. We observed and interviewed eight technicians from four different workshops. The results of this study show that the software is adapted only for a part of the technicians. Indeed, the software represents a drawback for the experienced and partially-experienced technicians, in the sense they are forced in the use of the software that is they cannot navigate freely between the stages. However, the software turns out to be a precious aid for the inexperienced technicians who have never worked on maintenance (support of help, assistant to the formation...).

The results of the four studies carried out enable us to convey advice to the creators of the software studies. In the first case we can indicate to the creators possible improvements on the three procedure formats before they are set up (adapt the format to the realized task, improve the ergonomics of the touchpad...). In the second case we can advise them modify the procedure management software so as to make it more adapted to the work of the technicians (adapt the procedures to the experience of the technicians, improve the proposed features ...).

Key-words: Acceptability, Acceptance, Perception, Information and Communication Technology (ICT), Work procedures, Usage, Activity

## **Avant- propos**

La présente thèse bénéficie d'une bourse de thèse CIFRE financée par l'ANRT et la société 40-30, entreprise du secteur de la maintenance industrielle. Elle est réalisée au sein du Laboratoire Interuniversitaire de Psychologie : Personnalité, Cognition, Changement Social (LIP/PC2S) (EA 4145) de l'Université Grenoble-Alpes (UGA) et sous la tutelle de l'Ecole Doctorale des Sciences de l'Homme du Politique et du Territoire (SHPT, ED 454).

# Plan général de la thèse

<b>Introduction générale.....</b>	<b>18</b>
<b>Partie 1 : L'acceptation des nouvelles technologies : le cas des procédures de travail informatisées dans le domaine de la maintenance.....</b>	<b>21</b>
<b>Chapitre 1 : La gestion du travail de maintenance à travers les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC).....</b>	<b>21</b>
1. La maintenance industrielle.....	22
2. Les technologies de l'information et de la communication.....	23
2.1. NTIC et changement organisationnel.....	25
2.2. Les technologies de l'information et de la communication dans le domaine de la maintenance.....	26
2.3. Les technologies de l'information et de la communication et les marges de manœuvres laissées aux utilisateurs.....	28
3. Les TIC au cœur de l'activité de maintenance.....	30
3.1. La notion d'usage.....	30
3.2. Distinction entre la notion de tâche et d'activité.....	31
3.3. L'activité, une combinaison de plusieurs tâches.....	33
3.4. S'écarter des usages prescrits : une nécessité ?.....	34
<b>Chapitre 2 : L'usage des procédures de travail dans l'activité.....</b>	<b>40</b>
1. Les procédures de travail.....	40
1.1. Le concept de prescription.....	40
1.2. Les fonctions des procédures de travail.....	42
1.3. Les caractéristiques des procédures de travail.....	44
1.4. La rédaction des procédures de travail.....	46
2. L'usage des procédures de travail.....	48
2.1. L'usage des procédures de travail : une activité complexe .....	48
2.2. Les procédures, une source d'erreur dans la réalisation de la tâche.....	49
2.3. Les conditions de l'efficacité des procédures de travail.....	52
3. Les facteurs influençant l'usage des procédures dans l'activité de travail.....	53
3.1. Le rôle de l'expérience dans l'usage des procédures.....	54
3.2. Le rôle du format des informations dans les procédures.....	56
3.2.1. L'apport des images dans les procédures de travail.....	57
3.2.2. Une évolution supplémentaire du format de présentation des procédures: les animations.....	59
3.2.2.1. L'apport de l'animation dans les procédures de travail.....	59
3.2.2.2. Le rôle contradictoire des animations dans les procédures de travail.....	61
3.3. L'impact des situations de travail sur l'utilisation des procédures de travail.....	63
4. L'évaluation des procédures de travail.....	65
4.1. Les critères d'évaluation de l'usage des procédures de travail.....	65
4.2. Les méthodes d'évaluation de l'usage des procédures informatisées.....	67

<b>Chapitre 3 : Les croyances, la perception et l'attitude comme des facteurs influençant l'adoption des procédures informatisées.....</b>	<b>71</b>
1. Prendre en compte les croyances, la perception et l'attitude envers les technologies de l'information et de la communication par les utilisateurs.....	71
1.1. La notion de croyance.....	71
1.2. Variabilité des croyances.....	73
1.3. Croyances, perception et comportement.....	74
1.4. Attitude, croyances et comportement.....	76
2. Les principaux modèles et théories prédictifs de l'usage des nouvelles technologies.....	78
2.1. De l'acceptabilité à l'appropriation.....	78
2.2. La Théorie de l'Action Raisonnée (TAR).....	80
2.3. La Théorie du Comportement Planifié (TCP).....	81
2.4. La Théorie de la Diffusion des Innovations (IDT).....	83
2.5. Le Modèle d'Acceptation des Technologies (TAM).....	85
2.6. La Théorie Unifiée d'Acceptation et d'Utilisation des Technologies (UTAUT).....	88
2.7. Limites des théories et modèles de l'acceptation des technologies.....	92
2.8. La théorie de l'acceptation située.....	94
<b>Chapitre 4 : Etudier l'adoption de technologies prescriptives du travail : Problématique générale.....</b>	<b>98</b>
<b>Partie 2 : Etude de l'acceptabilité de nouveaux formats de procédures incluant des informations visuelles par les utilisateurs dans le domaine de l'aéronautique.....</b>	<b>104</b>
<b>Chapitre 5 : Etude de la perception par les utilisateurs de nouvelles procédures de travail incluant des informations visuelles (Etude 1).....</b>	<b>107</b>
1. Problématique de recherche et hypothèses.....	107
1.1. Problématique de recherche.....	107
1.2. Hypothèses.....	110
2. Méthodologie.....	113
2.1. Population finale.....	113
2.2. Présentation de l'outil de mesure.....	114
2.3. Pré-test et traduction du questionnaire.....	117
2.3.1. Pré-test du questionnaire.....	117
2.3.2. Traduction du questionnaire.....	117
2.4. Recueil des données.....	118
3. Résultats de l'étude.....	119
3.1. Analyses préliminaires des données.....	119
3.1.1. Validation et consistance interne des échelles de mesure.....	119
3.1.2. Corrélations inter-dimensions.....	123
3.2. Comparaison des trois formats de procédures sur les dimensions du modèle d'acceptabilité des technologies.....	125
3.3. Analyse de l'effet des croyances sur l'acceptabilité des trois formats de procédures : test du modèle de l'UTAUT.....	130

3.3.1. Effets des croyances sur l'intention d'utiliser le format animations 3D...	131
3.3.2. Effets des croyances sur l'intention d'utiliser le format animations 2D...	134
3.3.3. Effets des croyances sur l'intention d'utiliser le format photos.....	138
Discussion.....	142
Conclusion.....	145
<b>Chapitre 6 : Etude de l'utilisation de nouveaux formats de procédures incluant des informations visuelles (Etude 2).....</b>	<b>147</b>
1. Problématique et hypothèses.....	147
2. Méthodologie.....	148
2.1. Population d'étude.....	148
2.2. Matériel et procédure.....	149
2.2.1. Création de la grille d'observations et du guide d'entretien .....	150
2.2.2. Contenu de la grille d'observations et du guide d'entretien.....	150
2.2.3. Pré-test.....	152
2.3. Recueil des données.....	152
2.3.1. Procédure de recueil des données issues des observations.....	152
2.3.2. Procédure de recueil des données issues des entretiens.....	154
3. Résultats de l'étude : comparaison des procédures de référence et des nouveaux formats incluant des informations visuelles.....	154
3.1. Analyses descriptives des procédures et de la réalisation de la tâche.....	155
3.2. Résultats liés à l'utilisabilité des procédures.....	156
3.2.1. Efficacité des nouveaux formats de procédure.....	156
3.2.1.1. La réussite de la tâche.....	156
3.2.1.2. Temps de réalisation de la tâche.....	156
3.2.1.3. Taux et nature des erreurs.....	157
3.2.2. Efficience des nouveaux formats de procédures.....	159
3.2.2.1. Temps de lecture de la procédure.....	159
3.2.2.2. Utilisation de la procédure pour réaliser la tâche.....	165
3.2.2.3. Nombre de demandes d'aide émises par les utilisateurs.....	171
3.2.3. La facilité d'utilisation et de compréhension des procédures.....	172
3.2.3.1. Applicabilité des procédures.....	173
3.2.3.2. Utilisation des renvois et localisation des informations.....	174
3.2.3.3. Facilité de compréhension.....	175
3.2.3.4. Présentation des informations.....	176
3.2.4. Intention d'utilisation et avis des techniciens sur le projet.....	177
3.3. Synthèse des résultats liés à l'utilisabilité des procédures.....	179
Discussion.....	183
Conclusion.....	187
Mise en lien des résultats des deux études de la partie 2.....	189

<b>Partie 3 : Etude de l'acceptation d'un logiciel de gestion de procédure dans le domaine de la maintenance industrielle.....</b>	<b>192</b>
<b>Chapitre 7 : Etude de la perception d'un logiciel de gestion de procédures par les techniciens de maintenance (Etude 3).....</b>	<b>195</b>
1. Problématique de recherche et hypothèses.....	195
1.1. Problématique de recherche.....	195
1.2. Hypothèses.....	198
2. Méthodologie.....	203
2.1. Participants.....	203
2.2. Matériel.....	204
2.3. Pré-test du questionnaire.....	206
2.4. Procédure de recueil des données.....	207
3. Résultats de l'étude.....	207
3.1. Analyses préliminaires des données.....	207
3.1.1. Structure et consistance interne du questionnaire.....	207
3.1.1.1. Mesure des croyances liées à l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue, le contrôle perçu et la compatibilité perçue.....	208
3.1.1.2. Mesure des croyances liées à l'influence sociale.....	210
3.1.1.3. Mesure des croyances liées aux conditions facilitatrices.....	211
3.1.1.4. Mesure des croyances liées à l'attitude.....	212
3.1.1.5. Mesure des croyances liées à l'intention comportementale.....	212
3.1.1.6. Mesure des croyances liées au caractère volontaire d'utilisation....	213
3.1.1.7. Moyenne des dimensions d'acceptation du logiciel et corrélations inter-dimensions.....	213
3.2. Examen des facteurs jouant un rôle dans l'acceptation du logiciel par les techniciens de maintenance : test du modèle de l'UTAUT.....	215
3.2.1. Mesure de l'utilisation du logiciel.....	215
3.2.2. Effet des croyances sur l'intention d'utilisation (H1), l'utilisation du logiciel (H2) et l'attitude (H3).....	217
3.2.2.1. Effets des croyances sur l'intention d'utilisation (H1).....	217
3.2.2.2. Effets des croyances sur le comportement d'utilisation (H2).....	220
3.2.2.3. Effets des dimensions utilité perçue, facilité d'utilisation perçue, compatibilité perçue sur l'attitude (H3).....	222
3.2.3. Tests de médiation entre les dimensions de l'acceptation.....	224
3.2.3.1. Test du rôle médiateur de l'utilité perçue entre la facilité d'utilisation perçue et l'attitude (H4).....	224
3.2.3.2. Test du rôle médiateur de la compatibilité perçue entre les croyances liées à l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue et l'attitude (H5).....	225
3.2.3.3. Test du rôle médiateur de l'attitude entre les croyances liées à l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue, la compatibilité perçue et l'intention comportementale (H6).....	227
3.2.3.4. Test du rôle médiateur de l'intention comportementale entre les croyances et l'utilisation du logiciel (H7).....	229
Discussion.....	230

Conclusion.....	234
<b>Chapitre 8 : Analyse de l'activité de technicien de maintenance d'équipement en interaction avec un logiciel de gestion de procédures (Etude 4).....</b>	<b>236</b>
1. Problématique et hypothèses.....	236
2. Méthodologie.....	238
2.1. Participants.....	238
2.2. Matériel et procédure.....	240
2.3. Pré-test des catégories d'observables.....	242
2.4. Recueil des données.....	243
3. Résultats de l'étude.....	244
3.1. Analyse descriptive des procédures.....	244
3.2. Analyse des temps de réalisation des différentes actions réalisées.....	253
3.2.1. Analyse des temps des actions effectuées dans les ateliers réalisant des maintenances préventives.....	253
3.2.1.1. Temps de réalisation de chaque action dans l'atelier cleaning.....	253
3.2.1.2. Temps de réalisation de chaque action dans l'atelier métrologie.....	258
3.2.2. Analyse des temps des actions effectuées dans les ateliers réalisant des maintenances correctives.....	261
3.2.2.1. Temps de réalisation de chaque action dans l'atelier électronique...	261
3.2.2.2. Temps de réalisation de chaque action dans l'atelier radiofréquence.....	265
3.2.3. Synthèse des résultats concernant l'analyse de l'usage réel du logiciel de gestion de procédures.....	268
3.3. Diagnostic des facteurs qui permettent d'expliquer l'usage du logiciel et des procédures.....	272
3.3.1. Evaluation de l'utilisabilité du logiciel par les techniciens.....	273
3.3.1.1. Les éléments liés au contenu des procédures.....	273
3.3.1.2. Les éléments liés aux fonctionnalités du logiciel.....	276
3.3.1.3. Les éléments liés au support matériel du logiciel.....	277
3.3.2. Evaluation de l'utilité du logiciel par les techniciens.....	279
3.3.2.1. Eléments favorisant l'usage du logiciel.....	279
3.3.2.2. Eléments défavorisant l'usage du logiciel.....	280
3.3.3. Evaluation du processus de rédaction des procédures de travail.....	282
Discussion.....	285
Conclusion.....	288
Mise en lien des résultats des deux études de la partie 3.....	290
<b>Discussion générale.....</b>	<b>292</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>300</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>305</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>317</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Les différents modes de structuration de l'activité par les technologies (Bobillier Chaumon, 2003, p.166) .....	29
Figure 2: Les deux pôles de l'analyse (d'après le cercle de sociologie des représentations) (Dubois & Mallein, 1996, p.38). .....	31
Figure 3: Articulation entre la tâche et l'activité de travail (Guérin et al., 2007, p.36).....	32
Figure 4: Exemple des différentes tâches décrites, inspiré de Leplat (2000) .....	34
Figure 5: La dimension sociale de la prescription selon Six, 1999 (Daniellou & Six, 2000, p.12).....	41
Figure 6: Modèle général de la représentation mentale de la situation par les techniciens (Collard & Tricot, 2010, p.8) .....	47
Figure 7: Critères pouvant affecter l'efficacité des procédures de travail (inspiré de Veyrac et al., 1997).....	52
Figure 8: Exemple d'un objet en deux dimensions (à gauche) et d'un objet en trois dimensions (à droite) .....	59
Figure 9: Les trois « U » (Utilité, Utilisabilité, Universalité) : les trois maîtres mots en Ingénierie de l'Interaction Homme-Machine (IIHM) (Calvary & Coutaz, 2002, p.4) .....	67
Figure 10: Modèle du processus attitude - comportement (Fazio, 1986, p.212) .....	77
Figure 11 : Théorie de l'action raisonnée (Fishbein & Ajzen, 1975, cité par Davis, Bagozzi & Warshaw, 1989, p.984) .....	81
Figure 12 : La théorie du comportement planifié, Ajzen (2006).....	82
Figure 13: Modèle d'Acceptation des Technologies (TAM) (Davis et al., 1989, p.985).....	86
Figure 14 : Modèle de l'UTAUT (Venkatesh et al., 2003, p.447) .....	91
Figure 15: Récapitulatif des différentes hypothèses testées (étude 1).....	113
Figure 16: Adéquation entre le format et la tâche .....	125
Figure 17: Préférence spontanée des répondants vis-à-vis des trois formats .....	126
Figure 18: Moyennes de la facilité d'utilisation en fonction du format de procédure .....	127
Figure 19: Moyennes de l'attitude en fonction du format de procédure.....	127
Figure 20: Moyennes de l'intention d'utilisation au quotidien en fonction du format de procédure .....	128
Figure 21: Moyennes de l'intention d'utilisation cas particuliers en fonction du format de procédure .....	128
Figure 22: Modèle de l'étude 1 .....	130
Figure 23: Résumé des effets mis en évidence concernant l'animation 3D .....	133
Figure 24: Résumé des effets mis en évidence concernant l'animation 2D .....	137
Figure 25: Résumé des effets mis en évidence concernant les photos .....	140
Figure 26 : Temps de réalisation des actions en fonction de la procédure utilisée.....	157
Figure 27 : Nombre d'erreurs commises en fonction des procédures de travail utilisées .....	157
Figure 28 : Temps moyen de lecture des informations en fonction de la procédure utilisée .....	160
Figure 29 : Nombre de fois où le technicien se réfère à la procédure en fonction du nombre minimum requis par la procédure utilisée (animation 3D).....	167
Figure 30 : Nombre de fois où le technicien se réfère à la procédure en fonction du nombre minimum requis par la procédure utilisée (Animation 2D).....	169
Figure 31 : Nombre de fois où le technicien se réfère à la procédure en fonction du nombre minimum requis par la procédure utilisée (Photos).....	170
Figure 32: Répartition des participants en fonction du site de production et de l'ancienneté.....	204
Figure 33: Moyenne des dimensions d'acceptation du logiciel .....	214
Figure 34: Utilisation moyenne du logiciel en fonction du site de production.....	216
Figure 35: Fréquence d'utilisation du logiciel par jour.....	216
Figure 36: Effet de la compatibilité perçue et de l'expérience sur l'intention d'utilisation .....	218
Figure 37: Effet de l'attitude et de l'expérience sur l'intention d'utilisation.....	218
Figure 38: Effet de l'utilité perçue et de l'expérience sur l'intention d'utilisation.....	219
Figure 39: Effet de l'influence sociale des pairs et de l'expérience sur l'intention d'utilisation.....	219
Figure 40: Effet de la compatibilité et l'âge sur l'attitude.....	222
Figure 41: Récapitulatif des résultats du test du modèle de l'UTAUT adapté à notre étude .....	223
Figure 42: Test de la médiation de l'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'attitude par l'utilité perçue.....	225
Figure 43: Test de la médiation entre l'utilité perçue sur l'attitude par la compatibilité perçue .....	226

Figure 44: Test de la médiation entre la facilité d'utilisation perçue sur l'attitude par la compatibilité perçue...	227
Figure 45: Test de la médiation de l'effet de l'utilité perçue sur l'intention par l'attitude .....	228
Figure 46: Test de la médiation de l'effet de la compatibilité sur l'intention par l'attitude.....	229
Figure 47: Les différentes étapes de l'analyse de l'activité.....	242
Figure 48: Critères utilisés pour décrire les procédures .....	244
Figure 49: Exemple de structure de la procédure de l'atelier Radiofréquence .....	245
Figure 50: Chroniques d'activités des deux techniciens de l'atelier Cleaning .....	254
Figure 51: Enchaînement des types d'actions en fonction de l'expérience du technicien (atelier cleaning).....	257
Figure 52: Chronique d'activités des deux techniciens de l'atelier Métrologie .....	258
Figure 53: Enchaînement des types d'actions en fonction de l'expérience du technicien (atelier métrologie) ....	260
Figure 54: Chronique d'activités des deux techniciens de l'atelier électronique .....	262
Figure 55: Enchaînement des types d'actions en fonction de l'expérience du technicien (atelier électronique)..	264
Figure 56: Chronique d'activités des deux techniciens de l'atelier radio-fréquence .....	266
Figure 57: Enchaînement des types d'actions en fonction de l'expérience du technicien (atelier radiofréquence)	267
Figure 58: Pourcentage de temps pour chaque action réalisée en fonction de l'expérience et du type de maintenance .....	269

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des dimensions et facteurs du processus d'acceptation (Bobillier Chaumon, 2013, p.165) .....	96
Tableau 2: Présentation des trois nouveaux formats de procédure .....	105
Tableau 3: Détail des facteurs extraits et pourcentage de variance expliquée pour la dimension liée à l'intention d'utilisation .....	120
Tableau 4: Détail des facteurs extraits et pourcentage de variance expliquée pour la dimension liée à l'attitude	121
Tableau 5: Détail des facteurs extraits et pourcentage de variance expliquée pour les dimensions liées à l'utilité, la facilité d'utilisation, l'influence sociale et les conditions facilitatrices .....	122
Tableau 6: Test de consistance interne par dimensions et par formats.....	123
Tableau 7: Matrice de corrélations inter-dimensions pour l'animation 3D.....	124
Tableau 8: Matrice de corrélations inter-dimensions pour l'animation 2D.....	124
Tableau 9: Matrice de corrélations inter-dimensions pour les photos.....	125
Tableau 10: Synthèse des résultats de la comparaison de moyennes aux dimensions du modèle d'acceptabilité en fonction des formats de procédure .....	129
Tableau 11: Test des différents effets des croyances sur l'intention d'utiliser l'animation 3D dans les procédures .....	134
Tableau 12: Test des différents effets des croyances sur l'intention d'utiliser l'animation 2D dans les procédures .....	137
Tableau 13: Test des différents effets des croyances sur l'intention d'utiliser les photos dans les procédures...	140
Tableau 14: Tests des hypothèses 1 à 4 en fonction des formats de procédures .....	141
Tableau 15: Test de l'hypothèse 6 : Influence de la facilité d'utilisation perçue sur l'utilité perçue.....	141
Tableau 16 : Description des participants à l'étude 2 en fonction du format testé .....	149
Tableau 17 : Nombre d'observations prévues et réalisées en fonction des formats .....	152
Tableau 18 : Taux de réduction du texte entre les procédures de référence et les nouveaux formats de procédure.....	155
Tableau 19: Types d'erreurs commises concernant le format animation 3D et la procédure de référence.....	158
Tableau 20: Types d'erreurs commises concernant le format animation 2D et la procédure de référence.....	158
Tableau 21: Types d'erreurs commises concernant le format photos et la procédure de référence.....	159
Tableau 22 : Temps de réalisation de la tâche liée à l'animation 3D en fonction de l'expérience des participants et du type de procédure.....	162
Tableau 23 : Temps de réalisation de la tâche liée à l'animation 2D en fonction de l'expérience des participants et du type de procédure.....	163

Tableau 24 : Temps de réalisation de la tâche liée aux photos en fonction de l'expérience des participants et du type de procédure .....	165
Tableau 25 : Nombre de consultations minimum requis par la procédure pour une réalisation pas à pas .....	166
Tableau 26 : Nombre de demandes d'aides en fonction des formats de procédures.....	172
Tableau 27: Intention d'utilisation et préférence par les utilisateurs en fonction des procédures de travail.....	179
Tableau 28: Synthèse des résultats liés à l'utilisabilité des procédures en fonction du format (H1) .....	181
Tableau 29: Synthèse des résultats liés à l'utilisabilité des procédures en fonction du niveau d'expérience (H2).....	182
Tableau 30 : Origine et évolution du logiciel de gestion de procédures objet de notre étude .....	194
Tableau 31: Détail du groupe d'hypothèses 1 .....	199
Tableau 32: Détail du groupe d'hypothèses 2.....	200
Tableau 33: Détail du groupe d'hypothèses 3.....	201
Tableau 34: Répartition des participants en fonction des sites de production.....	203
Tableau 35: Etape de vérification de la structure et de la consistance interne du questionnaire .....	208
Tableau 36 : Résultats de l'analyse factorielle des dimensions utilité perçue, facilité d'utilisation perçue, compatibilité perçue et contrôle perçu .....	209
Tableau 37: Résultats de l'analyse factorielle sur la dimension influence sociale perçue .....	210
Tableau 38 : Résultats de l'analyse factorielle sur la dimension conditions facilitatrices perçues .....	211
Tableau 39 : Résultats de l'analyse factorielle sur la dimension attitude .....	212
Tableau 40 : Résultats de l'analyse factorielle sur la dimension intention d'utilisation .....	212
Tableau 41 : Corrélations inter-items de la dimension caractère volontaire d'utilisation perçu.....	213
Tableau 42 : Forces de corrélations.....	214
Tableau 43: Matrice de corrélations inter-dimensions .....	215
Tableau 44: Récapitulatif des résultats du groupe d'hypothèses 1 .....	220
Tableau 45: Récapitulatif des résultats du groupe d'hypothèses 2.....	221
Tableau 46: Récapitulatif des résultats de l'hypothèse 3 .....	223
Tableau 47: Détail des observations réalisées .....	240
Tableau 48: Description de la longueur des procédures observées .....	246
Tableau 49: Détail du mode de présentation pour chaque observation .....	247
Tableau 50: Type de procédure dans chaque atelier en fonction du niveau de détail .....	248
Tableau 51: Détail du contenu et de la fréquence d'utilisation de chaque procédure observée.....	249
Tableau 52: Nombre d'interventions similaires pour chaque observation de 2009 à 2014 .....	250
Tableau 53: Nombre d'observations ayant relevé des problèmes de cohérence interne des procédures en fonction du type d'erreur.....	251
Tableau 54: Temps de réalisation de chaque type d'action par les deux techniciens de l'atelier Cleaning.....	256
Tableau 55: Représentation graphique du nombre d'actions qui se suivent .....	256
Tableau 56: Temps de réalisation de chaque type d'action par les deux techniciens de l'atelier Métrologie .....	260
Tableau 57: Temps de réalisation de chaque type d'action par les deux techniciens de l'atelier électronique ....	263
Tableau 58: Temps de réalisation de chaque type d'action par les deux techniciens de l'atelier radio-fréquence.....	267
Tableau 59: Usage du logiciel par les techniciens .....	270
Tableau 60: Synthèse des facteurs liés à l'utilisabilité du logiciel.....	278
Tableau 61: Synthèse des facteurs liés à l'utilité du logiciel .....	282
Tableau 62: Résultats des deux études menées (étude 3 et 4).....	291
Tableau 63: Comparaison entre les principaux résultats des études sur la perception des techniciens aux phases d'acceptabilité et d'acceptation du processus d'adoption des technologies .....	296

## Introduction générale

Les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) sont de plus en plus nombreuses dans les entreprises. Elles sont définies par Bobillier Chaumon et Sarnin (2012) comme « l'ensemble des outils et des ressources qui permettent de recevoir, d'émettre, de stocker, d'échanger et de traiter différentes informations et connaissances entre les individus » (p.286). Elles concernent à la fois les systèmes de communication, de gestion, de collaboration, de formation et de résolution de problèmes (Bobillier Chaumon, 2013). Les procédures de travail n'échappent pas à cette tendance et, de plus en plus, les entreprises les informatisent. Leplat (2004) définit les procédures comme « des documents techniques visant à orienter l'action, c'est-à-dire à définir ce qu'il faut faire pour répondre à l'exigence d'une tâche » (p.195). En outre, dans les entreprises, l'information évolue au gré des nouvelles technologies. Selon Rasovska, Chebel-Morello et Zerhouni (2007), on passe d'une information informelle à un système structuré et formel.

Dans ce cadre, les évolutions technologiques engendrent des changements qui peuvent être à la fois sociaux et professionnels (Brangier & Valléry, 2004). Par ailleurs, l'activité peut être modifiée avec les TIC dans le sens où les techniciens doivent composer avec ces nouveaux systèmes. Selon Leplat (1992), les conditions de travail effectivement prises en compte par les opérateurs ne correspondent pas toujours à celles définies par les organisateurs du travail. En effet, plusieurs auteurs (Hoc & Leplat, 1983 ; Brangier & Barcenilla, 2002) expliquent qu'il existe un écart entre la tâche prescrite telle qu'elle est définie par les concepteurs et la tâche réellement exécutée par les salariés. Par ailleurs, selon le degré de marge de manœuvre laissé aux techniciens, les technologies professionnelles peuvent être plus ou moins prescriptives (Bobillier Chaumon, 2013). Dans le domaine de la maintenance, on peut se demander comment réagissent les techniciens lorsque l'on passe d'un système d'information informel à un système guidé par une technologie.

La présente thèse s'inscrit dans ce cadre. En effet, nous proposons d'étudier le processus d'adoption des technologies dans le domaine de la maintenance. Dans ce cadre, nous intervenons auprès de deux entreprises qui souhaitent améliorer les procédures de maintenances informatisées. La première souhaite étudier l'impact de nouveaux formats de procédures avant leur mise place. Nous nous situons dans une phase d'acceptabilité à priori (Bobillier Chaumon, 2013). La deuxième entreprise, souhaite améliorer un logiciel de gestion de procédures déjà mis en place dans les ateliers. Nous nous situons dans une phase d'acceptation (Bobillier Chaumon & Dubois, 2009).

La première ligne de recherche de ce travail est d'étudier les croyances des techniciens vis-à-vis de technologies prescriptives du travail aux deux premières phases du processus d'adoption des technologies. Pour cela, nous nous basons sur la littérature qui s'intéresse à la prédiction du comportement d'utilisation d'une technologie (Fishbein & Ajzen, 1975 ; Rogers, 1983 ; Davis, 1989 ; Venkatesh, Morris, Davis & Davis, 2003). Plusieurs modèles et théories ont ainsi été développées (TAR, TCP, IDT, TAM, UTAUT) afin de prédire l'utilisation d'une technologie avant ou après sa mise en place à travers les croyances des individus. Dans la plupart de ces modèles l'intention comportementale est le principal prédicteur du comportement qui est elle-même prédite par plusieurs croyances telles que l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue. Ces modèles présentent un pouvoir prédictif important de l'intention comportementale (entre 30% et 74%) Cependant, plusieurs limites peuvent être citées, notamment, le fait qu'ils prennent très peu en compte le contexte organisationnel mais aussi les pratiques et les habitudes des utilisateurs. Notre deuxième ligne de recherche a donc pour objectif d'étudier l'impact de ces technologies sur l'activité des techniciens de maintenance. Dans ce sens, nous pourrions confronter le travail prescrit à travers les procédures de travail et le travail réellement effectué par les techniciens.

Notre question principale de recherche est de comprendre quels sont les facteurs qui impactent la perception des techniciens vis-à-vis de ces systèmes mais aussi comment ils s'intègrent à leur l'activité. Pour cela, nous nous intéressons aux croyances des techniciens de maintenance vis-à-vis de logiciels qui véhiculent les procédures de travail afin de comprendre quels sont les facteurs qui jouent un rôle dans l'adoption de ce type de technologie. Puis, nous analyserons comment les techniciens de maintenance utilisent et intègrent ces technologies dans leur travail quotidien. Pour répondre à cette question, nous menons quatre études empiriques.

Dans une première partie, nous décrivons notre cadre théorique composé de quatre chapitres. Le chapitre 1 s'intéresse au contexte de la maintenance industrielle et des TIC spécifiques à ce domaine. Le chapitre 2 se centre davantage sur les procédures de travail. Nous évoquerons notamment les facteurs qui influencent leur usage et les méthodes d'évaluation. Le chapitre 3 est relatif à la prise en compte des croyances dans le processus d'adoption des TIC. Nous réalisons un état de l'art des travaux sur l'adoption des technologies en nous centrant sur un modèle en particulier : le modèle de l'UTAUT. Enfin, dans le chapitre 4, nous exposerons la problématique générale de cette thèse.

Dans une deuxième partie, nous présentons deux études qui s'intéressent à l'acceptabilité à priori de trois nouveaux formats de procédures dans le domaine de la maintenance aéronautique. Le chapitre 5 examine le rôle des croyances des techniciens sur l'acceptabilité à priori des nouveaux formats de procédures étudiés. Le chapitre 6 vise à analyser l'impact de ces nouveaux formats sur la compréhension et l'utilisation des procédures.

Dans une troisième partie, nous présentons deux études qui se centrent sur l'acceptation d'un logiciel de gestion de procédures dans le domaine de la maintenance industrielle. Dans ce cadre, le chapitre 6 s'intéresse aux croyances des techniciens et leur lien avec l'acceptation du logiciel. Le chapitre 7 vise à étudier l'impact du logiciel sur l'activité des techniciens.

Nous proposons ensuite une discussion générale, dans laquelle nous revenons sur les principaux résultats de cette thèse. Nous mettons en lien ces résultats au vu de la littérature afin de faire ressortir la contribution de cette thèse tant au niveau théorique que pratique. Pour terminer, nous concluons sur notre travail en exposant les principales recommandations qui émergent de nos études, les principales limites et les perspectives de recherches.

## **Partie 1 : L'acceptation des nouvelles technologies : le cas des procédures de travail informatisées dans le domaine de la maintenance**

Dans cette première partie, nous exposerons le cadre théorique sur lequel nous nous basons dans cette thèse. Dans le chapitre 1, nous nous intéresserons au domaine de la maintenance. Nous définirons cette notion, puis nous exposerons le concept de Technologie de l'Information et de la Communication (TIC). Par ailleurs, nous relierons la notion d'activité à l'usage des technologies dans le monde professionnel.

Dans le chapitre 2, nous nous centrerons sur les procédures de travail qui sont de plus en plus informatisées dans les entreprises. Nous définirons cette notion et parlerons de l'usage des procédures de travail. Nous exposerons plusieurs facteurs qui impactent cet usage. Enfin, nous proposerons plusieurs méthodologies pour évaluer les procédures de travail.

Dans le chapitre 3, nous centrerons notre réflexion sur la prise en compte des croyances, de la perception et de l'attitude dans la prédiction de l'adoption des nouvelles technologies. Nous définirons ces notions et détaillerons plusieurs modèles d'acceptation des technologies.

Dans le chapitre 4, nous mettrons en lien les notions abordées dans les trois premiers chapitres avec le problème qui motive la réalisation cette thèse.

### **Chapitre 1 : La gestion du travail de maintenance à travers les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)**

Dans ce chapitre, nous aborderons la gestion de la maintenance via les TIC. En effet, la demande inhérente à cette thèse a pour objet un logiciel de gestion de la maintenance. Nous commencerons donc par proposer une définition de la maintenance, puis nous exposerons les changements que ce domaine subit notamment avec l'introduction de Technologies de l'Information et de la Communication (TIC). Nous définirons les TIC et nous verrons qu'elles sont étroitement liées à l'organisation dans laquelle elles sont implémentées. Nous proposerons de faire un lien entre ces dernières et les marges de manœuvre qu'elles laissent aux employés. Pour finir, nous distinguerons les notions de tâche et d'activité afin d'évoquer l'écart entre la tâche prescrite et la tâche réelle. Nous illustrerons cet écart avec des pratiques courantes en entreprise : le bricolage et le détournement.

## **1. La maintenance industrielle**

L'observatoire réseau maintenance de l'Association Française des Ingénieurs et responsables de Maintenance (AFIM, 2013) souligne une augmentation des dépenses de maintenance faites par les entreprises de 1,9% en 2011 par rapport en 2010, ainsi qu'une augmentation du taux de sous-traitance passant de 32,4% en 2010 à 33,3% en 2011. Les entreprises investissent donc beaucoup dans la maintenance de leurs équipements et passent davantage par des prestataires externes.

La maintenance est définie par l'AFNOR (2001) comme « l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise » (p.12). La maintenance est une fonction stratégique dans les entreprises. En effet, ces dernières doivent disposer d'un système de production fiable qui passe par une maintenance efficace et à moindre coût (Rasovska et al., 2007). Cependant, malgré un objet commun (les machines), la production et la maintenance peuvent présenter des objectifs différents. En effet, l'objectif de la production est de produire le plus possible et le plus longtemps possible alors que l'objectif de la maintenance est de favoriser le maintien le plus longtemps possible de la machine mais pour cela elle doit arrêter la production (Giraud, Ait-Kadi, Ledoux, Pâques & Tanchoux, 2008). La maintenance intervient souvent suite à une panne ; ce qui peut rendre encore plus long l'arrêt de la production. Cependant, la manière de réaliser la maintenance a évolué au fil du temps. En effet, on peut classer les activités de la maintenance en deux grandes catégories : la maintenance corrective et la maintenance préventive.

La maintenance corrective est « exécutée après détection d'une panne et est destinée à remettre un bien dans un état dans lequel il peut accomplir une fonction requise » (AFNOR, 2001, p.7). Elle est soumise à des contraintes temporelles fortes car l'arrêt d'une machine de production entraîne une diminution du rendement et peut impacter la production globale lorsque la fabrication du produit est dépendant de plusieurs services.

La maintenance préventive quant à elle, est « exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinés à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement du bien » (AFNOR, 2001, p.6). Cette dernière permet de remplacer certaines pièces en préventif afin d'éviter la dégradation du matériel ou de l'équipement correspondant. Elle permet de prévoir et de rentabiliser le temps d'arrêt d'une machine. La pratique majoritaire dans les entreprises est la maintenance corrective. Cependant, cette dernière tend à diminuer dans les entreprises (Giraud et al., 2008) au profit d'une maintenance

préventive (Cart, Gosseaume, Kogut-Kubiak & Toutin, 2001). Ainsi, l'objectif des entreprises n'est plus seulement de réparer les matériels en panne mais aussi de prévoir et éviter les dysfonctionnements (Rachidi, Talbi & Khatory, 2012). Les maintenances dites préventives ne sont pas soumises à des pressions temporelles puisqu'elles sont planifiées contrairement aux maintenances correctives. En effet, un équipement en panne dans une chaîne de production peut impacter la totalité de la production (Giraud et al., 2008). Le développement des maintenances préventives favorise l'externalisation de la maintenance à des entreprises spécialisées dans ce type d'activité (Cart et al., 2001). En effet, confier sa maintenance à des entreprises spécialistes est un gage de qualité et permet aux entreprises de se focaliser sur leur domaine de compétences. Francastel (2003) explique que « la prestation de maintenance, qu'elle soit interne ou confiée, en tout ou partie, à l'extérieur exige une démarche « qualité » s'inscrivant dans le processus général d'assurance qualité (AQ) de l'entreprise » (p.135).

Le développement de la maintenance préventive est possible grâce aux nouvelles méthodes notamment d'aide au diagnostic et de contrôle (Cart et al., 2001). De plus, ces nouvelles méthodes et cette planification de la maintenance sont liées au développement des nouvelles technologies et aux systèmes informatiques de gestion des activités. Rachidi et al. (2012) précisent, concernant la maintenance, que « loin d'être aujourd'hui stabilisée, elle évolue au gré des Nouvelles Technologies de l'Information et de Communication (NTIC), l'introduction de nouvelles méthodes de gestion, du développement technologique des outils de production, en particulier dans les domaines de la mesure et du contrôle de fonctionnement, de la systématisation progressive, de l'usage des normes et des procédures. L'ensemble de ces facteurs modifie non seulement les modes d'organisation de la fonction maintenance mais aussi les activités des techniciens et ouvriers qui opèrent dans ce champ » (p.5). Les TIC sont de plus en plus présentes dans les entreprises ; ce qui génère des modifications des conditions de travail pour les employés qui doivent s'adapter à ces nouveaux outils.

## **2. Les technologies de l'information et de la communication**

Les Technologies de l'Information et de Communication (TIC) « fédèrent l'ensemble des outils et des ressources qui permettent de recevoir, d'émettre, de stocker, d'échanger et de traiter différentes informations et connaissances entre les individus » (Bobillier Chaumon & Sarnin, 2012, p. 286). Le terme TIC regroupe une multitude de technologies dont les objectifs et le mode de fonctionnement peuvent être très différents. Bobillier Chaumon (2013) les classe en cinq grandes familles :

- Les technologies de communication qui permettent une meilleure transmission de l'information et de la communication au sein d'une organisation mais aussi entre les organisations. L'auteur considère Internet mais aussi les réseaux internes et externes des entreprises de type Intranet et Extranet comme étant des technologies de communication.
- Les technologies de collaboration, dont le but est de favoriser le travail en réseau, de type *Groupware* qui favorise la coopération et l'interaction de plusieurs personnes via une plateforme logiciel ou de type *Workflow* qui vise « l'automatisation des processus de travail mettant en jeu plusieurs acteurs, documents ou tâches » (Bobillier Chaumon, 2013, p.77).
- Les technologies de gestion qui visent à « formaliser le plus possible le recueil, le traitement et la transmission des données opérationnelles de l'entreprise » (Bobillier Chaumon, 2013, p.77) comme, par exemple, les ERP (*Enterprise Resource Planning*) qui permettent de centraliser toutes les informations dans une unique base de données. Les GED (Gestion Electronique de Document) font aussi partie des technologies de gestion dans le sens où l'objectif est de numériser tous les documents papiers pour une meilleure gestion électronique.
- Les technologies d'aide aux prises de décision favorisent la réflexion et la résolution de problèmes. Bobillier Chaumon (2003) cite trois technologies de ce type : tout d'abord, la réalité virtuelle ou augmentée qui permet une « représentation virtuelle de la réalité » (p.164), afin de simuler des situations de travail par exemple ; ensuite, les systèmes experts (SIAD) qui « cherchent à imiter ou reproduire tout ou une partie des raisonnements humains » (Bobillier Chaumon, 2013, p.78) ; enfin, les outils du *Knowledge Management* qui visent à recueillir les compétences et les connaissances présentes dans l'entreprise afin de les diffuser à tous.
- Les technologies de formation (*E-learning* et visio-conférence) qui permettent de consulter des documents ou de communiquer à distance.

Un nombre important de technologies se développe dans les entreprises, il faut donc prendre en considération l'impact que les technologies peuvent avoir sur l'organisation et sur le travail des salariés. En effet, les technologies entraînent nécessairement des changements pour les salariés. Le contexte organisationnel est donc un élément indispensable à prendre en compte lorsque l'on veut implémenter une TIC.

## 2.1.NTIC et changement organisationnel

L'introduction d'une nouvelle technologie dans le travail ne peut se faire sans prendre en compte le contexte organisationnel. Comme l'explique Brangier et Valléry (2004), l'insertion d'une nouvelle technologie engendre des changements sociaux et / ou professionnels « qui génère des ruptures vécues de façon plus ou moins conflictuelles par rapport au mode de fonctionnement existant » (p.215). En effet, ces auteurs précisent que les NTIC impactent les compétences des opérateurs dans le sens où certaines tâches peuvent être supprimées ou redéfinies avec la technologie ; ce qui entraîne une requalification des agents. Pour illustrer cette idée, une étude de Bobillier Chaumon (1997) s'intéresse au travail d'informaticiens qui voient leur système technique changer. Les auteurs notent une augmentation de la coopération inter et intra groupe ; ce qui pourrait être perçu comme un bénéfice. Cependant, les auteurs précisent que dans ce contexte cela est vécu par les informaticiens comme une perte d'autonomie et d'indépendance dans leur travail. En effet, le changement de système conduit « à une redistribution des zones de pouvoir entre les différentes catégories de personnes participant au développement » (p.173). Ainsi, le chef de projet qui relaie l'information se voit court-circuité par le nouveau système. Les informaticiens qui ne maîtrisent pas ce système se retrouvent en position de novices face aux nouveaux acteurs (prestataires externes et spécialistes). Dans cette situation, le nouveau système « redéfinit les rôles et les responsabilités de chacun des acteurs de la conception et modifie le processus de décision ainsi que les échanges et les interactions entre individus » (Bobillier Chaumon, 1997, p.177). Cet exemple illustre que l'introduction d'un système n'est jamais anodin et entraîne forcément des conséquences sur l'organisation.

Par ailleurs, Muhlmann (2001) explique que les technologies et l'organisation « s'interstructurent et fonctionnent dans un rapport complexe de codétermination » (p.328). L'auteur rajoute que « l'appropriation des nouvelles technologies est donc loin d'être un processus automatique ou monolithique. Les technologies ne s'imposent pas : les acteurs se les approprient (ou non), les intègrent (ou non) dans leur pratique » (p.341). Il est donc important que les responsables des entreprises qui décident de modifier des systèmes techniques comprennent comment le travail est modifié et structuré par les différents dispositifs. En effet, ces derniers prennent leur sens dans le contexte dans lequel ils sont introduits (Elie-Dit-Cosaque, 2011). Les difficultés générées par les technologies « peuvent engendrer la frustration de l'utilisateur final, qui ne se voit plus sollicité en tant qu'acteur porteur de savoirs et de compétences et exerçant un *métier*, mais plutôt comme un *utilisateur* de

l'application selon les modalités prévues. Les contours des métiers et le sens du travail s'en trouvent affectés » (Elie-Dit-Cosaque, 2011, p.36). Une expérience de Gaudart (2000) auprès d'un organisme de service de prestation financière montre qu'un formalisme trop important empêche les employés de réaliser leur travail dans les meilleures conditions. Cette étude vise à appréhender l'appropriation d'un nouveau logiciel après son implantation. L'objectif du logiciel étudié dans cette étude est l'homogénéisation des procédures et des traitements. Ce qui ressort des résultats est que la mobilisation des compétences des salariés est en partie empêchée par le nouveau logiciel. En effet, les salariés anticipent le travail en récupérant des documents auprès des clients et, lorsqu'il en manque, ils saisissent partiellement les données dans l'attente des documents manquants. Avec le nouveau logiciel, cette anticipation est plus difficile « les itinéraires sont beaucoup plus formalisés : l'employé doit, pour l'essentiel, respecter un ordre de consultation et de traitement qu'il annonce au départ » (Gaudart, 2000, p.5). L'auteur précise que, si on fait abstraction de l'activité réelle des agents, il y a un risque que les salariés aient une représentation modifiée de leur métier.

En outre, les technologies de l'information et de la communication peuvent parfois être mises en place afin d'homogénéiser les pratiques des salariés. Ainsi, en communiquant la « bonne » façon de faire, les décideurs pensent se prévenir d'éventuelles erreurs. En effet, comme l'exprime Humphrey (1989 cité par Brangier & Valléry, 2004) « la technologie est un système de prescriptions des conduites humaines. Elle repose sur des procédures, qui définissent un cadre général prescrivant les comportements à tenir, quand bien même l'individu y réagit en redéfinissant les prescriptions, en se les appropriant, en les transformant, voire en les pervertissant. [...] La culture informatique reste encore le meilleur vecteur pour assurer le grand dessein de la rationalisation, en introduisant dans les organisations une codification des activités, une transformation des langages professionnels, une transposition des règles de gestion des entreprises, une redéfinition des procédures de travail, une réduction des effectifs... En définitive, une formalisation des pratiques rattachées à l'information » (p.220). Dans le domaine de la maintenance, nombre de nouvelles technologies sont créées afin de rationaliser les systèmes de production ou de réparation.

## **2.2. Les technologies de l'information et de la communication dans le domaine de la maintenance**

Le nombre de technologies peut varier d'une entreprise à l'autre mais aussi d'un service à l'autre. D'après Bobillier Chaumon (2013), ces technologies professionnelles « se définissent souvent comme des instruments au service de l'efficacité individuelle et collective de

l'entreprise » (p.80). En effet, elles sont conçues pour améliorer la gestion de l'activité de l'entreprise mais aussi la communication. Rasovska et al. (2007) expliquent que l'information a évolué avec le développement des technologies. Avant, elle était informelle (saisie manuellement sur papier, échanges verbaux entre les personnes concernées) alors qu'aujourd'hui, elle est formelle et structurée (véhiculée par les systèmes informatiques). Ainsi, les systèmes informatiques utilisent les connaissances afin de donner à leurs utilisateurs « une aide à décision pour la résolution de problème et en vue d'améliorer leurs compétences dans le domaine » (p.3). La communication passe donc par ces systèmes. Dans le domaine de la maintenance, il existe plusieurs systèmes spécifiques que ces auteurs énumèrent :

- Le système de maintenance : système autonome sur le site de production ;
- Le système de télémaintenance : deux systèmes informatiques qui échangent des informations à distance ;
- Le système d'e-maintenance qui est défini comme une « technologie web qui permet d'échanger, de partager et distribuer des données et informations et créer un ensemble de connaissance » (p.6) ;
- Le système s-maintenance qui permet d'améliorer l'échange d'information des données entre les systèmes informatiques.

Dans le domaine de la maintenance, les systèmes informatiques sont nombreux. Il peut exister des niveaux d'interaction et de collaboration entre les différents systèmes présents au sein d'une entreprise. Rachidi et al. (2012) définissent les systèmes experts comme « une application informatique capable de prendre des décisions ou de résoudre des problèmes dans un domaine précis » (p.7). Ces auteurs précisent que les systèmes experts dans la maintenance ont plusieurs fonctions :

- « Traiter les divers aspects de maintenance pour une famille d'équipements donnée ;
- Guider pas à pas l'intervenant selon un cheminement de moindre coût par une intégration judicieuse du savoir-faire correspondant à des faits observés ;
- Prendre en compte aisément les adaptations qui se révèlent nécessaires ;
- Reprendre éventuellement et renforcer « l'organigramme de dépannage » qui peut être valorisé en le rendant plus accessible » (p.8).

Les systèmes experts permettent de collecter les connaissances et compétences d'experts dans un domaine et ainsi, le diffuser au plus grand nombre d'utilisateurs. Dans la même lignée, selon Francastel (2003), les logiciels GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur) sont désormais incontournables dans le domaine de la maintenance. En effet,

Rasovska et al. (2007) considèrent que l'évolution des systèmes informatiques favorise la collecte et le regroupement des procédures de maintenance, ainsi qu'une meilleure gestion de l'activité de maintenance au quotidien (panne, gestion de stock, planification des maintenances...). Selon Rachidi et al. (2012), la GMAO « va répondre aux besoins des entreprises en ce qui concerne les échanges d'information et des procédures et l'analyse des activités de maintenance et les archiver » (p.9). Ce type de logiciel permet de gérer une grande partie de la maintenance. Rasovska et al. (2007), décrivent quatre fonctionnalités de ces systèmes informatiques. La première est relative à la gestion de la maintenance quotidienne qu'elle soit préventive ou corrective. La deuxième est la gestion du personnel de maintenance qui réalise le travail (planning, affectation...). La troisième fonctionnalité concerne la gestion et le contrôle des stocks de pièces. Enfin, la quatrième fonctionnalité est la gestion des achats. Nous remarquons donc que les logiciels GMAO permettent de centraliser une grande partie du processus de maintenance de la réalisation technique à la gestion logistique du matériel. Cependant, le risque de ce type de technologie est qu'elle soit prescriptive à outrance, ne laissant au technicien aucune marge de manœuvre.

### **2.3. Les technologies de l'information et de la communication et les marges de manœuvres laissées aux utilisateurs**

Selon la définition de Marquié (1995), une marge de manœuvre représente « la latitude dont on dispose entre certaines limites, les possibilités d'action laissées par certaines contraintes internes et externes. Ces possibilités peuvent découler d'une atténuation des contraintes elles-mêmes et d'une meilleure utilisation des marges de liberté qu'elles laissent » (p.212). De plus, Coutarel (2004) indique que « cet espace de liberté, autorisé par l'organisation, constitue un espace à investir par l'opérateur » (p.152). Par ailleurs, Bobillier Chaumon (2013) classe les technologies en fonction des marges de manœuvres laissées au salarié. Ainsi, trois catégories émergent (cf. Figure 1) : la première catégorie de technologies concerne les *technologies prescriptives du travail* qui définissent les tâches à réaliser en contrôlant et régulant l'activité du salarié. Comme l'explique Bobillier Chaumon (2003), « les TIC seraient un instrument de formalisation des règles de fonctionnement : les anciennes règles, souvent tacites et informelles, seraient déstructurées pour céder la place à des conduites de travail plus formelles et socialement acceptables par l'organisation » (p.167). Elie-Dit-Cosaque (2011) indique « qu'un contrôle accru, par la hiérarchie notamment, peut en revanche être rendu possible par la plus grande transparence des processus de travail. Dès lors, la transparence induite par certaines applications de gestion est parfois vécue comme une

menace, qui (entre autres choses) restreint l'autonomie et contribue à un appauvrissement du travail» (p.37). La deuxième catégorie de technologie concerne les technologies liées à une vision « plus incarnée et située de l'activité » (Bobillier Chaumon, 2013, p.81). Elles permettent au salarié d'être plus autonome dans la gestion du travail. Bobillier Chaumon (2003) parle de « *systèmes discrétionnaires* ». On laisse ainsi la possibilité au travail d'évoluer et de se reconfigurer en fonction des multiples changements de l'environnement socio-économique et technologique» (p.166-167). Pour finir, la troisième catégorie de technologie est à la jonction entre l'activité, l'utilisateur mais aussi le dispositif. C'est ce que Bobillier Chaumon (2003) appelle les *systèmes dits « flexibles »* (p.165-166). En effet, l'auteur précise que le respect des procédures est possible lorsque l'environnement est stable et mais aussi pour rassurer des utilisateurs novices. Cependant, lorsque l'environnement est changeant et que l'individu développe son expérience, la réappropriation du système « devient alors une tricherie nécessaire » (p. 169) car cela permet de pallier aux insuffisances du système de travail. Bobillier Chaumon (2003) précise que « cette capacité de réaction/déviation par rapport à ce cadre prescriptif est également nécessaire pour assurer la pérennité de l'entité homme-machine et préserver l'intégrité sociale et mentale de l'utilisateur » (p.169).

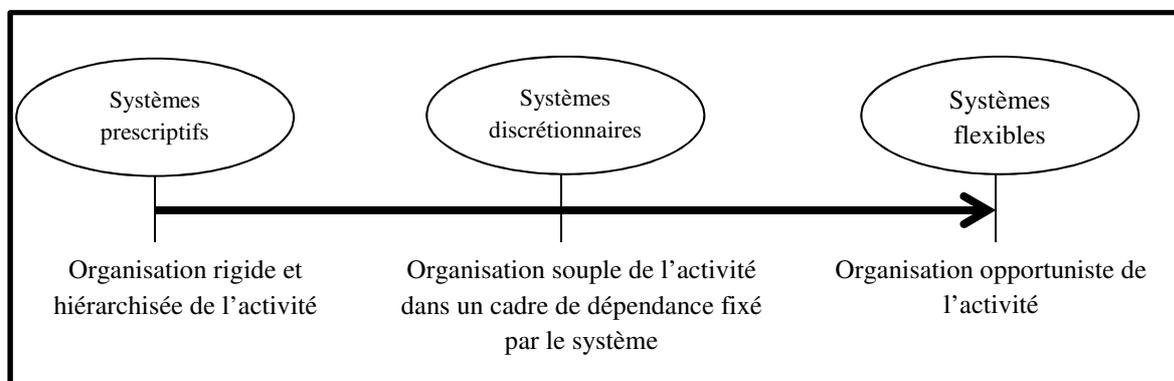


Figure 1: Les différents modes de structuration de l'activité par les technologies (Bobillier Chaumon, 2003, p.166)

Ces trois systèmes décrits par Bobillier Chaumon (2003) laissent à penser que le degré de marge de manœuvre laissé aux salariés peut influencer l'intégration de la technologie et son usage par ces derniers. De plus, l'activité s'en trouve modifiée car un système trop rigide ne permet pas toujours aux salariés d'adapter son travail en fonction des situations. Il est donc nécessaire de s'intéresser à l'usage de ces technologies dans l'activité quotidienne des utilisateurs.

### **3. Les TIC au cœur de l'activité de maintenance**

Nous venons de présenter plusieurs TIC notamment dans le domaine de la maintenance industrielle que nous avons liées au concept de marge de manœuvre laissée aux utilisateurs. Cependant, ces technologies s'insèrent dans des contextes organisationnels précis. Il est donc nécessaire de s'intéresser tout d'abord à l'usage de ces technologies, puis à l'activité des salariés et ainsi de distinguer ce qui relève de la tâche et ce qui relève de l'activité.

#### **3.1. La notion d'usage**

Lorsque l'on s'intéresse à l'implémentation des TIC, on s'intéresse à l'usage que les utilisateurs en font. Nous proposons de différencier les notions d'utilisation et d'usage. L'utilisation concerne le fait de se servir d'un objet (Goumy, 2014) et représente l'action en elle-même (Larousse, 2014). L'usage quant à lui, est un des synonymes de l'utilisation mais sa définition est plus large. En effet, l'usage représente l'emploi que l'on peut faire d'un objet (Larousse, 2014), « c'est ce pour quoi on se sert de l'objet » (Goumy, 2014). Buisine et Roussel (2008) précisent qu'« étudier l'usage revient donc à observer, interpréter les actions, l'emploi réel du produit en question pour en comprendre le fonctionnement perçu par l'utilisateur » (p.45). Cependant, ces auteurs élargissent cette définition aux pratiques et us et coutumes. Les auteurs précisent que c'est « l'ensemble des pratiques sociales en lien avec l'objet technique. L'usage concerne aussi l'habitude, c'est-à-dire d'une manière plus globale, l'ensemble des pratiques qu'une personne peut élaborer pour et dans le fait de se servir de quelque chose et dans un cadre de l'action plus global. En somme, l'usage apparaît également comme étant le fruit de l'expérience et des croyances, aussi bien au niveau individuel (habitudes) que collectif (coutumes) » (p.45).

Cette définition met en exergue le fait qu'étudier l'usage passe par l'analyse des pratiques des utilisateurs vis-à-vis de l'objet étudié (Buisine & Roussel, 2008). En effet, si l'on s'intéresse aux usages, il faut élargir l'analyse de la situation basée uniquement sur l'utilisation d'outils et prendre en compte l'homme (Dubois & Mallein, 1996). Ces auteurs ajoutent que « c'est l'homme qui est ici au cœur de l'investigation et non l'outil. Cette perspective nécessite de prendre en compte les contextes psychologiques, sociologiques, culturels, économiques, si l'on veut saisir comment se construit et se propage l'usage d'un appareil » (Dubois & Mallein, 1996, p.33).

Dubois et Mallein (1996) considèrent que lorsque l'on s'intéresse à l'usage, il faut prendre en compte deux points de vue dans les analyses (cf. Figure 2) : tout d'abord les représentations qui se forgent « dans la confrontation à la technique et dans l'usage concret

des outils » (p.38), puis l’usage opératoire qui vise « à comprendre et à améliorer l’utilisation du multimédia dans des contextes définis » (p.42).

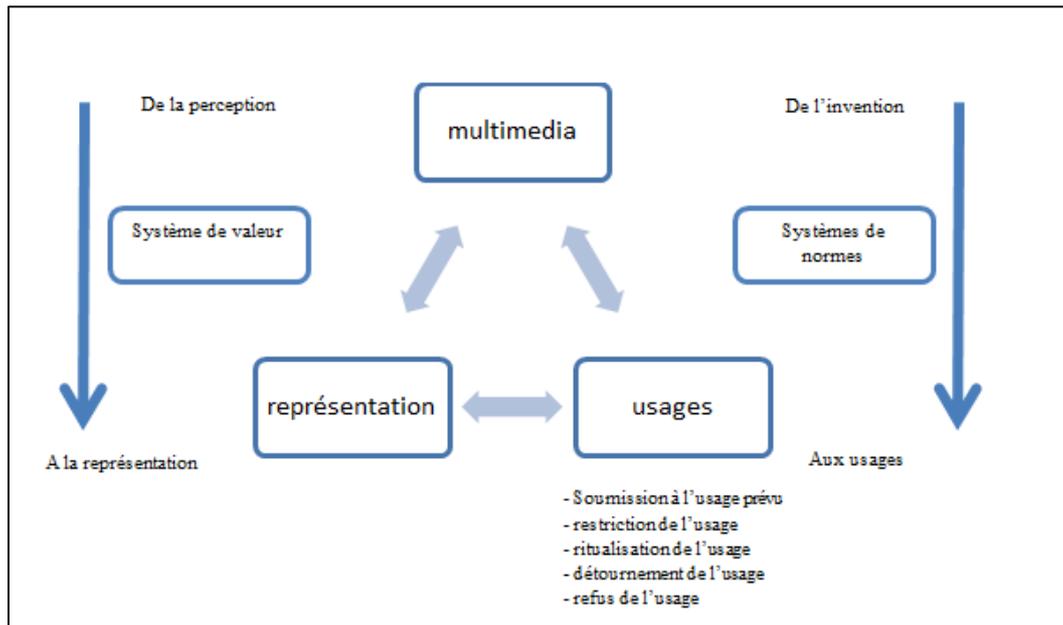


Figure 2: Les deux pôles de l'analyse (d'après le cercle de sociologie des représentations) (Dubois & Mallein, 1996, p.38).

D’après Dubois et Mallein (1996), l’étude de l’usage des TIC nécessite de prendre en compte les représentations mais aussi le travail réel des usagers. En effet, lorsque les technologies ne sont pas adaptées au travail que les salariés doivent effectuer, ces derniers peuvent s’écarter des usages prévus par la technologie afin d’atteindre les buts qu’ils se sont fixés. L’objectif principal de l’intervention ergonomique est de transformer le travail avec un double objectif de santé et de performance. Pour cela, il faut contribuer à la conception des situations de travail sans altérer la santé des opérateurs, tout en contribuant aux objectifs de performances de l’entreprise (Guerin, Laville, Daniellou, Durraffourg & Kerguelen, 2007). Guerin et al. (2007) expliquent que lorsque l’on demande aux personnes de parler de leur travail, ils raisonnent souvent en termes de but à atteindre et donc de tâche à réaliser. Il y a donc une nécessité de distinguer les notions de tâche et d’activité mais aussi de s’intéresser à l’articulation entre les deux notions (Leplat, 1992).

### 3.2. Distinction entre la notion de tâche et d’activité

La tâche correspond à un « ensemble d’objectifs assignés aux opérateurs et un ensemble de prescriptions, définies de l’extérieur pour atteindre ces objectifs particuliers » (Guerin et al., 2007, p.48). Selon Hoc et Leplat (1983), la tâche véhicule la notion de prescription et

d'obligation, c'est-à-dire que pour atteindre le but déterminé par la tâche, les opérateurs doivent utiliser le dispositif d'une certaine façon, celle prescrite par la procédure. Cette dernière précise quand et comment l'opérateur doit réaliser les opérations. Selon Guerin et al. (2007), la tâche ne tient pas compte des caractéristiques des opérateurs, elle est imposée à ces derniers. Elle correspond donc au travail prescrit « qui détermine et contraint l'activité » (p.35). De Terssac (1992) précise que la notion de tâche correspond à une règle définie par l'organisation qui n'est « pas dictée par des impératifs techniques mais relève d'un choix visant pour l'essentiel à déterminer le comportement des individus, donc à diminuer leurs marges manœuvre » (p.62).

Pour sa part, l'activité est définie par Leplat (1985) comme « ce que le sujet met en jeu pour exécuter la tâche » (p.104). L'activité est « finalisée par le but que se fixe le sujet à partir du but que prescrit la tâche » (p.104). Selon, Leplat (1985), il existe deux types d'activités, les activités d'exécution qui font appel à des mécanismes déjà constitués chez le salarié (activité routinière ou guidée par des aides de travail comme les procédures de travail) et les activités d'élaboration qui correspondent aux tâches nouvelles pour le salarié. Guerin et al. (2007) stipulent que l'activité répond à des contraintes qui ne sont pas définies par le salarié. Selon Landry (2012), elle correspond à un compromis entre la tâche qui est prescrite et les contraintes extérieures au salarié (cf.Figure 3).

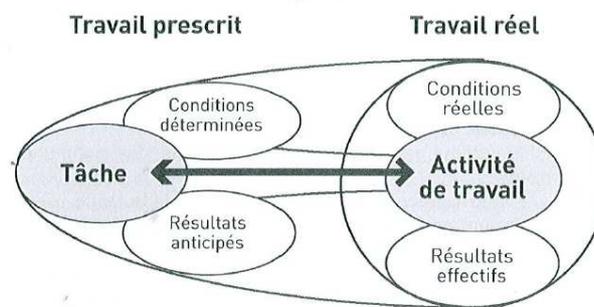


Figure 3: Articulation entre la tâche et l'activité de travail (Guérin et al., 2007, p.36)

D'après Leplat (1985), l'activité peut avoir des conséquences à la fois sur les travailleurs et sur l'organisation. En effet, concernant le travailleur, l'activité « représente, au moment où elle s'effectue, une charge plus ou moins grande, qui le mobilise à des degrés divers » (p.105). Ces conséquences peuvent modifier les caractéristiques de l'activité. Dans la même lignée, l'auteur précise que l'activité peut influencer sur l'organisation, les relations et le climat de travail. Dans ce cas, ces conséquences peuvent entraîner la modification de la tâche. Ces deux types de conséquences sont « souvent en interaction » (Leplat, 1985, p.106). Il est donc nécessaire de prendre en considération la totalité de l'activité et les conséquences qui peuvent

en découler lorsque l'on s'intéresse au travail. Leplat (2000) distingue plusieurs types de tâches comme entités de l'activité. Nous allons maintenant présenter ces deux notions qui nous paraissent intéressantes à distinguer.

### **3.3.L'activité, une combinaison de plusieurs tâches**

Plusieurs auteurs se sont intéressés aux notions de tâche et d'activité (Hoc & Leplat, 1983 ; Guerin et al., 2007). Leplat (2000) définit quatre types de tâches intervenant dans l'activité. Tout d'abord, la *tâche à réaliser* correspond au but général (par exemple : faire une tarte aux pommes). La *tâche prescrite* correspond à la « tâche conçue par celui qui en commande l'exécution » (Hoc & Leplat, 1983, p 51). Elle intervient avant l'activité car c'est elle qui l'oriente et la détermine de façon plus ou moins complète. Les auteurs expliquent que la multitude de descriptions possibles pour une même tâche entraîne plusieurs conséquences. En effet, pour une même personne, une description peut lui permettre de réaliser la totalité de la tâche alors qu'une autre forme de description l'aidera seulement en partie ou le perturbera. De plus, Hoc et Leplat (1983) notent que, dans la tâche, il existe une part d'implicite qui est sujette à des interprétations. Par exemple, nous pouvons dire à un technicien de démonter une partie d'un matériel sans préciser quel outil utiliser ou la manière de procéder. Ils précisent que la tâche ne contient pas toujours de prescription explicite, c'est-à-dire que la tâche est présentée de manière générale (exemple : procéder au test de fonction du matériel X). Ainsi, la part explicite et implicite de la prescription est déterminée par les caractéristiques d'un sujet (Hoc & Leplat, 1983). En effet, la part explicite est censée être connue par les personnes alors que la part implicite nécessite que la personne utilise son expérience et ses connaissances préalables. La dernière idée concerne le fait que la description d'une tâche est dite complète lorsqu'elle ne « requerra du sujet qu'une activité d'exécution... » (p.54). Ces deux premières tâches représentent, selon Leplat (2000), l'activité du concepteur. Le troisième type de tâche est la *tâche « redéfinie »* qui correspond à l'intention du salarié. Cette dernière est rarement une copie conforme de la tâche prescrite car le salarié fait intervenir ses compétences, ses connaissances et donc son expérience de travail. Pour finir, la *tâche effective*, quant à elle, représente ce que la personne « fait effectivement » (Hoc & Leplat, 1983, p.55). Dans ce cas, le but et les conditions sont celles que le salarié prend réellement en compte. La tâche redéfinie et la tâche effective sont définies comme l'activité de l'agent.

Nous allons présenter ces tâches autour d'un exemple concret dans la maintenance industrielle. Tout d'abord, la tâche à réaliser est la réparation d'un générateur. La tâche

prescrite se réfère à la procédure correspondant au matériel (procédure 215) qui détermine les différentes étapes à suivre pour réaliser la tâche. La tâche redéfinie correspond à la manière dont le technicien se propose de réaliser la tâche en fonction de son expérience et de ses compétences. Enfin, la tâche effective correspond à ce qui est réellement fait car, dans la maintenance, il se peut qu'un élément ne fonctionne pas, il faut donc s'adapter à la situation (cf. Figure 4).

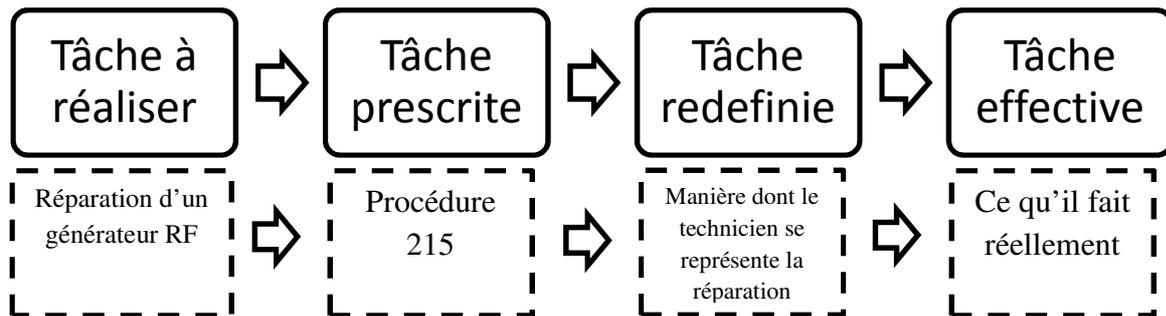


Figure 4: Exemple des différentes tâches décrites, inspiré de Leplat (2000)

Ces éléments nous interrogent sur l'écart entre le travail prescrit et le travail réel. En effet, la tâche prescrite est rarement élaborée par celui qui doit la réaliser. Il y a donc des écarts entre la façon dont le concepteur du travail (manager, rédacteurs techniques...) élabore les tâches à réaliser (les procédures de travail), et la façon dont la personne utilise et réalise les tâches avec ces documents.

### 3.4. S'écarter des usages prescrits : une nécessité ?

La tâche prescrite est déterminée par les concepteurs du travail. Or, elle ne correspond pas toujours à la tâche effective. Il existe donc un écart entre la tâche qui doit normalement être réalisée par l'utilisateur et la tâche réellement mise en application. En effet, selon Leplat (1992), les conditions de travail effectivement prises en compte par les opérateurs ne correspondent pas toujours à celles définies par les organisateurs du travail. Mayen et Savoyant (1999) expliquent que l'écart entre prescrit et réel représentent une opposition entre théorie («ce qu'il faut faire et la manière dont il faut le faire») (p.78) et pratique («ce que l'on fait (ou que l'on peut faire) effectivement en situation réelle») (p.78). L'auteur précise que la théorie ne peut pas être exhaustive et que les utilisateurs doivent s'adapter à la réalité en modifiant, complétant ou en innovant. L'analyse des écarts entre la tâche prescrite et la tâche effective est une source d'information importante lorsque l'on étudie le travail. En effet, cela « évite de réduire le travail à un simple échange de procédures entre une personne et une

machine : elle permet de le comprendre comme de multiples interactions entre l'environnement physique, le contexte organisationnel et les conditions dans lesquelles le travail est réalisé » (Brisson, Cadet, Faveaux, Haradji & Le Port, 1997, p.27). Selon Mayen et Savoyant (2002), l'activité de travail correspond à un « processus de mise en question de la règle » (p.229) qui peut s'exprimer par une « remise en cause et contestation » (p.229) ou une « demande de justification et de cohérence » (p.229). Mayen et Savoyant (2002) déterminent quatre types de relation que les individus peuvent entretenir avec la règle prescrite :

- « le respect de la règle par absence de doute ;
- La remise en cause de la règle au profit de la référence à ses propres perceptions, à son propre raisonnement, à sa propre capacité d'initiative [...];
- Le respect de la règle reconnue et réinventée dans sa nécessité logique et certitude du bien-fondé de son action : application des procédures par connaissance des causes ;
- La discussion -délibération- de la règle APRES l'action, éventuellement pour la remettre en cause et participer à son évolution » (p.229).

Une étude de Brangier et Barcenilla (2002) menée auprès de 16 opérateurs du secteur industriel a comme objectif d'évaluer la compatibilité entre l'homme, la tâche et les procédures. L'étude comporte trois phases. La première phase consiste à évaluer si la personne arrive à effectuer son travail. Ils réalisent des observations systématiques auprès de chaque opérateur sur deux heures. Les auteurs évaluent ensuite la compatibilité entre la tâche à réaliser et la documentation afin de voir si la tâche effective se retrouve dans le document et inversement « si les caractéristiques générales des tâches sont inférables du document » (p.11). Puis, ils évaluent la compatibilité entre l'homme et le document afin de voir comment le document est compris par l'opérateur. Un écart entre le travail prescrit et le travail réel ressort de cette étude. En effet, les opérateurs changent la disposition des pièces par rapport à ce qui est prescrit dans le document de travail. De plus, la séquence d'actions qui est peu décrite dans les documents est spécifique en fonction des opérateurs. Ces derniers réalisent des actions en parallèle ou inversent l'ordre des actions à réaliser. Les résultats de cette étude montrent un écart entre les stratégies de contrôle prescrites et celles mises en œuvre par l'opérateur. Les opérateurs prennent trois types d'informations (visuelle, tactile et auditive). Les entretiens menés auprès des opérateurs révèlent que les prises d'information auditive remplacent le contrôle visuel qui est considéré comme coûteux en temps. Les opérateurs acceptent ou rejettent une pièce à la sonorité produite. Cette étude montre bien un décalage entre les conditions organisationnelles et les contraintes de travail prises en compte dans la

documentation et celles réellement prises en compte par les opérateurs. Ces résultats posent la question de la compatibilité entre la tâche prescrite et l'activité des salariés. Dans le cas où la tâche prescrite ne répond pas aux exigences de l'activité, les salariés s'écartent des prescriptions et s'adaptent à la situation. Selon De Terssac (1992), l'homme n'est pas là seulement pour appliquer les procédures mais pour en vérifier la pertinence pour une tâche donnée et dans un contexte particulier. Si les procédures sont incohérentes ou incompatibles avec le travail, dans ce cas, l'opérateur doit s'écarter de la tâche prescrite soit en la modifiant, soit en créant une autre procédure de travail lorsqu'il rencontre une situation nouvelle. De Terssac (1992) parle de l'homme comme « agent de fiabilité des systèmes complexes » (p.199). Ainsi, le fait de s'adapter aux situations nécessitent dans certaines situations de s'écarter de la tâche prescrite.

Dans la même veine, Veyrac (1998) explique que l'activité ne correspond pas seulement aux éléments observables tels que le comportement des individus face à la tâche mais aussi aux éléments inobservables tels que les régulations. Landry (2012) définit la régulation comme « la recherche du maintien de la performance » (p.40) qui passe par la modification de moyens de travail et l'accroissement des ressources personnelles. En effet, Landry (2012) précise que lorsque la situation ne correspond pas au travail prescrit, les salariés s'adaptent à la situation, c'est ce qu'elle appelle les régulations. Ces dernières représentent des écarts entre la tâche prescrite et la tâche effective. Cet écart peut prendre plusieurs formes. Selon Akrich (1998), on peut en définir quatre :

- le déplacement : « consiste à modifier le spectre des usages prévus d'un dispositif, sans annihiler ce en vue de quoi il a été conçu, et sans introduire de modifications majeures dans le dispositif » (p.3)
- l'adaptation : « il s'agit d'introduire quelques modifications dans le dispositif qui permettent de l'ajuster aux caractéristiques de l'utilisateur ou de son environnement sans pour autant toucher à sa fonction première » (p.5).
- l'extension : « on parlera d'extension lorsqu'un dispositif est à peu près conservé dans sa forme et ses usages de départ mais qu'on lui adjoint un ou plusieurs éléments qui permettent d'enrichir la liste de ses fonctions» (p.7)
- le détournement : « la notion de détournement renvoie à un concept assez répandu, en particulier dans le domaine de l'art : un dispositif est détourné lorsqu'un utilisateur s'en sert pour un propos qui n'a rien à voir avec le scénario prévu au départ par le

concepteur et même annihile du coup toute possibilité de retour à l'usage précédent » (p.8).

Selon Veyrac (1998) s'intéresser aux écarts à la tâche prescrite, permet de montrer l'importance de la prise en compte du travail réel des salariés lorsqu'un changement est envisagé. Comtet (2009) explique que lorsqu'on veut implanter un nouveau dispositif, il est central de « mettre en perspective la structure organisationnelle et la dynamique dans lesquelles s'insèrent les TIC et l'activité de l'individu » (p.2). Selon l'auteur, le « bricolage » qui correspond « à la volonté, individuelle et réitérée, de rendre conforme à l'objectif envisagé, l'usage d'un dispositif technique » (p.3), est nécessaire à l'appropriation d'un dispositif par les utilisateurs. L'auteur réalise une étude basée sur deux hypothèses. La première propose que l'appropriation des systèmes d'informations est liée à l'efficacité de l'usage dans le contexte professionnel. Ainsi, cette efficacité de l'usage des systèmes est-elle possible « quand l'organisation laisse aux acteurs la possibilité de détourner l'usage de ces systèmes » (p.2). La seconde hypothèse concerne le fait qu'une phase de bricolage est nécessaire pour que l'appropriation soit réussie, c'est-à-dire que le salarié va manipuler la technologie pour qu'elle corresponde à « ses attentes et à ses besoins professionnels » (p.2). Le salarié est acteur dans l'utilisation de la technologie et cette phase de bricolage lui permet de se l'approprier. Cependant, cette phase de bricolage est non prévue par l'organisation dans le sens où lorsqu'un système est mis à disposition des employés, les usages sont pensés par les concepteurs. Le bricolage effectué par les salariés nous donne des informations sur les situations de travail (Comtet, 2009) dans la mesure où il permet aux salariés de rester efficaces en adaptant le système à leurs besoins immédiats. Enfin, le bricolage est perçu comme une « clé pour la compréhension des usages en management des systèmes d'information » (p.4). En effet, l'usage prescrit peut ne pas être adopté par les salariés. Un détournement de la technologie correspond à une utilisation déviante de la technologie, l'écart entre le travail prescrit et le travail réel peut être mis en exergue dans ces pratiques. Pour tester ces deux hypothèses, Comtet (2009) mène une enquête qualitative sous forme d'entretiens semi-directifs auprès de 128 salariés. Les résultats de cette étude mettent en exergue une pression temporelle forte pour réaliser le travail. Cependant, lorsque les systèmes que les salariés utilisent ne leur permettent pas de réaliser leur travail le plus efficacement possible, ils cherchent des solutions annexes soit en utilisant un autre système, soit en contournant la procédure. De plus, l'auteur explique que l'organisation n'évolue pas de la même manière que le travail des salariés. Ces derniers doivent donc, pour être efficaces, bricoler les systèmes qu'ils utilisent. Comtet (2009) précise que « cette capacité d'adaptation

devient alors une compétence clé » (p.6). Le troisième résultat de cette étude montre que les salariés « sont bien dans l'obligation de mettre en œuvre une réappropriation régulière et permanente des outils qu'ils utilisent (97% des répondants gèrent par eux-mêmes les défaillances de leur SI) » (p.6). En effet, ils doivent adapter le système aux besoins qu'ils ont pour leur activité professionnelle. Cette étude montre que le bricolage est une pratique courante dans les entreprises, les salariés doivent s'adapter pour continuer leur travail ou pour faire leur travail de la manière dont ils pensent devoir le faire.

Les pratiques déviantes de l'utilisation d'un système sont inhérentes à un manque d'adéquation de la tâche prescrite à l'activité réelle. Veyrac (1998) définit deux types de règles en lien avec la tâche prescrite. L'auteur distingue les règles comprises qui correspondent « aux règles qui sont comprises par un opérateur comme étant les règles prescrites » (p.38) et les règles auto-prescrites qui correspondent aux règles que l'opérateur se prescrit lui-même. Ces dernières sont "intériorisées" et peuvent correspondre ou non au travail prescrit. Par ailleurs, l'auteur définit trois types de règles :

- « les règles comprises qui correspondent à la règle prescrite (les règles comprises prescrites)
- les règles prescrites qui sont omises,
- les règles comprises qui ne sont pas prescrites (les règles comprises non prescrites) : action opposée, action modulée, condition opposée, condition modulée, règle surajoutée » (Veyrac, 1998, p.51).

De plus, Veyrac (1998) précise que l'analyse des écarts à la tâche prescrite est utile lorsque le travail est largement procéduralisé. Cependant, il explique que la tâche prescrite n'est pas forcément véhiculée par une procédure. A contrario, une procédure de travail traite toujours de la tâche prescrite. Nous allons maintenant nous intéresser à cette forme particulière de la tâche prescrite : les procédures de travail.

## Résumé du chapitre 1

Le chapitre 1 décrit le domaine dans lequel nous intervenons, c'est-à-dire la maintenance industrielle. Le logiciel que nous étudions dans cette thèse gère en grande partie la maintenance et véhicule la tâche prescrite par l'organisation. De plus en plus, les entreprises favorisent le passage entre une maintenance dite corrective (correction de panne) et une maintenance dite préventive (anticipation de panne). Les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) se développent dans les entreprises et peuvent impacter le travail des salariés. En effet, plusieurs TIC sont spécifiques au domaine de la maintenance et peuvent être décrites en fonction des objectifs qu'elles visent mais aussi du degré de marge de manœuvre qu'elles laissent au salarié qui doit les utiliser.

En outre, ces technologies s'insèrent dans l'activité des salariés. Il faut distinguer ce que l'on appelle l'utilisation d'une technologie (le simple fait de se servir de cette dernière) et l'usage qui prend en compte l'activité globale (expérience, habitude, contexte organisationnel...). Nous avons aussi différencié les notions de tâche (ce qu'il y a à faire) et d'activité (ce qui est réellement fait), cette dernière étant composée de plusieurs tâches. La littérature montre que les salariés s'écartent de la tâche prescrite et qu'ils détournent l'usage des dispositifs afin de se les approprier. Dans ce sens, ces écarts entre la tâche prescrite et la tâche effective (réellement faite) permettent d'entrevoir des inadéquations entre ce qui est demandé aux salariés et ce qu'ils peuvent réellement faire dans leur travail.

Nous allons maintenant dans le chapitre 2 qui suit, présenter la notion de prescription et notamment un des supports à cette dernière que sont les procédures de travail. Il nous paraît important de définir ce que l'on entend par prescription et procédures de travail mais aussi de présenter les fonctions de ces dernières. Nous détaillerons l'usage fait des procédures de travail et quels sont les facteurs qui peuvent influencer cet usage par les utilisateurs.

## **Chapitre 2 : L'usage des procédures de travail dans l'activité**

Dans ce chapitre, nous discuterons d'un format particulier de la tâche prescrite que sont les procédures de travail. Nous commencerons par définir le concept de procédure ainsi que les fonctions de ces dernières. Nous présenterons les critères permettant de les décrire (mode de présentation, degré de prescription, longueur...). Nous évoquerons le rapport complexe entre les rédacteurs des procédures et les utilisateurs. Ensuite, nous décrirons l'usage des procédures de travail dans les entreprises et notamment dans le domaine de la maintenance. Nous verrons que les procédures de travail peuvent être une source d'erreur dans l'activité. Puis, nous listerons une série de critères liés à l'efficacité des procédures proposés dans la littérature. Nous définirons ensuite les facteurs qui peuvent influencer l'usage des procédures. Nous évoquerons ainsi le rôle de l'expérience des utilisateurs. Puis, nous verrons que le format de présentation de l'information influence l'usage de ces dernières. Enfin, nous montrerons comment la situation de travail peut elle-même être prescriptive pour les salariés. Pour finir, nous parlerons de l'importance de l'évaluation des procédures de travail et les méthodes existantes.

### **1. Les procédures de travail**

Les procédures de travail peuvent avoir plusieurs appellations (consignes, aides, documents prescripteurs ou procéduraux...). Ganier (2002a) indique qu'il existe des documents techniques non-procéduraux et des documents procéduraux qui renvoient à plusieurs contextes d'utilisation : dans la vie quotidienne (remplir sa fiche d'imposition), l'utilisation de produits de consommation (installer une application sur son téléphone portable) ou dans les situations de travail (réaliser une procédure de montage / démontage d'un équipement). Ce qui distingue les documents procéduraux des autres, c'est la présence d'instructions procédurales qui décrivent les actions à réaliser en vue d'atteindre un but donné (Heurley, 1997).

#### **1.1.Le concept de prescription**

Daniellou, Grall, Martin et Six (2000), donnent deux définitions de la prescription. La première définition stipule que la prescription est « une injonction de faire émise par une autorité » (p.141). Elle comprend des objectifs à atteindre (de productivité par exemple), des procédures qui expliquent la méthode opératoire et des règlements tels que des consignes de sécurité (Berthet & Cru, 2002). La deuxième définition présente la prescription comme « une

pression exercée sur l'activité de quelqu'un, de nature à en modifier l'orientation » (Daniellou et al., 2000, p.141). Au vu de ces définitions, nous pouvons dire que la prescription change l'activité des salariés qui doivent se conformer à une pression externe afin de réaliser leur travail. En effet, Daniellou et Six (2000) précisent que « prescrire, étymologiquement, c'est « écrire avant », donner un ordre précis à exécuter scrupuleusement ; ce qui induit un principe d'extériorité et un principe d'obligation » (p.9). De plus, Daniellou (2002) stipule que « travailler, c'est mettre en débat une diversité de sources de prescription, établir des priorités, trier entre elles, et parfois ne pas pouvoir les satisfaire toutes tout le temps» (p.11). D'après Daniellou et Six (2000), il existe plusieurs sources de prescriptions : les prescriptions descendantes, c'est-à-dire provenant de la structure organisationnelle, comme les procédures de travail, et les prescriptions remontantes qui peuvent provenir de la matière (outils, machine, technique...). Dans cette veine, l'activité, elle-même, peut être source de prescription. En effet, dans le cas d'une panne non prévue par la procédure, le matériel devient source de prescription car cela nécessite d'autres actions telles que le diagnostic ou des tests supplémentaires non prévus initialement. Daniellou (2002) souligne que le collectif de travail et le travailleur peuvent aussi être des sources de prescription. Comme le montre la Figure 5, Daniellou et Six (2000) précisent que « la tâche doit être vue dans une relation quadripartite entre le(s) prescripteur(s) officiels, le réel, autrui ou les autres travailleurs, et soi, un quadruple rapport qui définit un espace social de conception de la tâche, espace de construction de la prescription. Cet espace est un lieu de confrontation de différentes logiques » (p.11).

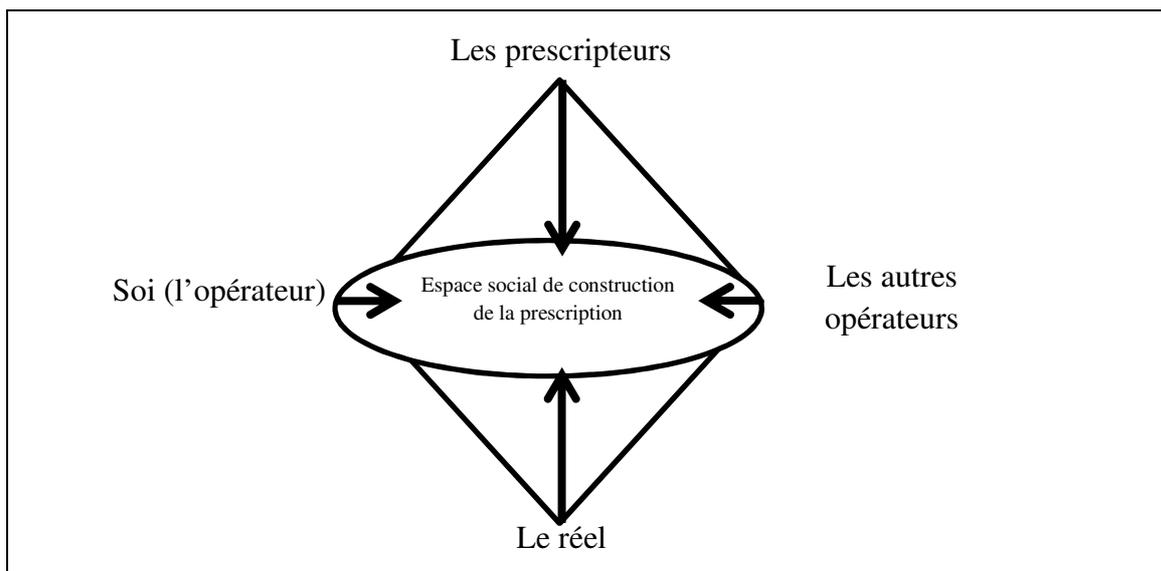


Figure 5: La dimension sociale de la prescription selon Six, 1999 (Daniellou & Six, 2000, p.12)

Nous remarquons que les procédures de travail ne sont pas les seules sources de prescription, le travailleur doit donc jongler entre ces différentes sources de prescriptions. Pour Heurley (2001), les documents procéduraux véhiculent à la fois des informations procédurales et des informations déclaratives. Cet auteur précise que, les informations déclaratives « correspondent à toutes les informations qui ne sont pas directement orientées vers l'action » (p.31), cela peut correspondre aux définitions, aux descriptions de processus ou de fonctionnement d'un dispositif. Les informations procédurales « spécifient quant à elles, des opérations ou des actions que l'utilisateur doit exécuter (instruction positive) ou au contraire, s'abstenir d'exécuter (instructions négatives) » (Heurley, 2001, p.31). Leplat (2004) définit les documents prescripteurs comme « des documents techniques visant à orienter l'action, c'est-à-dire à définir ce qu'il faut faire pour répondre à l'exigence d'une tâche » (p.195). En effet, les instructions procédurales ont comme but que l'utilisateur comprenne en vue d'agir (Ganier, 2004).

D'après Leplat (1998), la mise en place d'une procédure de travail est due à un décalage entre les compétences nécessaires pour réaliser la tâche et les compétences supposées ou réelles des utilisateurs. Dans cette veine, la procédure permet de s'assurer que ce décalage n'impacte pas la réalisation de la tâche car elle donne aux utilisateurs les informations nécessaires pour la réaliser. Les procédures possèdent plusieurs fonctions que nous allons détailler.

### **1.2. Les fonctions des procédures de travail**

L'objectif principal d'une procédure est que l'utilisateur réussisse sa tâche de la meilleure façon possible, c'est-à-dire sans erreur (Ganier & Pétilon, 2011) et de manière optimale (Veyrac, 1998). Selon Veyrac, Cellier et Bertrand (1997), les procédures de travail remplissent trois fonctions. Tout d'abord, elles servent de référentiel de la tâche prescrite, c'est-à-dire qu'elles véhiculent les actions à effectuer pour réaliser le travail. Concernant ce point, il est à noter que les procédures ne représentent jamais la totalité de la tâche, soit parce qu'elles ne décrivent qu'une partie de cette dernière soit parce que le niveau de détail laisse à l'utilisateur une certaine marge de manœuvre dans l'exécution (Leplat, 2004). Dans ce cadre, certaines informations de base du métier concerné ne sont pas expliquées systématiquement comme par exemple l'utilisation d'une clef dynamométrique pour un technicien de maintenance ou l'utilisation d'une paire de ciseaux pour un coiffeur. Ensuite, les procédures représentent un rôle d'aide-mémoire pour les utilisateurs. Selon Eyrolle, Virbel, Lemarié et Amadiou (2012), une documentation de type cahier de procédures ou consignes de travail

« vise à permettre l'élaboration et le maintien de représentations adéquates du système à gérer et à faciliter l'activité de travail » (p.422). Enfin, elles permettent de guider l'action, c'est-à-dire de montrer ou d'expliquer le processus pour réaliser l'action. Veyrac (1998) distingue plusieurs types de guidage de l'action : se repérer dans l'action, préparer l'action et exécuter l'action. Tout d'abord, les consignes sont considérées comme une aide pour se repérer dans la situation et dans l'action, c'est-à-dire qu'elles donnent des informations à l'utilisateur concernant le travail en cours (phase du processus, problèmes rencontrés...). Cependant, l'auteur précise que le suivi peut être une contrainte pour l'utilisateur dans le sens où ce dernier doit à la fois suivre l'évolution de la situation et en même temps suivre la consigne. Ensuite, les consignes peuvent être considérées comme des aides pour préparer l'action dans le sens où elles peuvent permettre d'anticiper l'évolution de la situation. Enfin, les consignes peuvent être une aide pour exécuter une action si ces dernières donnent « des informations pertinentes sur divers aspects de l'activité comme les moments de déclenchement ou d'arrêt d'une action, sur son intensité, sur la coordination de l'action avec une autre personne, etc. » (p.75). Veyrac (1998), fait remarquer qu'il existe des limites dans le guidage de l'action dans le sens où la tâche ne peut pas prévoir l'activité. En effet, comme nous l'avons exposé précédemment la tâche prescrite représente seulement une partie de l'activité.

Par ailleurs, Brangier et Barcenilla (2000) définissent les aides au travail comme « tous les documents, textuels ou non, à caractère plus ou moins procédural » (p.4) et précisent qu'elles ont pour fonction « de décrire l'activité de travail attendue en codifiant l'activité du travail, c'est-à-dire le déroulement spatio-temporelle de l'activité elle-même » (p.4). En outre, les aides au travail se présentent sous forme d'un texte procéduralisé avec une liste d'actions à exécuter dans un certain ordre selon une chronologie de temps et / ou d'événements. Ces documents présentent une syntaxe particulière qui est relative à l'entreprise et / ou à la tâche à réaliser. Par exemple, dans le domaine de la maintenance industrielle, nous pouvons trouver dans une procédure de réparation ce type d'information.

De surcroît, Chauvel (2006) précise qu'une « bonne procédure est un document qui se suffit à lui-même » (p.27). Cependant, cela pose la question de ce que l'on considère comme une bonne procédure. En effet, nous remarquons que les procédures de travail ont pour objectif de véhiculer une information à un utilisateur afin qu'il réalise une action. Cependant, les procédures peuvent être présentées de manière très différente d'un contexte d'utilisation à un autre. Il est donc intéressant de s'intéresser à la description de ces documents qui revêtent un rôle important dans les entreprises.

### 1.3. Les caractéristiques des procédures de travail

Selon Leplat (1998), les caractéristiques formelles d'une procédure sont des conditions importantes pour l'exécution de celle-ci. Il propose d'évaluer les procédures en commençant par leur contenu. Tout d'abord, il propose de décrire la procédure et donne plusieurs critères importants pour son évaluation :

- La *longueur de la procédure* : une procédure trop longue peut décourager les utilisateurs, au contraire une procédure très courte peut être insuffisante à la bonne réalisation des actions.
- Le *mode de présentation* concerne le support sur lequel les procédures sont présentées (papier, ordinateur, tablette) mais aussi le format de la procédure (texte, schéma...).
- Le *type d'usage* concerne la fréquence d'utilisation de la procédure mais aussi le contenu de la tâche concernée (procédure de test, de contrôle...). Certaines tâches peuvent être très répétitives (journalière, hebdomadaire...) alors que d'autres peuvent ne survenir qu'une seule fois dans l'année. La procédure ne revêt pas la même importance ni le même rôle dans ces deux cas.
- La *structure des procédures* peut revêtir différentes formes : de type arborescence simple (linéaire sans retour en arrière) ou de type dynamique sous forme de boucle.
- Le degré de granularité concerne le niveau de détail de la procédure qui doit prendre en considération l'expérience de l'utilisateur car un technicien expérimenté n'a pas besoin du même degré de détail des informations qu'un technicien novice.
- Le *degré de prescription* correspond aux contraintes liées à l'utilisation de la procédure. En effet, dans certains contextes, l'écart à la prescription peut être sanctionné. Se pose alors la question de la marge de manœuvre laissée aux utilisateurs.

A propos du mode de présentation, Ganier (2002b), mène une étude sur l'effet du format de présentation des informations sur leur traitement. Cette étude est réalisée auprès de 120 personnes qui doivent réaliser une tâche de manipulation d'un autocuiseur. Les procédures sont présentées sous trois formats (texte seul, image seule ou texte + image) avec deux niveaux de fragmentation de l'information : soit les informations sont présentées comme la documentation d'origine (mode non fragmenté), soit les informations sont organisées de façon à ce qu'il n'y ait qu'une action par texte ou par image (mode fragmenté). Les résultats montrent que les performances des participants sont influencées par les formats de présentation des instructions, de telle sorte que les participants inspectent plus rapidement les instructions dans les conditions image seule ou texte + image que dans la condition texte seul.

De plus, ils construisent plus facilement une représentation de l'action. Ils ont une meilleure planification des actions avec les formats incluant des images et réalisent la tâche plus rapidement avec le format texte + image.

Afin d'illustrer le critère lié au degré de granularité, une étude de Ganier, Gombert et Fayol (2000) montre qu'il existerait un effet des connaissances préalables sur les performances dans des tâches de compréhension, de telle sorte que les utilisateurs ayant de l'expérience « rappellent plus d'informations, les organisent mieux et font moins d'erreurs » (p.129). De plus, selon Fayol (2002), les experts lisent plus vite et avec moins d'erreurs et retrouvent plus vite les configurations pertinentes pour l'action. Cela suggère que les connaissances préalables ont un effet sur l'activation en mémoire, sur les inférences élaborées et la hiérarchisation des informations (Ganier et al., 2000). De plus, Leplat (1985) explique qu'une « définition trop précise de la tâche peut avoir des effets négatifs. Elle peut obliger le sujet à utiliser des procédés auxquels il est peu préparé, au détriment des procédés qu'il connaît bien, qui lui permettraient d'atteindre le même but de façon plus économique et plus fiable » (p.110). L'auteur précise que certaines erreurs peuvent être provoquées avec des procédures très détaillées qui peuvent aller à l'encontre des habitudes mises en place dans leur travail. Il rajoute qu'en « empêchant toute redéfinition de la tâche, on risque d'aboutir à rendre l'activité difficile, pénible, peu appréciée et en faire ainsi une source d'erreur » (p.110).

Le degré de granularité est proche du dernier critère évoqué par Leplat (1998) qui concerne le degré de prescription. En effet, selon Daniellou et Garrigou (1990) « lorsque les situations ne sont pas excessivement contraintes, l'activité de travail n'est pas entièrement déterminée par les caractéristiques du système technique. Il existe des marges de liberté plus ou moins grandes à l'intérieur desquelles les opérateurs vont élaborer des modes opératoires différents d'un individu à l'autre et variables pour un même individu » (p.80).

Leplat (1998) précise aussi que la présentation de procédure (support, type de vocabulaire, typographie de structuration des informations, abréviation et codages) peut avoir un impact sur la mise en œuvre des procédures. En effet, certaines abréviations peuvent être spécifiques à l'activité ; il faut donc que les codes soient clairs et connus de tous. De plus, l'auteur explique qu'une procédure doit être cohérente. La cohérence interne et la complétude de la procédure spécifient que cette dernière ne doit pas présenter de contradiction. Ainsi, elle doit « assurer une réponse parfaite à la tâche donc prévoir toutes ses exigences » (p.9). Elle doit donc constituer une aide à la décision. La cohérence externe quant à elle, prévoit que la procédure doit tenir compte des autres tâches à effectuer et être cohérente avec ces tâches.

Ces critères liés aux procédures dépendent du processus de rédaction des procédures, il faut donc se demander comment elles sont rédigées et dans quel but.

#### **1.4.La rédaction des procédures de travail**

La rédaction des procédures est une activité complexe qui demande aux rédacteurs une compréhension de l'activité des utilisateurs tout en standardisant les informations. En effet, une procédure de maintenance doit par exemple pouvoir être transmise à l'ensemble des personnes travaillant sur le matériel à réparer. Chaparro, Rogers, Hamblin & Chaparro (2004) mettent l'accent sur la complexité de rédiger des procédures dans le domaine de la maintenance aéronautique. En effet, les auteurs expliquent que « si une procédure est considérée comme impactant la sécurité du vol, elle ne sera pas validée » (p.11). Il faut donc que l'interprétation des informations contenues dans les procédures de travail soit en adéquation avec l'intention informationnelle du rédacteur (Chaparro et al., 2004). En effet, les rédacteurs techniques décident des informations que doivent contenir les procédures mais aussi la façon de les présenter (ordre des informations, formats...). L'organisation internationale de l'aviation civile (1995, cité par Hobbs & Williamson, 2003) stipule que « les techniciens de maintenance luttent régulièrement avec la documentation mal conçue, les contraintes de temps, le travail par quarts et les conditions environnementales extrêmes » (p.187). En outre, Collard et Tricot (2010) mènent une étude auprès de 14 rédacteurs techniques dans le domaine de l'aéronautique qu'ils répartissent en deux groupes en fonction de leur expérience en tant que rédacteurs mais aussi en tant que technicien de maintenance. Les auteurs synthétisent les résultats des entretiens en un modèle générale (cf. Figure 6). Ainsi, la représentation mentale de la situation se construit à travers trois types d'éléments cognitifs :

- « les données techniques de la situation : ce sont des éléments de description des aspects techniques de l'avion et de la tâche ;
- la situation « vécue » : ce sont des éléments qui permettent d'appréhender la situation d'utilisation dans ses aspects humains ;
- les contraintes « externes » à la situation : ce sont des éléments relatifs à des normes ou des règles à respecter ainsi que des éléments relatifs à la situation de rédaction » (p.8).

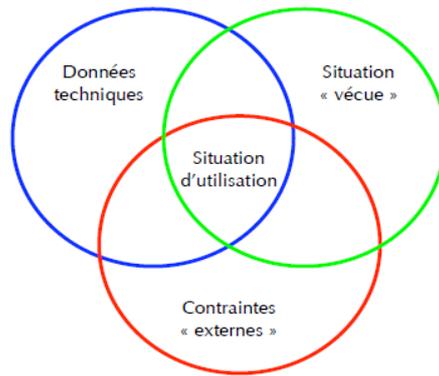


Figure 6: Modèle général de la représentation mentale de la situation par les techniciens (Collard & Tricot, 2010, p.8)

Une partie du travail du rédacteur technique est de prendre en compte une multitude d'informations provenant de sources différentes afin que la procédure soit la plus proche de la tâche à réaliser tout en tenant compte des réglementations imposées. En effet, dans le domaine de l'aéronautique par exemple, les procédures sont soumises à de nombreuses réglementations. Selon Chaparro, Groff, Chaparro et Scarlett (2002), plus les rédacteurs sont éloignés de la tâche à réaliser et moins ils sont conscients des problèmes d'utilisabilité potentiels. De plus, Chaparro et Groff (2002) expliquent que le choix des utilisateurs lors de l'évaluation de l'utilisabilité (c'est-à-dire la possibilité d'utiliser la procédure) est important pour assurer que le résultat est applicable. Ils ajoutent que les utilisateurs expérimentés peuvent se fier à leurs connaissances du système pour comprendre l'intention du rédacteur tandis que les utilisateurs inexpérimentés se conforment étape par étape à la procédure décrite par le rédacteur. Collard et Tricot (2010) proposent, d'après les résultats de leur étude auprès de rédacteurs techniques, des pistes afin d'améliorer les procédures. Tout d'abord, les auteurs proposent de mettre à l'épreuve la procédure directement sur le terrain en allant observer la mise en œuvre de cette dernière. Puis, ils proposent des temps d'échanges entre les techniciens et les rédacteurs. Enfin, ils proposent de favoriser l'accès à des outils qui permettent une meilleure connaissance de l'utilisateur, par exemple les *personas* qui permettent de construire des profils d'utilisateurs.

Comme nous venons de le voir la rédaction des procédures de travail est une activité complexes. Les procédures de travail ne répondent pas toujours aux besoins des utilisateurs, dans le sens où elles peuvent être mal conçues (erreurs, difficultés d'utilisation...). Nous venons de présenter plusieurs critères qui permettent de décrire les procédures de travail. Nous allons maintenant, nous intéresser à l'usage de ces procédures et l'impact qu'elles peuvent avoir sur l'activité.

## **2. L'usage des procédures de travail**

### **2.1.L'usage des procédures de travail : une activité complexe**

L'usage et la compréhension d'une procédure requiert de la part de l'utilisateur une activité inférentielle importante (Brangier & Barcenilla, 2001) afin de construire une représentation de la situation, dans le sens où l'utilisateur doit combler certaines informations manquantes dans la procédure mais aussi s'adapter à la situation. En effet, Ganier et al. (2000) expliquent que l'utilisation d'une procédure nécessite de la part de l'utilisateur une interprétation des informations afin de réaliser les actions nécessaires pour réaliser la tâche. Ganier (2004) précise que « l'utilisation d'instructions induit une situation plus complexe de prise d'information pour l'utilisation » (p.17) car les utilisateurs doivent à la fois prendre en compte les informations provenant de la procédure mais aussi du dispositif tout en prenant en compte l'évolution de la situation. Ainsi, ils se livrent à une alternance de prise d'information entre la procédure et le dispositif. En effet, les utilisateurs de procédures vérifient au fur et à mesure que la réalisation de la tâche correspond à ce qui est demandé par cette dernière. Ainsi, selon Ganier et al. (2000), si le résultat est en adéquation avec la procédure alors cela permet à l'utilisateur de continuer la réalisation de la tâche. Cependant, si le résultat ne correspond pas alors il va, soit revenir en arrière soit, arrêter la réalisation de la tâche. Ganier (2013) précise que l'utilisation des informations issues des procédures est une activité complexe de par la multitude de sources d'informations. Selon Ganier et al. (2000), la construction d'une représentation des actions à réaliser « mobilise des processus guidés, d'une part, par les caractéristiques du document et du dispositif, et d'autre part, par les connaissances préalables. Elle conduit à l'élaboration d'un modèle mental en intégrant les informations issues de ces différentes sources » (p.126). De ce fait, l'utilisation d'une procédure de travail n'est pas un acte anodin et requière de la part de l'utilisateur une certaine flexibilité afin de s'adapter à l'évolution de la situation tout en se conformant à la procédure prescrite.

Cependant, une procédure n'est pas toujours suivie par les utilisateurs. Une étude de Chaparro et al. (2002) auprès de 296 techniciens de maintenance dans le domaine de l'aéronautique cherche à recueillir des informations sur l'utilisation et la perception de la documentation utilisées. Une partie de leurs résultats révèle que les techniciens sont nombreux (47%) à être en désaccord avec l'affirmation qui dit que la documentation de maintenance donne la meilleure manière de réaliser la maintenance. De plus, 64% des répondants déclarent avoir trouvé leur propre façon de réaliser la tâche. Mazeau (1998)

explique que s'écarter des procédures peut être due à deux situations possibles. La première concerne une «procédure adaptée à l'obtention du résultat mais le coût de son respect est considéré par les opérateurs, de façon consciente ou non, comme trop élevé par rapport à leur représentation des avantages de son respect et des risques d'autres pratiques » (p.8). La deuxième concerne une « procédure qui rend l'exécution de la tâche problématique ou ne suffit pas pour en venir à bout (énoncé trop vague ou trop détaillé, peu facile à comprendre...) » (p.8). Dans les deux cas présentés, les utilisateurs ne suivent pas la procédure et donc la prescription car soit elle n'est pas suffisante, soit parce que son respect est trop coûteux pour eux. Cependant, le non-respect d'une procédure de travail peut entraîner une sanction. Leplat (2004) précise que la « prescription peut être contraignante à causes des sanctions qui sont attachées à son respect, sanction que représente l'infraction pour le ou les individus ou pour le système » (p.201). Mais dans le cas où un technicien est confronté à une situation qui nécessite une prise d'initiative pour la réalisation de la tâche et donc une dérive vis-à-vis de la procédure mais qu'il ne peut pas, cela représente aussi un coût pour ce dernier. Clot (1999, cité par Daniellou, 2002) souligne que « le coût humain du travail ne réside pas seulement dans ce que l'on fait mais aussi dans ce qu'on voudrait faire et que l'on ne parvient pas à faire. Les prescriptions qui n'ont pas pu être prises en compte coûtent » (p.12). Or comme nous l'avons précisé plus haut, la prescription peut provenir de sources différentes. Une procédure ne peut donc pas prendre en compte toutes les variabilités que peut contenir l'activité de travail d'un technicien. Dans une étude menée par Zafiharamalala et Tricot (2009), les techniciens de maintenance interrogés expliquent que « le suivi de la procédure décrite dans la documentation les entraînent parfois à commettre des erreurs et rend encore plus difficile la tâche de maintenance » (p.70). La procédure devient dans ce cas non plus une aide à la réalisation de la tâche mais un frein pour le technicien qui doit l'appliquer.

## **2.2. Les procédures, une source d'erreur dans la réalisation de la tâche**

Une procédure de travail véhicule la « bonne » manière de réaliser la tâche. Cependant, Ganier (2004) stipule que la réalisation d'une tâche avec instruction peut se solder par un échec (erreur). En effet, plusieurs auteurs dans le domaine de l'aéronautique se sont intéressés aux erreurs liées à la documentation (Chaparro & Groff, 2001; Chaparro et al., 2002 ; Collard & Tricot, 2010). Une étude de Marx et Graeber (1994, cité par Charparro & Groff, 2001) indique que 12% des accidents d'avion peuvent être attribuées à la maintenance. De plus, les procédures de travail sont citées comme le premier facteur qui contribue aux

erreurs de maintenance (Chaparro et al., 2004). Pour leur part, McDonald, Corrigan, Daly et Cromie, (2000) montrent que 34% des tâches routinières dans le domaine de l'aéronautique sont effectuées contrairement à la procédure. Les participants expliquent que pour ce type de tâche cela facilite le travail et qu'il y a un gain de temps vis-à-vis de la procédure, cette dernière n'étant pas toujours très claire. Ainsi, selon Chaparro et Groff (2001), l'analyse des erreurs indique des tâches incorrectes ou omises, des installations fausses et l'utilisation de pièces incorrectes.

Par ailleurs, Wiegmann et Shapell (2001) décrivent deux types d'actes dits dangereux dans la maintenance: les erreurs et les violations. Les erreurs sont considérées comme des « activités "légales" qui ne parviennent pas à atteindre le résultat escompté » (p.4). Selon Reason et Hobbs (2003, cités par Rogers, Hamblin & Chaparro, 2008), dans le domaine de la maintenance il y a trois types d'erreur : les erreurs lors de l'exécution de la tâche, les erreurs relevant d'une procédure inadéquate et les erreurs volontaires dans le sens où ce sont les techniciens qui décident de violer une règle formelle. Pour sa part, Bourrier (1999) catégorise les écarts observés sur un chantier nucléaire et distingue la violation par commodité (qui oblige les salariés à prendre des libertés avec la procédure et cela leur fait gagner du temps) et la violation de routine qui correspond aux informations erronées qui ne sont pas modifiées dans les procédures. En outre, Wiegmann et Shapell (2001) définissent les violations comme un comportement déviant délibéré. Reason (1990, cités par Wiegmann & Shapell, 2001) précise que les violations peuvent être plus ou moins fréquentes, c'est ce qu'ils appellent les violations de routine qui sont tolérées par l'organisation et les violations exceptionnelles qui, elles ne sont pas tolérées par la direction.

Hobbs et Williamson (2003) quant à eux, ont mené une étude par questionnaire sur les conditions de travail et les pratiques professionnelles dans le domaine de l'aéronautique auprès de 4900 techniciens de maintenance. Les auteurs ont repéré plusieurs types d'erreur : les défaillances liées à la mémoire, les violations et les erreurs basées sur les connaissances ; et plusieurs facteurs qui contribuent aux erreurs : la pression, l'équipement, la formation, la coordination et la fatigue. Les auteurs vérifient si les erreurs sont liées aux facteurs repérés. Ainsi, les erreurs liées à la défaillance de la mémoire sont associées à la pression, la fatigue. Les erreurs basées sur les connaissances sont associées à la formation. Les violations sont davantage liées à la pression. Collard et Tricot (2010), quant à eux, répertorient plusieurs sources d'erreurs liées aux procédures :

- « non utilisation du manuel,
- non suivi des données techniques publiées ou des instructions locales,

- utilisation de procédure non autorisée ou non référencée dans les données techniques,
- utilisation d'un mauvais manuel ou d'un manuel pauvre,
- difficulté d'accès aux documents,
- défaillance dans la conception des procédures,
- inadaptation des procédures au contexte de la tâche et à leurs utilisateurs,
- pratiques organisationnelles,
- *warning*<sup>1</sup> verbal non approprié » (p.3)

Nous notons que ces sources d'erreurs sont soit liées à une utilisation déviante des procédures par les utilisateurs (interne à l'utilisateur) (non utilisation du manuel, non suivi des données techniques publiées ou des instructions locales, utilisation de procédure non autorisée ou non référencée dans les données techniques, utilisation d'un mauvais manuel ou d'un manuel pauvre) ; soit à une défaillance dans la conception de ces dernières, c'est-à-dire externe aux utilisateurs (difficulté d'accès aux documents, défaillance dans la conception des procédures, inadaptation des procédures au contexte de la tâche et à leurs utilisateurs, pratiques organisationnelles, *warning* verbal non approprié). Zafiharimalala et Tricot (2009) rapportent que « les facteurs qui contribuent à l'arrivée des erreurs liées à la documentation sont multiples : la défaillance dans la conception des procédures et les erreurs de l'utilisateur notamment en raison de leur inadaptation au contexte de la tâche de maintenance et à leurs utilisateurs, l'accessibilité des documents, les pratiques organisationnelles » (p.64-65). En effet, les procédures peuvent contribuer aux erreurs si les informations contenues ne sont pas claires, sont fausses ou insuffisantes pour l'utilisateur (Chaparro & Groff, 2001). Ganier (2004) précise que les erreurs lors de la rédaction des procédures peuvent avoir des conséquences importantes qui peuvent se solder par un accident. Il est donc essentiel que les procédures véhiculent des informations fiables aux techniciens. De même, Rogers et al. (2008) expliquent que la déficience la plus citée dans les procédures dans le domaine aéronautique concerne les informations manquantes. Les auteurs s'intéressent aux requêtes de modification de procédure par les utilisateurs. Ils montrent que 90% des requêtes impliquent soit un changement soit un ajout d'information. De plus, l'erreur de langage la plus citée est la clarté des informations. Enfin, les techniciens ne font pas remonter les erreurs car elles persistent dans les procédures malgré les remarques des techniciens ; ce qui pose la question de l'efficacité des procédures.

---

<sup>1</sup> *Warning* = avertissement

### 2.3. Les conditions de l'efficacité des procédures de travail

Collard et Tricot (2010) cite une étude de Zafiharamalala et Tricot (2009) qui montre que la non-utilisation de la documentation dans le domaine de la maintenance aéronautique par les utilisateurs est due à trois éléments principaux. Tout d'abord, les utilisateurs éprouvent des difficultés d'utilisation de la documentation. De plus, ils les perçoivent comme inutiles pour des tâches simples ou déjà maîtrisées. Enfin, les utilisateurs les trouvent inefficaces. Concernant ce dernier point, par efficacité des procédures nous entendons « la capacité d'un dispositif à atteindre un objectif donné » (Brangier & Barcenilla, 2003, p.43). Veyrac et al. (1997) ont établi cinq critères qui peuvent affecter l'efficacité des procédures de travail (cf. Figure 7).



Figure 7: Critères pouvant affecter l'efficacité des procédures de travail (inspiré de Veyrac et al., 1997).

Le dernier point évoqué met en exergue un paradoxe car une consigne utilisable et comprise peut ne pas être utilisée. Pour Leplat (1998), la finalité d'une procédure est qu'elle doit être appliquée. Néanmoins, ce n'est pas toujours le cas. Selon Leplat (1998), les conditions de mise en œuvre des procédures peuvent être appréhendées par plusieurs aspects. Tout d'abord, l'auteur parle de l'acceptabilité de la procédure par les utilisateurs, c'est-à-dire dans quelle mesure la procédure représente un intérêt pour l'utilisateur. Concernant ce critère, l'auteur cite plusieurs freins qui peuvent défavoriser l'acceptabilité des procédures:

- Le coût de la mise en œuvre pour les techniciens. En effet, si la procédure amène des pratiques différentes que celles établies jusqu'alors, cela peut rompre les habitudes de travail et défavoriser sa mise en application.

- Les doutes sur la pertinence de la procédure. Par exemple, le technicien ne comprend pas la procédure ou ne voit pas la justification de certaines demandes.
- La confiance « est liée au succès obtenu par l'opérateur avec l'usage de la procédure » (p.13).
- Le conflit avec l'instance prescriptive peut avoir des conséquences sur l'acceptation de la procédure. En effet, si les instances hiérarchiques qui mettent en place la procédure sont plus ou moins acceptées, cela rejaillira sur l'acceptation de la procédure elle-même.
- La pression sociale : le collectif de travail peut générer des règles informelles qui peuvent prendre le dessus sur les règles écrites.

En deuxième lieu, Leplat (1998) parle d'accessibilité du support et du contenu des procédures comme condition de la mise en œuvre de ces dernières par les utilisateurs. Tout d'abord, le support doit être accessible et maniable et ne doit pas perturber le déroulement de l'action. Puis, le contenu concerne la fréquence d'utilisation et les contraintes temporelles. En effet, l'usage répété d'une procédure tend à entraîner une automatisation de l'activité. Une des conséquences possibles est de négliger la vérification des informations. Un troisième et dernier élément évoqué par l'auteur concerne le suivi de l'usage des procédures. En effet, l'adaptation des procédures à ceux qui doivent les appliquer est un élément indispensable à leur utilisation.

Nous venons de présenter plusieurs éléments liés à l'efficacité des procédures de travail. Cependant, comme nous l'avons précisé, les procédures de travail s'insèrent dans un contexte organisationnel précis et doivent être utilisées par des salariés d'expérience et de formations différentes. Il y a donc d'autres facteurs qui impactent l'utilisation des procédures de travail.

### **3. Les facteurs influençant l'usage des procédures dans l'activité de travail**

Les procédures de travail décrivent la tâche à réaliser mais jamais de façon exhaustive, les utilisateurs doivent donc combler les informations manquantes. Ganier (2004) explique que les utilisateurs « doivent se livrer à une activité inférentielle, c'est-à-dire dériver de nouvelles informations à partir des informations données dans les instructions, de l'état du dispositif et de ses propres connaissances » (p.20). L'auteur précise que les utilisateurs vont ainsi combler les incohérences, sélectionner les informations qu'ils jugent importantes et réaliser les actions qui semblent leur faciliter la réalisation de la tâche. Pour réaliser cette activité inférentielle, les utilisateurs se basent essentiellement sur trois sources

d'informations (Ganier, 2004, 2008): les connaissances préalables, le dispositif et les instructions. En effet, comme nous l'avons précisé, l'utilisateur va jongler entre diverses sources de prescriptions afin d'atteindre le but fixé. Zafiharimalala et Tricot (2009) soulignent qu'« actuellement, face à une hétérogénéité d'utilisateurs, des tâches et des conditions de travail, on propose une documentation unique qui ne prend pas en compte cette variabilité » (p.72). Il est de ce fait difficile d'élaborer des procédures notamment dans le domaine de la maintenance qui prennent en considération toutes ces sources de variations (liées au dispositif, aux opérateurs ou à la procédure) (Ribert-Van de Weerd & Brangier, 2000). Nous allons maintenant nous intéresser à l'effet de l'expérience, du format de procédure mais aussi de l'impact de la situation de travail sur l'usage des procédures.

### **3.1. Le rôle de l'expérience dans l'usage des procédures**

Plusieurs facteurs peuvent influencer l'utilisation des procédures de travail notamment les caractéristiques des utilisateurs (Ganier, 2008). La différence entre des personnes inexpérimentées et expérimentées a souvent été étudiée dans la littérature. Leplat (1997) explique que la « charge de travail entraînée par l'exécution d'une tâche n'est pas liée aux seules caractéristiques de la tâche, mais aussi à celles de qui assure cette exécution » (p. 68). L'exemple qu'il donne pour illustrer ce point est l'automatisme dans le domaine de la conduite automobile que l'on acquiert avec l'expérience de telle sorte qu'une personne expérimentée peut tenir une conversation tout en conduisant alors qu'une personne moins expérimentée ne pourra pas le faire. D'après Leplat (2004), le choix de la granularité d'une procédure dépend des compétences des utilisateurs. Néanmoins les compétences ne sont pas figées, elles évoluent. Les procédures se révèlent donc, soit trop détaillées pour les utilisateurs expérimentés et donc non pertinentes, soit pas assez détaillées pour les utilisateurs inexpérimentés. Elles sont, de plus, rarement adaptables aux compétences des utilisateurs. Jamet (2002) précise qu'un « même format de présentation peut être particulièrement pertinent pour certaines informations et gênant pour d'autres chez un même individu, de même qu'il peut faciliter la compréhension d'un novice et gêner celle d'un expert » (p.38)

Pour illustrer le fait que l'expérience joue un rôle important lors de la conduite automobile, Buisine et Roussel (2008) mènent une expérience afin de tester une fonction de contrôle à distance sur un tableau de bord automobile. Pour cela, ils utilisent la méthode de simulation du « magicien d'Oz » : un compère contrôle à distance les formulations d'action faites par les conducteurs. Les auteurs comparent plusieurs groupes de conducteurs ayant un

niveau d'expérience de conduite différent et vérifient si les conducteurs préfèrent pour contrôler le tableau de bord (par exemple régler le volume du poste radio), utiliser la commande vocale ou alors continuer de le faire manuellement. Ainsi, 39 conducteurs sont répartis en trois groupes: 17 conducteurs novices (< 6 mois), 10 conducteurs occasionnels (pas de véhicule personnel, conduisent de 2 à 8 fois par an) et 12 conducteurs considérés comme expérimentés (véhicule personnel et conduisent au moins une fois par semaine). Les résultats de cette étude montrent que les conducteurs novices qui ont le moins d'expérience de conduite utilisent davantage la commande vocale. Les conducteurs occasionnels utilisent à la fois le geste et la commande vocale de manière optimisée. Les personnes expérimentées qui présentent une conduite fortement automatisée préfèrent contrôler le tableau de bord manuellement dans le respect de leurs habitudes. Cette étude illustre bien le fait que l'expérience influence la pratique automobile des conducteurs.

D'après Zafiharimalala et Tricot (2009), les personnes expérimentées s'écartent davantage des instructions que les personnes novices et développent des pratiques autres que celles présentées dans les procédures. De plus, Brangier et Barcenilla (2000) expliquent que des observations sur le terrain montrent que les opérateurs ne lisent pas les documents de travail, qu'ils « copient sur les voisins », qu'ils contournent l'utilisation des procédures de travail telles qu'elles sont prescrites et qu'ils se créent leur propre « procédure » qu'ils ont développé au fil du temps et avec leur expérience. Pour appuyer ce dernier point, trois études de Ribert-Van de Weerd et Brangier (2000) sur l'usage et l'efficacité des aides à la maintenance ont pour objectif de révéler le rôle de trois variables (expérience du technicien, pression temporelle et importance du client) sur l'activité de diagnostic et de prise de décision. Nous présenterons les résultats des deux premières études. Les auteurs ont tout d'abord observé 30 interventions sur site client et réalisé 18 entretiens afin de comprendre l'activité réelle des techniciens. Cette première phase leur a permis de sélectionner et de mesurer les écarts et les similitudes entre quatre techniciens expérimentés (> dix ans) et quatre moins expérimentés (entre un an et demi et cinq ans). Les résultats de cette première phase montrent tout d'abord une activité de résolution de problème différente entre les personnes expérimentées et les moins expérimentées. En effet, ces dernières éprouvent plus de difficultés à trouver les solutions adéquates et présentent une planification de leur activité moins organisée et moins cohérente contrairement aux techniciens expérimentés. De plus, les techniciens moins expérimentés ont tendance à explorer les solutions une à une contrairement aux techniciens expérimentés qui organisent la recherche de solution selon une stratégie prédéterminée. Aussi, l'utilisation d'une aide extérieure (assistance téléphonique) est,

davantage présente chez les techniciens débutants que chez les techniciens expérimentés qui ne font jamais appel à une aide extérieure. En effet, cette dernière est considérée comme utile pour les débutants mais trop directive pour les personnes expérimentées. Cette première expérience montre la différence de pratique entre des techniciens débutants et des techniciens expérimentés. La deuxième expérience illustre le fait que lorsqu'il n'y a pas de pression (temporelle ou importance du client), les techniciens privilégient l'autonomie, c'est-à-dire l'utilisation de la documentation plutôt que de faire appel à une assistance téléphonique. A contrario, lorsqu'une pression existe, les techniciens appellent plus rapidement cette assistance téléphonique. Cette deuxième étude permet de mettre en exergue le rôle et l'importance de l'autonomie accordée aux aides extérieures (documentation ou téléphonique). En effet, « les aides ne sont pas neutres symboliquement, et de ce fait sont utilisées différemment par les techniciens en fonction du sens qu'elles représentent pour eux et corrélativement de l'autonomie qu'elle octroie » (Ribert-Van de Weerd & Brangier, 2000, p.347). Les résultats de ces études montrent que l'usage des aides est différent en fonction des caractéristiques de la situation (pression temporelle, importance du client...) mais aussi des caractéristiques des techniciens (niveau d'expérience, représentation de la situation, stratégie vis-à-vis de l'aide). Nous allons maintenant voir en quoi le format de l'information des procédures peut impacter l'usage et la compréhension de ces dernières.

### **3.2. Le rôle du format des informations dans les procédures**

Concernant le format des procédures, Ganier (2008) précise que la compréhension et l'utilisation des procédures peuvent être influencées à la fois par les caractéristiques du système qui véhiculent les procédures et par le format des informations contenues dans les procédures (texte, image et multimédia). Historiquement, la documentation de maintenance aéronautique se présente sous la forme papier et peut contenir plusieurs milliers de pages. Cette documentation est en train d'évoluer avec le passage au numérique (Zafiharimalala & Tricot, 2009). En effet, avec le développement des nouvelles technologies, les informations contenues dans les documents techniques peuvent revêtir plusieurs formes : texte, image, animation 3D, animation 2D, vidéo... Le traitement de ces informations ne requiert pas les mêmes processus pour l'utilisateur. Ainsi, plusieurs auteurs (Ganier et al., 2000; Hegarty & Just, 1993) se sont intéressés à l'effet de la présentation des informations procédurales sur la réalisation d'une tâche.

### **3.2.1. L'apport des images dans les procédures de travail**

Avant l'informatisation, les procédures de travail se présentaient sous format papier avec du texte et / ou des illustrations, l'ajout d'illustrations pouvant faciliter la compréhension des instructions. Gyselink (1996) explique que les illustrations peuvent avoir deux fonctions. Tout d'abord, elles permettent une meilleure représentation de la tâche, en montrant visuellement les informations textuelles (exemple : l'utilisation de photos). Ensuite, elles ont une fonction d'organisation dans le sens où elles peuvent permettre une meilleure compréhension et une cohérence du texte. Selon Jamet (2002), l'amélioration de la compréhension due aux illustrations ne se fait que dans des conditions spécifiques : lorsque l'utilisateur a un faible niveau d'expertise, que les illustrations sont explicatives et lorsqu'il existe une mise en relation entre les illustrations et le texte via une légende par exemple.

L'utilisation de procédures incluant seulement du texte implique une transformation des informations verbales en informations visuo-spatiales par les utilisateurs (Ganier et al., 2000). Gyselink (1996) indique que la compréhension des procédures est améliorée par la présentation d'illustrations car elles facilitent la construction d'un modèle mental pour l'utilisateur. En effet, Ganier et al. (2000) précisent que le texte et les illustrations peuvent être considérés comme des sources d'informations différentes dans la construction de représentations. De plus, ils révèlent que le format mixte (texte + images) permet de meilleures performances dans la réalisation d'une tâche dans le sens où les utilisateurs font moins d'erreurs et mettent moins de temps. Dans ce sens, ces auteurs proposent que le rôle des illustrations dans la construction d'une représentation mentale peut se faire de différentes manières. Premièrement, les illustrations peuvent montrer les propriétés visuelles et spatiales d'un dispositif qui sont décrites textuellement. Deuxièmement, elles peuvent donner d'autres informations non décrites dans le texte. Enfin, les illustrations peuvent jouer un rôle d'aide-mémoire dans le sens où elles réactivent la représentation des informations précédemment lues.

Pour illustrer l'importance du format des procédures, Ganier et al. (2000) testent l'effet du format de présentation d'une procédure concernant un autocuiseur à différentes étapes du traitement des informations (encodage, construction d'une représentation, exécution et contrôle de l'activité). Cent vingt personnes participent à l'étude. Les procédures sont présentées sous trois formats (texte seul, image seule ou texte + image) avec deux niveaux de fragmentation de l'information, soit les informations sont présentées comme la documentation d'origine (non fragmentée), soit les informations sont organisées de façon à ce qu'il n'y ait

qu'une action par texte ou par image ; ce qui fait six conditions de passation. Les résultats montrent que les performances des participants sont influencées par les formats de présentation des instructions de telle sorte que les participants inspectent plus rapidement les instructions dans les conditions image seule ou texte + image que dans la condition texte seul. De plus, ils construisent plus facilement une représentation de l'action. Ils ont une meilleure planification des actions avec les formats incluant des images et ils réalisent la tâche plus rapidement avec le format texte + image. Dans une deuxième étude, Ganier, Gombert et Fayol (2001), comparent les temps d'observation de chacun des formats de procédures (texte seul, image seul et texte + image). Les résultats montrent que les utilisateurs observent moins longtemps le dispositif dans la condition mixte (texte + image) et dans la condition image seule par rapport à la condition texte seul. Ils concluent que l'élaboration d'une représentation et la planification d'action sont facilitées avec l'ajout d'illustrations dans les procédures.

Dans une autre étude, Hegarty et Just (1993) testent les mêmes formats de procédure sur un système de poulie. Quarante-sept étudiants participent à cette étude, répartis dans les trois conditions : texte seul, image seule et texte + image. Les participants commencent par remplir un test de compréhension et de rotation mentale. Ils doivent ensuite prendre connaissance de la procédure et essayer de comprendre le système de poulie afin de l'expliquer à quelqu'un d'autre. Les résultats montrent que le format texte + image permet une meilleure compréhension cinématique, c'est-à-dire que ce format favorise la compréhension du mouvement de la poulie. Il s'avère que les participants ont des performances plus importantes sur la compréhension de la configuration quand l'image est couplée avec du texte que le lorsque le texte est présenté seul. Le niveau d'habileté mécanique des participants, c'est-à-dire la capacité d'une personne « à percevoir et à comprendre la relation des forces physiques et des éléments mécaniques dans des situations pratiques » (TERMIUM Plus, 1986), a un effet sur les résultats de telle sorte que les personnes avec un haut niveau d'habileté font moins d'effort cognitif avec le texte seul alors que les personnes avec un bas niveau d'habileté font moins d'effort cognitif avec les images. De plus, les utilisateurs mettent moins de temps pour réaliser la tâche et inspecter la procédure lorsqu'ils utilisent des instructions incluant des images seules par rapport à la condition texte seul. La compréhension des instructions est néanmoins équivalente entre ces deux formats. Cette étude suggère que les performances de compréhension d'une procédure dépendent du format de présentation de l'information. Les images couplées au texte apparaissent comme une aide pour la compréhension de systèmes complexes.

En outre, les procédures étant de plus en plus informatisées, de nouveaux formats de présentation de l'information apparaissent, notamment les animations qui correspondent à des illustrations dynamiques animées.

### **3.2.2. Une évolution supplémentaire du format de présentation des procédures : les animations**

#### **3.2.2.1. L'apport de l'animation dans les procédures de travail**

Comme nous l'avons précisé précédemment, les procédures de travail ont évolué passant d'un format papier à un format informatique entraînant l'apparition de nouveaux contenus identifiés par des animations et des supports plus portables (Tapie, Barnard, & Moal, 2007). Dans une série d'étude menée par Dubois et Kouabenan (1996), les auteurs se sont intéressés à l'effet de différents formats de présentation de l'information (texte, texte + image) sur deux supports de présentation : multimédia (CD-ROM) et papier. Les résultats montrent que le support multimédia n'améliore pas les performances des utilisateurs par rapport au support papier. La lecture sur écran est moins performante que celle effectuée sur support papier. De plus, les auteurs montrent que les utilisateurs du support CD-ROM sont aidés par les médias statiques contrairement aux présentations imagées dynamiques. Cette série d'étude ne permet pas de démontrer l'apport du format informatique par rapport au format papier. Aujourd'hui, de nouveaux formats de présentation de l'information apparaissent dans les procédures telles que les animations 2D ou 3D (cf. Figure 8). Ces dernières correspondent à une image animée plus ou moins réaliste d'un objet en deux dimensions ou en trois dimensions.

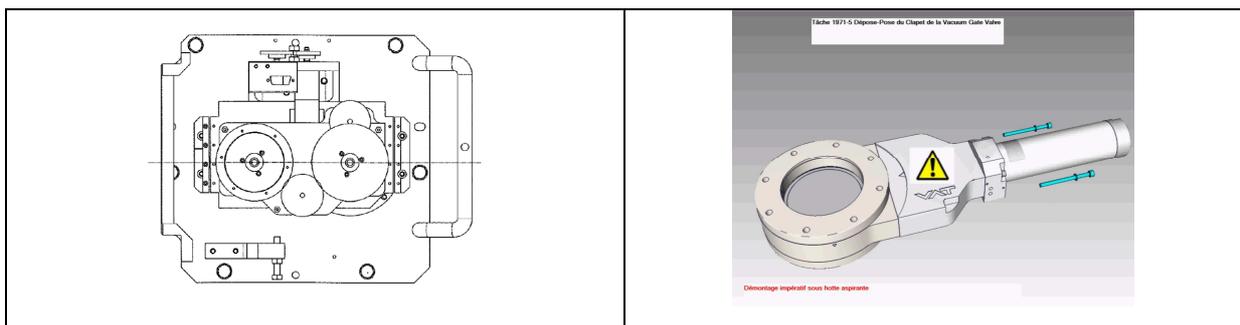


Figure 8: Exemple d'un objet en deux dimensions (à gauche) et d'un objet en trois dimensions (à droite)

Arguel et Jamet (2009) expliquent que les animations permettent, tout comme les images statiques, de favoriser la construction de représentation. De plus, ces auteurs précisent que les

animations permettent de représenter les changements dans le temps car l'utilisateur ne doit pas déduire les changements entre les images.

Des études plus récentes (Ayres, Marcus, Chan & Qian, 2009 ; Berney & Betrancourt, 2009; Watson, Butterfield, Curran, & Craig, 2010) s'intéressent au rôle de l'animation dans les instructions. Watson et al. (2010) s'intéressent à l'effet du format de procédure (texte seul, image seule et animation) sur une tâche d'assemblage de moteur. Les 30 participants (10 par groupes) sont tous novices sur cette tâche ; ce qui permet de contrôler l'effet des connaissances préalables sur la performance. Les résultats montrent que le temps de réalisation est plus important pour le format texte seul que pour les deux autres formats (image seule et animation). Cependant, ces effets sont observés pour les deux premières réalisations, c'est-à-dire que les participants assemblent le moteur plus rapidement avec les formats incluant des images ou de l'animation plutôt qu'avec du texte seul. A la troisième réalisation de la tâche, les performances ne sont plus significativement différentes ; ce qui montre que la performance est améliorée avec la pratique. Les résultats montrent aussi que les participants font moins d'erreurs avec l'animation qu'avec les deux autres formats (image seule, texte seul) lors de la première réalisation. Cependant, cet effet s'estompe dès le deuxième essai ; ce qui signifie que le gain de l'animation est valable pour une première utilisation de la procédure. Par ailleurs, Ayres et al. (2009) réalisent deux expériences dans lesquelles ils comparent deux types de présentation (soit statique, soit animée) dans deux tâches ludiques (apprentissage de nœuds de scoubidou et réalisation de puzzles) auprès de 36 étudiants. La première expérience (nœud de scoubidou) révèle que les participants mettent moins de temps et font moins d'erreur avec la procédure animée. Dans la deuxième expérience (puzzles), les résultats montrent que les participants ont de meilleures performances sur les tâches motrices, de transfert et les tâches cognitive avec la procédure animée. Ils ont de plus davantage de facilité à comprendre la tâche et à résoudre le puzzle. Ces deux expériences révèlent des résultats similaires à ceux présentés précédemment, à savoir que les participants utilisant les instructions animées présentent de meilleures performances que les participants qui utilisent des instructions avec une présentation statique. Enfin, une méta-analyse de Berney et Betrancourt (2009) confirment les résultats précédents et montre que l'utilisation d'animation dans l'apprentissage de phénomènes dynamiques est bénéfique comparativement à l'utilisation de graphique statique. De plus, les auteurs démontrent un effet du niveau d'habilité spatiale et du domaine d'activité des connaissances (les étudiants en astronomie, informatique, mathématique ont de meilleures performances) sur les performances d'apprentissage de phénomènes dynamiques.

Ces études (Ayres et al., 2009 ; Berney & Betrancourt, 2009 ; Watson et al., 2010) suggèrent qu'il existe un effet des instructions animées par rapport aux instructions statiques sur la performance lors de réalisation d'une tâche. Afin de tester l'impact de l'animation 3D dans la compréhension des procédures, Tapie et al. (2007) réalisent deux études. Tout d'abord, ils mènent des entretiens avec cinq opérateurs expérimentés, puis ils présentent deux animations 3D à 16 participants du domaine. Les résultats suggèrent que l'animation 3D favorise la compréhension de la tâche ainsi qu'une meilleure représentation mentale. L'animation 3D serait particulièrement saillante pour des tâches complexes et inconnues. Cependant, les auteurs notent que l'utilisation de ce type de format lors de la réalisation d'une tâche est difficilement utilisable. En effet, dans le domaine de la maintenance aéronautique, les techniciens impriment régulièrement la documentation pour des raisons pratiques (maintenance à l'extérieur, en hauteur...). L'animation 3D serait dans ce cas un « support en amont de la tâche pour prendre connaissance de la tâche, se la remémorer rapidement, avoir une aide au briefing dans le cas de tâches nécessitant plusieurs personnes et visualiser le système et / ou son environnement » (Tapie et al., 2007, p.54). De plus, Boucheix et Schneider (2009) précisent qu'il existe une contradiction dans les résultats des études sur l'apport des animations dans la compréhension de systèmes complexes dans le sens où certaines études montrent un effet positif, d'autres un effet peu important, voire aucun effet.

### **3.2.2.2. Le rôle contradictoire des animations dans les procédures de travail**

Une étude d'Arguel et Jamet (2009) réalisée auprès de 51 étudiants sur « les gestes qui sauvent » montre un effet positif du format mixte qui contient une vidéo couplée à des images statiques par rapport au format image statique seule ou vidéo seule. Lorsqu'ils testent l'effet du nombre d'images statiques sur les performances, les résultats démontrent toujours l'avantage du format mixte par rapport à la condition statique. Cependant, les performances sont moins hautes lorsqu'il y a un nombre important d'images statiques dans le format mixte, c'est-à-dire que si un format vidéo est couplé à trop de photos statiques, l'effet facilitateur des images statiques est annulé. Les auteurs expliquent ce phénomène par une augmentation de la charge cognitive due à un nombre trop important de photos. Comme nous venons de le voir un nombre trop important d'images peut défavoriser l'apprentissage, mais nous pouvons nous demander si les caractéristiques des images influencent les performances.

Höffler et Leutner (2007) réalisent une méta-analyse concernant 26 études comparant les images statiques et animées. Ils notent que les animations peuvent être plus efficaces que les

images statiques si elles sont réalistes, représentatives et impliquent des connaissances procédurales-moteur. Cependant, une étude de Robin, Hugues, Tricot et Zafiharimalala (2011) concernant le rôle de l'iconicité dans les procédures (ressemblance avec l'objet) spécifie dans quelle condition cette iconicité a un rôle bénéfique sur la compréhension des procédures. Ils testent l'effet de l'iconicité sur plusieurs fonctions de la procédure (montrer, informer, modéliser, activer) auprès de 30 participants novices sur des tâches de maintenance dans le domaine de l'aéronautique. Les résultats montrent qu'une forte ressemblance avec la pièce peut être un désavantage dans le sens où les participants mettent davantage de temps de lecture de la procédure et font davantage d'erreurs avec celle contenant des images avec une forte iconicité. De plus, ce format défavorise la création et le maintien d'une représentation. Cependant, le format à forte iconicité représente un avantage dans le sens où ils mettent moins de temps et font moins d'erreurs, lorsqu'il s'agit seulement de montrer un élément aux utilisateurs. D'autres études (Mayer, Hegarty, Mayer & Campbell, 2005 ; Lowe, 2004) ne montrent pas d'effet positif des animations. Mayer et al. (2005) réalisent une série d'études qui a pour but, de comparer l'apprentissage (rétention et transfert) d'étudiants utilisant, soit une leçon contenant des informations statiques (papier), soit une leçon contenant des informations dynamiques (ordinateur). Concernant les deux premières études (formation de la foudre, fonctionnement d'un réservoir de toilette), aucune différence significative n'est trouvée en ce qui concerne la rétention d'information. Cependant, une différence significative en faveur du format papier est trouvée concernant le transfert des informations, c'est-à-dire la mise en application des informations retenues. Concernant les deux autres études (fonctionnement des ondes océaniques, système de freinage d'une voiture), une différence significative est trouvée concernant la tâche de rétention en faveur du format papier. Concernant la tâche de transfert aucune différence entre les deux formats n'est mise en exergue. Dans cette étude, le format papier (statique) entraîne de meilleures performances que le format animé sur des tâches de rétention et de transfert.

Par ailleurs, Lowe (2004) propose à 12 étudiants de réaliser une tâche en météorologie. La première tâche consiste à donner une carte météorologique et à demander aux participants de dessiner sur une carte vierge un pattern de signes qu'ils pourraient s'attendre à voir 24 heures après ceux qui ont été montrés sur l'originale. Les participants utilisent une animation type vidéo afin de les aider. Dans la deuxième partie, le chercheur demande aux participants de « rejouer » une démonstration de l'animation pour comprendre comment ils s'en sont servis. Les résultats de cette étude suggèrent que le fait de donner simplement des moyens interactifs peut ne pas avoir un effet bénéfique en ce qui concerne l'extraction d'informations

pertinentes. Les auteurs expliquent qu'il n'est pas suffisant de proposer aux participants novices dans un domaine une représentation compréhensive et dynamique d'une situation dynamique de référence et s'attendre à ce qu'ils puissent s'en servir seul efficacement. Cette étude ne montre pas d'effet bénéfique des animations dans une tâche d'apprentissage. Arguel et Jamet (2009) donnent une explication concernant l'inefficacité des animations en termes de charge cognitive. En effet, selon les auteurs, la procédure doit être cohérente avec le matériel dans le sens où le caractère dynamique des animations a un sens seulement si l'objet de la procédure est dynamique. Par exemple, si le participant doit apprendre à réparer un matériel ou à monter un meuble, il y a un changement d'état au cours du temps. Par contre, si le participant doit apprendre des formules statistiques, le caractère dynamique n'aura pas forcément de sens. De plus, trop d'informations dans une procédure peuvent entraîner une charge cognitive importante.

Par ailleurs, l'utilisation d'animations comme format de présentation de l'information peut être un bénéfice pour les utilisateurs. Cependant, en fonction des caractéristiques de ce dernier, la compréhension des procédures peut varier. De plus, les situations de travail peuvent elles-mêmes être considérées être sources de prescription pour les utilisateurs.

### **3.3. L'impact des situations de travail sur l'utilisation des procédures de travail**

Les caractéristiques de la situation peuvent jouer un rôle dans la réalisation de l'activité par les travailleurs. En effet, la prescription ne peut pas prendre en compte la totalité des variabilités des situations de travail. Daniellou (2002) dit que « l'analyse du travail est une manière d'explicitier et de mettre en débat la diversité des sources de prescription qui pèse sur l'activité des travailleurs » (p.13). Ainsi, les travailleurs ne sont pas cantonnés à la seule réalisation de la tâche prescrite mais à une multitude de tâches qui construit l'activité. Daniellou (2002) indique que l'on ne peut pas juger de la qualité du travail en comparant simplement le résultat du travail réalisé avec la tâche demandée. En outre, Cuvelier (2011) explique que le fait de « reconnaître la variabilité irréductible des situations de travail, c'est admettre l'impossibilité de tout prévoir, de tout régler, l'impossibilité de définir rigoureusement par avance le travail » (p.43).

Dans le secteur de la maintenance, il existe plusieurs types d'activité (Cart et al., 2001) qui demandent une pratique différente de la part des techniciens. Une étude de Zafiharimalala et Tricot (2009) menée auprès de 13 opérateurs de maintenance permet de confirmer que ces derniers se servent de la documentation dans certaines situations particulières et non de façon

systématiquement. En effet, les auteurs repèrent à travers des observations et des entretiens que les opérateurs se servent de la procédure pour la réparation de pièces inconnues afin, soit de suivre les indications, soit de vérifier le matériel dont ils ont besoin. En outre, une étude de Veyrac et al. (1997) dont l'objectif est de comprendre les écarts entre la tâche prescrite et le modèle mental construit par l'opérateur, montre que les écarts sont différents en fonction de la fréquence et de la complexité des situations incidentelles. Les auteurs se sont intéressés à l'activité de 16 conducteurs dans le domaine ferroviaire. Leurs résultats permettent de faire ressortir plusieurs types d'écarts (oubli, rajout, contradiction, inversion de séquence, modulation). De plus, Veyrac et al. (1997), montrent que les opérateurs rajoutent plus d'éléments et oubliés aussi plus d'actions lorsque la fréquence des situations incidentelles est élevée. Cependant, ils observent plus d'oublis de conditions lorsque la fréquence des situations incidentelles est faible ; ce qui va à l'opposé de l'hypothèse des auteurs. Concernant la complexité des situations incidentelles, les résultats montrent que les conducteurs rajoutent davantage de conditions et d'actions dans les situations incidentelles de faible complexité. A contrario, ces derniers oublient plus de conditions et d'actions dans les situations incidentelles de forte complexité. Cette étude permet de montrer que les écarts sont différents en fonction de la fréquence et de la complexité des situations incidentelles. Par ailleurs, Cuvelier (2011) qui a étudié l'activité des anesthésistes en pédiatrie, indique que l'application pure et dure des procédures est impossible en médecine. En effet, la variabilité est importante dans ce domaine. Il existe une variabilité interindividuelle car chaque patient est différent, mais aussi une variabilité intra-individuelle car « l'évolution de la maladie et de la santé sont des processus dynamiques, vivants, non complètement prédictibles » (p.45). Cette étude menée auprès de dix anesthésistes selon la méthode des incidents critiques, montre que sur 22 épisodes de presque accidents, neuf sont considérés comme des situations possibles et donc envisagées par les anesthésistes. Ces situations sont gérées via les protocoles établis dans le domaine. Lors des entretiens, six des médecins interviewés ont expliqué que les règles établies (protocoles, recommandations...) leur permettent de faire face aux situations. Cependant, 13 des 22 épisodes étaient considérées par les médecins comme des situations exceptionnelles. Dans ce cas, l'application des protocoles ne permet pas la résolution de la situation. Les anesthésistes doivent donc « prendre une / des décision(s) de compromis, propre(s) à chacune des situations rencontrées, et basée(s) sur l'évaluation du ratio risques/bénéfices des différentes options possibles généralement dans des contraintes temporelles très fortes » (p.121).

Nous venons d'aborder la façon dont les caractéristiques du système, du format des procédures mais aussi des utilisateurs peuvent influencer l'utilisation et la compréhension des procédures. En effet, une multitude d'acteurs (rédacteurs, utilisateurs...) qui ont leur propre représentation de la tâche, sont concernés lorsque l'on s'intéresse aux procédures de travail. Une manière de vérifier que les procédures atteignent leur objectif est de les évaluer. Leplat (1998) précise que, l'évaluation des procédures est un moment important car cela permet de déterminer si ces dernières remplissent bien le but assigné et l'usage qui en est fait par les utilisateurs. L'évaluation « constitue elle-même un instrument efficace de l'analyse du travail car les écarts à l'application des procédures sont révélateurs de la qualité des procédures mais en même temps des caractéristiques de l'activité des opérateurs et de la nature du travail » (Leplat, 1998, p.14). L'évaluation des procédures de travail est donc essentielle pour vérifier que les procédures remplissent bien le rôle qui leur est assigné tout en facilitant le travail des utilisateurs.

#### **4. L'évaluation des procédures de travail**

Selon Ganier (2013), l'évaluation des procédures peut se faire à deux niveaux. Tout d'abord, à un niveau global qui permet de « rendre compte des comportements impliqués de façon générale dans l'utilisation d'instructions grâce à l'observation et l'analyse de l'activité comportementale de l'utilisateur » (p.62). Ensuite, l'évaluation des procédures au niveau local permet « d'examiner le traitement cognitif des instructions en réalisant des expériences rigoureusement contrôlées » (p.62). Ganier (2013) précise que l'évaluation d'une procédure peut suivre trois objectifs : vérifier l'utilisabilité, choisir une option de conception ou améliorer le document. Nous allons voir quels critères prendre en compte lorsque l'on s'intéresse à l'évaluation des procédures mais aussi quelles sont les méthodologies possibles.

##### **4.1. Les critères d'évaluation de l'usage des procédures de travail**

L'évaluation des procédures de travail permet de vérifier si un nouveau système ou un nouveau format de procédure est adapté aux situations de travail. Bapst (2011) propose d'évaluer l'usage d'un instrument selon deux axes : l'utilité et l'utilisabilité. Ces deux critères sont aussi importants dans un contexte de conception de sites web (Boucher, 2011). Dans une étude menée par Chauvel (2006), 70% des utilisateurs de procédures disent ne pas lire le document entièrement et précisent à l'unanimité que « les deux premières qualités d'une procédure devrait être son utilité et sa facilité de compréhension » (p.28). Selon Valentin,

Lancry et Lemarchand (2010), l'utilité se définit « comme l'adéquation des fonctions d'un système à la réalisation d'une activité» (p.263). En outre, Brisson, Cadet, Faveaux, Haradji et Le Port (1999), indiquent concernant l'utilité « qu'un applicatif doit correspondre aux besoins actuels et futurs des usagers pour qui il va être conçu. Il faut que les fonctionnalités offertes par l'applicatif soient perçues par les utilisateurs potentiels comme réellement utiles et offrant une plus-value en matière de service rendu » (p.45). D'après cette définition, l'utilité permet de répondre à un besoin, il faut donc bien connaître les utilisateurs. Cependant, les auteurs stipulent que ce n'est pas suffisant, il faut aussi que le site Web soit utilisable. Par ailleurs, selon la Norme ISO 9241 (citée par Brangier & Barcenilla, 2003), l'utilisabilité correspond au « degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié » (p.42).

La norme ISO 9241 définit l'utilisabilité selon trois critères (cité par Brangier et Barcenilla, 2003) :

- L'efficacité, comme précisé plus haut, correspond à l'atteinte des buts par les utilisateurs. La mesure de l'efficacité peut passer par plusieurs indicateurs. Brangier et Barcenilla (2003) définissent la mesure d'efficacité avec la réussite de la tâche et la qualité de la performance. Pour évaluer l'efficacité, il faut avoir préalablement défini les objectifs à atteindre (Brangier & Barcenilla, 2003).
- L'efficience représente le fait que l'utilisateur doit atteindre son but le plus rapidement possible et avec le moins d'erreurs possibles. Elle se mesure via quatre indicateurs : le taux et la nature des erreurs d'utilisation, le temps pour exécuter une tâche donnée, le nombre d'opérations requises pour exécuter la tâche et la charge de travail : coût cognitif ou physique de la réalisation d'une tâche.
- La satisfaction correspond au niveau de confort ressenti par l'utilisateur lorsqu'il utilise un produit. Il faut différencier la satisfaction ressentie dans le monde du travail et celle ressentie lors de l'utilisation d'un produit dans sa vie privée. Brangier et Barcenilla (2003) précisent que la satisfaction est un concept difficile à mesurer. La mesure passe la plupart du temps par un questionnaire de satisfaction.

Calvary et Coutaz (2002) expliquent qu'outre l'utilité et l'utilisabilité, un troisième concept doit être pris en compte : l'universalité (cf. Figure 9). En effet, d'après les auteurs, l'universalité « s'impose comme troisième maître mot au regard d'une nouvelle diversité et variabilité des utilisateurs, des plates-formes et des environnements » (p.3). Ce concept est encore mal défini mais plusieurs critères semblent se dessiner :

- « l'accessibilité humaine : offrir l'accès à tout individu quels que soient ses capacités ou handicaps physiques et intellectuels, ses origines culturelles, sociales, etc. ;
- l'accessibilité fonctionnelle : conférer à l'interface un caractère multiusage et donner ainsi aux utilisateurs l'accès à différents services et informations. Cette dimension rejoint la notion de portail ou tunnel ;
- l'accessibilité topologique : permettre l'interaction quelle que soit la localisation physique de l'utilisateur ;
- l'accessibilité temporelle : permettre l'interaction à tout instant ;
- l'accessibilité matérielle : permettre l'interaction sur toute plate-forme » (p.3)

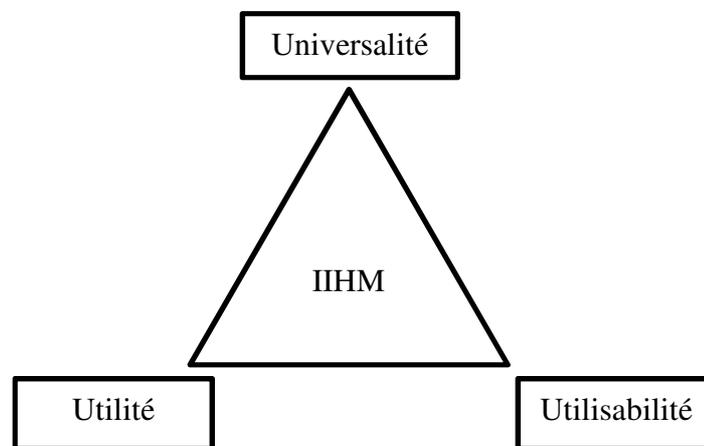


Figure 9: Les trois « U » (Utilité, Utilisabilité, Universalité) : les trois maîtres mots en Ingénierie de l'Interaction Homme-Machine (IIHM) (Calvary & Coutaz, 2002, p.4)

Les critères qui permettent d'évaluer l'usage des procédures de travail, nous amènent à décrire différentes méthodes proposées dans la littérature.

#### **4.2. Les méthodes d'évaluation de l'usage des procédures informatisées**

Bastien et Tricot (2008) expliquent que lorsque l'on s'intéresse à l'évaluation des documents électroniques, il faut à la fois évaluer le système qui les véhicule (interface, logiciel...) et le document en lui-même. Selon Jamet et Février (2008), il existe deux grandes méthodes pour évaluer l'utilité et l'utilisabilité d'un nouveau système : l'inspection ergonomique et les tests utilisateurs. La première consiste en une inspection ergonomique des nouveaux formats de procédures, tandis que la deuxième consiste à impliquer l'utilisateur final dans l'évaluation du nouveau système. Les auteurs précisent que l'objectif de ces méthodes est « de repérer les éventuelles erreurs de conception susceptibles de provoquer des

difficultés d'usage » (p.30). La méthodologie la plus utilisée dans le cadre de l'inspection ergonomique est celle de Bastien et Scapin (1996) basée sur huit critères ergonomiques (guidage, charge de travail, contrôle explicite, adaptabilité, gestion des erreurs, homogénéité / cohérence, signification des codes et dénomination, compatibilité). Dans une première expérience, réalisée auprès de 24 participants (12 spécialistes et 12 non-spécialistes de l'ergonomie), Bastien et Scapin (1996) demandent aux participants d'identifier quel critère ergonomique correspond à un problème de conception. Dans une deuxième expérience, Bastien et Scapin (1996) testent l'efficacité et l'utilisabilité de ces critères auprès de 19 spécialistes en ergonomie des logiciels. Pour cela, les auteurs créent deux groupes. Le premier utilise seulement ses compétences pour détecter des problèmes d'utilisabilité d'une interface tandis que le deuxième utilise dans un premier temps ses compétences, puis les critères précédemment mis en évidence. Les résultats montrent que les participants détectent plus de problèmes avec l'utilisation des critères que les participants du groupe « contrôle » qui se base uniquement sur leurs compétences. Enfin, dans une troisième expérience, Bastien et Scapin (1996) testent ces critères auprès de 17 non spécialistes en ergonomie. Les participants sont répartis en trois groupes : un groupe « contrôle », un groupe « critères » et un groupe « ISO ». Ces deux derniers groupes reçoivent soit les critères ergonomiques soit le document ISO sur les principes de dialogue une semaine avant. Ils devaient ensuite relire les documents, juste avant d'évaluer une interface. Les résultats montrent que le groupe utilisant les critères ergonomiques détecte plus de problèmes que les participants des deux autres groupes. Ces critères ergonomiques sont, aujourd'hui une des manières d'évaluer les interfaces.

La deuxième méthode pour évaluer l'utilité et l'utilisabilité d'un nouveau système consiste à impliquer l'utilisateur final notamment via la réalisation de tests utilisateurs (Jamet & Février, 2008). La mise en place de tests utilisateurs permet d'analyser l'activité des utilisateurs, la manière dont ils se servent des procédures et leurs opinions sur les nouveaux formats. Il s'agit précisément d'analyser le comportement en situation réelle afin d'estimer si les nouveaux formats répondent correctement aux besoins des utilisateurs (Boucher, 2011).

Ces méthodes essentiellement utilisées pour évaluer des interfaces (par exemple un site internet) ne sont pas spécifiques aux procédures de travail. Ganier (2013) propose plusieurs méthodes d'évaluation des procédures. La première centrée sur le document permet d'évaluer la qualité du document à travers une liste de « recommandations (checklists) ou de formules de lisibilité » (p.70). Cependant, cette méthode n'étant pas jugée suffisante pour rendre compte de l'utilisabilité d'un document d'après Ganier (2013), elle permettra au rédacteur une première évaluation de son travail. La deuxième se base sur le jugement d'experts qui doivent

évaluer un document dans le but de faire ressortir des points à améliorer. Cependant, selon Ganier (2013), ces deux premières méthodes ne sont pas suffisantes pour évaluer les besoins des utilisateurs. Cet auteur indique une troisième méthode qui elle, est centrée sur l'utilisateur. L'objectif de cette méthode est de « vérifier que les caractéristiques du document sont suffisamment adaptées aux caractéristiques perceptives et cognitives des utilisateurs qui doivent rechercher ou comprendre des informations en vue de les mémoriser ou de les appliquer » (p.73). Cette troisième méthode implique l'utilisateur de manière plus importante. D'après Proulx (2005), « l'étude des usages - l'observation de ce que les gens font effectivement avec les objets et dispositifs techniques – constitue un point d'entrée intéressant et scientifiquement pertinent » (p.8). En effet, le fait d'analyser la tâche permet de situer la place de la procédure dans cette tâche (Leplat, 2004). Analyser les écarts entre l'activité réalisée et la procédure prescrite permet de mettre en exergue deux types de situations (Leplat, 1998). La première indique que les écarts révèlent des inadaptations de la procédure (avec la tâche à réaliser ou avec l'opérateur qui doit la réaliser) tandis que la seconde explique que les écarts peuvent rendre compte de l'inadaptation des compétences de l'opérateur face à la tâche. L'analyse des écarts est une manière de révéler les difficultés rencontrées par les utilisateurs que ce soit dû à leurs compétences, à la situation, ou à la procédure.

## Résumé chapitre 2

Le chapitre 2 se centre sur la description, l'usage et l'évaluation des procédures de travail. Les procédures de travail se définissent notamment à travers la notion de prescription. Elles ont plusieurs fonctions et caractéristiques. L'objectif principal des procédures est de transmettre des informations au salarié afin qu'il réalise son travail. De plus, la rédaction des procédures est un travail complexe car il demande aux rédacteurs de prendre en compte plusieurs sources d'informations.

En outre, l'usage des procédures de travail est aussi une activité complexe. En effet, dans certaines situations les procédures de travail représentent une source d'erreur pour la réalisation de la tâche.

Dans cette veine, plusieurs facteurs influencent l'usage des procédures de travail. Ainsi, à travers les études exposées, l'expérience des utilisateurs se révèle être un élément important pour expliquer l'usage des procédures de travail, dans le sens où les besoins informationnelles des salariés expérimentés ne sont pas les mêmes que pour les salariés inexpérimentés. Le deuxième critère concerne le format des procédures. En effet, plusieurs études, en comparant différents formats de procédures, ont mis en exergue l'apport bénéfique des illustrations dans la compréhension des informations. De plus, l'insertion d'animation dans les procédures se révèle aussi bénéfique dans plusieurs études. Enfin, l'activité de travail, elle-même, peut représenter une source de prescription pour les utilisateurs.

Afin de prendre en compte les éléments qui favorisent ou non l'utilisation des procédures de travail, il faut s'intéresser à leur évaluation. Pour cela, plusieurs critères issus de la littérature peuvent être cités tels que l'utilité et l'utilisabilité. Différentes méthodes d'évaluation des procédures sont intéressantes notamment les méthodes qui placent l'utilisateur au centre de l'évaluation.

Par ailleurs, lorsque l'on s'intéresse à l'usage des procédures de travail, il faut s'interroger sur les facteurs qui favorisent leur usage. Parmi ces facteurs, nous pouvons penser aux croyances, à l'attitude et à la perception que les individus ont des procédures de travail informatisées car l'adoption des technologies peut varier en fonction des croyances de ces derniers. Dans le chapitre 3, nous définirons les croyances, la perception et les attitudes des utilisateurs face aux nouvelles technologies. Nous décrirons les modèles qui s'intéressent à la manière dont les croyances influencent l'acceptation et donc l'usage des nouvelles technologies.

## **Chapitre 3 : Les croyances, la perception et l'attitude comme des facteurs influençant l'adoption des procédures informatisées**

Pour comprendre comment les croyances et la perception opèrent, nous commencerons par différencier les notions de croyance, de perception et d'attitude. Ensuite, nous définirons les trois phases du processus d'adoption des technologies : acceptabilité, acceptation et appropriation. Pour finir, nous présenterons les principales théories d'acceptation des technologies qui évaluent la perception d'une technologie par des individus à travers leurs croyances. Nous débuterons par la théorie de l'action raisonnée (TAR) de Fishbein et Ajzen, (1975), la théorie du comportement planifié (TCP) de Ajzen (1991), la théorie de la diffusion des innovations (IDT) de Rogers (1983). Nous présenterons ensuite la théorie la plus utilisée à ce jour lorsque l'on s'intéresse aux croyances liées à l'acceptation des nouvelles technologies : la théorie de l'acceptation des technologies (TAM) de Davis (1989). Nous en viendrons à la Théorie Unifiée d'Acceptation et d'Utilisation des Technologies (UTAUT) de Venkatesh et al., (2003), l'un des premiers modèles prenant en compte les caractéristiques des individus telles que l'âge ou l'expérience. Nous terminerons en exposant les dimensions de l'acceptation situées proposées par Bobillier Chaumon (2013).

### **1. Prendre en compte les croyances, la perception et l'attitude envers les technologies de l'information et de la communication par les utilisateurs**

Nous nous intéressons aux croyances et à la perception d'une technologie par les utilisateurs pour évaluer comment cette dernière peut s'insérer dans la vie quotidienne des personnes ou dans les situations de travail. En effet, en psychologie, une idée forte est que le comportement d'une personne peut s'expliquer à travers ses croyances et ses attitudes. Kouabenan, Dubois, De Gaudemaris, Scarnato et Mallaret (2007) soulignent le fait que « les études sur le comportement sécuritaire sont essentiellement basées sur l'idée que les attitudes et croyances d'une personne sont des déterminants majeurs de leurs actions » (p.90). Nous allons présenter les notions de croyance, de perception et d'attitude et voir comment elles influencent le comportement d'usage d'une nouvelle technologie.

#### **1.1. La notion de croyance**

Fishbein et Ajzen (1975) définissent la notion de croyance comme la « probabilité subjective qu'une personne ait des jugements concernant des aspects discriminants de son environnement. Les croyances concernent la compréhension qu'une personne a d'elle-même

et de son environnement » (p.131). Ces auteurs soulignent que les personnes forment des croyances envers des objets à travers l'expérience qu'ils en ont. Certaines croyances restent stables dans le temps comme les croyances religieuses, tandis que d'autres, comme les conséquences d'un comportement ou les croyances envers une personne peuvent varier de manière importante. Les croyances peuvent être rapprochées de la notion de représentation. En effet, Apostolidis, Duveen et Kalampalikis (2002) expliquent qu'à la différence de la représentation qui « prend forme à travers un objet qui la constitue comme telle et qu'elle structure, les croyances sont plus diffuses. En effet, on peut dire que les croyances n'ont pas un objet spécifique, mais préparent le terrain pour la localisation et la spécification d'un objet » (p.4). Les croyances seraient vues comme « des systèmes plus larges d'ancrage à partir desquels les objets sont représentés » (p.4). Kouabenan (2015) rapporte que la notion de croyance est généralement définie comme « la manière dont un individu perçoit une situation ou un événement, très souvent en relation avec la manière dont il perçoit ses propres capacités à y faire face » (p.6). L'auteur ajoute que la croyance peut être définie comme « l'attitude intellectuelle d'une personne qui tient pour vrai un énoncé ou un fait sans qu'il n'y ait nécessairement une démonstration objective acceptable de cette attitude » (Kouabenan, 2008, p.1). De plus, Goldman (2005) parle de « processus conscient par lequel un sujet adhère à des perceptions ou des élaborations cognitives non vérifiées par les sens » (p.87). Cette dernière définition met l'accent sur le caractère conscient des croyances. En effet, Ngueutsa (2012) définit les croyances comme « des propositions scientifiquement injustifiables, affirmées comme des vérités auxquelles un individu adhère consciemment et qui orientent ses actions et son mode de pensée ». Ce dernier considère également que les croyances sont conscientes et qu'elles peuvent être modifiées. Clement (1999) expose les travaux dans le domaine de la sociologie de Boudon (1992) sur l'intégration et la conceptualisation de la notion de croyance. Ainsi, Boudon (1992 cité par Clement, 1999) refuse-t-il l'idée selon laquelle un individu n'est pas maître de son comportement. En effet, les croyances seraient accessibles par les individus porteurs de celles-ci. En outre, d'après Clement (1999), cette conception est critiquable dans le sens où en psychologie sociale, différents biais interviennent dans le comportement mais aussi sur l'explication que l'on donne à notre comportement. Cet auteur réserve « l'usage du concept de croyance aux représentations pouvant donner lieu à une révision consciente » (p.14). Par ailleurs, il distingue deux types de croyances. En premier lieu, les croyances socialement héritées que l'individu intègre sans forcément s'en rendre compte (représentations sociales et stéréotypes par exemple). En second lieu, il définit les « croyances proprement dites, c'est-à-dire des élaborations conscientes de représentations censées

contenir, avec un degré de certitude variable, des informations fiables sur le monde » (p.14). L'auteur indique qu'en considérant ces deux types de croyances, celles qui sont pleinement réflexives et dont l'individu a examiné et critiqué le contenu, ne sont pas majoritaires. En conséquence, cela suppose que les croyances ne sont pas toujours le reflet de la réalité. En effet, « la croyance est tenue pour être « la réalité », du point de vue de l'individu qui la porte, lequel va réagir aux événements et aux choses non pas en fonction de ce qu'ils sont, mais en fonction de ce qu'il croit qu'ils sont, c'est-à-dire en fonction de la façon dont il les perçoit » (Ngom-Dieng, 2015, p.66).

## **1.2. Variabilité des croyances**

Selon Triandis (1979), tous les humains catégorisent leurs expériences et explique que les liens entre les catégories mais aussi parmi les catégories sont des croyances. Lorsque les croyances aident à définir une catégorie, elles agissent comme des attributs pour définir cette catégorie. Pour illustrer cette idée, l'auteur donne l'exemple de plusieurs nations considérées par le grand public comme « démocratiques » telles que les Etats-Unis, la France... Tous ces individus n'ont pas les mêmes croyances vis-à-vis des attributs des systèmes démocratiques, par exemple le fait d'avoir plusieurs partis politiques. L'auteur donne l'exemple des soviétiques qui considèrent leur système politique démocratique alors que le système de l'époque ne correspond pas aux croyances que le grand public a vis-à-vis d'un système démocratique (par exemple avoir plusieurs partis politique).

Dans le domaine de l'utilisation et l'acceptation des technologies, Ngom-Dieng (2015) distingue les croyances objectales des croyances comportementales, ces deux notions étant issues de deux courants différents « une perspective techniciste et une perspective comportementaliste » (p.66). Dans un premier temps, Ngom-Dieng (2015) définit les croyances objectales comme : les croyances d'un individu « à propos des propriétés techniques du système en question » (p.67). Par exemple, si un individu pense que « les ordinateurs Mac sont fiables car ils sont résistants », on parle de croyances objectales. Pour ce courant techniciste, l'usage d'une technologie par un individu est dû aux croyances que ce dernier a des propriétés techniques de la technologie. Dans un second temps, elle définit les croyances comportementales comme les croyances d'un individu « à propos des coûts et des bénéfices qui résultent ou résulteraient de l'utilisation du système » (p.78). Pour reprendre l'exemple précédant, un individu peut penser « qu'utiliser un Mac me ferait perdre du temps car je suis habitué à utiliser un PC ». Dans cette perspective comportementaliste, le

comportement d'utilisation d'une technologie est déterminé par la perception que les individus ont des conséquences liées au fait d'utiliser cette technologie. D'après Ngom-Dieng (2015), dans le domaine de l'adoption des technologies, Rogers (2003) « remarque que ce sont bien les attributs d'une innovation, tels qu'ils sont perçus, qui en affectent le taux d'adoption, non pas les attributs tels qu'ils sont objectivement définis par les experts » (p.64).

Par ailleurs, nous avons tous plusieurs croyances envers des objets, des personnes... Hellriegel et Slocum (2006) précisent que les individus sélectionnent les informations en fonction de différents facteurs et que « de manière sélective, chacun prête attention à certains aspects du milieu environnant et en ignore d'autres » (p.94). Dans cette veine, nous pouvons penser que chaque individu a sa propre façon de percevoir le monde environnant qui dépend de ses croyances, ses expériences, son éducation, son environnement social... La perception psycho-sociale est donc un phénomène individuelle influencée par divers aspects de l'environnement. Selon Wassouo (2015), la perception n'est pas l'enregistrement de la réalité comme peut le faire un appareil photo par exemple, mais c'est un acte intelligent de décomposition et de recombinaison du réel. Selon, Ngom-Dieng (2015), il existe donc un écart entre la façon dont les individus perçoivent les événements et la réalité. En effet, deux individus peuvent assister à la même scène mais la percevoir et réagir différemment, c'est-à-dire que l'ensemble des croyances de chaque individu influence sa perception de la situation. Ngom-Dieng (2015) rapporte que « l'intérêt pour les perceptions s'explique par le fait que l'analyse de divers phénomènes et comportements permet de constater un écart entre la réalité et la manière dont elle est perçue (vécue et interprétée) par chaque individu en situation, alors même que la réponse donnée par chacun est tributaire de sa propre perception, plutôt que de la réalité » (p.64). Ainsi, deux individus peuvent tester un nouveau téléphone dans les mêmes conditions et avoir une perception différente de ses fonctionnalités, de son design, de son utilité...

### **1.3.Croyances, perception, et comportement**

Les croyances jouent un rôle important dans l'adoption des TIC. En effet, prendre en compte les croyances des individus permet aux concepteurs d'anticiper les changements et notamment les freins qu'ils vont rencontrer avec l'insertion d'un nouveau outil informatisé de travail (Bobillier Chaumon, 2013). Par exemple, si l'on insère un nouveau logiciel de gestion de stock qui ne s'accorde pas avec les pratiques existantes, les salariés auront des réticences à l'utiliser. En effet, si les croyances envers ce nouveau logiciel concernent principalement la

difficulté de l'utiliser alors, mettre l'accent sur la formation permettra aux individus de contourner ces difficultés et donc de modifier leurs croyances envers ce logiciel. De plus, en se référant à Kouabenan (2007), nous pouvons penser que dans le cas où les individus utilisent déjà la technologie, étudier leurs croyances vis-à-vis de cette dernière peut favoriser des comportements d'utilisation adaptés. En effet, les concepteurs pourront développer toutes les fonctionnalités possibles, si les individus concernés par le changement les perçoivent négativement, elles ne seront pas acceptées et donc pas utilisées par ces derniers. Ce dernier point met l'accent sur la notion de perception qui se forge en partie à travers les croyances que les individus ont d'un objet, d'une situation ou d'une personne.

Par ailleurs, Leitirand et Delhomme (2006), décrivent trois éléments qui déterminent le lien entre les croyances et le comportement : la probabilité subjective, la valeur et l'accessibilité en mémoire. Tout d'abord, la force de la croyance est déterminée par la probabilité subjective d'avoir une caractéristique donnée dans le sens où « plus la probabilité subjective qu'un comportement possède une caractéristique est grande, plus la croyance est forte » (p.4). Ensuite, les caractéristiques du comportement sont associées à une valeur qui peut être soit positive, soit négative. Pour terminer, l'accessibilité de la croyance influe sur le lien entre cette dernière et le comportement. En effet, plus une croyance est accessible en mémoire et plus elle participera à la « construction de la représentation du comportement » (p.4). Leitirand et Delhomme (2006) proposent que l'adoption d'un comportement est influencée par la probabilité subjective, l'accessibilité en mémoire de la croyance et la valeur de cette dernière.

Le processus de perception est défini par Hellriegel et Slocum (2006) comme « un processus par lequel les humains sélectionnent, ordonnent, interprètent les informations en provenance du monde qui les entoure et y réagissent » (p.94). La perception sociale correspond à un processus de mise en sens des informations. En outre, la perception que les individus ont d'un objet, d'une personne ou d'une situation est en partie influencée par les croyances des individus. Selon Ajzen (1991), « le comportement est fonction des informations saillantes ou croyances, pertinentes pour le comportement ». Par ailleurs, Kouabenan (2008) dans le domaine de la perception des risques, explique que « des croyances diverses influencent la perception que nous avons des risques et que cette perception influence nos comportements à l'égard de la sécurité » (p.6). En outre, Kouabenan (2006) explicite que « tous les risques ne sont pas perçus ou redoutés de la même manière d'un individu à un autre, à l'intérieur d'une même communauté, ni d'une communauté à une autre » (p.127). En suivant cette idée, on peut penser que dans le domaine des nouvelles technologies, un individu

percevra une nouvelle technologie en partie en fonction de ses croyances ; ce qui influencera son comportement d'usage de cette technologie. En effet, si une personne ne voit pas l'utilité d'un logiciel, elle aura une perception plutôt négative et ne sera pas encline à vouloir s'en servir.

En outre, la perception par un individu d'une situation ou d'un objet est en partie tributaire de ses croyances ; ce qui impact son attitude et son comportement face à la situation. Par exemple, lorsqu'un individu teste une nouvelle technologie, il formera une attitude face à cette dernière et selon cette attitude, il souhaitera ou non l'utiliser.

#### **1.4. Attitude, croyances et comportement**

L'attitude est un concept étudié par de nombreux chercheurs en psychologie. Fishbein et Ajzen (1975) ont notamment défini de manière large l'attitude comme le « sentiment général favorable ou défavorable d'un individu envers un objet » (p.216). Castellan (1970) explique que l'attitude contient trois éléments :

- « Une mobilisation, physique ou psychologique, ou mieux, physique et psychologique ;
- Une signification, car cette mobilisation a un sens pour le sujet mobilisé
- Une intentionnalité orientée vers le monde extérieur » (p.196)

Plus récemment, Hellriegel et Slocum (2006) proposent une définition de l'attitude plus complète qui reprend plusieurs des éléments évoqués par Castellan (1970). Ainsi, par attitude, ils entendent « des sentiments, des croyances et des tendances comportementales relativement durables et axés vers des gens, des groupes, des idées, des problèmes ou des objets précis. Elles reflètent les antécédents et les expériences d'une personne » (p.68). Cette définition précise notamment que l'attitude se forme en partie à travers les croyances. D'ailleurs, pour Fishbein et Ajzen (1975), l'attitude a un caractère automatique dans le sens où, lorsque qu'une personne forme une croyance sur un objet, instantanément et automatiquement celle-ci va avoir une attitude vis-à-vis de cet objet.

Par ailleurs, l'attitude est un système complexe. Selon Fishbein et Ajzen (1975) l'attitude renferme plusieurs composantes : cognitive, affective et conative. Tout d'abord, la composante *cognitive* « se compose de réponses qui reflètent les perceptions et les informations sur l'objet d'attitude » (Ajzen, 1989, p.243). La deuxième composante de l'attitude est *affective* et « a trait aux sentiments vis-à-vis de l'objet d'attitude » (Ajzen, 1989, p.243). La dernière composante de l'attitude est *conative* et concerne « les inclinations

comportementales, les intentions, les engagements et les actions par rapport à l'objet d'attitude » (Ajzen, 1989, p.244). Hellriegel et Slocum (2006) précisent que « ces composantes n'ont aucune existence ni aucune fonction séparées. Une attitude représente l'interaction entre les tendances affectives, cognitives et comportementales d'une personne à l'égard de quelque chose – une autre personne ou un autre groupe, un événement ou un problème » (p.69).

Par ailleurs, plusieurs auteurs (Fishbein & Ajzen, 1975 ; Fazio, 1986 ; Davis, 1989) s'intéressent au lien entre l'attitude et le comportement. Dans la littérature, les résultats concernant ce lien sont contradictoires. En effet, certaines études (Fishbein & Ajzen, 1975 ; Fazio, 1986) montrent que l'attitude se révèle être un prédicteur du comportement alors que, dans d'autres (Davis, 1989), ce n'est pas le cas. Selon Hellriegel et Slocum (2006), un comportement général sera prédit par une attitude générale alors qu'un comportement spécifique le sera par une attitude spécifique. De plus, les auteurs indiquent que plus le temps entre la mesure de l'attitude et celle du comportement est court, plus le lien entre les deux sera cohérent. Ces auteurs précisent que les attitudes ne sont pas figées et qu'elles peuvent évoluer au fil du temps. Fazio (1986) propose un modèle qui décrit comment les attitudes peuvent influencer le comportement (cf. Figure 10). Selon Fazio (1986), le comportement est déterminé par la définition de l'évènement par l'individu qui elle-même est influencée par la perception de la situation immédiate dans laquelle se trouve l'objet de l'attitude. Dans ce modèle, lorsqu'une attitude est activée ; cela génère un biais dans la sélection des informations, c'est-à-dire qu'une attitude positive envers l'objet amènera l'individu à se focaliser sur les informations qui confirment cette attitude. Kouabenan (2001) explique que dans cette conception, cela suppose que l'attitude doit être présente en mémoire, de telle sorte que si elle n'est pas activée par l'objet, alors elle n'influencera pas le comportement tandis que, si elle est activée, elle va agir comme un filtre à travers l'objet d'attitude perçu.

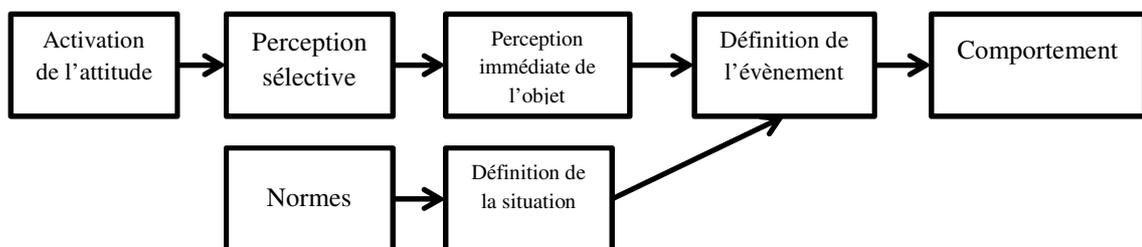


Figure 10: Modèle du processus attitude - comportement (Fazio, 1986, p.212)

Cette conception de l'attitude qui se place préalablement à la perception n'est pas un consensus auprès des chercheurs. En effet, selon Fishbein et Ajzen (1975), l'attitude serait postérieure aux croyances et donc à la perception. De nombreux auteurs (Fishbein & Ajzen, 1975; Davis, 1989; Venkatesh et al., 2003 ; Venkatesh, Thong & Xu, 2012) qui s'intéressent à l'adoption de nouvelles technologies, conceptualisent l'attitude comme prédicteur non pas du comportement mais de l'intention comportementale. Cette dernière serait conceptualisée comme le principal prédicteur du comportement. Il est donc intéressant de comprendre comment se situent les croyances, la perception et l'attitude vis-à-vis de l'intention comportementale et du comportement d'utilisation des TIC. Pour cela, plusieurs modèles s'intéressent au processus d'adoption des technologies en se focalisant sur les croyances à l'origine des comportements des individus.

## **2. Les principaux modèles et théories prédictifs de l'usage des nouvelles technologies**

### **2.1. De l'acceptabilité à l'appropriation**

Le processus d'adoption des technologies peut être décrit en fonction de la phase dans laquelle la technologie est insérée dans les situations de travail. En effet, la mise en place d'une nouvelle technologie dans une organisation entraîne des changements, que ce soit, de pratiques, d'organisation, de matériel... La technologie peut être plus ou moins acceptée par les utilisateurs. Les modèles d'acceptation des technologies s'emploient à prédire le comportement d'une personne vis-à-vis d'une nouvelle technologie. Terrade, Pasquier, Reerinck-Boulanger, Guingouain, et Somat (2009) notent qu'il existe trois phases dans l'étude de l'usage d'une technologie: l'acceptabilité à priori, l'acceptation et l'appropriation. Ces trois phases d'usage peuvent être représentées selon un « continuum temporel » (p.384), chacune des phases correspondant à des moments différents d'utilisation de la technologie par les utilisateurs.

La première phase de l'étude de l'usage des technologies est *l'acceptabilité à priori*. Bobillier Chaumon (2013) la définit comme « l'examen des conditions qui rendent ce produit ou service acceptable (ou non) par l'utilisateur avant son usage réel et effectif » (p.35). L'individu, avant même d'utiliser la nouvelle technologie, s'en construit une représentation. De cette représentation, il est capable d'évaluer le système et donc de se positionner quant à son intention d'utiliser ou non le nouveau système. Pour Nielsen (1993 ; cité par Blatter, Fallery, Gerbaix & Ologeanu-Taddei, 2008), l'acceptabilité est constituée de deux dimensions. La première concerne l'acceptabilité pratique qui selon Bobillier Chaumon et

Dubois (2009) « met l'accent sur la relation entre les fonctionnalités proposées et la facilité d'usage. Elle englobe donc l'utilité et l'utilisabilité » (p.355). L'acceptabilité sociale « inclut les impressions des utilisateurs, les attitudes et les contraintes sociales et normatives conduisant à choisir ou supporter l'utilisation d'une technologie donnée » (Bobillier Chaumon & Dubois, 2009, p.355). Bobillier Chaumon et Dubois (2009) précisent que l'acceptabilité sociale regroupe deux aspects d'analyse. Un premier aspect se concentre sur la perception que les individus ont de la technologie vis-à-vis des coûts et des bénéfices qu'elle peut représenter. Le deuxième aspect se réfère au vécu de l'individu vis-à-vis de la technologie. Dans ce cadre, le contexte dans lequel est insérée la technologie joue un rôle très important. L'acceptabilité sociale est la première étape du processus d'adoption des technologies (Bobillier Chaumon & Dubois, 2009). C'est dans cette phase que l'on peut anticiper les changements technologiques, dans le sens où les concepteurs peuvent avant même de mettre en place un système, évaluer la perception qu'en ont les utilisateurs.

La deuxième phase de l'étude de l'usage des technologies correspond à l'*acceptation* qui, selon Pasquier (2012), correspond à une phase expérientielle avec la technologie. Bobillier Chaumon et Dubois (2009) définissent l'acceptation comme « la façon dont un individu, mais aussi un collectif, une organisation perçoivent au gré des situations quotidiennes les enjeux liés à ces technologies (atouts, bénéfices, risques, opportunités) et y réagissent (favorablement ou non)» (p.362). C'est dans cette phase que la technologie prend sens en fonction du contexte socio-organisationnel. En effet, les auteurs relèvent que « l'intégration d'une nouvelle technologie dans le système peut créer une situation de crise, avec de nombreuses ruptures (changement d'organisation, de contexte de travail, de lieu et de temporalité, de collègues, de tâches, de procédures, de modèles de fonctionnement et de raisonnement, etc.) » (p.362). C'est dans cette phase que les individus interagissent avec la technologie et que les croyances liées à l'utilité et l'utilisabilité seront essentielles pour prédire l'usage déclaré (Terrade et al., 2009).

La dernière phase de l'étude de l'usage des technologies est l'*appropriation* et correspond à l'utilisation effective du système dans la vie quotidienne. Elle est définie par Barcenilla et Bastien (2009) comme « la façon dont l'individu investit personnellement l'objet ou le système et dans quelle mesure celui-ci est en adéquation avec ses valeurs personnelles et culturelles, lui donnant envie d'agir sur ou avec celui-ci, et pas seulement de subir son usage» (p.311). En effet, selon Terrade et al. (2009), lorsque l'individu intègre la technologie dans son fonctionnement quotidien, on parle d'appropriation. Selon Brillet, Hulin et Martineau (2010 ; cité par Reerink-Boulanger, 2012), l'appropriation est un processus par lequel un

utilisateur, en interaction avec d'autres individus « reconstruit pour lui-même des schèmes d'utilisation d'un outil au cours d'une activité significative pour lui » (p.92-93). C'est dans cette phase que les individus peuvent détourner l'usage des technologies. Terrade et al. (2009) précisent que dans cette phase « des phénomènes de dérivation de l'utilité initiale ou de contentement peuvent apparaître » (p.385).

Afin d'étudier l'adoption des technologies, plusieurs auteurs (Davis, 1989 ; Venkatesh et al., 2012 ; Venkatesh et al., 2003) s'intéressent aux facteurs qui impactent cet usage. Plusieurs modèles et théories cherchent à prédire l'usage des technologies que ce soit en amont de la mise en place des technologies, que dans la phase expérientielle avec la technologie. La théorie de l'action raisonnée de Fishbein et Ajzen (1975) est la première à s'intéresser au rôle de l'intention comportementale dans la prédiction du comportement.

## **2.2.La Théorie de l'Action Raisonnée (TAR)**

La théorie de l'action raisonnée (Fishbein & Ajzen, 1975) est le modèle précurseur dans la prise en compte de l'intention comportementale dans l'explication des comportements des individus. En effet, elle s'intéresse à la formation d'intention comportementale afin d'expliquer un comportement en évaluant les croyances des individus. Dans cette théorie, Fishbein et Ajzen (1975) déterminent l'intention comportementale comme premier prédicteur du comportement. L'intention comportementale est définie comme « la probabilité subjective qu'un individu réalise un comportement » (Fishbein & Ajzen, 1975, p.288). Les individus vont ainsi se positionner sur le fait de vouloir utiliser ou non l'objet qu'on leur présente. Selon Fishbein et Ajzen (1975) pour prédire l'intention comportementale, et donc le comportement, il faut s'intéresser à deux facteurs. Le premier concerne l'attitude envers un objet qui se forme à travers les croyances. Par exemple, l'attitude d'une personne vis-à-vis d'un Smartphone dépendra de ses croyances vis-à-vis de ce téléphone. Si, de prime abord, la personne perçoit négativement les Smartphones, il aura une attitude négative ; il sera donc moins enclin à vouloir les utiliser. Selon Fishbein et Ajzen (1975), le deuxième facteur qui permet de prédire l'intention comportementale concerne les normes subjectives qui se réfèrent « à la pression sociale perçue pour effectuer ou de ne pas effectuer un comportement » (Ajzen, 1991, p.188). Pour reprendre l'exemple du Smartphone, si l'entourage d'une personne lui déconseille fortement d'investir dans ce genre de téléphone, alors cette dernière sera moins encline à l'acheter. La TAR indique que l'étude d'un comportement doit prendre en compte des

croyances saillantes émises par des utilisateurs ciblés dans un contexte spécifique (Agarwal & Prasad, 1997) (cf. Figure 11).

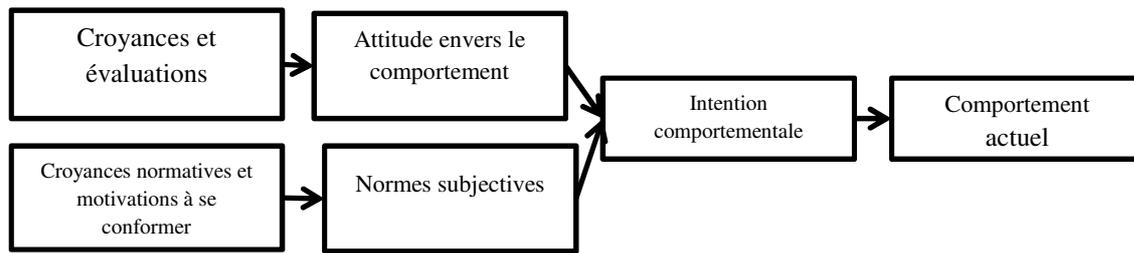


Figure 11 : Théorie de l'action raisonnée (Fishbein & Ajzen, 1975, cité par Davis, Bagozzi & Warshaw, 1989, p.984)

Selon Sheppard, Hartwick et Warshaw (1988), la théorie de l'action raisonnée s'applique aux comportements « qui sont sous le contrôle volontaire d'une personne » (p.326), c'est-à-dire qui résulte d'une décision de la part de l'individu basée sur ses connaissances et la conséquence de la mise en œuvre du comportement. En effet, Ajzen (1991) précise que l'intention comportementale influe sur le comportement si l'individu a la possibilité de décider ou non d'effectuer ce comportement. Par ailleurs, une méta-analyse de Sheppard et al. (1988), montre que le modèle de la TAR prédit bien les comportements tels qu'ils sont définis par les auteurs. En outre, certains chercheurs utilisent ce modèle pour prédire des comportements qui sortent du cadre défini par Fishbein et Ajzen (1975). En effet, il est répliqué pour expliquer des comportements qui ne sont pas toujours sous le contrôle de l'individu.

Ajzen (1991) enrichit la TAR et crée la théorie du comportement planifié (TCP) en prenant en compte une nouvelle variable dans la formation d'intention qui concerne le contrôle comportemental perçu. L'ajout de cette variable prend en compte le fait que tous les comportements ne sont pas sous le contrôle de la personne mais peuvent être sous l'influence de déterminants extérieurs à l'individu (Terrade et al., 2009).

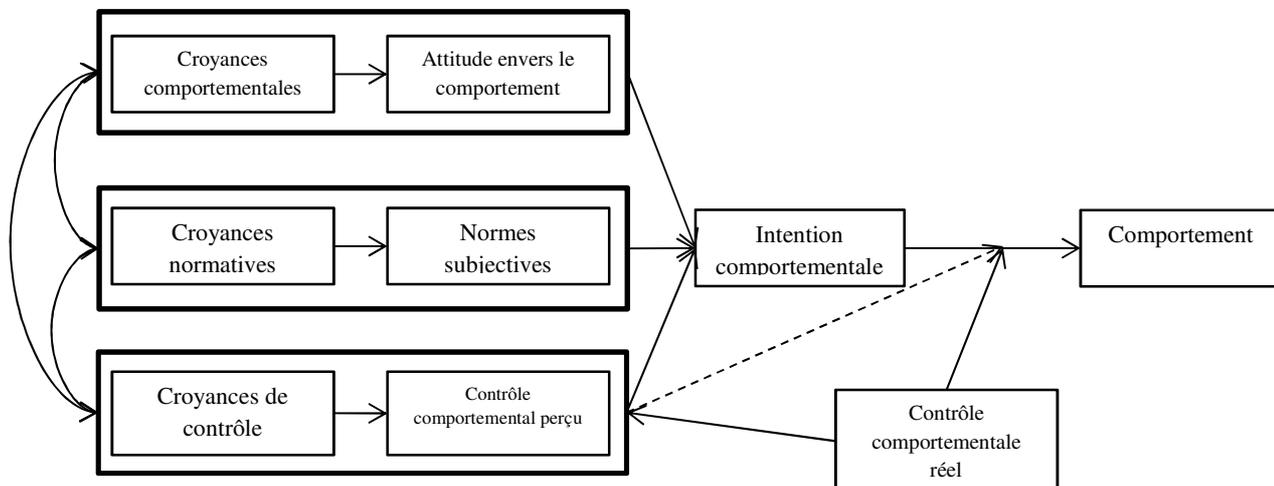
### **2.3.La Théorie du Comportement Planifié (TCP)**

La théorie du comportement planifié (*Théorie of Planned Behavior* (TPB)) reprend la structure de la TAR en y ajoutant le contrôle comportemental perçu. Selon Ajzen (1991), le contrôle comportemental perçu « se réfère à la facilité ou la difficulté d'exécuter le comportement perçu » (p.188). Ce concept se rapproche du concept de l'auto-efficacité de Bandura (1982, cité par Ajzen, 1991) qui « concerne les jugements sur la façon dont on peut exécuter des plans d'action nécessaires pour faire face aux situations prospectives » (p.184).

Selon Ajzen (1991), cette croyance peut influencer le comportement à travers l'intention comportementale mais il peut aussi avoir un effet direct sur le comportement. Cependant, l'auteur détaille trois conditions nécessaires pour que l'intention et le contrôle comportemental perçu prédisent le comportement. Tout d'abord, il faut une adéquation entre les mesures de l'intention et du contrôle comportemental avec le comportement à prédire. La deuxième condition concerne le temps entre l'évaluation de l'intention et du contrôle comportemental et l'observation du comportement qui doit être court dans le sens où ces facteurs doivent être stables. La troisième condition précise que le contrôle comportemental doit être précis.

La TCP considère que les trois variables qui influencent l'intention d'utilisation, soit l'attitude, le contrôle comportemental perçu et les normes subjectives, sont influencées par des croyances spécifiques (Ajzen, 1991). Selon Ajzen (2006), la variable attitude est déterminée par les croyances comportementales qui correspondent à « la probabilité subjective que le comportement produise un résultat donné » (n.d.). Ensuite, les normes subjectives sont prédites par les croyances normatives qui renvoient « aux attentes de comportement perçues par les individus ou les groupes de référence significatifs - tels l'époux, la famille, les amis etc... selon la population et le comportement en question - professeur, médecin, surveillant et collègues » (n.d.). Pour finir, le contrôle comportemental perçu est déterminé par les croyances de contrôle qui se réfèrent à « la présence perçue de facteurs qui peuvent faciliter ou entraver la performance d'un comportement » (n.d.).

Dans une version plus récente de la TCP, Ajzen (2006) ajoute le contrôle comportemental réel qu'il définit comme la mesure dans laquelle « une personne a les compétences, les ressources et les autres conditions nécessaires à la réalisation d'un comportement donné » (n.d.) (cf. Figure 12).



**Figure 12 : La théorie du comportement planifié, Ajzen (2006)**

La TCP mais aussi la TAR sont des modèles généraux qui permettent de prédire les comportements des individus en prenant en compte les croyances spécifiques mais aussi l'intention que ces derniers ont de réaliser ce comportement. Ces deux théories s'intéressent à la prédiction de comportements en général mais pas spécifiques aux nouvelles technologies. La théorie de la diffusion des innovations de Rogers (1983) se centre sur la prédiction de l'adoption d'une innovation.

#### **2.4. La Théorie de la Diffusion des Innovations (IDT)**

Rogers (1983) développe la théorie de la diffusion des innovations. Il définit le processus de diffusion comme le principe de véhiculer une innovation à travers le temps, par certains canaux de communication, entre les différents membres d'un système social. L'innovation quant à elle, représente « une idée, une pratique, ou un objet qui est perçu comme nouveau par un individu ou autre unité d'adoption » (p.11). Les nouvelles technologies peuvent donc être considérées comme des innovations. L'auteur énumère cinq caractéristiques perçues des innovations qui permettent de prédire leurs adoptions. La première caractéristique, *l'avantage relatif*, est liée à la rentabilité économique de l'utilisation de l'innovation (gain de temps, immédiateté de la récompense...). La deuxième caractéristique est la *complexité* qui concerne la facilité de compréhension et d'utilisation de l'innovation. La troisième caractéristique est la *compatibilité* qui est définie comme le « degré auquel une innovation est perçue comme cohérente avec les valeurs existantes, les expériences passées et les besoins des utilisateurs potentiels » (Rogers, 1983, p.223). La quatrième caractéristique, *l'observabilité*, correspond au « degré auquel le résultat d'une innovation est visible pour les autres » (Rogers, 1983, p.232). La dernière caractéristique, *la testabilité*, est le « degré auquel une innovation peut être expérimentée sur une base limitée » (Rogers, 1983, p.231), c'est-à-dire que les utilisateurs potentiels ont moins d'incertitude lorsqu'ils peuvent tester l'innovation que lorsqu'ils ne peuvent pas. Taylor et Todd (1995a) précisent que dans la littérature, les trois premières caractéristiques définies par Rogers (avantage relatif, complexité et compatibilité) sont systématiquement liées à la décision d'adopter ou non une innovation. Moore et Benbasat (1991) se basent sur les caractéristiques mises en évidence par Rogers (1983) pour étudier l'adoption de technologies auprès de futurs utilisateurs ou d'utilisateurs actuels d'un poste de travail personnel (au total 540 personnes). Les résultats font ressortir que peu importe la caractéristique, il existe une différence significative entre les utilisateurs potentiels et les utilisateurs actuels. Ces derniers perçoivent plus positivement la technologie. De plus, la caractéristique compatibilité se révèle être le facteur qui a le plus de poids dans les analyses.

En effet, les auteurs montrent que, lorsque cette caractéristique est retirée des analyses, le poids des autres variables change ; ce qui montre l'importance de cette dernière. La compatibilité et les avantages relatifs sont fortement corrélés au point que la compatibilité diminue le poids des avantages relatifs dans l'adoption des innovations. Cependant, cette étude (Moore & Benbasat, 1991) suggère que l'importance de ces caractéristiques liées à l'adoption des innovations peut différer en fonction de la phase de l'adoption d'une innovation. En effet, une étude d'Agarwal et Prasad (1997) étudient si les perceptions qui permettent de prédire le comportement sont les mêmes que celles qui prédisent l'intention comportementale. Pour cela, ils testent auprès de 73 salariés les caractéristiques des innovations identifiées par Moore et Banbasat (1991) sur l'intention comportementale et le comportement. Ils introduisent aussi la variable liée au caractère volontaire d'utilisation (« *voluntariness* ») comme modérateur qui correspond à l'aspect volontaire d'utilisation de la technologie. Les résultats de cette étude placent l'avantage relatif comme le facteur dominant de l'intention d'utilisation tandis que la compatibilité est facteur le plus important pour expliquer l'usage actuel. De plus, l'aspect volontaire d'utilisation influence l'usage actuel mais pas l'intention d'utilisation future. Une seconde étude d'Agarwal et Prasad (1998) étudie l'influence d'une nouvelle variable d'innovation personnelle dans le domaine des technologies d'information (« *Personal Innovativeness in the domain of Information Technology* » (PIIT) comme variable modératrice du lien entre les avantages relatifs, la facilité d'utilisation et la compatibilité sur l'intention d'utilisation d'Internet auprès de 175 professionnels inscrits à l'université en alternance. Une variable modératrice est une variable qui module le sens et/ou la force de l'effet d'une variable sur une autre. Les résultats montrent que l'échelle d'innovation personnelle (PIIT) est corrélée significativement avec l'intention d'utilisation. Un effet de modération significative est trouvé entre la dimension compatibilité de la technologie avec le travail et l'échelle d'innovation personnelle sur l'intention d'utilisation.

En outre, la compatibilité est souvent conceptualisée comme un antécédent de l'attitude ou de l'intention comportementale au même titre que l'utilité (avantages relatifs) ou la facilité d'utilisation (complexité). Cependant, une étude de Moore (2012) place la compatibilité comme une variable dépendante au même niveau que l'attitude et l'utilisation. Dans cette recherche, la compatibilité est prédite par l'utilité perçue et la facilité d'utilisation plaçant ainsi cette variable comme un construit important de l'acceptation des technologies. En complément, l'expérience est étudiée comme une variable modératrice. Les résultats de cette étude menée auprès de 346 personnels hospitaliers montrent que, lors d'une utilisation

imposée du système et sans considérer l'expérience, l'utilisation n'est déterminée ni par l'attitude, ni par la compatibilité, et ni par les croyances (utilité et facilité d'utilisation). De plus, la compatibilité est plus fortement déterminée par les croyances que l'attitude. L'effet modérateur de l'expérience montre de quelle manière le rôle de la facilité d'utilisation change. Pour les utilisateurs inexpérimentés, la majorité des liens entre les variables sont significatifs tandis que, pour les utilisateurs plus expérimentés, l'utilité perçue, la compatibilité et la qualité de l'information provenant du système deviennent plus importantes. Cette étude montre que la compatibilité est influencée par les croyances ; ce qui la place comme variable dépendante dans le processus d'adoption des technologies. Cependant, cette étude ne s'est pas intéressée au rôle médiateur de la compatibilité entre les croyances et l'intention comportementale.

La théorie de la diffusion des innovations est spécifique pour prédire l'adoption d'une innovation. Cependant, comme nous l'avons expliqué, ce terme regroupe aussi les idées, pratiques ou objets nouveaux. Davis (1989) développe un modèle spécifique pour prédire l'adoption des nouvelles technologies (Chuttur, 2009) : Le « *Technology Acceptance Model* » (TAM). Ce modèle se centre sur deux variables : l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue. C'est le modèle qui est actuellement le plus utilisé par les chercheurs qui s'intéressent à la prédiction des comportements d'usage des nouvelles technologies (Ktat, 2004).

### **2.5.Le Modèle d'Acceptation des Technologies (TAM)**

Le modèle d'acceptation des technologies de Davis (1989) est développé à partir de plusieurs théories, dont la théorie de l'auto-efficacité (Bandura, 1986) et la Théorie de l'Action Raisonnée (TAR) (Fishbein & Ajzen, 1975). Davis préconise d'utiliser le TAM « pour prédire l'acceptation / l'achat de logiciels au cours des phases précoces de développement » (cité par Deng, Doll, Hendrickson et Scazzero, 2005, p.746). En effet, Davis (1989) indique que le TAM, outre l'intérêt théorique, présente un intérêt pratique. En effet, en ayant de meilleures mesures qui permettent d'expliquer et de prédire les comportements d'utilisation des nouvelles technologies, les développeurs informatiques pourront notamment évaluer ces dernières en amont de la conception.

Le modèle du TAM suppose que l'utilisation effective d'une technologie est prédite par l'intention d'utilisation, qui elle-même est déterminée par l'attitude envers l'utilisation de la technologie. L'attitude revêt dans ce modèle, un rôle de médiateur entre les croyances liées à la technologie et l'intention d'utilisation, c'est-à-dire que l'effet de ces croyances sur

l'intention comportementale « se révèle » à travers l'effet de l'attitude. Davis (1989) définit deux croyances essentielles pour expliquer l'acceptation technologique. En premier lieu, l'utilité perçue se réfère à la façon dont un individu perçoit que l'utilisation d'une technologie améliorera sa performance au travail. En second lieu, la facilité d'utilisation se réfère à la façon dont un individu perçoit que la technologie sera simple d'utilisation. Selon Davis (1989), l'effet de la facilité d'utilisation sur l'attitude est médiatisé par l'utilité perçue. En effet, Davis (1989) précise que les utilisateurs décident d'adopter une technologie d'abord pour les fonctions que la technologie peut proposer puis, pour la facilité perçue à la faire fonctionner. L'utilité perçue et la facilité d'utilisation ont été testées et validées dans de nombreuses recherches (Davis, 1989; Mangin, Bourgault, León & Guerrero, 2012; Radomir & Nistor, 2013; Venkatesh & Davis, 2000). Une méta-analyse de Yousafzai, Foxall et Pallister (2007b) sur les études utilisant le TAM montre l'utilité perçue comme un déterminant de l'usage dans 82% des études, de l'intention dans 90% des études et de l'attitude dans 96% des études. Concernant la facilité d'utilisation, ces liens sont moins souvent répertoriés : cette croyance est un prédicteur de l'usage dans 59% des études, de l'intention dans 67% et l'attitude dans 82%. Par ailleurs, selon Davis et al., (1989), ces croyances envers le système sont influencées par plusieurs variables externes telles que les caractéristiques du système, les caractéristiques de l'individu ou la nature du processus d'implémentation (cf. Figure 13).

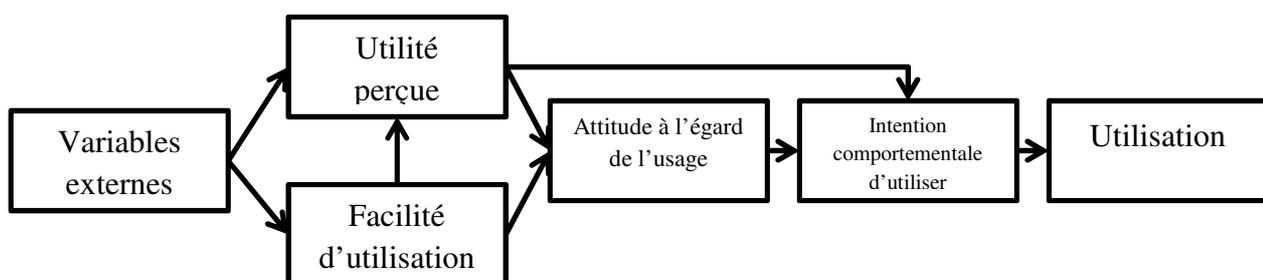


Figure 13: Modèle d'Acceptation des Technologies (TAM) (Davis et al., 1989, p.985)

Le rôle de l'attitude comme médiateur entre les croyances et l'intention comportementale est controversé dans la littérature. En effet, l'attitude est initialement incluse dans le modèle. Une étude menée par Davis et al., (1989) démontre le faible apport de l'introduction de l'attitude comme médiateur entre l'utilité perçue et la facilité d'utilisation et l'intention comportementale. Davis et al., (1989) décident de retirer l'attitude du modèle du TAM. L'explication qu'ils mettent en avant, selon Yang et Yoo (2003), est que le rôle de l'attitude

serait « effacé » lorsque l'on étudie les croyances liées à l'utilité et la facilité d'utilisation. En effet, Venkatesh et al. (2003) expliquent que l'attitude est significative seulement quand les cognitions spécifiques telles que l'utilité et la facilité d'utilisation ne sont pas présentes dans le modèle. Reerink-Boulangier (2012) rapporte que selon Davis, les individus peuvent percevoir un système utile et donc avoir l'intention de l'utiliser sans pour autant avoir une attitude positive. Nous pouvons donner l'exemple des technologies d'entreprise qui peuvent être nécessaires à la réalisation d'une tâche mais qui ne présentent pas d'autres caractéristiques saillantes. Elles sont donc utilisées car indispensables à la réalisation de la tâche sans pour autant que les utilisateurs aient une attitude positive envers les technologies. Cependant, plusieurs recherches (Davis, 1993 ; Taylor & Todd, 1995b ; Yang & Yoo, 2003) montrent le rôle médiateur de l'attitude entre les croyances et l'intention. En effet, une étude de Mangin et al. (2012) auprès de 225 étudiants sur les services bancaires en ligne, montre le lien significatif entre l'utilité perçue et l'attitude envers ce service en ligne ainsi que le lien significatif entre l'attitude et l'intention d'utilisation. De plus, Al-Gahtani et King (1999) montrent aussi que l'attitude envers l'utilisation d'un ordinateur est un médiateur entre les avantages relatifs (ou utilité perçue) et la facilité d'utilisation avec l'intention d'utilisation. Pour leur part, Yousafzai et al. (2007b) indiquent que 91% des études analysées (44 au total) montrent un lien positif significatif entre l'attitude et l'intention comportementale. En outre, une étude de Yang et Yoo (2003) propose une alternative au construit attitudinal initialement utilisé dans le TAM. Ainsi, les auteurs, au lieu de mesurer l'attitude par un construit unidimensionnel décident de différencier les composantes de l'attitude (cognitif et affectif). Les 211 participants étudiants doivent évaluer un logiciel de tableur. Les résultats montrent que la composante cognitive de l'attitude joue un rôle important dans la prédiction de l'intention comportementale car seule cette composante médiatise l'effet des croyances sur l'intention. De plus, les auteurs montrent que contrairement à leurs attentes, la composante affective de l'attitude ne médiatise pas l'effet de la composante cognitive de l'attitude sur l'intention comportementale. Ils proposent que la composante affective de l'attitude soit positionnée comme une variable dépendante.

Dans une deuxième version du TAM, Venkatesh et Davis (2000) proposent d'étendre ce modèle en investiguant les antécédents de l'utilité perçue (normes subjectives, image, pertinence pour l'emploi, qualité de sortie, démonstrabilité des résultats). Ils incluent deux modérateurs (expérience et aspect volontaire d'utilisation). Dans ce modèle, les auteurs incluent aussi des variables liées au processus d'influence sociale mais aussi au contexte d'utilisation (aspect volontaire d'utilisation). Ils testent ce modèle dans quatre entreprises dont

deux où la technologie évaluée est utilisée de manière volontaire et deux où la technologie est imposée aux salariés. Les résultats montrent un effet significatif des croyances évaluées sur l'utilité perçue mais aussi des variables modératrices. Ce modèle permet d'expliquer entre 37% et 52% de la variance de l'intention comportementale.

Dans une troisième version du TAM qui inclut le TAM et le TAM 2, Venkatesh et Bala (2008) investiguent les antécédents de la facilité d'utilisation (auto-efficacité vis-à-vis des ordinateurs, perceptions de contrôle externe, anxiété vis-à-vis des ordinateurs, amusement vis-à-vis des ordinateurs, plaisir perçu et utilisabilité objective) ainsi que l'influence des modérateurs sur les liens entre ces nouvelles croyances et la facilité d'utilisation. Les auteurs testent ce modèle dans quatre organisations qui implémentent une nouvelle technologie. L'utilisation de cette dernière par les salariés est volontaire. Les résultats confirment l'effet significatif des croyances évaluées sur la facilité d'utilisation. Le TAM 3 permet d'expliquer entre 40% et 53% de la variance de l'intention comportementale.

L'objectif des modèles d'acceptabilité est de prédire le mieux possible l'usage des nouvelles technologies. Le modèle original du TAM permet d'expliquer entre 47% et 51% de la variance de l'intention comportementale (Davis et al., 1989). Avec la deuxième et troisième version du modèle du TAM, les auteurs (Venkatesh & Davis, 2000 ; Venkatesh & Bala, 2008) améliorent la prédiction de l'usage des technologies. Sur la base des modèles précédemment présentés, Venkatesh et al. (2003) créent un modèle qui s'impose dans la littérature car il permet d'expliquer 70% de la variance de l'intention comportementale : la théorie unifiée d'acceptation et d'utilisation des technologies (*Unified Theory of Acceptance and Use Technology* (UTAUT)). L'objectif de ce modèle est de prendre en compte les recherches menées sur le processus d'adoption des technologies afin d'augmenter la prédiction du comportement des utilisateurs de nouvelles technologies.

## **2.6. La Théorie Unifiée d'Acceptation et d'Utilisation des Technologies (UTAUT)**

Venkatesh et al. (2003) développent un modèle unifié : l'UTAUT. Ils se basent sur huit modèles théoriques<sup>2</sup> (dont la TAR, l'IDT et le TAM), afin d'étudier l'acceptation des technologies. Ces auteurs essaient d'améliorer la prédiction du comportement d'utilisation des nouvelles technologies en combinant les huit modèles sélectionnés. Pour cela, ils procèdent en

---

<sup>2</sup> La théorie de l'action raisonnée (TAR, Fishbein & Ajzen, 1975), le modèle de l'acceptation technologique (TAM, Davis, 1989), le modèle motivationnel (MM, Davis, Bagozzi & Warshaw, 1989), la théorie du comportement planifié (TCP, Ajzen, 1991), le modèle combinant le TAM et le TCP (C-TAM-TCP, Taylor & Todd, 1995a), le modèle d'utilisation d'un ordinateur (Triandis, 1977 ; Thompson, Higgins & Howell, 1991), la théorie de la diffusion de l'innovation (Rogers, 1983 ; Moore & Benbasat, 1991), et la théorie de la cognition sociale (Bandura, 1986 ; Compeau & Higgins, 1995)

quatre étapes. Tout d'abord, ils effectuent une revue de la littérature concernant les modèles d'acceptation puis, ils comparent les huit modèles retenus avec une série d'études longitudinales. Ils sélectionnent les variables les plus pertinentes en créant le modèle de l'UTAUT et valident empiriquement ce dernier.

Le modèle de l'UTAUT présente quatre dimensions (attente d'effort, attente de performance, influence sociale et conditions facilitatrices) qui permettent de prédire l'intention d'utilisation telle que définie par Fishbein et Ajzen en 1975. Venkatesh et al. (2003) définissent l'intention d'utilisation comme le prédicteur de l'utilisation effective d'un système. Le modèle propose quatre variables modératrices : l'âge, l'expérience, le genre et l'aspect volontaire de l'usage. Ces quatre variables ont un effet sur les liens entre les croyances (attente de performance, attente d'effort...) et l'intention d'utilisation.

La première dimension de l'UTAUT « *attente de performance* » est définie par Venkatesh et al. (2003) comme le « degré avec lequel une personne pense que l'utilisation d'un système améliore sa performance au travail » (p.447). Cette variable regroupe plusieurs variables dont nous avons parlé dans les parties précédentes comme l'utilité perçue du TAM (Davis, 1989) et l'avantage relatif de l'IDT (Rogers, 1983). Venkatesh et al. (2003) précisent que l'âge et le genre ont un effet modérateur sur le lien attente de performance-intention d'utilisation de telle sorte que l'effet de l'attente de performance sur l'intention sera plus fort pour les hommes et les jeunes travailleurs. C'est le prédicteur qui a le plus fort effet sur l'intention comportementale.

La deuxième dimension « *attente d'effort* » correspond au « degré de facilité associé à l'utilisation d'un système » (Venkatesh et al., 2003, p.450). Cette dimension correspond à la facilité d'utilisation dans le modèle du TAM et de l'IDT revisité par Moore et Benbasat (1991). Venkatesh et al. (2003) montrent que le lien attente d'effort – intention d'utilisation est modéré par le genre, l'âge et l'expérience de telle sorte que l'effet de l'attente d'effort sur l'intention d'utilisation est plus fort pour les femmes, les travailleurs âgés et ceux qui ont peu d'expérience. Cependant, ils soulignent que le lien entre la facilité d'utilisation et l'intention comportementale est significative uniquement dans les premières phases d'utilisation. Une étude récente de Jaradat et Al Rababaa (2013) menée auprès de 375 étudiants montre que la performance d'effort a un effet significatif positif sur l'attente de performance.

La troisième dimension de l'UTAUT qui correspond à *l'influence sociale* est définie comme le « degré avec lequel un individu perçoit que les personnes importantes pour lui pensent qu'il devrait utiliser un système » (Venkatesh et al., 2003, p.451). Ce concept est construit à partir du concept de norme subjective de Fishbein et Ajzen (1975) mais aussi du

concept « image » de l'IDT (Moore & Benbasat, 1991). Venkatesh et al. (2003) montrent qu'il existe un effet de l'influence sociale sur l'intention d'utilisation. Ce lien est modéré par l'âge, le sexe, le caractère volontaire d'utilisation et l'expérience de telle sorte que l'effet est plus fort pour les femmes, les travailleurs âgés, dans un contexte d'utilisation contraint et pour les personnes ayant une faible expérience. Les auteurs précisent que ce lien devient significatif seulement dans des contextes d'utilisation imposée de la technologie. De plus, l'influence sociale apparaît plus importante seulement dans les premières étapes de l'expérience avec la technologie.

La quatrième dimension concerne les *conditions facilitatrices* qui sont définies comme le « degré auquel un individu croit qu'une infrastructure organisationnelle et technique existe pour soutenir l'utilisation de la technologie » (Venkatesh et al., 2003, p.453). Cette variable est celle qui se rapproche le plus de la prise en compte du contexte socio-organisationnel. Elle se rapproche du contrôle comportemental perçu de la TCP de Ajzen (1991) mais aussi de la compatibilité de l'IDT (Rogers, 1983). Les auteurs ne montrent aucun lien significatif entre les conditions facilitatrices et l'intention d'utilisation. Par contre, un lien direct entre les conditions facilitatrices et le comportement d'utilisation existe. Ce lien est modéré par l'âge et l'expérience de telle sorte que l'effet sera plus fort pour les travailleurs âgés et ceux qui ont une grande expérience. Venkatesh et al. (2012) expliquent que dans les organisations, les conditions facilitatrices ne varient pas vraiment entre les utilisateurs. Par exemple, ils bénéficient tous de la même formation ou peuvent accéder au même soutien informatique. Selon Venkatesh et al. (2012), il existe une influence directe des conditions facilitatrices sur le comportement réel. Cependant, une étude de Fillion, Braham et Ekionea (2011) sur l'utilisation d'un système ERP (Enterprise Resource Planning) par des managers et des utilisateurs finaux montre que les conditions facilitatrices, contrairement à ce qu'ils ont prédit ont une influence sur l'intention d'utilisation. Cette dimension peut avoir une influence sur l'intention d'utilisation dans le sens où si les conditions organisationnelles ne permettent pas une utilisation efficiente du système, alors les techniciens ne percevront pas l'intérêt de les utiliser (cf. Figure 14).

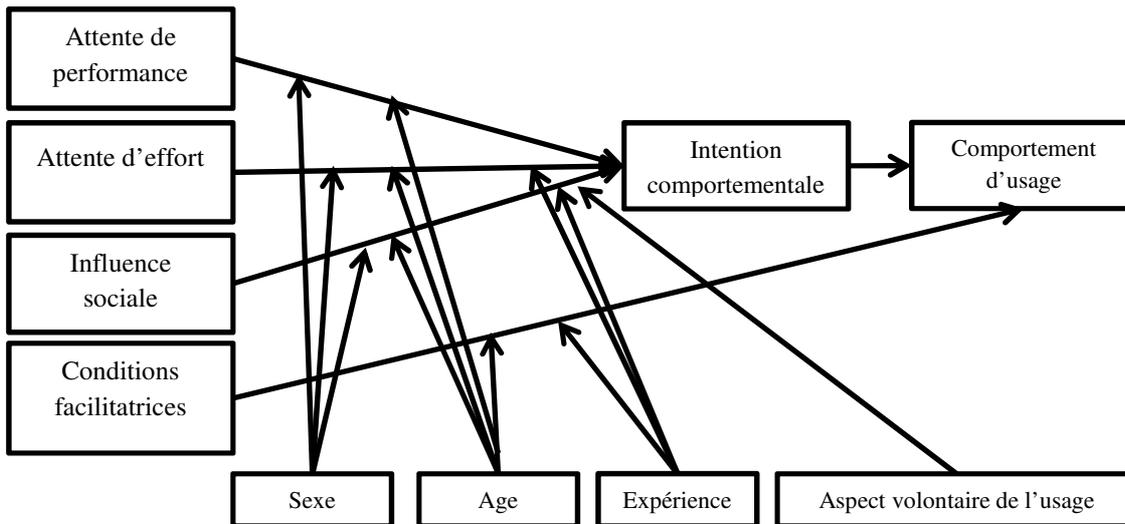


Figure 14 : Modèle de l'UTAUT (Venkatesh et al., 2003, p.447)

Dans une version plus récente de l'UTAUT, Venkatesh et al. (2012) étendent le modèle au contexte des technologies liées à la consommation. Ils insèrent ainsi trois nouvelles variables prédictives de l'intention comportementale : le prix, l'habitude et la motivation hédonique. Les auteurs testent ce modèle auprès d'utilisateurs de technologies internet mobiles. Les résultats confirment l'effet significatif des croyances évaluées sur l'intention comportementale et le comportement. De plus, dans le contexte de consommation, les conditions facilitatrices ont un impact sur l'intention comportementale, ce lien étant modéré par l'âge et le genre. Ce modèle permet d'expliquer entre 56% et 74% de la variance de l'intention comportementale.

Il existe de nombreuses recherches qui répliquent l'UTAUT (Al-Gahtani, Hubona & Wang, 2007 ; AlAwadhi & Morris, 2008; Fillion et al., 2011 ; Im, Hong & Kang, 2011 ; Jaradat & Al Rababaa, 2013). Selon Venkatesh et al. (2012), il existe trois types d'extension du modèle dans la littérature : la réplique dans des nouveaux contextes, l'insertion de nouveaux construits et l'intégration de prédicteurs externes des variables de l'UTAUT. Le principal apport de l'UTAUT est l'intégration des variables modératrices qui permet au modèle d'expliquer 70% de la variance de l'intention d'utilisation. Le deuxième apport de l'UTAUT est de redonner une place aux facteurs sociaux avec l'influence sociale (Reerink-Boulanger, 2012). Ce modèle présente un pouvoir prédictif fort de l'intention comportementale. Cependant, plusieurs auteurs (Brangier, Dufresne & Hammes-Adelé, 2009; Bobillier Chaumon, 2013) font ressortir des limites et critiques vis-à-vis des modèles d'acceptation des technologies.

## **2.7.Limites des théories et modèles de l'acceptation des technologies**

La première critique vis-à-vis des modèles d'acceptation des technologies est d'ordre méthodologique. Tout d'abord, l'utilisation de questionnaires comme unique moyen d'appréhender l'adoption des technologies est considérée comme non-suffisante pour appréhender la totalité de la situation (Brangier et al., 2009 ; Bobillier Chaumon, 2013). Brangier et al. (2009) expliquent aussi que la population essentiellement étudiante dans les études sur l'adoption des technologies représente une limite à ces modèles. En effet, beaucoup d'études utilisent des étudiants comme population d'étude et généralisent les résultats à la population générale (King & He, 2006 ; Yousefzai, Foxall & Pallister, 2007a ; Brangier et al., 2009 ; Chuttur, 2009). Ensuite, Brangier et al. (2009) expliquent que les modèles d'adoption des technologies sont utilisés sans différencier les technologies. Pour eux « les caractéristiques des technologies modifient les niveaux d'acceptation et peuvent remettre en cause le principe même de l'acceptation » (p.337).

La seconde critique est d'ordre conceptuel. En effet, Reerink-Boulanger (2012) explique que, contrairement à la TAR ou à la TCP, le TAM prête moins attention à l'ancrage social. De plus, le modèle initial de la TAM ne prend pas en compte des facteurs sociodémographiques (âge, genre...) comme modérateurs des liens existants entre les croyances et l'intention comportementale. Sun et Zhang (2006) confirment que la principale limite des modèles d'acceptation concerne l'absence de prise en compte des variables modératrices. Ils proposent trois catégories de variables modératrices : les facteurs individuels (genre, expérience, capacité intellectuelle et âge), les facteurs liés à la technologie (type d'utilisation, complexité technologique, technologie individuelle ou collective) et les facteurs organisationnels (aspect volontaire d'utilisation et la nature de la tâche). En outre, malgré l'intégration d'une variable relative au contexte organisationnel avec les conditions facilitatrices et d'une variable relative aux facteurs sociaux (influence sociale), le modèle de l'UTAUT ne permet pas d'appréhender dans sa totalité l'impact de l'insertion d'une nouvelle technologie. En effet, selon Bobillier Chaumon (2013), « les modèles de l'acceptabilité considèrent l'usage des TIC comme une variable dépendante, sans examiner ses impacts sur l'activité, ni les conditions organisationnelles requises à leur implémentation et au maintien de leur usage effectif » (p.39). Dans cette veine, Brangier et al. (2009) précisent que l'aspect organisationnel est peu représenté dans les théories de l'acceptation technologique. Un deuxième point abordé par Bobillier Chaumon (2013) dans la même lignée, concerne le manque d'articulation et d'interaction entre l'individu, la technologie et l'activité. Brangier et al. (2009) énoncent que

« la technologie n'existe pas de manière isolée. Elle est un objet social dont les enjeux économiques, sociologiques, culturels et psychologiques sont bien plus essentiels que les simples enjeux techniques » (p.338). Les critères utilisés dans ces modèles ne suffisent pas pour comprendre les raisons réelles qui poussent des individus à accepter ou rejeter une technologie. La prise en compte notamment de l'intention comportementale comme principal prédicteur du comportement n'est pas suffisant pour comprendre l'usage effectif. En effet, la mesure la plus utilisée dans les études est une mesure subjective, c'est-à-dire une mesure auto-rapportée par les participants, plutôt qu'une mesure objective du comportement (Yousefzai et al., 2007a ; Chuttur, 2009). Dans cette veine, Turner, Kitchenham, Brereton, Charters et Budgen (2010) s'intéressent au lien entre les croyances et l'usage soit effectif, soit auto-rapporté. Pour cela, ils procèdent à un examen systématique de la littérature en réalisant une méta-analyse sur 79 études portant sur les modèles d'acceptation des technologies. Les résultats montrent que les croyances prédisent davantage l'intention comportementale que le comportement. De plus, les variables utilité, facilité d'utilisation et intention comportementale prédisent mieux l'utilisation avec une mesure auto-rapportée plutôt qu'une mesure effective. Pour sa part, Chin (1996) suggère de s'interroger sur le sens que l'on donne à l'utilisation d'un système plutôt que sur le mode de mesure. En effet, comme nous l'avons précisé précédemment il faut différencier l'utilisation (le fait de se servir de quelque chose) de l'usage d'un système qui comprend les habitudes des utilisateurs par exemple.

Une dernière critique concerne un problème mis en avant par Brangier et al. (2009) qui concerne la « rétroaction de l'usage de la technologie sur l'acceptation » (p.337). En effet, les auteurs expliquent que « le TAM ne s'intéresse pas aux effets consécutifs à l'usage d'une technologie, et donc à la rétroaction de l'utilisation d'une technologie sur l'utilisabilité perçue, sur l'utilité perçue et sur l'intention d'usage » (p.337). La temporalité est peu prise en compte dans les modèles d'acceptation (Bobillier Chaumon, 2013), les chercheurs se limitant à réaliser des études à un temps T souvent lorsque la technologie vient d'être implémentée ou avant son implémentation. Selon Leduc et Sutter (2012), il est possible d'envisager une boucle de rétroaction qui part de l'usage et qui influence à son tour les croyances.

Inclure l'activité des utilisateurs d'une technologie dans la prédiction du comportement d'usage est possible. En effet, Bobillier Chaumon (2013) propose plusieurs dimensions qui permettent de situer l'acceptation des nouvelles technologies dans l'usage et par l'activité de travail.

## 2.8. La théorie de l'acceptation située

La théorie de l'acceptation située de Bobillier Chaumon (2013) répond en partie aux critiques émises vis-à-vis des modèles d'acceptation des technologies précédemment cités. En effet, elle vise à étudier la technologie de manière contextualisée. Bobillier Chaumon (2016) définit l'acceptation située comme « la mise à l'épreuve de la technologie dans son contexte d'usage qui permet d'évaluer concrètement ses apports et ses limites, et de définir ainsi son intérêt par rapport à l'activité et aux projets de l'individu » (p.12). Bobillier Chaumon (2013) explique que « le travail - ou plus généralement l'activité - n'est pas seulement ce qui se fait, ce qui est à faire ; c'est aussi la manière de le faire et par la même, la manière de le construire et de (se) construire dans ce travail » (p.153). Dans ce sens, l'auteur envisage l'acceptation comme un phénomène situé et réel de l'activité. Il réalise une revue de la littérature concernant les modèles qui s'intéressent à l'adoption des technologies (évaluation ergonomique des technologies, acceptabilité à priori, étude des usages ou étude de l'activité) afin de faire ressortir plusieurs dimensions nécessaires à prendre en compte lors de l'étude de l'acceptation des technologies. Bobillier Chaumon (2013) fait ressortir quatre dimensions du processus d'acceptation de ses recherches: intra-individuelle, interpersonnelle, méta-personnelle, transpersonnelle.

La *dimension intra-individuelle* relève de l'appréciation du « coût cognitif et émotionnel que représente l'utilisation des technologies » (Bobillier Chaumon & Dubois, 2009, p.373). Les auteurs définissent deux types de coûts à prendre en considération. Tout d'abord, la charge cognitive qui correspond au coût cognitif lié à l'utilisation. Ce coût peut se révéler lorsque l'utilisation de la technologie entraîne une surcharge quantitative de travail, c'est-à-dire une densification de l'activité ou une intensification de l'activité mais, aussi, lorsque cela génère une sous-charge cognitive quand l'individu est trop peu sollicité. Ensuite, la charge affective est entraînée par l'inconfort émotionnel suscité par l'utilisation de la technologie mais aussi l'émotion qui peut être prescrite ou empêchée par la technologie.

La *dimension interpersonnelle*, quant à elle, relève de « la manière dont les relations interpersonnelles au travail peuvent être affectées par les technologies ; et notamment la façon dont les collectifs et les réseaux de travail sont reconfigurés » (Bobillier Chaumon, 2013, p.159). En effet, l'auteur explique que les technologies utilisées, notamment celles collaboratives qu'ils ont étudiées « cherchent le plus souvent à prescrire la coopération entre les personnes, plutôt qu'à la soutenir et à la développer » (p.159). Ainsi, la technologie peut

impacter le collectif de travail soit en prescrivant la collaboration entre les personnes soit en affaiblissant le collectif.

La *dimension méta-personnelle ou organisationnelle* correspond à « la manière dont les organisations, *via* certaines technologies, cherchent à modifier le système de contrôle et d'autonomie des salariés (au niveau de leur marge de manœuvre, de leur initiative, de leur prérogative, etc.) et à la façon dont ces derniers réagissent (en termes de refus, de méfiance, de résistances locales, etc.) » (Bobillier Chaumon, 2013, p.160). Dans ce cas, il faut vérifier si la technologie entraîne une augmentation de la prescription ou si elle augmente le contrôle des individus, par exemple le temps mis pour réaliser une tâche. Mais selon Bobillier Chaumon (2013), il faut aussi s'intéresser à l'effet inverse, c'est-à-dire le cas où la technologie entraîne une diminution de régulation de l'activité et qui demande une autonomie plus importante de la part des salariés. L'auteur précise que « dans ces conditions, l'acceptation résulterait de la capacité de la technologie à s'insérer dans un ensemble de corps de règles -officielles et officieuses préexistantes-, lesquelles vont être réinterprétées en termes d'intérêts, d'enjeux, d'avantages » (p.162).

La dernière dimension évoquée par Bobillier Chaumon (2013) dans le processus d'acceptation situé des technologies est la *dimension transpersonnelle*. Elle correspond à l'impact que la technologie va avoir sur la reconnaissance identitaire des salariés. En effet, l'insertion d'une technologie peut impacter le sens que les salariés attribuent à leur travail notamment, lorsque la technologie empêche la mise en œuvre des règles de métier ou lorsqu'elle contraint fortement l'activité. Dans cette même lignée, il faut prêter attention à la déqualification que peuvent provoquer les technologies dans le sens où, si certaines technologies peuvent augmenter des responsabilités et des compétences, d'autres peuvent entraîner une diminution (cf. Tableau 1).

<b>DIMENSIONS DE L'ACCEPTATION</b>	<b>DEFINITIONS</b>	<b>FACTEURS A REPERER, NOTIONS A EVALUER...</b>
Dimension intra-individuelle	Apprécier le coût cognitif et émotionnel que représente l'utilisation des technologies	<p>En termes de charge cognitive</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Densification de l'activité, surcharge quantitative (<i>interruption, digression, fragmentation du travail, multi-activité...</i>)</li> <li>- Intensification de l'activité, surcharge quantitative (<i>savoir et savoir-faire à mobiliser...</i>)</li> <li>- Sous-charge qualitative et quantitative</li> <li>- Transferts d'apprentissage (<i>technologies de rupture vs de transition</i>)</li> </ul> <p>En termes de charge émotionnelle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inconfort émotionnel (<i>insatisfaction, déplaisir, anxiété, mal-être</i>)</li> <li>- Emotion prescrite / empêchée</li> </ul>
Dimensions inter-individuelles	Evaluer les reconfigurations en œuvre sur les collectifs et les réseaux de travail	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redéfinition d'un "collectif de travail" en "travail collectif" formalisé (<i>coordination forcée, interdépendance pénalisante, remise en cause des rôles, positions et contributions dans le collectif...</i>)</li> <li>- Affaiblissement &amp; dislocation du collectif (<i>tensions, conflits, concurrence</i>)</li> </ul>
Dimension méta-individuelle	Apprécier les incidences socio-organisationnelles des technologies sur l'utilisateur et son activité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Régulation et prescription de l'activité (<i>système info-normatif, hétéronomie</i>)</li> <li>- Supervision et contrôle accrus de l'individu au travail et hors travail (<i>système panoptique, évaluation permanente à 360°, bureau permanent...</i>),</li> <li>- Autonomie imposée (<i>prescription de la subjectivité...</i>)</li> <li>- Gains /pertes pour les acteurs (pouvoir, légitimité, statut, autorité, privilèges, ...)</li> </ul>
Dimension transpersonnelle	Appréhender les répercussions sur la construction et la reconnaissance identitaire de l'individu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perte de sens au travail (<i>distanciation de l'objet du travail, dématérialisation, mise en retrait de l'individu, non-respect des règles du métier...</i>)</li> <li>- Requalification-Déqualification-Disqualification (<i>activités à faible valeur ajoutée, perte de savoir-faire, réajustements professionnels...</i>)</li> <li>- - Activité empêchée (<i>pouvoir d'agir limité, contrarié par les TIC</i>)</li> </ul>

Tableau 1 : Caractéristiques des dimensions et facteurs du processus d'acceptation (Bobillier Chaumon, 2013, p.165)

## Résumé chapitre 3

Le chapitre 3 traite du rôle des croyances, de la perception et de l'attitude dans la prédiction de comportement d'usage des technologies. En effet, en s'intéressant aux croyances que les techniciens ont du logiciel que nous étudions, nous pouvons établir un diagnostic sur les comportements d'usages actuels. Nous commençons par définir les notions de croyances, perception et attitude qui représentent la base des modèles d'acceptation. Le comportement d'usage d'une technologie est en partie influencé par les croyances que les individus ont de cette dernière. Les informations obtenues en prenant en compte la perception que les utilisateurs ont d'une technologie (existante ou pas), permettent d'anticiper les difficultés d'usage et de comprendre donc l'attitude et le comportement de ces derniers.

Il est nécessaire de différencier les phases du processus d'adoption des technologies en définissant les notions d'acceptabilité a priori, d'acceptation et d'appropriation. Il existe plusieurs modèles d'acceptation des technologies qui à travers les croyances des individus prédisent leur comportement d'utilisation. Ces modèles mettent en exergue l'intention comportementale comme principale prédicteur du comportement. Dans ce sens, nous pouvons expliquer à la fois les comportements d'utilisation d'une technologie déjà mis en place dans une entreprise mais aussi anticiper la mise en place d'une technologie. Plusieurs modèles précurseurs s'intéressent à l'adoption de nouvelles technologies soit, la théorie de l'action raisonnée (TAR), la théorie du comportement planifié (TCP), la théorie de la diffusion des innovations (IDT), le modèle d'acceptation des technologies (TAM), pour en venir à la théorie unifiée d'acceptation et d'utilisation des technologies (UTAUT). Cette dernière présente un pouvoir prédictif important dans l'explication des comportements d'usage des technologies. De plus, ce modèle réintroduit certaines variables liées aux conditions organisationnelles. Cependant, il existe plusieurs limites et critiques envers ces modèles ; ce qui permet d'introduire la théorie de l'acceptation située qui introduit la notion d'activité dans l'explication de l'usage des technologies.

Les différentes connaissances théoriques mentionnées ainsi que les éléments de contexte de notre travail, nous permettent de structurer et d'expliquer la problématique générale de notre thèse (chapitre 4). Nous présenterons les hypothèses qui sous-tendent notre travail et qui nous permettent de comprendre les facteurs qui favorisent ou non l'adoption de logiciel qui véhiculent les procédures de travail dans le domaine de la maintenance.

## **Chapitre 4 : Etudier l'adoption de technologies prescriptives du travail : Problématique générale**

L'informatisation des procédures de travail est l'une des conséquences de l'avènement des nouvelles technologies. Dans des métiers techniques tels que ceux de la maintenance industrielle, les procédures initialement sous format papier sont de plus en plus informatisées. La présente recherche s'intéresse à l'acceptabilité et à l'acceptation de technologies prescriptives du travail dans le domaine de la maintenance. En effet, la demande qui sous-tend notre thèse part d'un constat : il existe une sous-utilisation d'un logiciel de gestion de procédures par les techniciens de maintenance. De plus, les concepteurs du logiciel souhaitent étendre l'activité de l'entreprise en commercialisant ce logiciel à d'autres entreprises qui réalisent des maintenances. Cependant, avant même d'envisager une commercialisation, comprendre à quoi est due la sous-utilisation du logiciel par les techniciens en interne amènera des pistes de réflexions et d'améliorations. De ce fait, nous nous intéressons aux facteurs qui influencent l'acceptation et l'usage de ce type de technologies dites prescriptives du travail. Les théories sur l'adoption des technologies placent l'intention comportementale comme le prédicteur principal du comportement d'utilisation (Fishbein & Ajzen, 1975 ; Davis 1989 ; Venkatesh et al., 2003). En d'autres termes, plus les individus ont l'intention d'effectuer un comportement et plus ils le feront. Dans le cas qui nous intéresse, le problème mis en avant par les concepteurs du logiciel relève d'une sous-utilisation de celui-ci. En nous basant sur les recherches dans le domaine de l'acceptation des technologies, le modèle de l'UTAUT (Venkatesh et al., 2003) apparaît comme le modèle le plus prédictif permettant d'expliquer le comportement d'utilisation d'une technologie. Terrade et al., (2009) notent que ce modèle est utilisé dans les deux premières phases du processus d'adoption des technologies. Cependant, selon Moore et Benbasat, (1991), les déterminants de l'adoption des technologies diffèrent en fonction des phases de ce processus. En effet, lorsque la technologie n'est pas encore mise en place, on investigue l'acceptabilité à priori, c'est-à-dire qu'on anticipe les changements liés aux nouvelles technologies avant même qu'elles soient mises en place dans les ateliers. Dans la seconde phase, on étudie l'acceptation des technologies lorsque les utilisateurs ont déjà eu la possibilité de les utiliser.

Plusieurs croyances relatives aux nouvelles technologies nous paraissent intéressantes à étudier pour comprendre cette situation. De nombreuses études valident le rôle de l'utilité et de la facilité d'utilisation dans la prédiction de l'intention comportementale (Davis, 1989; Mangin et al., 2012; Radomir & Nistor, 2013; Venkatesh & Davis, 2000, Venkatesh et al.,

2003) notamment à travers le modèle du TAM mais aussi de l'UTAUT. En effet, d'après les travaux de Davis (1989) et de Venkatesh et al. (2003), l'utilité de la technologie se révèle être la croyance qui a le plus de poids dans la prédiction du comportement des utilisateurs. Par exemple, si le logiciel n'est pas perçu comme utile pour leur travail par les techniciens, c'est-à-dire susceptible d'augmenter leurs performances, ils ne l'utiliseront pas. De plus, d'après Davis (1989) et Venkatesh et al. (2003) pour qu'une technologie soit acceptée, il faut qu'elle soit facile d'utilisation. Ainsi, si les techniciens ne comprennent pas la manière dont fonctionne le logiciel ou s'il leur demande un effort important pour l'intégrer à leur travail quotidien, ils auront plus de difficultés à l'utiliser.

En outre, dans le modèle du TAM (Davis, 1993), les croyances liées à l'utilité et la facilité d'utilisation s'expriment à travers l'attitude qui se révèle être une variable essentielle pour prédire l'intention comportementale. Ainsi, si les techniciens perçoivent le logiciel utile et facile d'utilisation, ils auront une attitude favorable envers celui-ci et donc seront plus enclins à vouloir l'utiliser. Cependant, il n'y a pas de consensus dans la littérature concernant le rôle de cette variable. Certaines études (Davis, 1993 ; Taylor & Todd, 1995b ; Yang & Yoo, 2004) démontrent le rôle de l'attitude tandis que d'autres considèrent que, lorsque l'utilité perçue et la facilité d'utilisation sont mesurées, l'attitude ne serait plus le prédicteur principal de l'intention comportementale (Davis, 1989 ; Venkatesh et al., 2003). Le modèle de l'UTAUT ne mesure d'ailleurs pas cette variable. Cependant, Yousafzai et al. (2007a) dans une méta-analyse, montrent que l'attitude joue un rôle important dans les contextes d'utilisation obligatoire et précisent que retirer cette variable ne permettrait pas d'évaluer entièrement le phénomène d'adoption des technologies dans ces contextes. Or, dans le cadre qui nous intéresse, les procédures de travail informatisées sont imposées aux techniciens de maintenance qui doivent utiliser ce logiciel pour réaliser leur travail. Nous supposons donc que mesurer l'attitude nous permettra une évaluation plus complète du phénomène de sous-utilisation par les techniciens.

Par ailleurs, il nous semble essentiel de considérer une autre croyance liée à la compatibilité entre le travail des salariés et la technologie (Rogers, 1983). En effet, pour qu'une technologie soit acceptée et utilisée par les techniciens, cela nécessite qu'elle réponde à leurs besoins pour réaliser leur travail. Plusieurs études ont permis de montrer que la compatibilité joue un rôle dans la prédiction de l'intention comportementale (Agarwal & Prasad, 1998) et de l'usage (Agarwal & Prasad, 1997, Al-gahtani & King 1999). Une étude de Moore (2012) place d'ailleurs la compatibilité au même niveau que l'attitude et l'usage comme finalité du processus d'acceptation. Il nous paraît important de prendre en compte

cette variable de compatibilité car, d'une part l'utilité perçue évalue dans quelle mesure la technologie permet d'augmenter la productivité et l'efficacité des techniciens et, d'autre part, la compatibilité évalue dans quelle mesure la technologie est en adéquation avec leur l'activité.

En outre, le modèle de l'UTAUT a la particularité de donner une place prégnante aux variables liées à l'influence sociale, au contexte organisationnel, dans la prédiction du comportement d'utilisation ; ce qui représente une évolution vis-à-vis des autres modèles d'acceptation des technologies. L'influence sociale peut jouer un rôle dans l'acceptation d'une technologie : dans une entreprise, l'avis des collègues de travail mais aussi du manager peut se révéler important quant à l'utilisation d'un logiciel prescripteur de travail. Une étude de Taylor et Todd (1995a) différencie l'influence sociale des pairs de celle du supérieur hiérarchique car, en fonction du statut que l'on occupe dans l'entreprise, nous n'avons pas forcément la même perception. En effet, tandis que le technicien perçoit l'apport d'un logiciel pour son propre travail ou celui de son collectif, le manager pourra par exemple avoir une vision plus large et à plus long terme de l'apport de la technologie. Le logiciel que nous étudions impose une utilisation systématique par les techniciens lors des maintenances. Les managers étant chargés de faire respecter ces consignes, nous supposons que leur perception peut différer de celles des techniciens. Nous pensons donc que la variable liée à l'influence sociale, dans le cas de technologie prescriptive du travail, aura un impact important sur l'intention comportementale.

Par ailleurs, la seconde croyance rajoutée dans le modèle de l'UTAUT appelée « conditions facilitatrices » évalue dans quelles mesures l'organisation donne les moyens au salarié d'utiliser la technologie. En effet, selon nous, si les techniciens perçoivent avoir les conditions nécessaires à l'utilisation d'une nouvelle technologie, ils peuvent être plus enclins à vouloir l'utiliser. Si nous prenons l'exemple de la maintenance, un technicien peut vouloir utiliser une tablette tactile qui contient la procédure de travail lors de la réparation d'un matériel mais ne pas pouvoir le faire car aucun support n'est prévu pour cette dernière. Dans ce cas, l'organisation n'apporte pas les conditions nécessaires aux techniciens pour utiliser la technologie. Venkatesh et al. (2012) expliquent que les conditions facilitatrices au sein d'une même entreprise restent assez similaires d'un service à un autre. Par exemple, si l'on insère une nouvelle technologie, tous les services auront accès au support informatique ou aux formations proposées. Dans ce cas, selon les auteurs, l'intention comportementale varie peu entre les individus. Ils précisent que les conditions facilitatrices influencent directement le comportement des individus et non l'intention comportementale.

Cependant, Fillion et al. (2012) montrent que les conditions facilitatrices peuvent jouer un rôle directement sur cette dernière. Dans le cas, où la technologie n'est pas encore mise en place, la façon dont les futurs utilisateurs perçoivent les conditions facilitatrices peut nous donner des informations intéressantes quant à ce qu'il faudrait mettre en place pour rassurer les utilisateurs. Cependant, de nombreuses critiques vis-à-vis des modèles d'acceptation reposent sur le fait que les conditions organisationnelles mais surtout l'activité des salariés, ne sont pas suffisamment prises en compte. En effet, pour appréhender les difficultés liées à la mise en place d'une nouvelle technologie dans le travail quotidien des utilisateurs, évaluer la perception des utilisateurs à travers leurs croyances permet selon nous un diagnostic des problèmes éventuels. En évaluant l'usage réel, c'est-à-dire en confrontant la technologie à l'activité des utilisateurs, nous pouvons approfondir la compréhension du problème. En effet, la définition de l'usage regroupe à la fois les habitudes, l'expérience mais aussi les croyances des utilisateurs (Buisine & Roussel, 2008). Dans le cas de l'étude de technologies prescriptives du travail, il est intéressant de prendre en compte l'usage des technologies, c'est-à-dire la façon dont la technologie s'intègre dans l'activité des utilisateurs. Pour cela, plusieurs critères d'observations de l'activité des individus sont mis en évidence dans la littérature (Brisson et al., 1999 ; Calvary & Coutaz, 2002 ; Brangier & Barcenilla, 2003). Ainsi, vérifier concrètement l'adéquation du logiciel à l'activité des individus en termes d'utilité et d'utilisabilité nous semble essentiel. Cependant, plusieurs éléments issus de l'activité peuvent impacter la façon dont les utilisateurs se servent des procédures dans leur travail et des nouvelles technologies. Dans le cas qui nous intéresse le logiciel qui véhicule les procédures doit être utilisé par tous les techniciens, peu importe la spécificité de leur travail ; or, nous savons que dans le domaine de la maintenance notamment, les situations de travail peuvent demander un traitement singulier (Zafiharimalala & Tricot, 2009 ; Cuvelier, 2012). Ce type de métier demande souvent aux techniciens une activité de diagnostic afin de réparer le plus vite possible le matériel endommagé. La plupart du temps, ils se basent sur leur expérience pour réaliser leur travail. Prendre en compte l'expérience des techniciens est indissociable de l'analyse de leur activité car, en fonction de leur expérience, ils n'utilisent pas les procédures de la même façon (Ribert-Van de Weerd & Brangier, 2000 ; Leplat, 2004). De plus, les procédures sont uniformisées, dans le sens où elles sont créées dans le même format (photo + texte) pour toutes les activités de maintenance. Dans la littérature, plusieurs chercheurs montrent que le traitement de l'information diffère en fonction du format de la procédure (Ganier et al., 2001 ; Watson et al., 2010).

Au vu de tous les éléments que nous venons de présenter, nous considérons que lorsque l'on s'intéresse à l'acceptation de procédures informatisées, plusieurs critères sont à prendre en compte. En premier lieu, les croyances des techniciens vis-à-vis des procédures car elles permettent une meilleure compréhension des freins éventuels à la mise en place de ce type de procédures informatisées. En second lieu, il est important de s'intéresser à l'adéquation entre l'activité et le système mis en place, qui comprend à la fois la technologie et les procédures de travail. En effet, le comportement d'usage des procédures informatisées sera plus représentatif de l'usage réel lorsqu'il se confronte à l'activité des salariés que lorsque la mesure est subjective. Afin d'investiguer l'adoption des technologies en prenant en compte ces deux aspects, les croyances et l'usage dans le domaine de la maintenance, nous réalisons quatre études empiriques dans deux entreprises différentes.

Les deux premières études sont réalisées dans une entreprise du secteur aéronautique qui souhaite anticiper l'amélioration de la présentation visuelle des procédures en incluant des informations visuelles de type animation 3D, animation 2D et photos. Ainsi, la première étude (étude 1) porte sur la perception des techniciens de maintenance de ces trois nouveaux formats de procédures. Comme nous l'avons déjà précisé, prendre en compte les croyances des techniciens nous permet d'anticiper les freins éventuels et ainsi donner aux concepteurs des pistes d'amélioration. De plus, dans le domaine de l'aéronautique, les procédures sont soumises à de nombreuses réglementations, il faut pouvoir justifier de l'apport de nouveaux formats avant qu'ils soient mis en place car chaque procédure est validée par des instances. En effet, dans ce domaine, l'animation 3D ou 4D n'a pas la même valeur juridique que le texte et les illustrations (animation 2D) qui sont un format « strictement codifié » (Tapie et al., 2007, p.54). Nous nous intéresserons à la façon dont les techniciens perçoivent les trois nouveaux formats en termes d'utilité, de facilité d'utilisation avant même que les procédures soient modifiées. Nous étudierons leur attitude vis-à-vis de ces nouveaux formats et l'intention qu'ils ont ou non de les utiliser. Nous étudierons également l'influence sociale des pairs vis-à-vis de ces derniers et la perception des conditions organisationnelles nécessaires à leurs mises en place par les techniciens. La deuxième étude (étude 2) porte sur l'étude de l'usage de ces nouveaux formats. L'objectif est de confronter ces nouveaux formats de procédures à l'activité des techniciens. Pour cela, nous les comparerons avec les procédures déjà mises en place afin d'évaluer leurs apports ou, dans le cas contraire, les difficultés qu'elles entraînent. Nous prendrons en compte l'expérience des techniciens afin de voir si les pratiques diffèrent en fonction de l'expérience. L'objectif de ces deux études est de

comprendre comment le format des procédures impacte l'acceptation et l'usage de ces dernières par des techniciens de maintenance.

Les deux autres études sont réalisées dans une entreprise du domaine de la maintenance industrielle. Nous essayerons de répondre à la demande qui sous-tend cette thèse à savoir pourquoi les techniciens n'utilisent pas ou peu le logiciel de gestion de procédures mis en place dans les ateliers. Ainsi, la troisième étude (étude 3) porte sur la perception du logiciel de maintenance existant par les techniciens de maintenance. Nous nous intéresserons à leurs croyances vis-à-vis de ce logiciel en termes d'utilité, de facilité d'utilisation et de compatibilité. En outre, nous étudierons l'attitude des techniciens envers ce logiciel mais aussi l'intention comportementale de continuer à l'utiliser et l'utilisation auto-déclarée des techniciens. De plus, dans ce cas les procédures étant déjà mises en place, nous étudierons la manière dont les pairs mais aussi les managers influencent les techniciens pour qu'ils utilisent ce logiciel. Nous nous intéresserons aussi aux conditions facilitatrices afin de voir si l'organisation favorise l'utilisation de ce dernier par les techniciens. Afin d'approfondir ce dernier point, nous réaliserons une quatrième étude (étude 4) qui porte sur l'usage réel du logiciel. Nous étudierons la façon dont il est utilisé mais aussi comment il s'intègre à l'activité quotidienne des techniciens. Pour cela, nous comparerons des techniciens ayant des niveaux d'expériences différentes afin de comprendre comment ils utilisent ce logiciel et nous nous intéresserons à différentes activités pour évaluer comment ce logiciel peut s'adapter en fonction des tâches que les techniciens doivent réaliser. L'objectif de ces deux études est de diagnostiquer les freins à l'utilisation de ce logiciel déjà mis en place dans les ateliers et de comprendre quels sont les facteurs qui entravent son acceptation et son usage par les techniciens de maintenance.

Afin de répondre à ces différentes préoccupations, nous allons détailler chacune des études précédemment citées. Ainsi, nous allons tout d'abord présenter les deux études (étude 1 et 2) menées dans le domaine de la maintenance aéronautique dans les chapitres 5 et 6. Puis, nous exposerons les deux études réalisées dans le domaine de la maintenance industrielle (étude 3 et 4) dans les chapitres 7 et 8. Pour chacun des domaines de recherche, nous présenterons une introduction qui comprend le contexte dans lequel ces études ont été menées. Ensuite, pour chaque étude, nous proposerons une problématique spécifique ainsi que la méthodologie utilisée, les résultats et une discussion de ces derniers à la lumière de la littérature dans le domaine.

## **Partie 2 : Etude de l'acceptabilité de nouveaux formats de procédures incluant des informations visuelles par les utilisateurs dans le domaine de l'aéronautique**

La première partie de nos travaux se déroule dans le domaine de l'aéronautique. L'entreprise qui accueille ces deux études est active depuis 26 ans et spécialisée dans le secteur d'activité de la construction aéronautique et spatiale. Elle compte environ 9000 salariés, une trentaine de centres clients et une centaine de centres de services. Elle a plusieurs types de clients, des grosses sociétés qui représentent environ 20% des clients, des clients qui sont dans le transport de touristes ou des clients des pays émergents qui ont peu d'expérience dans la maintenance. Ces derniers obligent l'entreprise à repenser les procédures de maintenance car les procédures de travail présentent beaucoup de texte soit en anglais, en allemand, en français ou en espagnol. Dans ce contexte, l'entreprise souhaite étudier de nouvelles méthodes et moyens pour faire évoluer les documentations de maintenance de ses produits. Elle collabore avec un autre organisme qui se charge de la création et du suivi des procédures de travail. Ces deux partenaires lancent alors un appel d'offre dont l'objectif est de réduire le texte dans les procédures de travail et de remplacer les passages de texte longs à lire et difficiles à mémoriser par des objets multimédias plus explicites et faciles à assimiler. In Fine, cette évolution vise à renforcer la sécurité des aéronefs et des personnes qui interviennent pour leur entretien.

Dans ce cadre, la modification des procédures de travail, en incluant des objets multimédias, risque d'impacter la manière dont les techniciens comprennent les informations mais aussi la manière dont ils réalisent la maintenance. L'appel d'offre comprend 8 phases (du pilotage du projet à la préparation de la mise en œuvre des solutions proposées) pour anticiper les conséquences de ce changement de procédure. Notre participation à ce projet repose sur une phase essentielle qui concerne la vérification de l'efficacité des nouveaux formats de procédures de maintenance informatisés.

Actuellement, les procédures de maintenances sont présentes sur une plateforme internet interne à l'entreprise. Elles sont construites avec du texte et un plan 2D des éléments. Dans ces procédures, des liens hypertextes renvoient à d'autres procédures ou consignes de sécurité. Trois nouveaux formats de présentation de l'information sont créés afin de réduire la quantité de texte présent dans les procédures (cf. Tableau 2).

Le premier format proposé contient de l'animation 3D, ainsi que des pictogrammes et du texte pour une tâche d'inspection et de nettoyage d'un filtre à huile. Dans ce format,

l'utilisation du texte est réduite à tous les éléments nécessaires à la compréhension de l'animation mais ne pouvant être représentés par l'animation.

Le deuxième format proposé est l'animation 2D qui est aussi soutenu par des pictogrammes et du texte. Cette procédure présente une tâche de type test et réglage des écrans d'un tableau de bord. Le texte est utilisé pour le titre de la procédure et les titres des séquences et a tous les éléments nécessaires à la compréhension de l'animation mais ne pouvant être représentés par l'animation. Les pictogrammes servent à l'amélioration de la compréhension du message.

Le troisième format présente des photos et pictogrammes. La tâche concerne le démontage d'une pale.

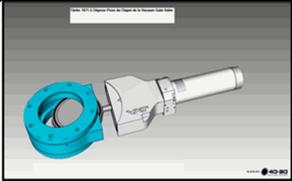
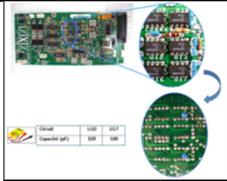
Formats	Animation 3D	Animation 2D	Photos + pictogrammes
Exemple			
Tâche décrite dans la procédure	Inspection et nettoyage d'un filtre à huile	Test / réglage d'un tableau de bord	Démontage d'une pale

Tableau 2: Présentation des trois nouveaux formats de procédure

L'objectif de notre intervention est de tester et de mesurer l'efficacité des nouveaux formats de procédure (animation 3D, animation 2D et photos) en les comparant avec des procédures classiques portant sur la même opération technique. Pour cela, plusieurs points sont évalués :

1. La compréhension du message technique contenu dans les procédures. Nous évaluons si les nouveaux formats sont mieux ou moins bien compris que les procédures de référence (procédures actuelles).
2. L'efficacité du mode de présentation des informations. Nous vérifions qu'il n'y ait pas de perte d'information entre les nouvelles procédures et celles de référence.
3. Les difficultés rencontrées par les utilisateurs vis-à-vis de l'utilisation de ces nouveaux formats. Nous vérifions que les utilisateurs arrivent à se servir de ces nouveaux formats.
4. La perception que les utilisateurs ont des nouveaux modes de présentation mais aussi des procédures actuelles.

Afin de répondre à ces objectifs, nous réalisons deux études. La première étude concerne la perception des trois nouveaux formats de procédures par les techniciens de maintenance (Etude 1). La deuxième étude concerne l'analyse de l'activité des techniciens de maintenance via des tests utilisateurs (Etude 2).

## **Chapitre 5 : Etude de la perception par les utilisateurs de nouvelles procédures de travail incluant des informations visuelles (Etude 1)**

La question de l'acceptation des nouvelles technologies se pose car dans le monde du travail, les salariés peuvent être amenés à utiliser un nouvel outil de travail informatisé sans pour autant l'accepter. Plusieurs auteurs (Davis, 1989 ; Venkatesh et al., 2003) s'intéressent aux facteurs qui impactent l'adoption des technologies et notamment aux croyances qui soutiennent l'intention comportementale. Notons que, dans le domaine de l'aéronautique, les procédures de travail sont soumises à de nombreuses réglementations. La modification des procédures doit, avant toute chose, être validée par des organismes qui veillent à ce que la maintenance se réalise en toute sécurité. Pour cela, il convient de s'assurer qu'en modifiant le format des procédures, cela n'affectera pas la bonne réalisation de la maintenance mais aussi la compréhension des informations par les techniciens. L'objectif de cette étude est de comprendre comment les trois nouveaux formats de procédures (animation 3D, animation 2D et photos) sont perçus par les techniciens. Cela nous permettra de comprendre quelles croyances influencent l'acceptabilité à priori de ces nouveaux formats de procédures. Ainsi, nous pourrions donner des pistes concernant l'amélioration des procédures dans le domaine spécifique de la maintenance d'aéronefs.

Nous allons maintenant aborder la problématique ainsi que les hypothèses de notre étude. Nous exposerons la méthodologie utilisée puis les résultats qui découlent des analyses réalisées. Nous finirons en discutant les résultats.

### **1. Problématique de recherche et hypothèses**

#### **1.1. Problématique de recherche**

Pour favoriser l'utilisation d'un système et notamment des nouveaux formats de procédures de travail, il est nécessaire que les utilisateurs perçoivent le bénéfice que cela peut apporter. Nous supposons que les trois formats de procédures (animation 3D, animation 2D et photos) seront perçus différemment par les techniciens. En effet, plusieurs études montrent que le format des procédures impacte la compréhension et l'utilisation de ces dernières (Hegarty & Just, 1993 ; Ayres et al., 2009 ; Watson et al., 2010). Les formats de procédures testés dans cette étude représentent des évolutions qui n'impliquent pas le même type d'informations et de traitement pour les utilisateurs. Nous supposons que les croyances des techniciens vis-à-vis des trois formats seront différentes en termes d'utilité, de facilité

d'utilisation, d'attitude, d'influence sociale, de conditions facilitatrices et d'intention d'utilisation.

Dans l'étude que nous menons, nous proposons d'étudier la manière dont les utilisateurs perçoivent ces nouveaux formats notamment en termes d'utilité perçue et de facilité d'utilisation perçue. En effet, Venkatesh et al. (2003) montrent que ces deux croyances sont les prédicteurs les plus forts de l'intention comportementale. Nous supposons un effet de ces deux croyances sur l'intention comportementale car, si les procédures sont perçues comme utiles et faciles d'utilisation, elles représenteront un intérêt pour les techniciens dans le cadre de leur travail. Dans le contexte qui nous intéresse, si les techniciens pensent que les nouveaux formats de procédures leur permettent d'être plus performants dans leur travail et qu'ils sont faciles d'utilisation ils pourraient plus facilement accepter la modification des procédures.

De plus, il nous paraît intéressant de considérer l'attitude des techniciens vis-à-vis des trois formats. En effet, plusieurs recherches menées sur l'adoption des technologies (Davis, 1989 ; Taylor & Todd, 1995b ; Mangin et al., 2012) montrent que l'attitude peut jouer un rôle de médiation entre les croyances liées à l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue et l'intention comportementale, notamment dans un contexte d'utilisation contrainte (Yousafzai et al., 2007a). Dans notre étude, les techniciens doivent obligatoirement utiliser les procédures pour réaliser les maintenances, ils se trouvent donc dans un contexte d'utilisation contrainte. Nous supposons un effet de l'attitude envers les formats de procédure sur l'intention d'utilisation. En effet, on peut penser que si les techniciens ont une attitude favorable envers les nouveaux formats, ils seront plus enclins à vouloir les utiliser.

Par ailleurs, dans le domaine de la maintenance, les techniciens peuvent travailler seuls mais ils font souvent partie d'une équipe. Nous pensons qu'il faut considérer l'avis des collègues de travail sur les nouveaux formats de procédures. En effet, selon Venkatesh et Davis (2000), l'influence sociale impacte l'intention d'utilisation d'une technologie notamment lorsqu'elle est contrainte par l'organisation. Dans notre contexte où l'utilisation des procédures est obligatoire et très réglementée, nous supposons que l'avis des pairs et de la hiérarchie représentent un élément important à considérer. En effet, si les collègues de travail ou la hiérarchie considèrent négativement les nouveaux formats de procédures, cela peut influencer l'avis des autres techniciens. Ces derniers peuvent alors être moins enclins à vouloir les utiliser.

Une autre variable qui nous paraît indispensable à considérer concerne les conditions organisationnelles dans lesquelles les techniciens travaillent. En effet, dans la maintenance

aéronautique, les procédures de travail sont historiquement présentées sous format papier (texte + schéma 2D). La modification du format de procédures de travail peut aussi provoquer une modification des situations de travail, dans le sens où la mise en place d'animations 3D ou 2D entraîne nécessairement l'utilisation d'outils informatiques. Les techniciens doivent à la fois comprendre les informations et se familiariser avec un nouveau système comme une tablette tactile pour réaliser leur travail. Dans le domaine de la maintenance aéronautique, les conditions de travail peuvent être très variables. En effet, la maintenance ne se déroule pas toujours sur un établi dans un hangar. Elle peut également se réaliser dans des conditions difficiles où le recours à des outils informatiques n'est pas adapté (par exemple au milieu d'un désert sans connexion Internet et alimentation pour la batterie). La prise en compte du contexte organisationnel et de l'activité des utilisateurs est nécessaire car cela permet de concevoir des systèmes adaptés et cohérents avec l'activité. Ainsi, s'intéresser à la manière dont les utilisateurs perçoivent ces nouveaux formats en termes de conditions organisationnelles, nous paraît pertinent car nous supposons que la perception par les utilisateurs de ces nouveaux formats, peut influencer l'intention de les utiliser. En effet, Venkatesh et al. (2012) montrent que les conditions facilitatrices ont un effet important dans un contexte de consommation dû à la variabilité des consommateurs. La population concernée par l'étude que nous menons est très variable car les utilisateurs proviennent de pays différents, de sociétés différentes ; ce qui implique des conditions de travail variables. Nous supposons donc que les conditions dans lesquelles sont réalisées le travail impactent la perception des techniciens.

Sur un autre plan, le format des procédures et le type de système qui les véhiculent peuvent entraîner des difficultés d'utilisation si les concepteurs des procédures de travail ne prennent pas en compte les utilisateurs. Nous savons que les caractéristiques des utilisateurs peuvent avoir une influence sur la compréhension mais aussi sur la perception des procédures et des systèmes de travail (Buisine & Roussel, 2008 ; Eyrolle et al., 2012). Dans notre contexte, la population qui utilise les procédures de travail actuelles a des caractéristiques qui peuvent être différentes en termes d'âge, d'expérience mais aussi d'accès aux nouvelles technologies (pays différents). La prise en compte de ces caractéristiques va nous aider à comprendre les différences interindividuelles d'utilisation et de perception des nouveaux formats de procédures. Ganier, Gombert et Fayol (2000) montrent que les utilisateurs ayant de l'expérience sont plus performants dans des tâches de compréhension. De plus, l'expérience joue un rôle dans la perception que les utilisateurs ont d'une nouvelle technologie, dans le sens où l'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'intention comportementale sera plus fort

pour les utilisateurs qui ont peu d'expérience (Venkatesh et al., 2003). Dans l'entreprise dans laquelle nous intervenons, nous supposons que les techniciens expérimentés percevront différemment la modification des procédures que les techniciens inexpérimentés.

De plus, l'âge peut impacter la perception que l'on a de nouvelles technologies (Venkatesh et al., 2003). Par exemple, nous supposons que l'effet de l'utilité perçue sur l'intention d'utilisation sera plus fort pour les jeunes travailleurs.

Par ailleurs, les connaissances et l'attrance que les utilisateurs ont vis-à-vis des nouvelles technologies peuvent influencer la perception qu'ils ont d'un nouveau système (Agarwal & Prasad, 1998). En effet, une personne qui se considère comme attirée par les nouvelles technologies aura plus de facilités à se représenter les apports des nouveaux formats comparativement à une personne qui se dit aucunement attirée par les nouvelles technologies. Dans notre contexte, on peut penser que les techniciens qui ont l'habitude de se servir quotidiennement de tablettes tactiles, d'ordinateur portable, de Smartphone... percevront les formats animations 3D et 2D comme plus faciles d'utilisation que des techniciens qui n'ont aucune attrance envers les technologies.

Ces éléments mis en exergue orientent notre réflexion autour d'une méthodologie qui permet d'investiguer le processus d'adoption des technologies. Nous allons maintenant présenter les hypothèses qui guident notre recherche.

## **1.2. Hypothèses**

Nous nous basons sur le modèle de l'UTAUT (Venkatesh et al., 2003) pour formaliser nos hypothèses de recherches. En effet, ce modèle prédit que les croyances liées à l'attente de performance (utilité), à l'attente d'effort (facilité d'utilisation), à l'influence sociale et aux conditions facilitatrices influencent l'intention comportementale. Ainsi, les hypothèses 1, 2, 4 et 5 concernent l'effet des croyances identifiées dans le modèle de l'UTAUT sur l'intention comportementale. L'hypothèse 3 est relative à l'effet de l'attitude sur l'intention comportementale. L'hypothèse 6 est relative à l'effet de la facilité d'utilisation sur l'utilité perçue. Les hypothèses 7 et 8 testent l'effet des variables utilité perçue et facilité d'utilisation perçue sur l'attitude.

Hypothèse 1 : Il existe un effet de l'utilité perçue sur l'intention d'utilisation, de telle sorte que plus les participants perçoivent le format de procédures (3D, 2D, photos) comme utile et plus ils ont l'intention de l'utiliser.

- Hypothèse 1a : L'influence de l'utilité perçue sur l'intention d'utilisation est modérée par l'âge, de telle sorte que l'effet sera plus fort pour les personnes jeunes que pour les personnes plus âgées.
- Hypothèse 1b : L'influence de l'utilité perçue sur l'intention d'utilisation est modérée par l'attirance envers les nouvelles technologies, de telle sorte que l'effet sera plus fort pour les personnes qui ont une attirance forte pour les nouvelles technologies que pour celles qui ont une faible attirance envers les nouvelles technologies.

Hypothèse 2 : Il existe un effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'intention d'utilisation, dans le sens où plus les participants perçoivent le format de procédures (3D, 2D, photos) comme facile d'utilisation et plus ils ont l'intention de l'utiliser.

- Hypothèse 2a : L'influence de la facilité d'utilisation perçue sur l'intention d'utilisation est modérée par l'âge, de telle sorte que l'effet sera plus fort pour les personnes jeunes que pour les personnes plus âgées.
- Hypothèse 2b : L'influence de la facilité d'utilisation perçue sur l'intention d'utilisation est modérée par l'attirance envers les nouvelles technologies, de telle sorte que l'effet sera plus fort pour les personnes qui ont une attirance forte pour les nouvelles technologies que pour celles qui ont une faible attirance envers les nouvelles technologies.

Hypothèse 3 : Il existe un effet de l'attitude envers la procédure sur l'intention d'utilisation, de telle façon que plus les participants ont une attitude favorable envers la procédure et plus ils ont l'intention de l'utiliser.

- Hypothèse 3a : L'influence de l'attitude envers la procédure sur l'intention d'utilisation est modérée par l'âge, de telle sorte que l'effet sera plus fort pour les personnes jeunes que pour les personnes plus âgées.
- Hypothèse 3b : L'influence de l'attitude envers la procédure sur l'intention d'utilisation est modérée par l'attirance envers les nouvelles technologies, de telle sorte que l'effet sera plus fort pour les personnes qui ont une attirance forte pour les nouvelles technologies que pour celles qui ont une faible attirance envers les nouvelles technologies.

Hypothèse 4 : Il existe un effet de l'influence sociale perçue sur l'intention d'utilisation, dans le sens où plus les participants perçoivent une influence sociale forte et plus ils ont l'intention de l'utiliser.

- Hypothèse 4a : L'effet de l'influence sociale perçue sur l'intention d'utilisation est modéré par l'âge, de telle sorte que l'effet sera plus fort pour les personnes jeunes que pour les personnes plus âgées.
- Hypothèse 4b : L'effet de l'influence sociale perçue sur l'intention d'utilisation est modéré par l'attirance envers les nouvelles technologies, de telle sorte que l'effet sera plus fort pour les personnes qui ont une attirance forte pour les nouvelles technologies que pour celles qui ont une faible attirance envers les nouvelles technologies.

Hypothèse 5 : Il existe un effet des conditions facilitatrices perçues sur l'intention d'utilisation, dans le sens où plus les participants perçoivent les conditions organisationnelles favorables à l'utilisation des nouveaux formats et plus ils ont l'intention de l'utiliser.

- Hypothèse 5a : L'influence des conditions facilitatrices perçues sur l'intention d'utilisation est modérée par l'âge, de telle sorte que l'effet sera plus fort pour les personnes jeunes que pour les personnes plus âgées.
- Hypothèse 5b : L'influence des conditions facilitatrices perçues sur l'intention d'utilisation est modérée par l'attirance envers les nouvelles technologies, de telle sorte que l'effet sera plus fort pour les personnes qui ont une attirance forte pour les nouvelles technologies que pour celles qui ont une faible attirance envers les nouvelles technologies.

Hypothèse 6 : Il existe un effet significatif de la facilité d'utilisation perçue sur l'utilité perçue, de telle sorte que plus les participants perçoivent le format de procédure comme facile d'utilisation et plus ils le perçoivent comme utile.

Hypothèse 7 : Il existe un effet significatif de l'utilité perçue sur l'attitude, de telle sorte que plus les participants perçoivent le format de procédure comme utile et plus ils auront une attitude favorable envers cette dernière.

Hypothèse 8 : Il existe un effet significatif de la facilité d'utilisation perçue sur l'attitude, dans le sens où plus les participants perçoivent le format de procédure comme facile d'utilisation et plus ils auront une attitude favorable envers cette dernière.

Les hypothèses sont résumées sur la Figure 15 :

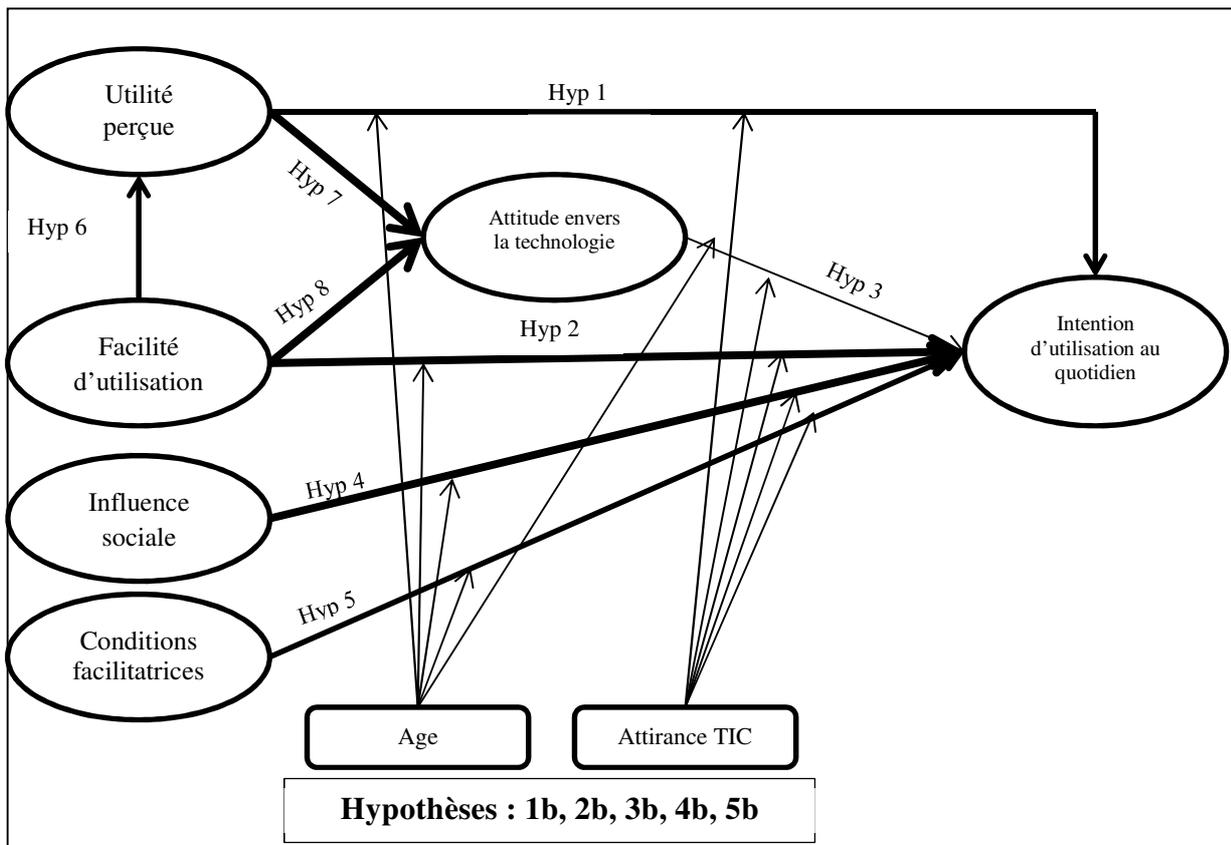


Figure 15: Récapitulatif des différentes hypothèses testées (étude 1)

Afin de tester ces hypothèses, nous allons présenter la méthodologie utilisée ainsi que les analyses statistiques réalisées.

## 2. Méthodologie

Dans cette étude, nous voulons étudier les croyances qui influencent la perception des nouveaux formats de procédures par les utilisateurs mais aussi comprendre quel format (animation 3D, animation 2D et photos) est le mieux perçu par les participants. Pour cela, nous allons présenter la population d'étude, la méthode utilisée et la procédure de passation du questionnaire.

### 2.1. Population finale

Notre étude concerne toutes les personnes qui utilisent les procédures de travail de maintenance d'aéronefs, c'est-à-dire les techniciens de maintenance, les managers de proximité, les instructeurs, les rédacteurs techniques ainsi que les étudiants en lycée

professionnel. Compte tenu du manque d'informations statistiques sur la population ciblée, nous ne pouvons pas définir un échantillon représentatif de la population. De plus, compte tenu du caractère confidentiel de l'étude pour l'entreprise, nous ne pouvons pas non plus contacter nous-mêmes les participants. Nous sommes passés par l'intermédiaire d'un des responsables du projet qui s'occupe de diffuser le lien du questionnaire aux clients de l'entreprise. Le recrutement s'est fait sur le volontariat des participants contactés par le responsable du projet par mail. Nous établissons donc un échantillon non représentatif de la population ; ce qui pourrait influencer la validité de nos résultats.

La population finale des participants au questionnaire est de 136 personnes dont 130 hommes et 6 femmes. La majorité des répondants est spécialisée en mécanique (96 participants). Quarante-huit participants travaillent en France contre 48 travaillant hors de la France. En termes de métier, la population est principalement composée de 40 techniciens experts, soit 29,4%, 29 participants sont des étudiants ou apprentis en formation (21,3%), 27 participants sont des managers/cadres (19,8%), 21 sont des rédacteurs techniques (15,4%), 11 participants sont instructeurs (8%) et 8 sont techniciens (5,8%).

En termes d'âge, les participants ont entre 17 ans et 61 ans avec une moyenne d'âge de 36 ans. L'ancienneté des participants va de quelques jours à 37 ans avec une moyenne de 6,5 ans. En termes d'expérience sur les procédures proposées avec les nouveaux formats, une majorité des répondants n'a jamais utilisé la procédure présentée dans l'animation 3D (84,5%) mais 54,4 % a déjà utilisé une procédure similaire sur un autre aéronef. Pour l'animation 2D, 89% des participants n'ont jamais utilisé la procédure. Cependant 63,2 % ont déjà utilisé une procédure similaire. Concernant les photos, 71,2% des participants n'ont jamais utilisé la procédure présentée dans le nouveau format et 61% ont déjà utilisé une procédure similaire.

## **2.2.Présentation de l'outil de mesure**

Afin d'investiguer les croyances des techniciens face aux nouveaux formats de procédures (animation 3D, animation 2D et photos), nous élaborons un questionnaire. Cela nous permet d'interroger les employés de l'organisation abritant l'étude dans différents pays (Chine, Singapour, Italie, France), via un questionnaire en ligne. Par ailleurs, pour des raisons de sécurité et de confidentialité, nous n'avons pas la possibilité de faire passer le questionnaire auprès des participants sur leur lieu de travail. Pour créer le questionnaire, nous nous basons sur les modèles d'acceptation des technologies notamment le modèle de l'UTAUT (Venkatesh et al., 2003) car, ces modèles très utilisés dans la littérature, ont été

validés de nombreuses fois (AlAwadhi & Morris, 2008; Lee & Park, 2008). De ce fait, nous réalisons une revue de littérature sur 11 articles<sup>3</sup> portant sur une application des modèles du TAM (Davis, 1989) et de l'UTAUT (Venkatesh et al., 2003). Nous comparons tous les items utilisés dans les 11 études citées afin de comprendre comment les items sont structurés. Ainsi, nous avons repris la structure des items afin de ne changer que les éléments variables qui concernent le format de procédure testé. L'ajout de questions spécifiques au contexte organisationnel nous a paru indispensable pour essayer d'appréhender les éléments qui peuvent jouer un rôle dans la perception des utilisateurs. Par exemple, dans notre cas, la possibilité d'imprimer les procédures est un élément qui est ressorti lors des premières visites sur site.

Le questionnaire ainsi créé est composé de cinq parties (Annexe 1, page 318). Les trois premières parties concernent l'évaluation des trois nouveaux formats, soit l'animation 3D, l'animation 2D et les photos. Ces trois parties sont identiques en termes de structure. En effet, nous décidons de faire passer trois fois les mêmes questionnaires adaptés aux trois médias afin de pouvoir les comparer entre eux. Suite à la revue de littérature, nous retenons six dimensions. Tous les items de ces trois premières parties sont mesurés avec une échelle de type Likert en sept points allant de 1 = pas du tout d'accord à 7 = tout à fait d'accord.

La première dimension concerne l'utilité perçue. Elle est mesurée par sept items dont quatre issus du modèle original de l'UTAUT (exemple : « *l'utilisation de procédures incluant des animations 3D pourrait augmenter ma productivité* ») et trois élaborés par nos soins (exemple : « *je trouve les procédures incluant des animations 3D plus simples à comprendre que du texte* »).

La deuxième dimension concerne la facilité d'utilisation perçue. Elle contient aussi sept items dont quatre sont issus du modèle original de l'UTAUT (ex : « *l'utilisation des procédures incluant des animations 3D me paraît claire et compréhensible* ») et trois autres créés par nous (ex : « *l'utilisation de procédures incluant des animations 3D faciliterait ma compréhension des informations* »).

La troisième dimension concerne l'attitude envers la technologie. Cette dimension n'est pas présente dans le modèle de l'UTAUT. Cependant, compte tenu du contexte organisationnel dans lequel nous intervenons, nous décidons de rajouter cette dimension présente dans le modèle du TAM (Davis, 1989). Cette dimension est composée de huit items

---

<sup>3</sup>Articles consultés : Agarwal & Prasad, 1997; Al-Gahtani & King, 1999; F. D. Davis, 1993; F. Davis, 1989; Mangin et al., 2012; Marchewka, Liu, & Kostiwa, 2007; Venkatesh & Bala, 2008; Venkatesh & Davis, 2000; Venkatesh et al., 2012; Venkatesh et al., 2003; Yang & Yoo, 2004

dont quatre issus de la littérature (ex : « *l'utilisation d'animation 3D dans les procédures serait une mauvaise idée* ») et quatre élaborés par nous (ex : « *je pense que l'animation 3D seule me suffirait pour réaliser les tâches attendues* »).

La quatrième dimension concerne l'influence sociale perçue. Cette dimension est mesurée par trois items issus de la littérature. Nous adaptons et orientons les items sur les collègues de travail, le responsable hiérarchique ainsi que la direction de l'entreprise (ex : « *mes collègues de travail m'encourageraient à utiliser des procédures incluant des animations 3D* »).

La cinquième dimension appelée conditions facilitatrices est mesurée par cinq items dont quatre issus du modèle de l'UTAUT (ex : « *je dispose des ressources nécessaires pour utiliser les procédures utilisant de la 3D* ») et un élaboré par nos soins (ex : « *les procédures incluant des animations 3D ne seraient pas compatibles avec les contraintes physiques du travail* »).

La sixième dimension est l'intention d'utilisation. Elle est mesurée par cinq items dont trois issus du modèle de l'UTAUT qui concernent l'intention d'utilisation au quotidien (ex : « *en supposant la mise en place de procédures incluant des animations 3D, j'ai l'intention de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance* ») et deux sont rajoutés par nous concernant une utilisation dans des cas particuliers tels qu'une maintenance complexe ou inconnue (ex : « *j'ai l'intention d'utiliser les procédures incluant des animations 3D uniquement pour des maintenances complexes* »).

La quatrième partie du questionnaire concerne l'évaluation de l'interface des nouveaux formats de procédures. Elle est composée de 15 items évaluant la visibilité des titres, du menu, l'utilisation des pictogrammes, les couleurs utilisées... Les participants doivent se positionner sur une échelle en trois points (exemple : pas visible, visible ou ne sait pas).

Enfin, la cinquième partie du questionnaire est divisée en quatre sous-parties. La première comprend huit questions sur les formats utilisés dans les procédures (animations 3D, animation 2D et photos) (ex : « *je serais intéressé par un mode expert me donnant uniquement les informations essentielles* »). La deuxième sous-partie concerne les habitudes de travail des participants vis-à-vis des procédures proposées dans les nouveaux formats. Elle comprend 8 questions (ex : « *avez-vous déjà utilisé la procédure existante correspondant à l'inspection du filtre à huile ?* »). La troisième sous-partie concerne les données sociodémographiques. Elle comprend huit questions: l'âge, le sexe, la spécialité (mécanique, avionique, électronique), l'employeur, l'ancienneté, la fonction au sein de l'entreprise et le niveau d'anglais. Enfin, la dernière sous-partie concerne le rapport aux nouvelles technologies. Elle comprend deux questions sur les habitudes d'utilisation des technologies

(vie quotidienne / travail) et quatre items issus de l'échelle d'innovation personnelle dans le domaine des technologies d'information d'Agarwal et Prasad (1998) (ex : « *j'aime découvrir les nouvelles technologies l'information* »).

Avant de faire passer le questionnaire aux participants, nous nous demandons si nous devons mélanger tous les items quelle que soit la dimension ou alors si nous devons organiser les items par dimension. Une étude de Davis et Venkatesh (1996) montre qu'il n'y a pas d'effet significatif du mélange des items dans le questionnaire proposé dans leur étude sur la fiabilité et la validité de l'échelle. De ce fait, nous décidons de regrouper les items en fonction des dimensions (utilité, facilité d'utilisation...) car cela nous paraît plus compréhensible pour les participants. Nous effectuons ensuite des vérifications avant de mettre en ligne la version définitive du questionnaire.

### **2.3. Pré-test et traduction du questionnaire**

#### **2.3.1. Pré-test du questionnaire**

Compte tenu des contraintes de temps et de disponibilité des participants, nous pré-testons le questionnaire en version française auprès des techniciens d'une société de maintenance d'équipements. En effet, avant que le questionnaire ne soit mis en ligne, il est nécessaire de vérifier que les questions sont compréhensibles et qu'il peut être rempli facilement par les participants. Ainsi, cinq techniciens répondent au questionnaire en auto-passation avec comme support visuel les procédures spécialement créées pour l'étude. Les techniciens font leurs remarques au fur et à mesure auprès du chercheur. Suite à ces premiers tests, quatre questions sont modifiées, la partie 4 sur la présentation des informations a été créée, ainsi que deux nouvelles questions sur l'intention d'utilisation (cas particuliers). Nous refaisons par la suite passer le questionnaire à trois utilisateurs. Plusieurs questions d'ordre général sont rajoutées. Suite à ces pré-tests, il est nécessaire de faire traduire le questionnaire en anglais car la population visée par l'étude vient de différents pays et utilisent des procédures en anglais.

#### **2.3.2. Traduction du questionnaire**

Afin que le questionnaire puisse être complété par des personnes de pays différents (Chine, Singapour, Etats-Unis, Italie, Pays-Bas...), nous faisons traduire le questionnaire en anglais par deux juges. Le premier est natif français (traductrice / rédactrice Technique) tandis que le deuxième est natif anglais (traductrice auto-entrepreneur). Les deux juges ont déjà

réalisé des traductions dans le cadre de leur travail respectif. Tout d'abord, nous demandons aux deux juges de traduire le questionnaire de la langue française en anglais. Puis, nous demandons à chaque juge de retraduire la version anglaise de l'autre en français. Suite à ces deux traductions, nous comparons les versions anglaises des deux juges. Nous procédons en deux phases. Tout d'abord, nous regroupons les phrases du questionnaire en fonction du juge. Nous notifions les structures de phrases traduites exactement de la même façon. La deuxième étape consiste à comparer les structures de phrases traduites différemment avec les retraductions françaises des deux juges. Nous avons ainsi tranché sur la traduction qui se rapproche le plus de la formulation française originale. Pour des raisons de manque de temps, nous ne pouvons faire appel à un troisième juge pour vérifier la version anglaise élaborée lors de la dernière phase (comparaison des versions) ; ce qui aurait été sans doute l'idéal. Il est à noter que, par manque de temps et de ressources, nous n'avons pas pu faire passer de pré-test auprès de techniciens sur la version anglaise du questionnaire.

#### **2.4. Recueil des données**

Le questionnaire ainsi élaboré est mis en ligne via le site internet et le logiciel *Limesurvey*. Les répondants sont sollicités par mail par le responsable interne du projet. Les participants ainsi contactés cliquent sur un des deux liens présents dans le mail correspondant à la langue souhaitée. Ils prennent connaissance des informations concernant la recherche, puis commencent par visionner soit l'animation 3D, soit l'animation 2D soit les photos et répondent aux questions attenantes. Le logiciel *Limesurvey* proposant de faire varier l'ordre de présentation des informations, nous décidons donc de le faire pour les trois premières parties. Cependant, nous ne pouvons pas savoir dans quel ordre chaque participant a répondu au questionnaire. Les participants répondent ensuite aux deux autres parties sur l'interface des nouvelles procédures ainsi que les données sociodémographiques, les habitudes de travail... Le temps de passation du questionnaire est d'environ une heure. Cependant, il est à noter que les animations entraînent certains problèmes pour visionner les formats de procédures car elles demandent certains *plugins* (fonctionnalité à installer afin de pouvoir visionner les animations). De plus, la capacité du réseau internet, la taille du fichier et le nombre d'appels simultanés de l'application peut faire varier le temps de chargement des nouveaux formats de procédure. L'estimation de cette variation de temps est difficile compte tenu des contextes organisationnels différents. Cependant, il nous paraît important de le signaler.

### **3. Résultats de l'étude**

Nous commencerons par présenter la structure et la consistance interne du questionnaire. Nous décrirons ensuite les résultats issus de la comparaison entre les trois formats sur les dimensions mesurées. Pour finir, nous présenterons les résultats spécifiques à chaque dimension du questionnaire, et ce pour les trois formats.

#### **3.1. Analyses préliminaires des données**

Nous vérifions la structure du questionnaire et la consistance interne des échelles de mesure afin de confirmer ou d'infirmer l'organisation des items dans les dimensions. L'analyse factorielle permet d'indiquer le minimum du poids factoriel d'un item, c'est-à-dire dans quelle mesure il est inclus dans une dimension. Ainsi, nous pouvons vérifier si les items des dimensions préalablement définies mesurent bien la même dimension.

##### **3.1.1. Validation et consistance interne des échelles de mesure**

Nous commençons par réaliser une analyse factorielle pour chacun des médias (animation 3D, animation 2D et photos). Ce type d'analyse tente d'expliquer la variance qui est commune à au moins deux variables et présume que chaque variable possède aussi une variance unique représentant son apport propre. Il est à noter que les analyses factorielles sont toutes réalisées en maximum de vraisemblance et rotation Oblimin. Nous avons choisi la rotation Oblimin car elle présuppose que les construits ne sont pas indépendants.

Nous allons maintenant détailler la procédure suivie qui est la même pour les trois médias (Annexe 2, page 329). Nous réalisons les analyses factorielles en trois étapes. Nous commençons par les échelles de croyances liées à l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue, l'influence sociale perçue et les conditions facilitatrices perçues. Puis, nous testons l'échelle de croyance liée à la dimension attitude. Pour finir, nous vérifions comment se comportent les items de l'intention comportementale. Nous avons choisi de réaliser les analyses dans cet ordre compte tenu de la nature des variables. En effet, l'intention comportementale est la variable dépendante de notre modèle, nous décidons donc de vérifier séparément cette dimension. On sait par ailleurs que selon Davis (1989), l'attitude est un médiateur de l'utilité et la facilité d'utilisation sur l'intention. Nous décidons donc de réaliser l'analyse factorielle de cette dimension seule sans les croyances liées à l'utilité perçue et à la facilité d'utilisation perçue.

Nous commençons par une analyse factorielle exploratoire car nous avons ajouté des items qui n'étaient pas présents dans les échelles issues de la littérature. Nous vérifions nos échelles en forçant l'analyse avec le nombre de facteurs prédits à travers le questionnaire. Certains items sont retirés des analyses car s'ils ne saturent sur aucune dimension et sont très peu corrélés au reste du questionnaire. Nous réitérons ensuite les analyses sans les items en question. Nous vérifions ensuite la fiabilité interne de chaque dimension via le test de l'alpha de Cronbach qui évalue la variation commune des items d'une même échelle. Les résultats montrent que la dimension intention d'utilisation présente deux sous-dimensions : l'intention d'utilisation au quotidien et l'intention d'utilisation pour des cas particuliers (cf. Tableau 3). Les deux facteurs extraits expliquent 87.209% de la variance totale pour l'animation 3D, 91.683% pour l'animation 2D et 90.227% pour les photos.

Facteurs	Items	Pourcentage de variance expliquée		
		Animation 3D	Animation 2D	Photos
Facteur 1 : Intention cas particulier	- J'ai l'intention d'utiliser les procédures incluant des animations 3D/ des animations 2D / des photos uniquement pour des maintenances complexes - J'ai l'intention d'utiliser les procédures incluant des animations 3D/ des animations 2D / des photos uniquement pour des maintenances que je ne connais pas	21.656%	67.084%	29.189%
Facteur 2 : Intention quotidien	- Si j'avais accès aux procédures incluant des animations 3D/ des animations 2D / des photos, je pense que je les utiliserais à chaque réalisation d'une opération de maintenance - En supposant la mise en place de procédures incluant des animations 3D/ des animations 2D / des photos, j'ai l'intention de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance - En supposant la mise en place de procédures incluant des animations 3D/ des animations 2D / des photos, je prévois de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance	65.553%	24.599%	61.038%
Total de variance expliquée		87.209%	91.683%	90.227%

Tableau 3: Détail des facteurs extraits et pourcentage de variance expliquée pour la dimension liée à l'intention d'utilisation

Pour la dimension de l'attitude envers la technologie, nous remarquons qu'il y a deux sous-facteurs : l'attitude positive et l'attitude négative (cf. Tableau 4). En gras sont représentés les items qui se ne se retrouvent pas dans les mêmes facteurs pour les trois médias. Seul le média

photo présente l'item : « J'aimerais travailler avec ». Les deux facteurs extraits expliquent 65.559% de la variance totale expliquée pour l'animation 3D, 64.840% pour l'animation 2D et 66.406% pour les photos.

Facteurs	Animation 3D	Animation 2D	Photos
Facteur 1 : Attitude positive	18- serait ludique 16- rendrait le travail plus intéressant 20- serait un outil précieux	53- serait ludique 51- rendrait le travail plus intéressant 55- serait un outil précieux	88- serait ludique 86- rendrait le travail plus intéressant 90- serait un outil précieux 89- <b>J'aimerais travailler avec</b>
Pourcentage de variance expliquée	47.809%	41.136%	18.629%
Facteur 2 : Attitude négative	15- serait une mauvaise idée 22- serait nuisible à l'accomplissement de mes tâches	50- serait une mauvaise idée 51 serait nuisible à l'accomplissement de mes tâches	85- serait une mauvaise idée 92- serait nuisible à l'accomplissement de mes tâches
Pourcentage de variance expliquée	17.750%	23.703%	47.778%
Total de variance expliquée	65.559%	64.840%	66.406%

Tableau 4: Détail des facteurs extraits et pourcentage de variance expliquée pour la dimension liée à l'attitude

Nous conservons un seul facteur d'attitude qui correspond aux deux facteurs mis en évidence, c'est-à-dire attitude positive et attitude négative.

Les dimensions utilité perçue, facilité d'utilisation perçue, influence sociale perçue et conditions facilitatrices perçues ne présentent pas les mêmes items pour les trois médias. Les items gras sont ceux qui ne se retrouvent pas dans les trois formats (cf. Tableau 5). Ainsi, les conditions facilitatrices sont systématiquement retirées des analyses, nous obtenons trois dimensions : utilité perçue, facilité d'utilisation perçue et influence sociale perçue. Les facteurs extraits expliquent 70.447% de la variance totale expliquée pour l'animation 3D, 62.813% pour l'animation 2D et 68.624% pour les photos.

Facteurs	3D	2D	Photos
Facteur 1 : Utilité perçue	3- accomplir les tâches plus rapidement 5- augmenter ma productivité 7- faciliterait mon travail 9- Je serais plus efficace <b>1- utile dans mon travail</b>	38- accomplir les tâches plus rapidement 40- augmenter ma productivité 42- faciliterait mon travail 44- Je serais plus efficace <b>36- utile dans mon travail</b> <b>37- plus simples à comprendre que du texte</b>	73- accomplir les tâches plus rapidement 75- augmenter ma productivité 77- faciliterait mon travail 79- Je serais plus efficace
Pourcentage de variance expliquée	10.212%	9.036%	7.721%
Facteur 2 : Facilité d'utilisation perçue	6- réduire l'interprétation des informations 8- me paraît claire et compréhensible 10- faciles à utiliser 11- faciliterait le repérage des éléments 12- apprendre à consulter facile pour moi 13- faciliterait ma compréhension des informations <b>2- plus simples à comprendre que du texte</b> <b>4- permettrait de renforcer la sécurité</b>	41- réduire l'interprétation des informations 43- me paraît claire et compréhensible 45- faciles à utiliser 46- faciliterait le repérage des éléments 47- apprendre à consulter serait facile pour moi 48- faciliterait ma compréhension des informations <b>39- permettrait de renforcer la sécurité</b>	76- réduire l'interprétation des informations 78- me paraît claire et compréhensible 80- faciles à utiliser 81- faciliterait le repérage des éléments 82- apprendre à consulter serait facile pour moi 83- faciliterait ma compréhension des informations <b>71- Je trouverais utile</b> <b>72- plus simples à comprendre que du texte</b>
Pourcentage de variance expliquée	5.495%	7.931%	10.434%
Facteur 3 : Influence sociale	24- Mon responsable hiérarchique direct m'encouragerait à utiliser 23- Mes collègues de travail m'encourageraient à utiliser <b>25- Je pense que la direction de mon entreprise pourrait soutenir la mise en place</b>	59- Mon responsable hiérarchique direct m'encouragerait à utiliser 58- Mes collègues de travail m'encourageraient à utiliser <b>60- Je pense que la direction de mon entreprise pourrait soutenir la mise en place</b>	94- Mon responsable hiérarchique direct m'encouragerait à utiliser 93- Mes collègues de travail m'encourageraient
Pourcentage de variance expliquée	7.355%	45.845%	50.469%
Facteur 4 : Conditions facilitatrices	<b>28- J'ai les connaissances nécessaires</b> <b>26- Je dispose des ressources nécessaires pour utiliser</b>	-	-
Pourcentage de variance expliquée	47.386%	-	-
Total de variance expliquée	70.447%	62.813%	68.624%

Tableau 5: Détail des facteurs extraits et pourcentage de variance expliquée pour les dimensions liées à l'utilité, la facilité d'utilisation, l'influence sociale et les conditions facilitatrices

On notera que les analyses factorielles ne font pas ressortir une structure équivalente entre les trois formats. Nous décidons de conserver les structures ressorties avec les analyses factorielles effectuées excepté pour l'attitude.

Une fois les analyses factorielles réalisées, nous vérifions la consistance interne des échelles redéfinies en calculant un alpha de Cronbach pour chaque dimension en fonction du format. Nous considérons la force de l'alpha suffisante lorsqu'elle est  $> .70$ . Toutes les dimensions du questionnaire, excepté les conditions facilitatrices de l'animation 3D ( $\alpha=.590$ ) et l'attitude pour l'animation 2D et photos, présentent un alpha de cronbach  $> .70$ , permettant de conclure à une bonne consistance interne. Cependant, il est à noter que la dimension intention d'utilisation au quotidien présente pour les trois médias un alpha très haut ; ce qui peut laisser supposer que les items sont très proches les uns des autres sémantiquement parlant.

Médias \ Dimensions du questionnaire	Animation 3D ( $\alpha$ )	Animation 2D ( $\alpha$ )	Photos ( $\alpha$ )
Utilité perçue (UT)	.904	.912	.911
Facilité d'utilisation (FAC)	.894	.853	.874
Attitude générale (ATT)	.758	.697	.683
Influence sociale (IS)	.899	.894	.943
Condition facilitatrice (CondF)	.590	-	-
Intention d'utilisation quotidienne (INTq)	.936	.962	.945
Intention d'utilisation dans des cas particuliers (INTe)	.821	.887	.899

Tableau 6: Test de consistance interne par dimensions et par formats

Nous allons maintenant présenter l'analyse des corrélations inter-dimensions pour tester les relations entre les dimensions du questionnaire.

### 3.1.2. Corrélations inter-dimensions

Nous étudions les corrélations entre les différentes dimensions du questionnaire (cf. Tableau 7). Nous nous basons sur les critères d'interprétation de la force des corrélations de Cohen (1988, cité par Yergeau & Poirier, 2013) : une corrélation autour de 0,10 est considérée comme faible, autour de 0,30 comme moyenne et supérieure à 0,50 comme forte.

Nous remarquons que les dimensions utilité perçue, facilité d'utilisation perçue et attitude présentent les corrélations les plus fortes ( $>.70$ ). Toutes les corrélations sont positives excepté l'intention d'utilisation pour des cas particuliers qui présente des corrélations négatives.

Dimensions du questionnaire		Utilité	Facilité	Influence sociale	Attitude	Intention quotidien	Intention cas particuliers
	Moyenne						
Utilité	5,42	1					
Facilité	5,90	,754**	1				
Influence sociale	5,09	,505**	,440**	1			
Attitude	5,48	,768**	,722**	,460**	1		
Intention quotidien	4,89	,634**	,403**	,452**	,542**	1	
Intention cas particuliers	4,30	-,220*	-,053	-,075	-,193*	-,464**	1

\*\* . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral). \* . La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

Tableau 7: Matrice de corrélations inter-dimensions pour l'animation 3D

Concernant l'animation 2D, les dimensions utilité perçue, facilité d'utilisation perçue et attitude présentent aussi les corrélations les plus fortes (cf. Tableau 8). Toutes les corrélations sont positives excepté l'intention d'utilisation pour des cas particuliers qui présente des corrélations négatives.

Dimensions du questionnaire		Utilité	Facilité	Influence sociale	Attitude	Intention quotidien	Intention cas particuliers
	Moyenne						
Utilité	5,32	1					
Facilité	5,69	,723**	1				
Influence sociale	5,06	,548**	,493**	1			
Attitude	5,34	,686**	,595**	,627**	1		
Intention quotidien	4,88	,513**	,256**	,389**	,409**	1	
Intention cas particuliers	4,01	-,156	,033	-,119	-,163	-,420**	1

\*\* . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral). \* . La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

Tableau 8: Matrice de corrélations inter-dimensions pour l'animation 2D

Les patterns de résultats du média incluant des photos sont semblables aux deux autres médias. Toutes les corrélations sont positives excepté l'intention d'utilisation pour des cas particuliers qui présente des corrélations négatives.

Dimensions du questionnaire		Utilité	Facilité	Influence sociale	Attitude	Intention quotidienne	Intention cas particuliers
	Moyenne						
Utilité	5,39	1					
Facilité	5,79	,756**	1				
Influence sociale	5,12	,405**	,409**	1			
Attitude	5,44	,630**	,656**	,461**	1		
Intention quotidien	5,27	,454**	,452**	,467**	,487**	1	
Intention cas particuliers	3,90	,095	,037	,003	-,039	-,297**	1

\*\* . La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral). \* . La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

Tableau 9: Matrice de corrélations inter-dimensions pour les photos

Les corrélations entre les dimensions des trois questionnaires sont dans l'ensemble positives et significatives. Nous allons maintenant nous intéresser aux moyennes à chaque dimension du questionnaire en fonction du format de procédure.

### 3.2. Comparaison des trois formats de procédure sur les dimensions du modèle d'acceptabilité des technologies

Nous demandons dans un premier temps aux répondants de référencer les formats qui, selon eux, remplissent le mieux leur fonction vis-à-vis de la tâche sélectionnée (cf. Figure 16).

Les résultats montrent que :

- L'animation 3D est la plus plébiscitée par les répondants (76,4% des répondants).
- L'animation 2D et les photos sont moins citées (entre 34 et 39%).

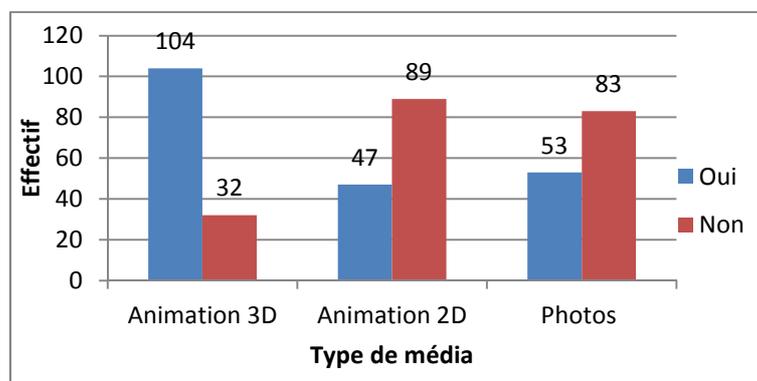


Figure 16: Adéquation entre le format et la tâche

Les répondants doivent ensuite classer les solutions en fonction de leur préférence pour faire évoluer les procédures de travail. Les résultats montrent que l'animation 3D est la plus appréciée par les participants. Viennent ensuite les photos et l'animation 2D (cf. Figure 17).

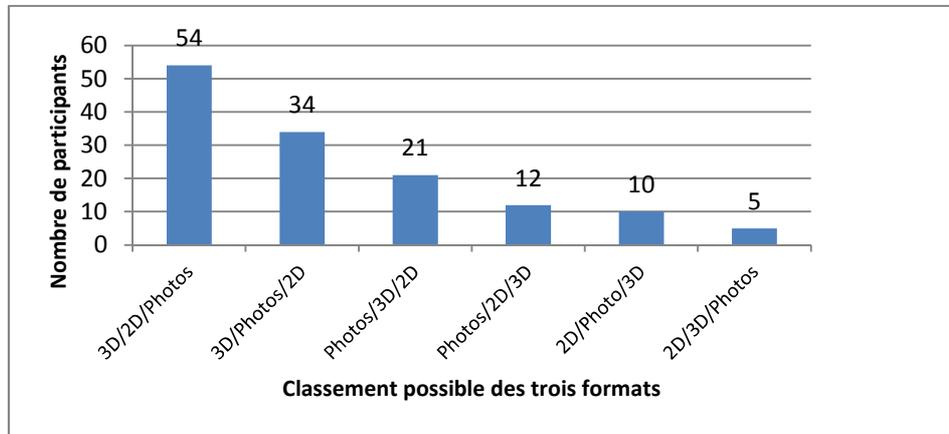


Figure 17: Préférence spontanée des répondants vis-à-vis des trois formats

Afin de vérifier l'avis des répondants concernant ces deux premiers points abordés (adéquation et préférence spontanée), nous comparons les trois formats en termes d'utilité, de facilité d'utilisation... En effet, nous faisons l'hypothèse qu'il existe un effet du format de présentation des procédures sur la perception des formats par les utilisateurs, de telle sorte que les participants perçoivent le format photo comme plus facile d'utilisation, comme ayant les conditions organisationnelles les plus propices à son utilisation et comme ayant davantage l'intention de l'utiliser. A contrario, les participants percevront le format animation 3D comme plus utile et auront une attitude favorable envers ce format en comparaison au format animation 2D et photo. Aucune différence entre les formats n'est attendue sur la dimension influence sociale. Afin de vérifier s'il existe des différences significatives entre les trois formats de procédures sur chacune des dimensions du modèle d'acceptation des technologies, nous comparons via un test *t* pour échantillons appariés les moyennes à chaque dimension en fonction des types de médias. Nous choisissons ce test car il peut être utilisé pour des participants qui sont exposés à deux conditions expérimentales (Yergeau & Poirier, 2013). Ainsi, le test *t* pour échantillons appariés compare les participants avec eux-mêmes. Ce type de test, permet de vérifier les différences de moyennes qui existent entre les deux variables mesurées pour le même individu ou pour la paire d'observations.

Les résultats ne révèlent pas de différence significative en termes d'utilité perçue entre les trois formats de procédures. L'animation 3D ( $M=5,42$ ), l'animation 2D ( $M=5,32$ ) et les photos ( $M=5,39$ ) sont perçues comme utiles. Par contre, les participants perçoivent

l'animation 3D ( $M=5,90$ ) comme plus facile d'utilisation que l'animation 2D ( $M=5,69$ ),  $t(135)=3,670$ ,  $p<.05$  (cf.Figure 18). Aucune différence n'est trouvée entre l'animation 3D et les photos ( $M=5,79$ ),  $t(135)=-1,418$ ,  $p=.141$ , ni entre l'animation 2D ( $M=5,69$ ) et les photos ( $M=5,79$ ),  $t(135)=1,418$ ,  $p=.159$ .

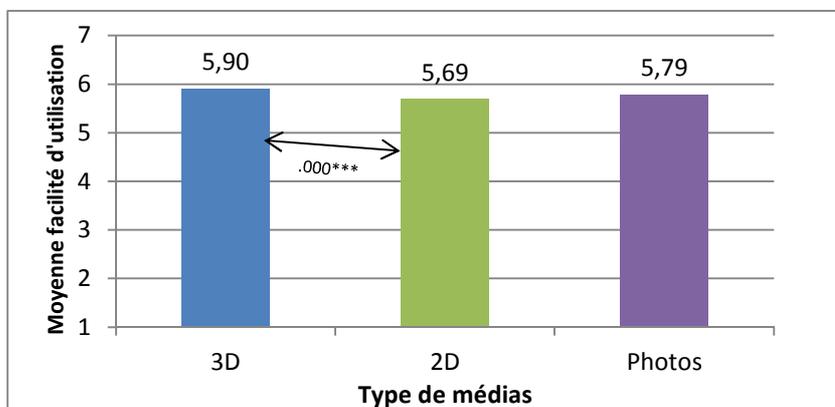


Figure 18: Moyennes de la facilité d'utilisation en fonction du format de procédure

Concernant l'attitude envers les médias, les participants ont une attitude plus positive pour l'animation 3D ( $M=5,48$ ) que l'animation 2D ( $M=5,34$ ),  $t(135)=2,198$ ,  $p<.05$ . Aucune différence n'est trouvée entre l'animation 3D ( $M=5,48$ ) et les photos ( $M=5,44$ ),  $t(135)=-.435$ ,  $p=.664$  et entre l'animation 2D ( $M=5,34$ ) et les photos ( $M=5,44$ ),  $t(135)=-1,727$ ,  $p=.087$  (cf.Figure 19).

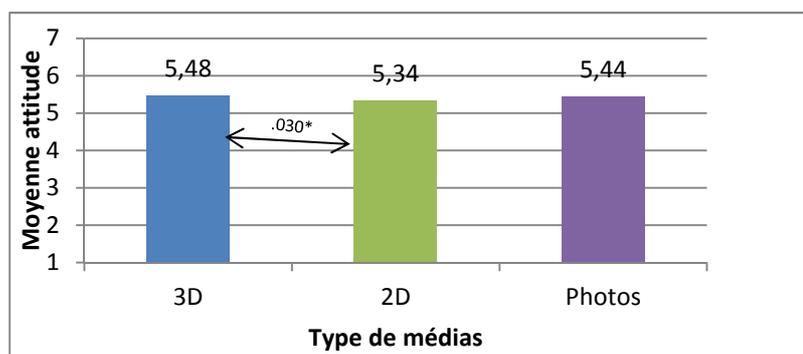


Figure 19: Moyennes de l'attitude en fonction du format de procédure

De plus, les résultats ne révèlent pas de différence significative en termes d'influence sociale entre les trois formats de procédures, c'est-à-dire que les participants perçoivent autant d'influence de leurs collègues à utiliser l'animation 3D ( $M=5,09$ ), l'animation 2D ( $M=5,06$ ) que les photos ( $M=5,12$ ). Par contre, en termes d'intention d'utilisation au quotidien, les participants sont plus enclins à vouloir utiliser les procédures incluant des photos ( $M=5,27$ ) que les procédures incluant des animations 3D ( $M=4,89$ ),  $t(135)=3,501$ ,  $p<.05$  et celles

incluant des animations 2D ( $M=4.88$ ),  $t(135)=-3.927$ ,  $p<.05$  (cf.Figure 20). Aucune différence n'a été trouvée entre l'animation 3D ( $M=4.89$ ) et l'animation 2D ( $M=4.88$ ),  $t(135)=.092$ ,  $p=.927$ .

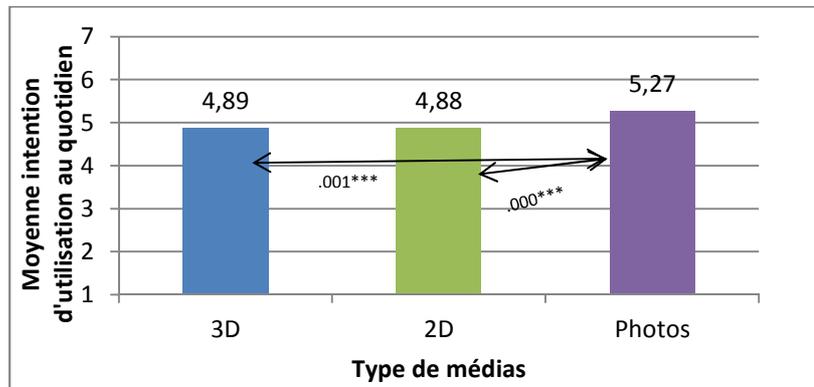


Figure 20: Moyennes de l'intention d'utilisation au quotidien en fonction du format de procédure

De plus, concernant l'intention d'utilisation dans des cas particuliers, aucune différence significative n'est montrée entre l'animation 2D ( $M=4.01$ ) et les photos ( $M=3.90$ ),  $t(135)=.849$ ,  $p=.397$  (cf.Figure 21). Cependant, les participants sont plus enclins à vouloir utiliser dans des cas particuliers (maintenance complexe ou inconnue) les procédures incluant des animations 3D ( $M=4.30$ ) que des animations 2D ( $M=4.01$ ),  $t(135)=3.075$ ,  $p<.05$  et des photos ( $M=3.90$ ),  $t(135)=-3.122$ ,  $p<.05$

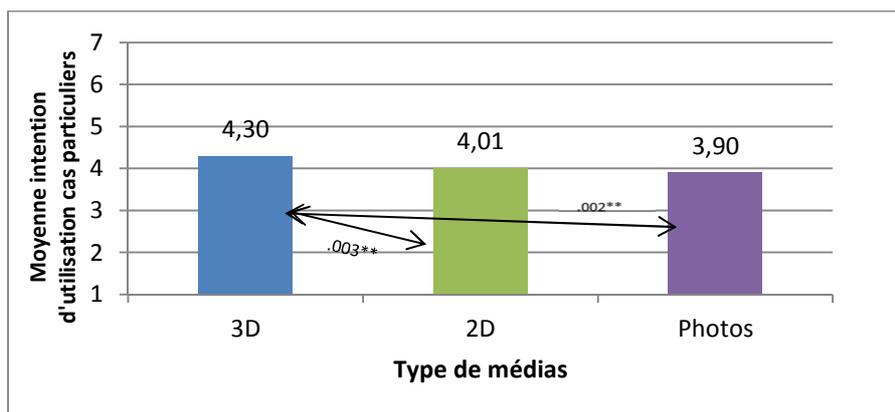


Figure 21: Moyennes de l'intention d'utilisation cas particuliers en fonction du format de procédure

Nous résumons ces analyses de comparaison de moyennes entre les trois formats dans le Tableau 10 ci-dessous.

Dimensions du modèle d'acceptation des technologies	Comparaison des médias deux à deux			
		N	t	p
Utilité	Animation 3D (M=5.42) - Animation 2D (M= 5.32)	135	1,324	.188
	Animation 2D (M= 5.32) - Photos (M=5.39)	135	-,753	,453
	Photos (M=5.39) - Animation 3D (M=5.42)	135	-,357	,722
Facilité d'utilisation	Animation 3D (M=5.90) - Animation 2D (M= 5.69)	135	3,670	<b>.000</b>
	Animation 2D (M= 5.69) -Photos (M= 5.79)	135	-1,418	,159
	Photos (M= 5.79) - Animation 3D (M=5.90)	135	-1,482	,141
Attitude	Animation 3D (M=5.48) - Animation 2D (M= 5.34)	135	2,198	<b>.030</b>
	Animation 2D (M= 5.34) – Photos (M=5.44)	135	-1,727	,087
	Photos (M=5.44) – Animation 3D (M=5.48)	135	-,435	,664
Influence sociale	Animation 3D (M=5.09) - Animation 2D (M=5.06)	135	.449	.654
	Animation 2D (M=5.06) – Photos (M=5.12)	135	-,949	,344
	Photos (M=5.12) – Animation 3D (M=5.09)	135	,409	,684
Intention utilisation quotidien	Animation 3D (M=4.89) - Animation 2D (M=4.88)	135	.092	.927
	Animation 2D (M=4.88) – Photos (M=5.27)	135	-3.927	<b>.000</b>
	Photos – (M=5.27) - Animation 3D (M=4.89)	135	3.501	<b>.001</b>
Intention utilisation cas particuliers	Animation 3D (M= 4.30) - Animation 2D (M=4.01)	135	3.075	<b>.003</b>
	Animation 2D (M=4.01) – Photos (M=3.90)	135	.849	.397
	Photos (M=3.90) – Animation 3D (M= 4.30)	135	-3.122	<b>.002</b>

Tableau 10: Synthèse des résultats de la comparaison de moyennes aux dimensions du modèle d'acceptabilité en fonction des formats de procédure

Nous remarquons que les trois formats que ce soit l'animation 3D, l'animation 2D ou les photos, sont perçus de manière positive (scores >4). Nous allons maintenant analyser quelles sont les croyances qui prédisent le plus l'intention d'utilisation des formats de procédures.

### 3.3. Analyse de l'effet des croyances sur l'acceptabilité des trois formats de procédure : test du modèle de l'UTAUT

Afin de tester nos hypothèses, nous réalisons des analyses en équations structurelles ; ce qui nous permet de tester l'intégralité du modèle. Les analyses factorielles réalisées précédemment révèlent des structures de dimensions différentes entre les trois médias. La variable dépendante « intention d'utilisation » est divisée en deux sous-dimensions :

- L'intention d'utilisation au quotidien
- L'intention d'utilisation dans des cas particuliers

Nous décidons de tester nos hypothèses avec les deux variables dépendantes. Ainsi, le modèle que nous testons est le suivant :

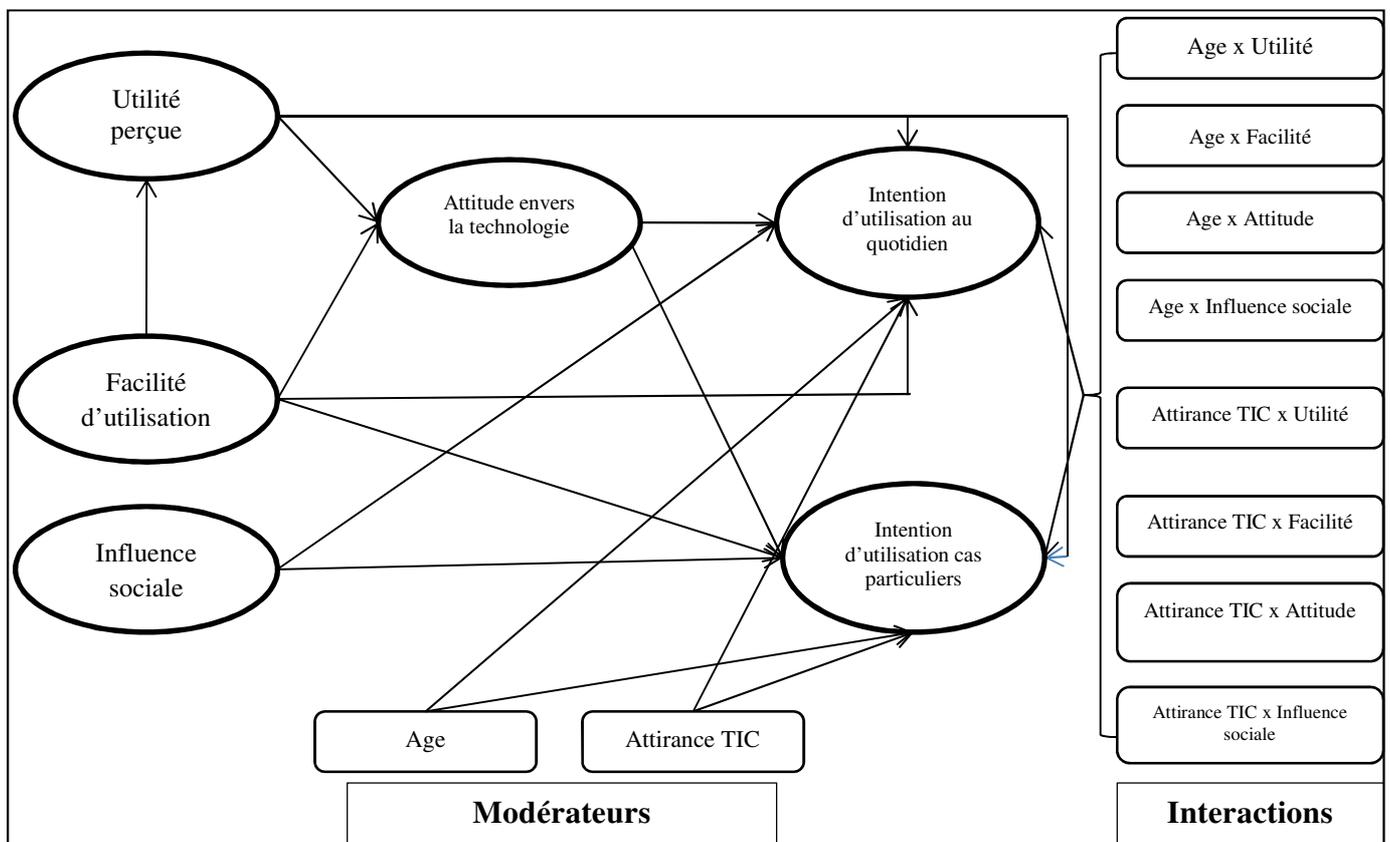


Figure 22: Modèle de l'étude 1

Dans un premier temps, nous réalisons les analyses factorielles confirmatoires, puis les analyses de structure du modèle qui correspond au test des hypothèses sur les trois formats de procédures. Nous commençons par tester chaque format individuellement avec les structures ressorties des analyses factorielles exploratoires réalisées précédemment que nous appelons modèles libres. Nous comparons les modèles libres entre eux pour décider lequel nous permet de mieux prédire nos résultats.

Nous commençons par présenter les analyses du format animation 3D.

### 3.3.1. Effets des croyances sur l'intention d'utiliser le format animations 3D

Nous commençons par réaliser les analyses factorielles confirmatoires qui appuient celles précédemment décrites. Nous décidons de retirer l'individu 96 qui est déviant par rapport aux autres. Nous testons le modèle complet présenté précédemment, puis, afin de tester la médiation concernant la dimension attitude, nous testons un modèle alternatif qui ne contient pas cette dimension. Nous retirons aussi la liaison entre la facilité d'utilisation et l'utilité perçue. Les résultats montrent que le meilleur modèle libre concernant l'animation 3D ne contient pas l'attitude. Celui-ci permet d'expliquer 59.9% de la variance de l'intention d'utilisation au quotidien et 19.8% de la variance d'intention d'utilisation cas particuliers.

Nous allons maintenant présenter ce modèle libre issu des analyses réalisées. Nous modifions le modèle dans le logiciel AMOS ; ce qui nous permet de tester en une fois la totalité du modèle. Nous vérifions tout d'abord les critères d'ajustement. Ces derniers nous permettent de valider ou d'invalider notre modèle tel que nous l'avons spécifié. Plusieurs indicateurs sont utilisés (Dampérat, 2013) :

- Les indices absolus permettent de mesurer l'adéquation entre le modèle proposé et les données collectées.
  - $\chi^2$  : 551.678
  - DDL : 349
  - RMSEA (Root Mean Square Residual) : 0,066 qui doit être < 0,06
- Les indices incrémentaux mesurent la différence d'ajustement entre le modèle théorique et un modèle indépendant qui postule l'absence de corrélation entre variables.
  - TLI (Tucker Lewis Index): 0,905 (doit être > 0,95)
  - CFI (Comparative Fit Index): 0,918 (doit être > 0,95)
- L'indice de parcimonie permet de mesurer la surestimation d'un modèle amélioré artificiellement par l'ajout de paramètre estimé :
  - $\chi^2/ddl$  : 1,581. Doit être < 2.

Nous voyons que les critères d'ajustements (RMSEA, TLI, CFI) se rapprochent marginalement des limites fixées pour chacun des critères. Ces résultats peuvent s'expliquer par le nombre insuffisant de participants (136). Cependant, ces critères étant proches des limites fixées, nous procédons à l'analyse des paramètres estimés du modèle de structure. Suite aux analyses factorielles confirmatoires, le modèle qui se révèle le plus pertinent ne comprend pas les dimensions de l'attitude et des conditions facilitatrices. Ces dernières sont

retirées du modèle, nous ne testerons pas les hypothèses correspondantes (hypothèses : 3, 5, 7 et 8).

Nous faisons l'hypothèse selon laquelle l'utilité perçue influence positivement l'intention d'utilisation (H1). Les résultats montrent un lien significatif positif entre l'utilité perçue et l'intention d'utilisation au quotidien ( $\lambda=1.065$  ;  $p < 0.001$ ) de telle sorte que plus les participants perçoivent le format de procédure incluant de l'animation 3D comme utile et plus ils ont l'intention de l'utiliser au quotidien. Cependant, l'utilité a un effet négatif significatif sur l'intention d'utilisation dans des cas particuliers ( $\lambda=-.783$  ;  $p < 0.001$ ) de telle sorte plus les participants perçoivent comme utile le format de procédures incluant de l'animation 3D et moins ils ont l'intention de l'utiliser uniquement dans des cas particuliers (maintenance complexe ou inconnue). L'hypothèse 1 est donc partiellement validée. En outre, nous vérifions s'il existe un effet des modérateurs sur le lien utilité perçue et intention. Aucun effet de l'âge n'est trouvé, l'hypothèse 1a est infirmée. Cependant, l'attirance envers les nouvelles technologies a un effet positif significatif sur le lien utilité perçue et intention d'utilisation au quotidien ( $\lambda=.350$ ;  $p <.001$ ) de telle sorte que plus les participants perçoivent l'animation 3D comme utile et plus ils ont l'intention de l'utiliser au quotidien et ce, d'autant plus qu'ils ont une forte attirance envers les nouvelles technologies. En outre, plus les participants perçoivent l'animation 3D comme utile et moins ils ont l'intention de l'utiliser uniquement dans des cas particuliers et ce, d'autant plus qu'ils ont une forte attirance envers les nouvelles technologies ( $\lambda=-.279$ ;  $p =.034$ ). L'hypothèse 1b est donc partiellement validée.

Concernant la facilité d'utilisation perçue, nous supposons qu'elle influence positivement l'intention d'utilisation (H2). Les résultats indiquent que la facilité d'utilisation perçue influence significativement et négativement l'intention d'utilisation quotidienne ( $\lambda=-.410$  ;  $p =.002$ ) alors qu'elle influence significativement et positivement l'intention d'utilisation pour des maintenances plus spécifiques ( $\lambda=.459$ ;  $p =.011$ ). Plus les participants perçoivent comme facile d'utilisation le format de procédures incluant de l'animation 3D et moins ils ont l'intention de l'utiliser au quotidien. Cependant, plus ils le perçoivent comme facile d'utilisation et plus ils ont l'intention de l'utiliser uniquement pour des cas particuliers. L'hypothèse 2 est en partie validée. De plus, aucun effet de l'âge n'est trouvé, l'hypothèse 2a est infirmée. L'attirance envers les nouvelles technologies a un effet significatif négatif sur le lien entre la facilité d'utilisation et l'intention d'utilisation au quotidien ( $\lambda=-.196$ ;  $p =.045$ ) de telle sorte que plus les participants perçoivent l'animation 3D comme facile d'utilisation et moins ils ont l'intention de l'utiliser au quotidien et ce, d'autant plus qu'ils ont une forte attirance envers les nouvelles technologies. L'hypothèse 2b est donc infirmée.

Dans la même lignée, l'influence sociale impacte l'intention d'utiliser le format de procédures incluant de l'animation 3D, de telle sorte que, plus les pairs influencent les participants à utiliser les procédures incluant de l'animation 3D et plus ils ont l'intention de les utiliser (H4a). Les résultats ne montrent pas de lien significatif entre l'influence sociale et l'intention d'utilisation au quotidien ( $\lambda=.078$ ;  $p=.264$ ) ni dans des cas particuliers ( $\lambda=.137$ ;  $p=.158$ ). L'hypothèse 4 est donc infirmée. Aucun effet de l'âge et de l'attirance envers les nouvelles technologies n'est trouvé. Les hypothèses 4a, 4b sont donc infirmées.

Ces trois premières hypothèses concernent le lien entre les croyances envers le format de procédures incluant l'animation 3D et l'intention que les utilisateurs ont de l'utiliser. La dernière hypothèse (H6), se réfère au lien entre la facilité d'utilisation perçue et l'utilité perçue. Ainsi, nous faisons l'hypothèse que la facilité d'utilisation perçue influence positivement l'utilité perçue (H6). Nous retrouvons ces résultats ( $\lambda=.807$ ;  $p < 0.001$ ). En l'occurrence, plus les participants perçoivent l'animation 3D comme facile d'utilisation et plus ils la trouvent utile. L'hypothèse 6 est non infirmée.

Les différents effets mis en évidence pour l'animation 3D sont résumés dans la Figure 23 ci-dessous.

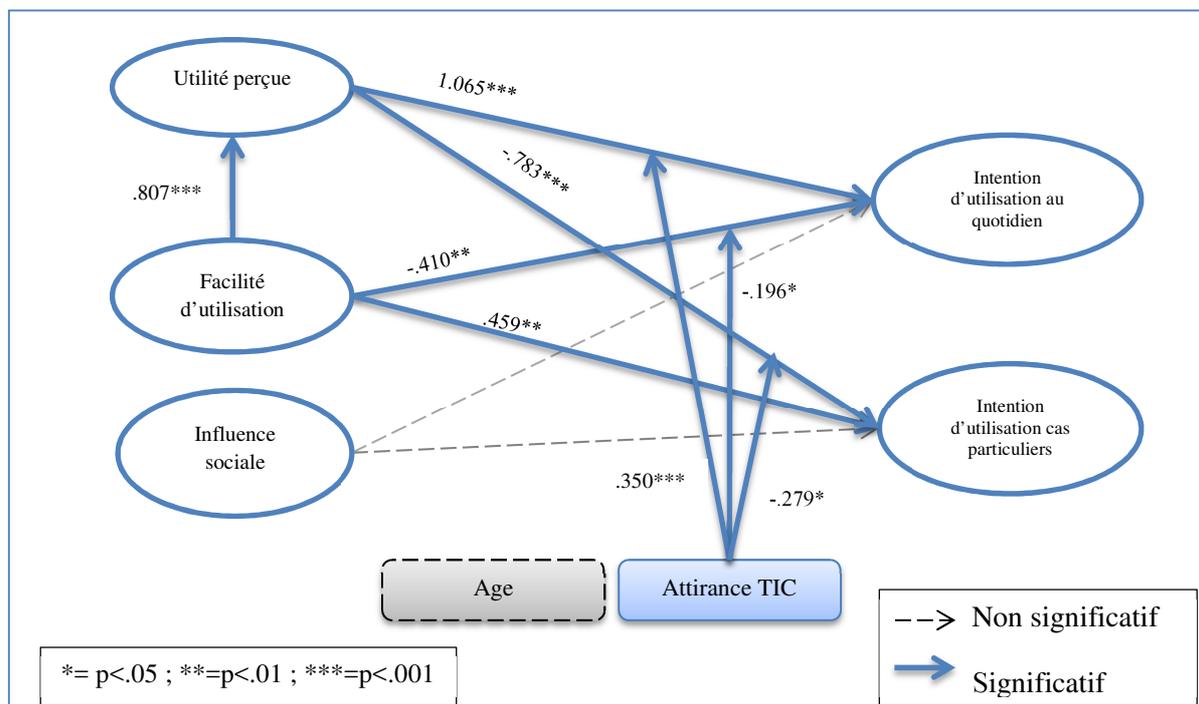


Figure 23: Résumé des effets mis en évidence concernant l'animation 3D

Tous les résultats des tests d'hypothèses sont référencés dans le Tableau 11 ci-après :

Variable dépendante		Variable indépendante	Estimate	S.E.	C.R.	P	Standardized regression weight ( $\lambda$ )
Utilité perçue	<---	Facilité d'utilisation (FAC)	1,000	,124	8,078	<.001	,807
Intention au quotidien	<---	Utilité (UT)	1,417	,189	7,505	<.001	1,065
Intention cas particuliers	<---	Utilité	-1,081	,264	-4,089	<.001	-,783
Intention au quotidien	<---	Facilité d'utilisation	-,676	,221	-3,059	,002	-,410
Intention cas particuliers	<---	Facilité d'utilisation	,785	,310	2,535	,011	,459
Intention cas particuliers	<---	Influence sociale (IS)	,189	,134	1,411	,158	,137
Intention au quotidien	<---	Influence sociale	,104	,093	1,117	,264	,078
Intention au quotidien	<---	Age	,009	,006	1,472	,141	,085
Intention cas particuliers	<---	Age	-,013	,009	-1,384	,166	-,112
Intention cas particuliers	<---	Attirance nouvelles technologies (Utech)	,145	,134	1,080	,280	,088
Intention au quotidien	<---	Attirance nouvelles technologies	-,121	,094	-1,289	,197	-,076
Intention au quotidien	<---	Age_x_UT	,004	,009	,415	,678	,039
Intention cas particuliers	<---	Age_x_UT	,000	,013	-,035	,972	-,005
Intention au quotidien	<---	Age_x_FAC	-,006	,013	-,422	,673	-,036
Intention cas particuliers	<---	Age_x_FAC	-,015	,019	-,783	,434	-,092
Intention au quotidien	<---	Age_x_IS	-,003	,007	-,378	,706	-,027
Intention cas particuliers	<---	Age_x_IS	,005	,010	,543	,587	,053
Intention cas particuliers	<---	Utech_x_IS	,146	,158	,926	,354	,090
Intention au quotidien	<---	Utech_x_IS	-,048	,110	-,440	,660	-,031
Intention cas particuliers	<---	Utech_x_FAC	,007	,282	,023	,981	,003
Intention au quotidien	<---	Utech_x_FAC	-,400	,199	-2,006	,045	-,196
Intention cas particuliers	<---	Utech_x_UT	-,419	,198	-2,115	,034	-,279
Intention au quotidien	<---	Utech_x_UT	,508	,136	3,745	<.001	,350

Tableau 11: Test des différents effets des croyances sur l'intention d'utiliser l'animation 3D dans les procédures

Nous testons maintenant les différents effets des croyances sur l'intention d'utiliser les procédures incluant des animations 2D.

### 3.3.2. Effets des croyances sur l'intention d'utiliser le format animations 2D

Nous commençons par réaliser les analyses factorielles confirmatoires. Nous décidons de retirer les individus 67, 96 et 106 qui sont déviants par rapport aux autres. Les analyses factorielles réalisées confirment les analyses exploratoires réalisées auparavant. Nous testons le modèle présenté précédemment, puis, afin de tester la médiation concernant la dimension attitude, nous testons un modèle alternatif qui ne contient pas cette dimension. Enfin, nous retirons la liaison entre la facilité d'utilisation et l'utilité perçue. Le meilleur modèle libre est le même que pour l'animation 3D. Ce modèle permet d'expliquer 47.2% de la variance de

l'intention d'utilisation au quotidien et 20% de l'intention d'utilisation dans des cas particuliers. Nous vérifions tout d'abord les critères d'ajustement.

- Les indices absolus :
  - $\chi^2$  : 593.727
  - DDL : 350
  - RMSEA (Root Mean Square Residual) : 0,073 qui doit être  $< 0,06$
- Les indices incrémentaux :
  - TLI (Tucker Lewis Index): 0,892 (doit être  $> 0,95$ )
  - CFI (Comparative Fit Index): 0,907 (doit être  $> 0,95$ )
- L'indice de parcimonie :
  - $\chi^2/ddl$  : 1,696 (doit être  $< 2$ )

Nous voyons que les critères d'ajustements (RMSEA, TLI, CFI) se rapprochent marginalement des limites fixées pour chacun des critères. Cependant, ces critères étant proches des limites fixées, nous procédons à l'analyse des paramètres estimés du modèle de structure. De la même manière que pour le format animation 3D présenté précédemment, le modèle qui se révèle le plus pertinent ne comprend pas les dimensions de l'attitude et des conditions facilitatrices. Ces dernières sont retirées du modèle, nous ne testerons pas les hypothèses correspondantes (hypothèses : 3, 5, 7 et 8).

En ce qui concerne les trois premières hypothèses, nous faisons l'hypothèse que l'utilité perçue influence positivement l'intention d'utilisation (H1). Les résultats montrent un lien significatif positif entre l'utilité perçue et l'intention d'utilisation au quotidien ( $\lambda=1.104$ ;  $p < 0.001$ ), de telle sorte que plus les participants perçoivent le format de procédures incluant de l'animation 2D comme utile et plus ils ont l'intention de l'utiliser au quotidien. Cependant, l'utilité perçue a un effet négatif significatif sur l'intention d'utilisation dans des cas particuliers ( $\lambda=-.878$  ;  $p < 0.001$ ), de telle sorte que plus les participants perçoivent comme utile le format de procédures incluant de l'animation 2D et moins ils ont l'intention de l'utiliser uniquement dans des cas particuliers. L'hypothèse 1 est donc partiellement validée. Nous testons ensuite, s'il existe un effet des modérateurs sur le lien utilité perçue et intention. Aucun effet de l'âge n'est trouvé. L'hypothèse 1a est infirmée. Cependant, un effet négatif significatif de l'attirance envers les nouvelles technologies sur le lien utilité perçue et intention d'utilisation dans des cas particuliers est trouvé ( $\lambda=-.348$ ;  $p =.005$ ), de telle sorte que plus les participants perçoivent l'animation 3D comme utile et moins ils ont l'intention de l'utiliser uniquement dans des cas particuliers et ce, d'autant plus qu'ils ont une forte attirance envers les nouvelles technologies. L'hypothèse 1b est partiellement validée.

La deuxième hypothèse suppose que la facilité d'utilisation perçue influence positivement l'intention d'utilisation (H2). Les résultats indiquent que la facilité d'utilisation

perçue influence significativement et négativement l'intention d'utilisation quotidienne ( $\lambda = -.791$ ;  $p < .001$ ) alors qu'elle influence significativement et positivement l'intention d'utilisation pour des maintenances plus spécifiques ( $\lambda = .910$ ;  $p < .001$ ). Plus les participants perçoivent comme facile d'utilisation le format de procédures incluant de l'animation 2D et moins ils ont l'intention de l'utiliser au quotidien. Cependant, plus ils le perçoivent comme facile d'utilisation et plus ils ont l'intention de les utiliser uniquement dans des cas particuliers. L'hypothèse 2 est en partie infirmée. Aucun effet des modérateurs (âge et attirance envers les nouvelles technologies) n'est trouvé, les hypothèses 2a et 2b sont infirmées.

La troisième hypothèse suppose que plus les participants sont influencés par leurs pairs et plus ils ont l'intention d'utiliser les procédures incluant de l'animation 2D (H4). Les résultats montrent un lien significatif positif entre l'influence sociale perçue et l'intention d'utilisation au quotidien ( $\lambda = .271$ ;  $p = .004$ ) et un lien négatif significatif entre l'influence sociale et l'intention d'utilisation pour des cas particuliers ( $\lambda = -.224$ ;  $p = .043$ ). Plus les participants sont influencés par leur pairs pour utiliser des procédures incluant de l'animation 2D et plus ils ont l'intention de les utiliser au quotidien et moins ils ont l'intention de les utiliser uniquement dans des cas particuliers. L'hypothèse 4 est en partie validée. Aucun effet des modérateurs n'est trouvé, les hypothèses 4a et 4b sont infirmées.

Ces trois premières hypothèses confirment un effet des croyances envers le format de procédure incluant l'animation 2D et l'intention d'utilisation. La dernière hypothèse propose que la facilité d'utilisation perçue influence positivement l'utilité perçue (H6). Nous retrouvons ce résultat ( $\lambda = .857$ ;  $p < 0.001$ ), plus les participants perçoivent l'animation 2D comme facile d'utilisation et plus ils la trouvent utile. L'hypothèse 6 est non infirmée.

Concernant les modérateurs, nous faisons l'hypothèse que l'âge et l'attirance envers les nouvelles technologies influencent les liens entre les dimensions du modèle et l'intention d'utilisation. Un effet simple de l'âge a été trouvé, de telle sorte que plus les participants sont âgés et plus ils ont l'intention d'utiliser les procédures incluant de l'animation 2D au quotidien ( $\lambda = .180$ ;  $p = .007$ ).

Les différents effets mis en évidence pour l'animation 2D sont résumés dans la Figure 24 ci-après :

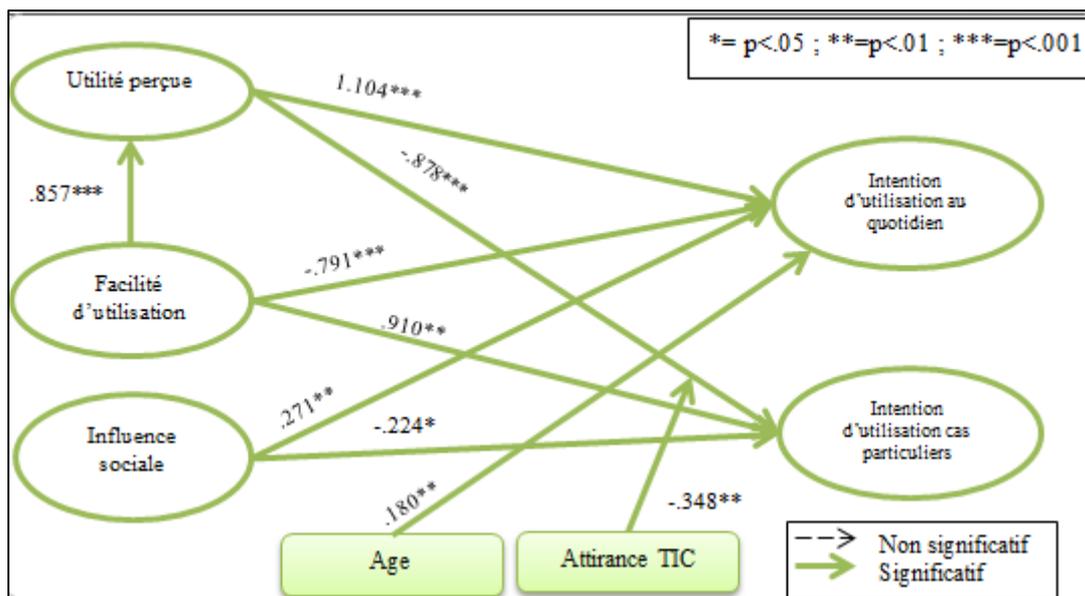


Figure 24: Résumé des effets mis en évidence concernant l'animation 2D

Tous les résultats des tests d'hypothèses sont référencés dans le Tableau 12 ci-dessous :

Variable dépendante		Variable indépendante	Estimate	S.E.	C.R.	P	Standardized regression weight ( $\lambda$ )
UTILITE	<---	Facilite d'utilisation	1,079	,112	9,657	<.001	,857
Intention au quotidien	<---	Influence sociale	,437	,151	2,898	<b>,004</b>	,271
Intention cas particuliers	<---	Influence sociale	-,441	,218	-2,020	<b>,043</b>	-,224
Intention au quotidien	<---	Age	,020	,008	2,679	<b>,007</b>	,180
Intention cas particuliers	<---	Age	-,008	,011	-,723	,470	-,058
Intention au quotidien	<---	Age_x_UT	-,014	,012	-1,182	,237	-,114
Intention cas particuliers	<---	Age_x_UT	,003	,017	,164	,870	,019
Intention au quotidien	<---	Age_x_FAC	,015	,014	1,046	,296	,095
Intention cas particuliers	<---	Age_x_FAC	-,011	,021	-,524	,600	-,057
Intention au quotidien	<---	Age_x_NS	-,002	,008	-,258	,796	-,019
Intention cas particuliers	<---	Age_x_NS	,005	,011	,476	,634	,043
Intention au quotidien	<---	MoyUTECH2D	,092	,110	,838	,402	,057
Intention cas particuliers	<---	MoyUTECH2D	,108	,161	,674	,500	,056
Intention au quotidien	<---	Utech_x_UT	,166	,162	1,023	,306	,106
Intention cas particuliers	<---	Utech_x_UT	-,662	,238	-2,781	<b>,005</b>	-,348
Intention cas particuliers	<---	Utech_x_FAC	,612	,364	1,682	,093	,220
Intention au quotidien	<---	Utech_x_FAC	-,174	,248	-,701	,483	-,076
Intention cas particuliers	<---	Utech_x_NS	,234	,219	1,069	,285	,110
Intention au quotidien	<---	Utech_x_NS	-,230	,149	-1,544	,123	-,131
Intention au quotidien	<---	UTILITE	1,625	,270	6,028	< <b>,001</b>	1,104
Intention cas particuliers	<---	UTILITE	-1,574	,366	-4,299	< <b>,001</b>	-,878
Intention au quotidien	<---	Facilite	-1,466	,362	-4,048	< <b>,001</b>	-,791
Intention cas particuliers	<---	Facilite	2,054	,511	4,021	< <b>,001</b>	,910

Tableau 12: Test des différents effets des croyances sur l'intention d'utiliser l'animation 2D dans les procédures

Nous allons maintenant tester les effets des croyances sur l'intention d'utiliser les procédures incluant des photos.

### **3.3.3. Effets des croyances sur l'intention d'utiliser le format photos**

Nous commençons par réaliser les analyses factorielles confirmatoires. Nous décidons de retirer l'individu 96 qui est déviant par rapport aux autres. Les analyses réalisées confirment les analyses factorielles exploratoires réalisées auparavant. Nous réalisons la même procédure que pour l'animation 3D et 2D. Ainsi, le meilleur modèle libre est le même que pour les deux formats précédents. Les dimensions testées expliquent 36.3% de la variance de l'intention d'utilisation au quotidien et 1% de la variance de l'intention cas particuliers. Nous vérifions les critères d'ajustement.

- Les indices absolus :
  - $\text{Khi}^2$  : 563.115
  - DDL : 299
  - RMSEA (Root Mean Square Residual) : 0,081
- Les indices incrémentaux :
  - TLI (Tucker Lewis Index): 0,860
  - CFI (Comparative Fit Index): 0,881
- L'indice de parcimonie :
  - $\text{Khi}^2/\text{ddl}$  : 1,883

Nous voyons que les critères d'ajustements (RMSEA, TLI, CFI) se rapprochent marginalement des limites fixées pour chacun des critères. Cependant, ces critères étant proches des limites fixées, nous procédons à l'analyse des paramètres estimés du modèle de structure. De la même manière que pour le format animation 3D et animation 2D présenté précédemment, le modèle qui se révèle le plus pertinent ne comprend pas les dimensions de l'attitude et des conditions facilitatrices. Ces dernières sont retirées du modèle, nous ne testerons pas les hypothèses correspondantes (hypothèses : 3, 5, 7 et 8).

La première hypothèse suppose que l'utilité perçue influence positivement l'intention d'utilisation (H1). Les résultats montrent un lien significatif positif entre l'utilité perçue et l'intention d'utilisation au quotidien ( $\lambda=.400$ ;  $p < 0.001$ ) de telle sorte que plus les participants perçoivent le format de procédures incluant des photos comme utile et plus ils ont l'intention de l'utiliser au quotidien. Aucun lien n'a été trouvé sur l'intention d'utilisation dans des cas particuliers. L'hypothèse 1 est non infirmée. De même, aucun effet des modérateurs (âge et attirance envers les nouvelles technologies) n'est trouvé. Les hypothèses 1a et 1b sont infirmées.

Pour la facilité d'utilisation perçue, nous supposons qu'elle influence positivement l'intention d'utilisation (H2). Aucun lien n'a été trouvé. L'hypothèse 2 est infirmée. De même, aucun effet des modérateurs n'est mis en évidence. Les hypothèses 2a et 2b sont infirmées.

La troisième hypothèse précise que plus les participants sont influencés par leurs pairs et plus ils ont l'intention d'utiliser les procédures incluant des photos (H4). Les résultats montrent un lien significatif positif entre l'influence sociale perçue et l'intention d'utilisation au quotidien ( $\lambda=.253$ ;  $p= .004$ ) mais aucun lien sur l'intention d'utilisation des cas particuliers. Plus les participants sont influencés par leurs pairs à utiliser des procédures incluant des photos et plus ils ont l'intention de les utiliser au quotidien. L'hypothèse 4 est en partie validée. Aucun effet des modérateurs n'est mis en évidence. Les hypothèses 4a et 4b sont infirmées.

Ces trois premières hypothèses concernent le lien entre les croyances envers le format de procédures incluant des photos et l'intention que les utilisateurs ont de l'utiliser. La dernière hypothèse (H6) se réfère au lien entre la facilité d'utilisation et l'utilité perçue. Nous faisons l'hypothèse que la facilité d'utilisation influence positivement l'utilité perçue (H6). Nous obtenons des résultats qui vont dans ce sens ( $\lambda=.863$ ;  $p < 0.001$ ) ; plus les participants perçoivent les photos comme faciles d'utilisation et plus ils les trouvent utiles. L'hypothèse 6 est non infirmée. Concernant les modérateurs, un effet simple de l'attirance envers les nouvelles technologies a été trouvé sur l'intention d'utilisation dans des cas particuliers ( $\lambda=-.141$ ;  $p =.049$ ) de telle sorte que plus les participants ont une forte attirance envers les nouvelles technologies et moins ils ont l'intention de les utiliser uniquement dans des cas particuliers. Les différents effets mis en évidence pour l'animation 3D sont résumés dans la Figure 25 ci-après :

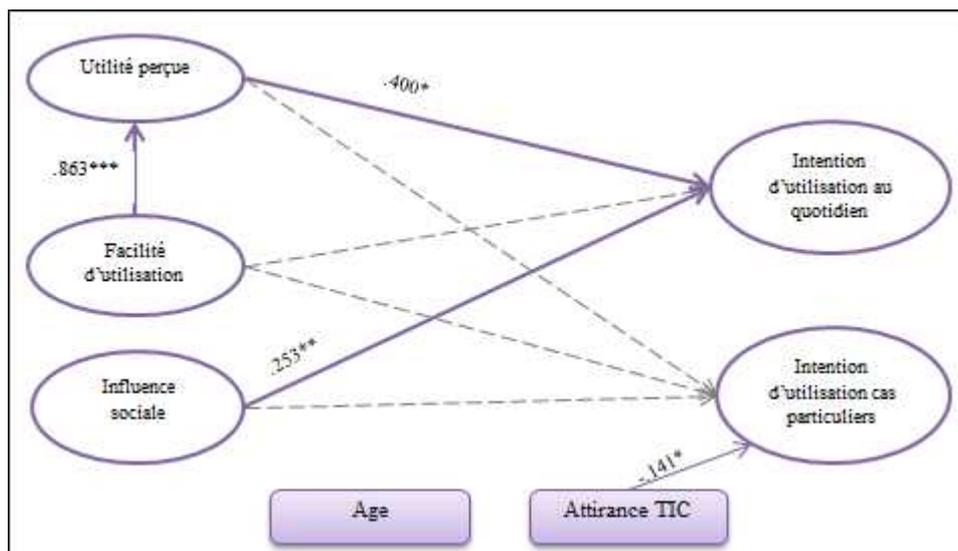


Figure 25: Résumé des effets mis en évidence concernant les photos

Tous les résultats des tests d'hypothèses sont référencés dans le Tableau 13 suivant :

Variable dépendante		Variable indépendante	Estimate	S.E.	C.R.	P	Standardized regression weight ( $\lambda$ )
Utilité	<---	Facilite d'utilisation	1,288	,153	8,422	<b>&lt;,001</b>	,863
Intention au quotidien	<---	Influence sociale	,283	,096	2,938	<b>,003</b>	,253
Intention cas particuliers	<---	Influence sociale	,198	,162	1,221	,222	,099
Intention au quotidien	<---	Age_x_UT	-,007	,011	-,627	,531	-,065
Intention cas particuliers	<---	Age_x_UT	-,018	,018	-,1019	,308	-,100
Intention au quotidien	<---	Age_x_FAC	,014	,014	,993	,321	,104
Intention cas particuliers	<---	Age_x_FAC	,007	,024	,303	,762	,030
Intention au quotidien	<---	Age_x_NS	-,004	,006	-,687	,492	-,049
Intention cas particuliers	<---	Age_x_NS	,003	,011	,274	,784	,019
Intention au quotidien	<---	Utech_x_UT	,174	,161	1,076	,282	,124
Intention cas particuliers	<---	Utech_x_UT	-,178	,273	-,649	,516	-,071
Intention au quotidien	<---	Utech_x_FAC	-,097	,222	-,436	,663	-,051
Intention cas particuliers	<---	Utech_x_FAC	-,465	,378	-,1,229	,219	-,138
Intention cas particuliers	<---	Utech_x_NS	,014	,157	,092	,927	,006
Intention au quotidien	<---	Utech_x_NS	-,063	,093	-,678	,498	-,049
Intention au quotidien	<---	Age	,000	,007	,051	,959	,004
Intention cas particuliers	<---	Age	,014	,011	1,211	,226	,082
Intention au quotidien	<---	Attirance nouvelles technologies	,097	,100	,968	,333	,072
Intention cas particuliers	<---	Attirance nouvelles technologies	-,340	,173	-,1,968	<b>,049</b>	-,141
Intention au quotidien	<---	Facilite d'utilisation	,094	,353	,266	,790	,052
Intention cas particuliers	<---	Facilite d'utilisation	,130	,595	,218	,827	,040
Intention au quotidien	<---	Utilité	,485	,228	2,124	<b>,034</b>	,400
Intention cas particuliers	<---	Utilité	-,133	,381	-,349	,727	-,061

Tableau 13: Test des différents effets des croyances sur l'intention d'utiliser les photos dans les procédures

Nous venons de présenter les résultats pour les trois formats de procédures. Nous présentons un récapitulatif des résultats en fonction des hypothèses dans les tableaux suivants (cf. Tableau 14) :

Hypothèses	Variables indépendantes	Variables dépendantes	Animation 3D		Animation 2D		Photos	
			P	$\lambda$	p	$\lambda$	p	$\lambda$
Hyp 1	Utilité perçue (UT)	Intention d'utilisation au quotidien (INTQ)	<.001	1,065	<.001	1,104	,034	,400
		Intention d'utilisation cas particuliers (INTCP)	<.001	-,783	<.001	-,878	,727	-,061
Hyp 2	Facilité d'utilisation (FAC)	INTQ	,002	-,410	<.001	-,791	,790	,052
		INTCP	,011	,459	<.001	,910	,827	,040
Hyp 4	Influence sociale (IS)	INTQ	,264	,078	,004	,271	,003	,253
		INTCP	,158	,137	,043	-,224	,222	,099
-	Age (AGE)	INTQ	,141	,085	,007	,180	,959	,004
		INTCP	,166	-,112	,470	-,058	,226	,082
-	Attirance vers les NTIC (AttNT)	INTQ	,197	-,076	,402	,057	,333	,072
		INTCP	,280	,088	,500	,056	,049	-,141
Hyp 1a	UT*AGE	INTQ	,678	,039	,237	-,114	,531	-,065
		INTCP	,972	-,005	,870	,019	,308	-,100
Hyp 1b	UT*AttNT	INTQ	,034	-,279	,306	,106	,282	,124
		INTCP	<.001	,350	,005	-,348	,516	-,071
Hyp 2a	FAC*AGE	INTQ	,673	-,036	,296	,095	,321	,104
		INTCP	,434	-,092	,600	-,057	,762	,030
Hyp 2b	FAC*AttNT	INTQ	,045	-,196	,483	-,076	,663	-,051
		INTCP	,981	,003	,093	,220	,219	-,138
Hyp 4a	IS*AGE	INTQ	,706	-,027	,796	-,019	,492	-,049
		INTCP	,587	,053	,634	,043	,784	,019
Hyp 4b	IS*AttNT	INTQ	,660	-,031	,123	-,131	,927	,006
		INTCP	,354	,090	,285	,110	,498	-,049

Tableau 14: Tests des hypothèses 1 à 4 en fonction des formats de procédures

De la même façon, les résultats concernant l'hypothèse 6 qui stipule un lien entre la facilité d'utilisation perçue et l'utilité perçue pour les trois formats de procédure sont résumés dans le Tableau 15 ci-dessous :

Variable dépendante : Utilité						
	Animation 3D		Animation 2D		Photos	
	p	$\lambda$	p	$\lambda$	p	$\lambda$
FAC	***	.807	***	.857	***	.863

Tableau 15: Test de l'hypothèse 6 : Influence de la facilité d'utilisation perçue sur l'utilité perçue

## Discussion

L'objectif de cette première étude est de comprendre comment des nouveaux formats de procédures de travail incluant soit des animations 3D, soit des animations 2D, soit des photos dans le domaine de la maintenance d'aéronefs, sont perçus par les utilisateurs. Les concepteurs des procédures de travail ne peuvent pas être certains que les améliorations proposées seront utilisées par la suite par les techniciens de maintenance. En effet, les nouvelles technologies ne sont pas forcément vues comme un bénéfice pour les salariés. Cette étude nous permet de montrer que les participants ne sont pas défavorables à l'utilisation d'informations visuelles pour améliorer les procédures de travail. En effet, d'une manière générale, les utilisateurs perçoivent positivement les trois nouveaux formats de procédures présentés (animation 3D, animation 2D, photos). Afin d'approfondir ces résultats, nous testons le modèle de l'UTAUT (Venkatesh et al., 2003) qui nous permet de voir quelles croyances (utilité perçue, facilité d'utilisation, attitude, conditions facilitatrices et influence sociale) prédisent l'intention d'utilisation. Ce modèle nous permet aussi de voir l'effet des caractéristiques individuelles telles que l'âge et l'attirance envers les nouvelles technologies sur le lien entre les croyances et l'intention comportementale.

Les résultats font ressortir plusieurs éléments, certains consistants avec la littérature, d'autres plus spécifiques au contexte dans lequel nous sommes intervenus. Ainsi, les analyses factorielles ont fait ressortir deux sous-dimensions de l'intention d'utilisation. Tout d'abord, une intention d'utilisation au quotidien, c'est-à-dire à chaque maintenance, puis une intention d'utilisation dans des cas spécifiques qui correspondent aux maintenances inconnues ou complexes. Ce résultat pose la question de la fréquence d'utilisation des procédures de travail par les utilisateurs. En effet, plusieurs niveaux de l'intention comportementale peuvent être décrits (Triandis, 1964, cité par Fishbein & Ajzen, 1975). Ainsi, une intention globale est constituée d'une large gamme d'intentions diversifiées pour effectuer des comportements variés à différents niveaux de spécificités. De la même façon, chaque intention spécifique dans un groupe défini peut être considérée comme basée sur une variété d'intentions plus spécifiques pour effectuer un comportement dans différentes situations et à différentes temporalités. Dans l'étude que nous menons, nous déterminons deux situations différentes : une utilisation à chaque maintenance ou une utilisation pour des cas plus spécifiques. En effet, dans la maintenance, il existe une multitude de tâches plus ou moins connues par les utilisateurs. L'utilisation de la procédure de travail ne suit donc pas la même logique, que l'on soit dans un tâche réalisée de nombreuses fois et maîtrisée par les utilisateurs ou que l'on soit

dans une tâche mal maîtrisée par les utilisateurs. Ce dernier point est soutenu par les résultats issus des formats de procédures incluant de l'animation 3D et de l'animation 2D. En effet, nous constatons qu'il existe un effet de l'utilité perçue et de la facilité d'utilisation perçue sur les deux types d'intention. Cependant, nous avons fait ressortir des résultats antagonistes. En effet, plus les utilisateurs perçoivent comme utiles les procédures incluant de l'animation 3D et de l'animation 2D et plus ils ont l'intention de les utiliser au quotidien. Par contre, plus les utilisateurs les perçoivent comme utiles, moins ils ont l'intention de les utiliser uniquement dans des maintenances spécifiques. A contrario, plus les utilisateurs perçoivent comme faciles d'utilisation ces mêmes formats de procédures, et plus ils ont l'intention de les utiliser uniquement dans des maintenances spécifiques. De la même manière, plus les utilisateurs les perçoivent comme faciles d'utilisation, moins ils ont l'intention de les utiliser dans des maintenances quotidiennes. Ces résultats font ressortir des besoins différents en fonction de la fréquence d'utilisation des procédures. Ainsi, un technicien rechercherait dans son travail quotidien une certaine efficacité dans la réalisation de la tâche. Le système doit donc permettre un gain de temps et des conditions de réalisations efficaces. Par contre, lorsque le technicien ne connaît pas ou ne maîtrise pas la tâche demandée, la facilité d'utilisation et de compréhension des procédures est mise en avant. Le système doit donc faciliter la compréhension de la tâche. Ces résultats nous font nous interroger sur le rôle de l'expérience dans l'utilisation des procédures de travail. Comme nous l'avons évoqué plus tôt, Zafiharimalala et Tricot (2009) constatent que les personnes expérimentées s'écartent davantage des instructions que les personnes inexpérimentées et développent des pratiques différentes que celles présentées dans les procédures. Etudier l'expérience d'une personne sur une tâche donnée permettrait une meilleure compréhension des croyances prédictives de l'intention comportementale. Les résultats que nous venons de présenter concernent seulement deux des formats de procédures étudiés (animation 3D, animation 2D). Le format photo est celui qui présente les critères d'ajustement les plus bas, c'est-à-dire qu'ils s'éloignent des limites fixées pour valider notre modèle. Nous pouvons nous demander si le format photo correspond bien à une technologie de l'information et de la communication. En effet, le modèle de l'UTAUT est surtout utilisé pour prédire l'intention d'utilisation vis-à-vis de technologies. L'animation 3D et 2D nécessite obligatoirement l'utilisation d'outil informatique. Le format photo quant à lui est imprimable, il se rapproche le plus des procédures actuelles utilisées par les techniciens.

En outre, les résultats montrent que l'influence sociale joue un rôle uniquement pour les formats photos et animation 2D dans le sens où elle permet de prédire l'intention d'utilisation

du format animation 2D et photo mais pas du format animation 3D. Nous expliquons ce résultat par la nature même des formats. En effet, ces deux formats sont ceux qui sont le plus proches des formats actuels ; il est donc plus facile pour les participants de se représenter l'apport de ce type de procédure.

Un des résultats qui est commun aux trois formats de procédures concerne l'effet significatif positif de la facilité d'utilisation sur l'utilité perçue. Plus les participants perçoivent le format de procédure comme facile d'utilisation et plus ils le perçoivent comme utile. En effet, ce résultat est consistant avec la littérature sur le TAM (Davis, 1993, Davis & Venkatesh, 1996 ; Mangin et al., 2012) qui montre que la facilité d'utilisation a un effet sur l'utilité perçue.

Par ailleurs, nous remarquons que les variables modératrices ont peu d'effet sur le lien entre les dimensions du modèle d'acceptabilité et l'intention d'utilisation. Plusieurs effets modérateurs de l'attirance envers les nouvelles technologies ont été trouvés concernant l'animation 3D et l'animation 2D. Ce résultat nous semble cohérent car l'animation 3D est le format qui est le plus poussé techniquement, les personnes attirées vers les technologies dans leur vie quotidienne perçoivent l'apport de ce type d'information et se représentent mieux la façon dont ils peuvent s'en servir. Cependant, aucun effet de l'âge comme modérateur n'a été mis en exergue. Nous supposons que ce résultat est dû à la taille de l'échantillon, ainsi qu'à la diversité de la population d'étude. De plus, les résultats ne font pas ressortir la présence de la dimension condition facilitatrice. Nous supposons que l'échantillon peut aussi jouer un rôle dans ce résultat car les répondants font partie d'organisations différentes qui présentent des conditions de travail qui ne sont pas équivalentes.

Un autre élément concerne la suppression de la dimension attitude envers la technologie comme médiateur de l'utilité et de la facilité d'utilisation sur l'intention comportementale. Dans la littérature, des résultats contraires sont présents pour expliquer le rôle de l'attitude dans la formation d'intention. Cependant, cette dimension n'est pas présente dans le modèle original de l'UTAUT (Venkatesh et al., 2003). En effet, les auteurs précisent que l'attitude joue un rôle seulement lorsque les cognitions spécifiques (correspondant à l'utilité perçue et à la facilité d'utilisation perçue) ne sont pas présentes dans le modèle. De plus, Fishbein et Ajzen (1975) précisent qu'il existe une relation forte entre l'attitude et l'intention seulement quand l'intention est mesurée de manière globale. Or dans notre étude, nous utilisons une mesure de l'intention spécifique.

## Conclusion

Cette étude nous permet de mieux comprendre la perception des trois nouveaux formats de procédures par les utilisateurs. Nous pouvons d'ores et déjà donner des pistes d'amélioration des procédures pour l'entreprise dans laquelle nous intervenons. Les participants constitués de techniciens, de managers mais aussi de rédacteurs techniques, ont évalué les nouveaux formats de procédure de manière positive. Cependant, les résultats font ressortir des besoins différents en fonction de la fréquence d'utilisation. En effet, prendre l'expérience du technicien sur le matériel nous semble essentiel compte tenu des résultats de l'étude car les besoins des techniciens semblent être différents en fonction des situations (maintenance connue ou inconnue). L'informatisation des procédures et des informations qui les contiennent peut représenter une amélioration pour les utilisateurs mais il faut prendre en compte les situations de travail dans lesquelles elles sont utilisées. En effet, un utilisateur peut avoir une perception à priori positive d'un nouveau système mais lorsqu'il doit l'utiliser dans son travail, des difficultés spécifiques aux situations de travail peuvent émerger. Une des perspectives de recherche future est de tester auprès d'utilisateurs ayant des niveaux d'expérience différents les nouveaux formats de procédures mis en place afin de voir comment ils peuvent s'insérer dans les situations de travail quotidien.

Plusieurs limites à notre étude peuvent être abordées. Tout d'abord, la population finale (136) n'est pas représentative de la population concernée par notre étude. En effet, ce questionnaire se remplit en 45 minutes environ. Nous avons eu des difficultés à obtenir les réponses de techniciens utilisant ces procédures de travail. En effet, beaucoup de managers et de techniciens experts ont répondu à cette étude. Cependant, ce ne sont pas les premiers utilisateurs des procédures de maintenance. Notre échantillon manque de représentativité de la population des techniciens de maintenance. De plus, la majorité des participants ont une spécialité en mécanique. Nous pensons que la prise en compte de la spécialité des utilisateurs est nécessaire car les tâches ne sont pas équivalentes. En effet, sur les conditions facilitatrices par exemple, les techniciens chargés de vérifier le fonctionnement des tableaux de bord réalisent la tâche assis dans le cockpit. Ces personnes ne subissent pas forcément les mêmes contraintes pour réaliser leur tâche que les techniciens spécialisés en mécanique par exemple qui doivent, dans certains cas, monter au sommet de l'appareil ou démonter une pièce peu accessible. De plus, la passation du questionnaire s'est déroulée par internet ; ce qui fait que nous n'avons pas la certitude que les participants ont répondu dans les meilleures conditions. Le logiciel que nous avons utilisé nous permet de faire varier l'ordre de présentation des

formats de procédures mais nous n'avons pas pu obtenir cette information. De ce fait, nous n'avons pas contrôlé de manière scientifique l'ordre de présentation des formats de procédures.

Cette première étude nous permet de cerner la perception des participants vis-à-vis de nouveaux formats de procédures de travail de maintenance d'aéronefs, mais nous n'avons pas pu étudier la dimension de l'usage car les participants avaient seulement une maquette des formats de procédures à évaluer. La maintenance d'aéronefs se déroulant sur des équipements très techniques, les conditions de travail peuvent varier d'une société à une autre mais aussi d'un atelier à un autre. Nous allons maintenant présenter la deuxième étude réalisée dans cette entreprise (Etude 2) qui correspond à la prise en compte de l'usage des trois formats de procédure.

## **Chapitre 6 : Etude de l'utilisation de nouveaux formats de procédures incluant des informations visuelles (Etude 2)**

### **1. Problématique et hypothèses**

Cette étude a pour objectif d'étudier l'impact des trois nouveaux formats de procédures (animation 3D, animation 2D et photos) sur le travail des techniciens. En effet, la première étude que nous venons de présenter a permis de montrer que les trois formats sont perçus différemment par les techniciens. Cependant, nous ne pouvons pas anticiper les problèmes liés aux conditions de travail. Ainsi, nous décidons de confronter les nouveaux formats avec les procédures de référence correspondantes, c'est-à-dire que nous observons la réalisation d'une tâche donnée avec soit un des nouveaux formats, soit avec la procédure habituellement utilisée par les techniciens.

Dans le domaine de l'aéronautique, Chaparro et al. (2004) précisent que les procédures sont citées comme premier facteur contribuant aux erreurs dans la maintenance. Or, une erreur de maintenance peut avoir comme conséquence un accident mortel. Les procédures doivent donc être les plus claires possibles.

Dans ce contexte, la modification du format des procédures en incluant des informations visuelles (animation 3D, animation 2D et photos) représente un enjeu non négligeable à la fois pour l'entreprise qui doit fiabiliser ses maintenances mais aussi pour les techniciens qui doivent s'adapter à ces nouveaux outils de travail. Plusieurs études démontrent le rôle bénéfique de l'utilisation simultanée de photos et de texte dans les procédures (Hegarty & Just, 1993 ; Gyselink, 1996 ; Ganier et al., 2000). Les animations peuvent aussi améliorer les performances des participants dans les tâches demandées comparativement à un format statique de type texte seul ou image seule (Ayres et al., 2009 ; Watson et al., 2010). Par exemple, Tapie et al. (2007) réalisent une étude dans le domaine de l'aéronautique et montrent que l'animation 3D favorise la compréhension de la tâche ainsi qu'une meilleure représentation mentale de cette dernière par les techniciens, c'est-à-dire qu'ils se représentent mieux la réparation du matériel. Cependant, l'utilisation de l'animation 3D peut être compliquée car les techniciens peuvent réaliser des maintenances pour lesquelles l'accès au matériel est difficile (maintenance à l'extérieur, en hauteur). Or, l'animation 3D amène obligatoirement l'utilisation d'outils informatiques. Nous pensons que confronter les nouveaux formats de procédures incluant de l'animation 3D, 2D et des photos à l'activité réelle des techniciens permettra d'anticiper les éventuelles difficultés rencontrées par ces

derniers. De plus, cela permettra de vérifier l'apport concret de ces derniers comparativement aux procédures de référence en termes d'utilité et d'utilisabilité. *La première hypothèse que nous formulons propose que les techniciens qui utilisent les nouveaux formats de procédures, incluant des informations visuelles, obtiennent de meilleures performances que ceux qui utilisent les procédures de référence (procédures habituellement utilisées par les techniciens).*

En outre, nous pensons que le niveau d'expérience des techniciens peut aussi jouer un rôle dans l'utilisation des procédures (Leplat, 1997). D'après une étude de Ribert-Van de Weerdt et Brangier (2000), les personnes expérimentées présentent une planification de leur activité plus organisée et cohérente que les personnes inexpérimentées. De plus, ils organisent la recherche de solutions selon une stratégie prédéterminée. Selon Gyselink (1996), la présentation d'illustrations facilite la construction d'un modèle mental de la procédure pour l'utilisateur. En outre, les nouveaux formats de procédures étudiés présentent moins d'informations textuelles que les procédures de référence mais conservent l'ordre des informations. Les techniciens expérimentés repéreront plus facilement les éléments visuels et se représenteront la tâche plus facilement que les techniciens novices. *La deuxième hypothèse que nous proposons spécifie que, les techniciens expérimentés auront de meilleures performances dans la réalisation de leur tâche que les techniciens inexpérimentés.*

Afin de répondre à ces hypothèses qui concernent la prise en compte à la fois du format de procédures et de l'expérience du technicien, nous allons maintenant présenter la méthodologie mise en place.

## **2. Méthodologie**

Dans cette partie, nous présentons la population d'étude, le matériel utilisé ainsi que la procédure de recueil des données.

### **2.1. Population d'étude**

Nous avons interrogé au total 38 participants. En plus, trois personnes sont sollicitées pour réaliser deux tâches qui concernent deux formats différents (animation 3D et animation 2D). Nous avons au total 41 observations et entretiens.

Les participants retenus ont des profils différents. En effet, les participants susceptibles d'utiliser les nouveaux formats testés sont toutes les personnes qui utilisent les procédures actuelles : instructeurs du centre de formation, clients Chinois en stage au centre de formation,

clients externes provenant de différents pays (France, Chine, Italie, Singapour), techniciens experts, stagiaires.

Les participants ont un âge qui varie entre 18 ans et 70 ans avec une moyenne d'âge de 36,7 ans. L'ancienneté des participants varie de 2 jours à 34 ans avec une moyenne de 7,9 ans. Nous catégorisons les techniciens en fonction de leur expérience, soit inexpérimentés, soit moyennement expérimentés, soit expérimentés (Annexe 3, page 354). Pour cela nous considérons à la fois l'ancienneté et l'expérience du technicien par rapport à la procédure correspondante (cf. Tableau 16).

Procédure testée	Age moyen	Sexe	Nationalité	Ancienneté moyenne	Spécialité	Expérience
Procédure de référence Animation 3D	32,8 ans	1 Femme 7 Hommes	6 Français 1 Chinois	4,8 ans	1 Electrique 7 Mécanique	3 inexpérimentés 2 moyennement expérimentés 3 expérimentés
Animation 3D	38,5 ans	6 Hommes	2 Français 3 Chinois 1 Anglais	9,8 ans	2 Avionique 4 Mécanique	3 inexpérimentés 1 moyennement expérimenté 2 expérimentés
Procédure de référence Animation 2D	39,3 ans	1 Femme 6 Hommes	7 Français	7,9 ans	3 Electrique 2 Avionique 2 Mécanique	4 inexpérimentés 3 expérimentés
Animation 2D	36,3 ans	7 Hommes	1 Français 6 Chinois	5,1 ans	6 Avionique 1 Mécanique	3 inexpérimentés 4 expérimentés
Procédure de référence Photos	35,2 ans	6 Hommes	6 Français	9,3 ans	6 Mécanique	1 inexpérimenté 3 moyennement expérimentés 2 expérimentés
Photos	38,3 ans	1 Femme 6 Hommes	3 Français 3 Chinois 1 canadien	10,6 ans	2 Avionique 5 Mécanique	2 inexpérimentés 2 moyennement expérimentés 3 expérimentés

Tableau 16 : Description des participants à l'étude 2 en fonction du format testé

## 2.2. Matériel et procédure

L'introduction de nouveaux formats de procédures impliquent un changement important (informations majoritairement textuelles versus animations et images). Nous choisissons de réaliser des tests utilisateurs afin de vérifier l'efficacité des nouveaux formats de procédures vis-à-vis des situations de travail mais aussi d'anticiper la situation future et d'identifier les problèmes liés à l'usage, à l'apprentissage et à la compréhension... Les tests utilisateurs sont souvent utilisés lors de la mise en place de nouveaux sites Internet et consistent à analyser le comportement des personnes interrogées en direct afin d'estimer si le site testé répond aux besoins des utilisateurs (Boucher, 2011). Bastien et Tricot (2008) précisent que « l'objectif de

ces tests est d'identifier les difficultés d'usage à partir des verbalisations suscitées ou spontanées des utilisateurs ou à partir d'indices de performances variés comme le temps requis pour l'exécution d'une tâche, l'exactitude des résultats, le nombre et le type d'erreurs commises » (p.216). Dans notre étude, l'objectif des tests utilisateurs est de comparer chacun des nouveaux formats de procédures (3D, 2D, texte + image), avec les procédures de référence associées (texte + plan éclaté). Pour cela, nous créons une grille d'observations et un guide d'entretien semi-directif.

### **2.2.1. Création de la grille d'observations et du guide d'entretien**

Nous sommes allés sur le terrain à deux reprises pour observer des situations de travail et nous entretenir avec plusieurs techniciens et techniciens experts. La première visite sur site a permis de mieux appréhender la demande ainsi que le contexte. Lors de cette visite, nous nous sommes entretenus avec trois techniciens experts qui interviennent sur site client dans un rôle de conseil essentiellement. Cela nous permet de mieux comprendre la variabilité de l'utilisation des procédures en fonction des clients et d'avoir une première vision du travail sur site client.

Lors de la deuxième visite, nous réalisons des observations générales dans un atelier de maintenance ; ce qui nous permet de mieux comprendre les pratiques vis-à-vis des procédures. Nous nous sommes entretenus avec trois techniciens de spécialités différentes (deux mécaniciens et un électronicien). Nous nous sommes servis de ces données pour créer la grille d'observation et définir les thèmes à aborder lors de l'entretien (Annexe 4, page 357)

Compte tenu de la variabilité des clients (Asie, Amérique, Europe), nous avons traduit la grille d'observation et le guide d'entretien en anglais. Pour cela, nous avons fait appel à une traductrice professionnelle.

### **2.2.2. Contenu de la grille d'observations et du guide d'entretien**

La grille d'observation présente trois grandes sections. La première concerne la description de la procédure qui permet de faire un état des lieux des procédures de référence mais aussi des nouveaux formats en termes de quantité d'informations mais aussi d'organisation des informations (format, nombre de mots, nombre de pages). La deuxième section appelée « pré-questionnaire » concerne les informations sociodémographiques (sexe, âge, spécialité...). La troisième section appelée « grille d'observations », est composée de

quatre grandes catégories d'observables en lien avec la littérature et les premières observations de terrain :

- l'efficacité : cette catégorie d'observables nous permet de vérifier si les buts visés sont atteints mais aussi de vérifier que le système utilisé permet de satisfaire les intentions (Dubois, 2011). L'efficacité dépend du contexte dans lequel nous intervenons. Elle est préalablement définie avec une analyse de l'activité en ergonomie (Brangier & Barcenilla, 2003). Dans le contexte dans lequel nous sommes intervenus, les procédures testées devaient répondre à trois objectifs en termes d'efficacité :
  - La réussite de la tâche
  - Un temps de réalisation de la tâche équivalent ou inférieur aux procédures de référence
  - Un nombre d'erreurs commises inférieur ou égal aux procédures de référence.

Nous vérifions aussi la tolérance aux erreurs (Dubois, 2011), c'est-à-dire que nous comptabilisons le nombre d'erreurs commises ainsi que le temps de récupération de ces erreurs.

- l'efficacité correspond à « la capacité de produire une tâche donnée avec le minimum d'efforts » (Barngier & Barcenilla, 2003, p.45). Nous établissons plusieurs critères pour évaluer cette catégorie :
  - Le temps passé sur la procédure
  - Le nombre de fois où la personne se réfère à la procédure
  - Les demandes d'aides
- la facilité d'utilisation : cette catégorie d'observables permet de vérifier si le produit est intuitif à l'utilisation. Nous vérifions si la personne a la possibilité d'utiliser les procédures et comment elle les utilise.

Nous notons sur cette grille d'observation, le déroulement de la maintenance ainsi que les déplacements des techniciens.

Le guide d'entretien est, quant à lui, composé de six grands thèmes qui se réfèrent aux catégories d'observables précédemment décrites :

- Données générales : Informations sur le déroulement de la maintenance
- Présentation de l'information: Emplacement, message visible, pictogrammes...
- Facilité d'utilisation : Utilisation, compréhension, clarté des informations...
- Efficacité / Utilité : Enchaînements des informations, apport du nouveau format, compatibilité avec les besoins...

- Efficience : Procédure adaptée, aide, utilisation des titres...
- Satisfaction / attitude : Perception de la procédure, amélioration des procédures

### 2.2.3. Pré-test

Compte tenu des exigences du terrain notamment en termes de confidentialité et des délais pour réaliser les études, nous n'avons pas pu procéder à un pré-test. La première observation nous permet de vérifier que les différentes catégories de la grille d'observation peuvent être évaluées.

## 2.3. Recueil des données

Le recueil des données est organisé en deux temps. Tout d'abord, nous réalisons des observations filmées de la réparation d'un matériel. Puis, nous réalisons des entretiens avec chacun des techniciens afin prendre en considération l'avis de ces derniers sur la maintenance et les procédures de travail.

### 2.3.1. Procédure de recueil des données issues des observations

Après avoir rempli un pré-questionnaire (questionnaire sociodémographique), chaque participant réalise les opérations décrites dans une procédure de maintenance fournie. Il y a six conditions d'observations : le technicien réalise une maintenance avec, soit un des nouveaux formats de procédure (3D, 2D, photos), soit la procédure de référence s'y rapportant. Cela nous permet de comparer les nouveaux formats avec les procédures de habituellement utilisées par les techniciens pour réaliser les maintenances. Afin de maximiser la fiabilité des données, nous décidons d'équiper les participants d'une caméra frontale. D'après Woolrych et Cockton (2001), un nombre restreint de participants (entre 8 et 10) est suffisant pour faire ressortir 80 % des problèmes. Le Tableau 17, ci-dessous, récapitule le nombre d'observations prévues et réalisées :

Conditions	Nombre de tests prévus	Nombre de tests réalisés
Animation 3D	6	6
Procédure de référence animation 3D	6	8
Animation 2D	6	7
Procédure de référence animation 2D	6	7
Photos	6	7
Procédure de référence photo	6	6
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>36</b>	<b>41</b>

Tableau 17 : Nombre d'observations prévues et réalisées en fonction des formats

Compte tenu de la difficulté à réaliser des observations équivalentes entre les différents sites sur lesquels nous sommes intervenus, il est nécessaire de préciser les caractéristiques des observations. En effet, pour la tâche liée à l'animation 3D, les tests utilisateurs se déroulent dans les ateliers avec, soit un appareil fonctionnel en cours de maintenance, soit un appareil non fonctionnel (centre de formation). Cependant, les matériels sont tous du même modèle. Les tests se déroulent dans un hangar et tous les participants utilisent une tablette tactile pour réaliser les tâches attendues. Nous définissons trois conditions de réalisation de la tâche :

- Réaliser la tâche en son entier afin que l'appareil soit opérationnel (correspond à une maintenance préventive) : deux tests sont réalisés dans cette condition (une observation pour la procédure de référence et une observation pour l'animation 3D).
- Réaliser seulement une partie de la tâche (joints non changés, nettoyage non réalisé...) sur un appareil fonctionnel : six tests sont réalisés dans cette condition (deux observations pour la procédure de référence et quatre observations pour l'animation 3D)
- Réaliser la tâche sur un appareil non fonctionnel ou sur un matériel posé sur une table: six tests sont réalisés dans cette condition (cinq observations pour la procédure de référence et une observation pour l'animation 3D)

Nous calculons la couverture de la procédure de travail possible en fonction des contextes organisationnels dans lesquels nous intervenons. Le nombre total d'actions de la procédure de travail est de 50. Nous retirons plusieurs actions qui ne sont jamais réalisées par les utilisateurs soit huit. Nous notifions sur les 42 actions à réaliser lesquelles ont réellement pu être faites :

- ✓ Centre de formation (6 utilisateurs) : 23 actions sur 42 soit 55% de couverture de la procédure
- ✓ Situations intermédiaires (certaines étapes ne sont pas réalisées) (6 utilisateurs) : 32 actions sur 42 soit 76% de couverture de la procédure
- ✓ Utilisateurs en condition réelle (2 utilisateurs) : 42 actions sur 42 soit 100% de couverture de la procédure

Pour le format incluant de l'animation 2D, les observations se déroulent selon deux conditions, soit sur une machine fonctionnelle en cours de maintenance, soit sur un appareil non fonctionnel (centre de formation). Les appareils sur lesquels les tests sont effectués sont tous identiques. Les tests se déroulent avec une tablette tactile comme support aux procédures utilisées. Tous les participants peuvent réaliser la totalité des actions demandées par la procédure soit 100% de couverture de la procédure.

Pour le format photos, les tests se passent dans un hangar sur le lieu de travail des participants. Les appareils sont de deux sortes et nécessitent une procédure qui comprend deux conditions de réalisation de la maintenance différentes:

- ✓ condition PRE MOD : un seul ensemble vis + rondelle + écrou
- ✓ condition POST MOD : présence d'un deuxième ensemble vis + rondelle + écrou, ainsi qu'une cale.

Tous les participants utilisent une tablette tactile pour réaliser les tâches attendues. Les tests se déroulent chez des clients de la société pour laquelle nous intervenons sur machine fonctionnelle. Les participants peuvent réaliser la totalité des actions. La couverture de la procédure de travail est donc de 100% pour tous les participants.

### **2.3.2. Procédure de recueil des données issues des entretiens**

Suite aux observations, nous réalisons des entretiens afin de revenir avec l'utilisateur sur le déroulement de l'intervention et de préciser certains éléments et ainsi compléter l'observation. L'entretien permet aussi d'évaluer les besoins et les attentes des futurs utilisateurs par rapport à leur activité de travail ainsi que leur ressenti sur le dispositif. Nous réalisons un entretien semi-directifs afin qu'un certain nombre de thèmes soit abordés par tous les participants. Cette méthodologie a l'avantage de permettre l'approfondissement du discours mais autorise les comparaisons du fait de la grille d'entretiens prédéfinie (Brechon, 2011). Les thèmes abordés sont les mêmes que les observables définies plus haut. Cela nous permet de coupler les observations avec les entretiens. Ces entretiens se déroulent dans des salles de réunion au calme et sont enregistrés à l'aide d'un dictaphone afin de retranscrire de la manière la plus fidèle possible les *verbatim*. Les participants parlant français sont interrogés par l'observateur. Pour des raisons de compréhension, les participants parlant anglais sont interrogés en présence, soit d'un instructeur, soit du responsable de projet.

## **3. Résultats de l'étude : comparaison des procédures de référence et des nouveaux formats incluant des informations visuelles**

Dans cette partie, nous présentons les résultats des tests utilisateurs réalisés. Dans un premier temps, nous présentons l'analyse descriptive des procédures notamment en termes de réduction des informations textuelles ainsi que la durée moyenne des observations. Dans un second temps, nous exposons les résultats vis-à-vis de l'utilisabilité des procédures (efficacité, efficience mais aussi facilité d'utilisation et de compréhension). Enfin, nous exposerons l'avis des techniciens interrogés sur le projet d'amélioration des procédures.

### 3.1. Analyses descriptives des procédures et de la réalisation de la tâche

Comme nous l'avons expliqué précédemment, un des objectifs de ce projet est de réduire la quantité de texte présente dans les procédures. Nous comparons le nombre de mots dans les procédures de référence avec le nombre de mots dans les nouveaux formats incluant davantage d'informations visuelles en calculant le pourcentage de réduction de texte (cf. Tableau 18). Par exemple pour l'animation 3D nous appliquons la formule suivante :  $(221 * 100) / 771 = 27,5\%$ . Nous évaluons donc le pourcentage de réduction de texte à  $100\% - 27,5\%$ .

Concernant le format incluant de l'animation 3D, la procédure de référence est composée d'une procédure principale et d'une autre annexe tandis que le nouveau format incluant de l'animation 3D contient les deux procédures en une seule. Nous évaluons la réduction du texte dans cette procédure de travail à 72,5%. En se centrant seulement sur les informations techniques, nous évaluons une réduction de texte de 77,95%.

Pour le format animation 2D, une seule procédure est présente dans le format évalué. Le nouveau format présente une réduction de 46,87% par rapport à la procédure de référence et une réduction de 58% de texte de description technique.

Pour le dernier format qui inclut des photos et présente deux conditions, nous évaluons la réduction du texte dans cette procédure à :

- 46,05% dans la condition PREMOD et à 41,53% de texte de description technique
- 38,87% dans la condition POSTMOD et à 40,69% de texte de description technique.

	Type de texte	Procédure de référence	Nouveau format	Pourcentage de réduction
Format animation 3D	Intégralité du texte	771 mots	212 mots	72,5%
	Texte de description technique	567 mots	125 mots	77,95%
Format animation 2D	Intégralité du texte	544 mots	289 mots	46,87%
	Texte de description technique	450 mots	189 mots	58%
Format Photos POSTMOD	Intégralité du texte	355 mots	217 mots	38,87%
	Texte de description technique	231 mots	137 mots	40,69%
Format Photos PREMOD	Intégralité du texte	291 mots	157 mots	46,05%
	Texte de description technique	183 mots	107 mots	41,53%

Tableau 18 : Taux de réduction du texte entre les procédures de référence et les nouveaux formats de procédure

Ces données indiquent qu'en fonction des formats, le pourcentage de réduction du texte n'est pas similaire, l'animation 3D présentant la réduction la plus importante de 72,5%. Nous allons maintenant présenter les résultats des observations qui nous permettent de vérifier que cette réduction du texte n'impacte pas la réalisation de la maintenance.

### **3.2. Résultats liés à l'utilisabilité des procédures**

Nous commençons par présenter les résultats liés à l'efficacité soit : la réussite de la tâche, le temps de réalisation et le taux et la nature des erreurs. Puis, nous présenterons les résultats liés à l'efficience (temps de lecture de la procédure, utilisation de la procédure et demandes d'aides). Nous présenterons ensuite la facilité d'utilisation des procédures et les résultats liés à la satisfaction. Pour finir, nous présenterons les résultats sur l'intention d'utilisation des nouveaux formats de procédures.

#### **3.2.1. Efficacité des nouveaux formats de procédure**

Nous commençons par évaluer l'efficacité des nouveaux formats de procédures. Pour cela, nous définissons trois catégories d'observables. Tout d'abord, nous vérifions que le but fixé par le technicien est atteint, c'est-à-dire que la maintenance est réussie. Puis, nous vérifions que l'utilisation des nouvelles procédures n'engendre pas un temps de réalisation et un nombre d'erreurs plus important que l'utilisation des procédures de référence.

##### **3.2.1.1. La réussite de la tâche**

Tous les participants (N=38) que ce soit ceux qui utilisent les nouveaux formats ou les procédures de référence ont réussi la tâche demandée sur l'appareil. Il est à noter que, pour les participants inexpérimentés (N=16), il y a toujours quelqu'un à côté pour intervenir lorsque la personne a une question ou se trompe. En effet, dans ce contexte organisationnel, il est indispensable que la tâche soit effectuée correctement par les utilisateurs car la plupart des appareils sur lesquels les techniciens interviennent sont opérationnels.

##### **3.2.1.2. Temps de réalisation de la tâche**

Nous calculons le temps que le technicien passe à réaliser la tâche sans le temps de lecture de la procédure de travail (cf. Figure 26). Nous remarquons que la tâche liée à la procédure animation 3D (inspection et nettoyage du filtre à huile) demande plus de temps que les deux autres (test / réglage d'un tableau de bord et démontage d'une pôle). De plus, nous remarquons que les techniciens utilisant les nouveaux formats incluant des photos (N=7)

(10min17) et de l'animation 3D (N=6) (33min07) ont mis moins de temps que les utilisateurs des procédures de référence des photos (N=6) (12min27) et de l'animation 3D (N=8) (39min35). Les techniciens utilisant la procédure de référence 2D (N=7) ont mis légèrement moins de temps (7min47) que ceux qui utilisent le nouveau format incluant de l'animation 2D (N=7) (8min10). Il est à noter que nous ne pouvons pas conclure à des différences statistiques sur ces données.

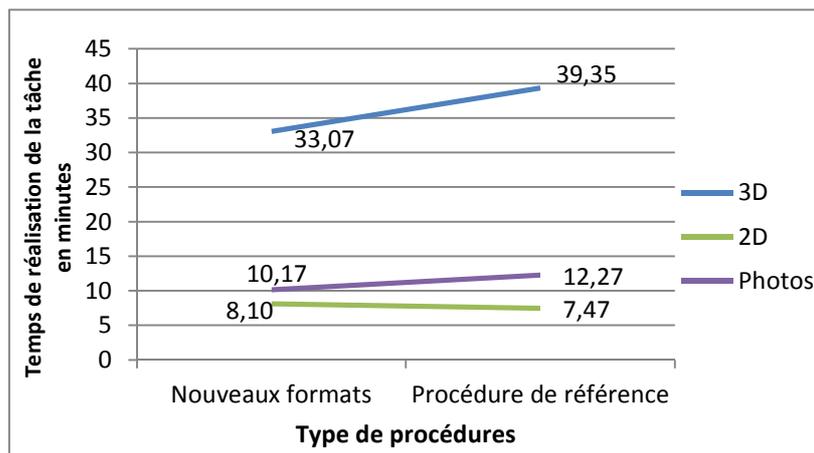


Figure 26 : Temps de réalisation des actions en fonction de la procédure utilisée

Le deuxième critère lié à l'efficacité des procédures que nous évaluons est le taux et la nature des erreurs de réalisation lors de la maintenance.

### 3.2.1.3. Taux et nature des erreurs

Nous comptabilisons le nombre d'erreurs commises lors de la réalisation de la tâche sur la totalité des tests. Nous remarquons que les nouvelles procédures entraînent moins d'erreurs que les procédures de référence (cf.

Figure 27).

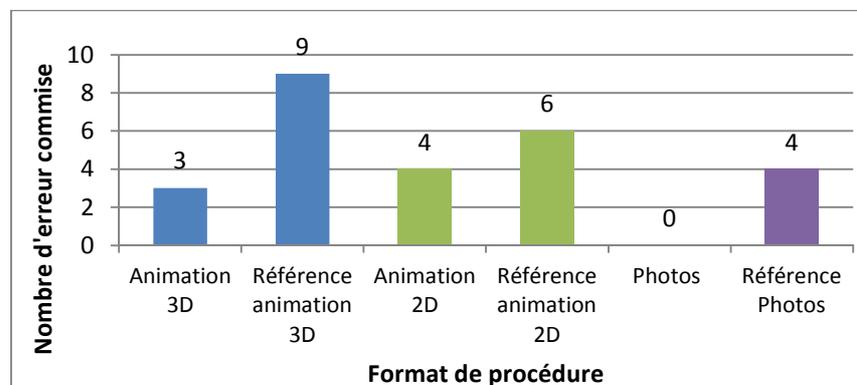


Figure 27 : Nombre d'erreurs commises en fonction des procédures de travail utilisées

De plus, les neuf erreurs commises pour la procédure de référence de l'animation 3D correspondent à quatre erreurs différentes alors que pour le nouveau format, les trois erreurs correspondent à trois erreurs différentes. Nous remarquons de plus, que ce sont les techniciens inexpérimentés qui font la majorité des erreurs, peu importe le format de la procédure (cf. Tableau 19).

Types de formats Types d'erreurs commises	Procédure de référence (N=8 techniciens)	Animation 3D (N=6 techniciens)
Erreur dans le démontage du filtre	1 expérimenté 1 moyennement expérimenté 3 inexpérimentés	1 inexpérimenté
Erreur de démontage de la cartouche (essaie de dévisser plutôt que d'enlever les vis)	1 inexpérimenté	-
Erreur de remontage de la cartouche filtrante dans le boîtier de filtre	2 inexpérimentés	1 inexpérimenté
Erreur lors du remontage du filtre	1 inexpérimenté	
Oubli de remettre deux éléments	-	1 expérimenté

Tableau 19: Types d'erreurs commises concernant le format animation 3D et la procédure de référence

Pour la procédure de référence de l'animation 2D, sur les six erreurs commises, il y a cinq erreurs différentes alors que pour le nouveau format, il y a quatre fois la même erreur. Nous remarquons que les erreurs repérées lors de la réalisation de la tâche avec la procédure de référence sont davantage commises par les techniciens expérimentés que par les techniciens inexpérimentés. Pour le nouveau format, deux techniciens expérimentés et deux techniciens inexpérimentés font la même erreur (cf. Tableau 20).

Types de formats Types d'erreurs commises	Procédure de référence (N= techniciens)	Animation 2D (N= techniciens)
Eteindre le tableau de bord avant de réaliser la tâche principale	1 inexpérimenté	
Eteindre les deux écrans côté pilote en même temps.	1 inexpérimenté 1 expérimenté	
Oubli d'éteindre l'écran du haut	1 expérimenté	
Réalisation d'un test sur un seul écran au lieu de deux.	1 expérimenté	
Oubli une étape	1 expérimenté	
Vérification du branchement du groupe d'alimentation		2 expérimentés 2 inexpérimentés

Tableau 20: Types d'erreurs commises concernant le format animation 2D et la procédure de référence

Enfin, pour les photos, il n’y a aucune erreur commise avec le nouveau format et pour la procédure de référence une seule erreur est détectée sur quatre tests. Nous remarquons que pour la procédure de référence, les erreurs sont commises majoritairement par les techniciens moyennement expérimentés (cf. Tableau 21).

Types de formats Types d'erreurs commises	Procédure de référence (N= 6 techniciens)	Photos (N= 7 techniciens)
Oubli de marquer le repérage sur l'appareil	1 moyennement expérimenté	
Utilisation de l'outillage spécial après avoir démonté une partie de l'appareil	1 moyennement expérimenté 1 expérimenté	
Erreur d'utilisation de la procédure (POSTMOD alors que l'appareil demandait la configuration PREMOD)	1 moyennement expérimenté	

Tableau 21: Types d'erreurs commises concernant le format photos et la procédure de référence

Au vu de ces trois premiers critères, nous pouvons conclure que les techniciens sont efficaces en utilisant les nouveaux formats de procédures incluant des informations visuelles. Cependant, nous allons voir s'ils sont efficaces, c'est-à-dire que nous vérifions si la réalisation de la maintenance demande des efforts importants aux techniciens.

### 3.2.2. Efficience des nouveaux formats de procédures

Nous nous intéressons dans cette partie aux efforts que peut représenter l'utilisation des procédures observées pour atteindre l'objectif fixé. Plusieurs critères pour évaluer l'efficience sont pris en compte : le temps de lecture de la procédure, l'utilisation de la procédure pour réaliser la tâche et les demandes d'aides.

#### 3.2.2.1. Temps de lecture de la procédure

Pour commencer, nous vérifions le temps de lecture des informations par les techniciens en fonction de la procédure utilisée ; ce qui correspond au temps passé à consulter ou interagir avec la procédure.

De manière descriptive, les temps de lecture des procédures sont un peu plus importants pour les procédures de référence que pour les nouveaux formats en ce qui concerne l'animation 3D et l'animation 2D. A contrario, pour les photos, nous constatons des résultats

inverses. De plus, le temps passé sur les procédures de travail correspondant aux photos est moins important que pour les procédures correspondant à l’animation 3D et à l’animation 2D (cf.Figure 28).

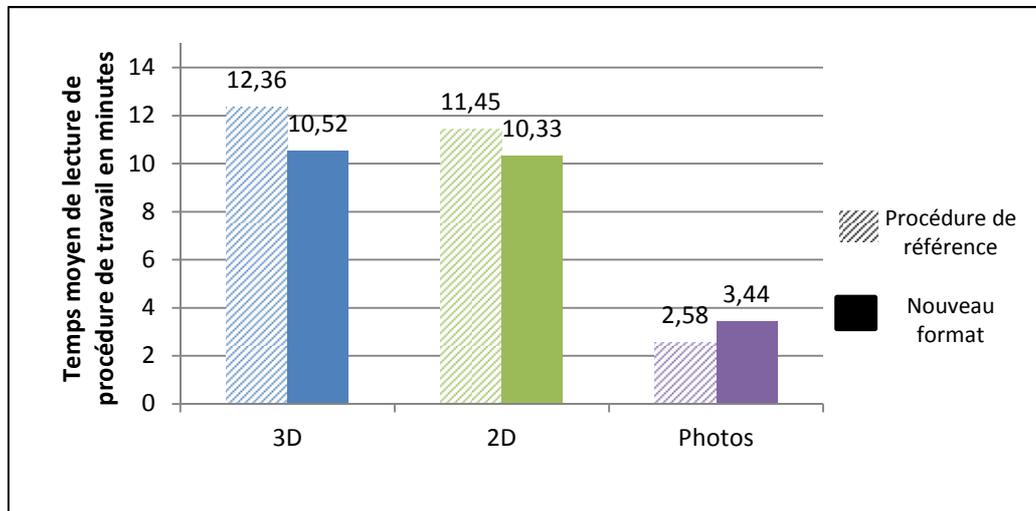


Figure 28 : Temps moyen de lecture des informations en fonction de la procédure utilisée

Il est intéressant de comparer les temps passés à lire la procédure avec le temps mis pour réaliser les actions. Il est aussi nécessaire de prendre en compte l’expérience des utilisateurs mais aussi les conditions dans lesquelles les utilisateurs réalisent la tâche. Nous réalisons une analyse détaillée et comparative par format de procédure.

✓ Analyse des temps pour le format animation 3D

Nous vérifions, en fonction de l’expérience, la différences de temps de réalisation et de lecture de la procédure de travail entre le nouveau format animation 3D (N=6) et la procédure de référence (N=7). Nous indiquons la tâche de l’instructeur à part dans le tableau 22 car sa pratique diffère de celles des techniciens. En effet, il explique les actions pendant qu’il les réalise, sa fonction d’enseignant se reflétant dans le test utilisateur réalisé. Il y a deux instructeurs qui participent à la réalisation de cette tâche. Cependant, il est à noter que nous retirons un des instructeurs des analyses car nous n’avons pas obtenu à temps l’autorisation de filmer dans les locaux du centre de formation. De plus, concernant les techniciens expérimentés (N=4) nous indiquons à part dans le tableau 22 les deux participants qui réalisent la tâche pour une remise en condition de l’appareil (cf. « expérimenté (réel) »).

Nous remarquons que le temps de réalisation est lié à l'expérience, les techniciens inexpérimentés (N=6) mettent plus de temps que les moyennement expérimentés (N=2) qui eux-mêmes, mettent plus de temps que les techniciens expérimentés (N=2). Les techniciens expérimentés en condition réelle (N=2) mettent un temps équivalent aux techniciens inexpérimentés en condition non réelle (réparation sur table et non sur un appareil en marche).

Concernant les temps de réalisation de la tâche, seule le technicien moyennement expérimenté qui utilise le nouveau format animation 3D met plus de temps (39min) que le technicien utilisant la procédure de référence (21 min). De plus, le technicien moyennement expérimenté utilisant l'animation 3D passe plus de temps à lire la procédure de travail (30,99%) que l'utilisateur de la procédure de référence (21,78%).

Les techniciens inexpérimentés (N=3) mettent en moyenne 58min21 à réaliser la tâche avec la procédure de référence tandis que ceux qui utilisent le nouveau format (N=3) mettent en moyenne 49min12 à réaliser la tâche. Ils passent 26,48% de leur temps à lire la procédure de référence alors que les utilisateurs de l'animation 3D en passent 22,66%. Cependant, il est à noter que pour cette tâche les situations sont variables. En effet, certains des participants réalisent la tâche au centre de formation, les appareils ne présentent pas tous les éléments, la tâche est donc plus rapide tandis que d'autres réalisent la maintenance dans les ateliers sur matériel complet. Si nous considérons seulement les temps des participants réalisant la maintenance dans un atelier, nous remarquons peu de différence dans la réalisation de la tâche avec la procédure de référence et le format animation 3D (entre 55 minutes et 1h05).

De plus, le technicien expérimenté avec la procédure de référence met 24min51 à réaliser la tâche. Il est à noter que nous n'avons pas pu filmer donc nous n'avons pas l'information sur le temps passé à consulter la procédure. Le technicien expérimenté utilisant l'animation 3D met 17min41 minutes pour réaliser la tâche et passe 20,83% de son temps à consulter la procédure. Notons que ce technicien expérimenté, observé à Hong-Kong, n'a pas compris que la procédure présente des animations 3D. Il s'est donc basé uniquement sur le menu et les photos s'y afférant pour réaliser la tâche. Le technicien en condition réelle avec la procédure de référence a mis 1 heure 06 et passe 22,85% à lire la procédure tandis que le technicien expérimenté en condition réelle utilisant le nouveau format a mis 59 minutes et passe 26,76 % à lire la procédure (cf. Tableau 22).

Expérience des participants	Nombre de participants	Temps passé sur la procédure	Temps passé à réaliser la tâche	Pourcentage de temps passé sur la procédure	Temps total	Type de procédure
Instructeur	1	00:09:32	00:43:17	18,05%	00:52:49	Animation 3D
Inexpérimenté	3	00:15:27	00:42:54	26,48%	00:58:21	Procédure de référence
	3	00:11:09	00:38:03	22,66%	00:49:12	Animation 3D
Moyennement expérimenté	1	00:04:41	00:16:49	21,78%	00:21:30	Procédure de référence
	1	00:12:13	00:27:12	30,99%	00:39:25	Animation 3D
Expérimenté	1		00:24:51	0,00%	00:24:51	Procédure de référence
	1	00:03:41	00:14:00	20,83%	00:17:41	Animation 3D
Expérimenté (condition réelle)	1	00:15:05	00:50:55	22,85%	01:06:00	Procédure de référence
	1	00:15:50	00:43:20	26,76%	00:59:10	Animation 3D

Tableau 22 : Temps de réalisation de la tâche liée à l'animation 3D en fonction de l'expérience des participants et du type de procédure

Nous voyons que le format incluant des animations 3D permet de faciliter le travail des techniciens inexpérimentés (temps de lecture de la procédure inférieur). Cependant, les techniciens moyennement expérimentés et expérimentés en condition réelle ont des temps de lecture du nouveau format de procédure légèrement supérieures aux utilisateurs de la procédure de référence. Lors des tests, nous remarquons que certaines informations visuelles ne paraissent pas claires aux techniciens car ils visualisent plusieurs fois un même écran afin de comprendre l'information.

Nous vérifions maintenant, les temps de réalisation pour le deuxième format, soit l'animation 2D.

✓ Analyse des temps pour le format animation 2D

En ce qui concerne la procédure de travail correspondant à la vérification des tableaux de bord, nous remarquons que tous les techniciens (N=13) passent davantage de temps à lire la procédure de travail qu'à réaliser les actions demandées (cf. Tableau 23). Cependant, il est à noter que nous retirons un des instructeurs des analyses car nous n'avons pas pu filmer la réalisation de la tâche. L'autre instructeur réalise la procédure en commentant pas à pas les actions à dérouler ; ce qui explique qu'il a passé 65 % de son temps à lire la procédure de travail.

Les techniciens inexpérimentés qui utilisent la procédure de référence (N=3) mettent en moyenne 27min37 pour réaliser la tâche et passent 60,05% de leur temps à consulter la procédure. Les techniciens inexpérimentés qui utilisent le format incluant de l’animation 2D (N=3) mettent en moyenne 19min30 pour réaliser la tâche demandée et passent 56,32% de leur temps à consulter la procédure. Ces différences peuvent s’expliquer par le fait que les trois utilisateurs des procédures de référence sont totalement novices (stagiaires). Ils ne connaissent donc pas tous les acronymes et font souvent appel aux instructeurs pour les aider.

Les techniciens expérimentés qui utilisent la procédure de référence (N=2) mettent en moyenne 9min17 pour réaliser la tâche et passent 56,19% à consulter la procédure. Les techniciens expérimentés qui utilisent la procédure incluant de l’animation 2D (N=4) mettent en moyenne 18min07 et passent 56,39% de leur temps à consulter la procédure. Ces différences de temps peuvent s’expliquer par le fait que les utilisateurs expérimentés sur le nouveau format passent du temps à comprendre les erreurs détectées dans la procédure, ils expliquent ensuite ce qui ne va pas dans la procédure de travail.

Expérience des participants	Nombre de participants	Temps passé sur la procédure	Temps passé à réaliser la tâche	Temps total	Pourcentage de temps passé sur la procédure	Type de procédure
Instructeur	1	00:10:20	00:05:30	00:15:50	65,26%	Procédure de référence
Inexpérimenté	3	00:16:35	00:11:02	00:27:37	60,05%	Procédure de référence
	3	00:10:59	00:08:31	00:19:30	56,32%	Animation 2D
Expérimenté	2	00:05:13	00:04:04	00:09:17	56,19%	Procédure de référence
	4	00:10:13	00:07:54	00:18:07	56,39%	Animation 2D

Tableau 23 : Temps de réalisation de la tâche liée à l'animation 2D en fonction de l'expérience des participants et du type de procédure

Nous voyons donc que le nouveau format présente un avantage pour les techniciens inexpérimentés notamment au niveau de la localisation des éléments sur le tableau de bord. Cependant, pour les techniciens expérimentés, ce format présente un désavantage car ils ne peuvent pas prendre connaissance des informations dans leur globalité et sont obligés de regarder les écrans un à un.

✓ Analyse des temps pour le format photos

Concernant la troisième tâche qui correspond au démontage d'une pale arrière, il y a deux conditions supplémentaires, soit les utilisateurs sont en condition PREMOD, soit ils sont en condition POSTMOD. Ces modes correspondent à la façon dont la pale est montée sur l'appareil car cela varie en fonction des modèles. Dans la condition POSTMOD, il y a un élément de plus à démonter. Cependant, le reste de la maintenance est identique.

D'une manière générale, les temps pour réaliser la tâche sont moins importants pour les utilisateurs du nouveau format incluant des photos (N=7) que pour les utilisateurs de la procédure de référence (N=6), excepté pour les techniciens moyennement expérimentés (cf. Tableau 24).

Le technicien inexpérimenté en condition POSTMOD avec la procédure de référence met le double de temps pour réaliser la tâche (36min16) par rapport aux utilisateurs du nouveau format (N=2) (en moyenne 16min28). Cependant, ces dernières passent plus de temps à lire la procédure (43,81 % vs 30,30%).

Les techniciens moyennement expérimentés en condition PREMOD (N=2) mettent en moyenne 19min09 à réaliser la tâche avec le nouveau format et passent 33,92% à lire la procédure tandis que les techniciens moyennement expérimentés (N=2) mettent en moyenne 8min43 avec la procédure de référence et passent 27,87% à lire la procédure. Le technicien moyennement expérimenté en condition POSTMOD met 15min51 à réaliser la tâche et passe 13,35% de son temps à consulter la procédure.

Enfin, le techniciens expérimenté en condition PREMOD utilisant la procédure de référence met 6min36 à réaliser la tâche et passe 33,78% de son temps à lire la procédure tandis que les techniciens expérimentés qui utilisent le nouveau format (N=2) mettent en moyenne 6min51 à réaliser les actions et passent 24,32% à lire la procédure. En condition POSTMOD, nous voyons que le technicien utilisant la procédure de référence met 16min22 à réaliser la tâche et passe 14,19% à lire les instructions tandis que l'utilisateur du nouveau format incluant des photos met 13min08 à réaliser la tâche et passe 38,98% à consulter la procédure.

Expérience des participants	Nombre de participants	Temps passé sur la procédure	Temps passé à réaliser la tâche	Pourcentage de temps passé sur la procédure	Temps total	Type de procédure
Inexpérimenté	1 POSTMOD	08:26	27:50	30,30	36:16	Procédure de référence
	2 POSTMOD	00:05:01	00:11:27	43,81	16:28	Photos
Moyennement expérimenté	2 PREMOD	00:01:54	00:06:49	27,87	08:43	Procédure de référence
	2 PREMOD	00:04:51	00:14:18	33,92	19:09	Photos
	1 POST MOD	00:01:52	00:13:59	13,35	15:51	Procédure de référence
Expérimenté	1 PREMOD	00:01:40	00:04:56	33,78	06:36	Procédure de référence
	2 PRE MOD	00:01:20	00:05:31	24,32	06:51	Photos
	1 POSTMOD	00:02:02	00:14:20	14,19	16:22	Procédure de référence
	1 POSTMOD	00:03:41	00:09:27	38,98	13:08	Photos

Tableau 24 : Temps de réalisation de la tâche liée aux photos en fonction de l'expérience des participants et du type de procédure

D'une manière générale, les utilisateurs du nouveau format de procédures incluant des photos passent plus de temps à lire les instructions que les utilisateurs de la procédure de référence, excepté pour les utilisateurs expérimentés en condition PREMOD. Nous supposons un effet positif de la mise en place de photos dans les procédures de travail au vu des temps souvent inférieurs avec le nouveau format. Cependant, les temps de lecture de la procédure étant plus importants, nous supposons que les erreurs détectées dans les nouveaux formats ainsi que le manque d'informations textuelles, ne permettent pas une compréhension rapide des informations.

Nous vérifions maintenant, la manière dont les participants utilisent les procédures de travail pour réaliser la maintenance.

### 3.2.2.2. Utilisation de la procédure pour réaliser la tâche

Nous comparons combien de fois les techniciens se réfèrent à la procédure en fonction de leur expérience et en fonction du format de la procédure. En l'occurrence, nous comptabilisons le nombre d'actions demandées par la procédure et décidons que ce nombre se réfère à la consultation minimum requise par la procédure dans le cas d'une utilisation pas à pas (une information = une action) par le technicien.

- ✓ Utilisation de la procédure incluant de l'animation 3D et de la procédure de référence

Nous vérifions le nombre de fois où les techniciens se réfèrent à la procédure en fonction de leur expérience. Ce nombre de consultations minimum est différent quand le technicien utilise le nouveau format ou quand il utilise la procédure de référence mais aussi suivant les conditions dans lesquelles les observations sont réalisées (couverture de la procédure) (cf. Tableau 25).

	Animation 3D	Procédure de référence
Couverture de 100% de la procédure	33	50
Couverture de 75 % de la procédure	24	32
Couverture de 55 % de la procédure	18	23

Tableau 25 : Nombre de consultations minimum requis par la procédure pour une réalisation pas à pas

Sur la Figure 29, nous représentons en bleu le nombre de fois où le technicien se réfère à la procédure. Les barres rouges représentent le seuil de consultation minimum demandé par la procédure. Nous remarquons que tous les techniciens (N=11), sauf un, se réfèrent plus que le minimum nécessaire à la procédure de travail.

En outre, les techniciens inexpérimentés sont ceux qui se réfèrent le plus aux procédures. En effet, ceux qui utilisent la procédure de référence (N=3) essayent de comprendre les actions notamment en se référant aux schémas. Ils réalisent donc beaucoup d'allers-retours entre le texte et le schéma. Ils consultent en moyenne 60 fois la procédure de travail ; ce qui est au-dessus du minimum requis prévu par la procédure. Le technicien expérimenté se réfère aussi beaucoup à la procédure de référence (59 fois). Cependant, ce dernier est le seul à faire la tâche en entier en condition réelle, d'où un nombre plus important de consultations de la procédure (environ 40% de plus). Il est à noter que nous ne pouvons notifier sur le schéma l'utilisation de la procédure de référence par les techniciens expérimentés (N=2) car nous n'avons pas pu les filmer. Tout comme la procédure de référence, les techniciens inexpérimentés utilisant l'animation 3D (N=3) sont les participants qui se réfèrent le plus à la procédure de travail. Le technicien expérimenté, en condition réelle, a lui aussi consulté la procédure de nombreuses fois (50 fois). L'autre technicien expérimenté se réfère davantage que prévu à la procédure (39 fois).

Concernant les techniciens moyennement expérimentés qui utilisent la procédure de référence (N=2), ils ont déjà réalisé la tâche et prennent connaissance de plusieurs blocs d'informations en même temps puis les appliquent sur l'appareil. Ils se réfèrent donc beaucoup moins à la procédure. Le technicien moyennement expérimenté qui utilise l'animation 3D est celui qui se réfère le moins à la procédure. Cependant, ce participant a d'abord regardé l'action en entier en mode automatique, puis a utilisé la procédure en mode step by step (étape par étape) ; il a donc un pourcentage de temps passé sur la procédure plus important. Nous pouvons supposer qu'en prenant connaissance des informations au préalable et avec ses connaissances de la machine, il a eu moins besoin de visionner les informations.

Nous observons néanmoins que, quel que soit le niveau d'expérience, les participants passent certaines informations telles que les procédures d'instructions générales mais relisent souvent certaines parties de la procédure (démontage et remontage du filtre à huile).

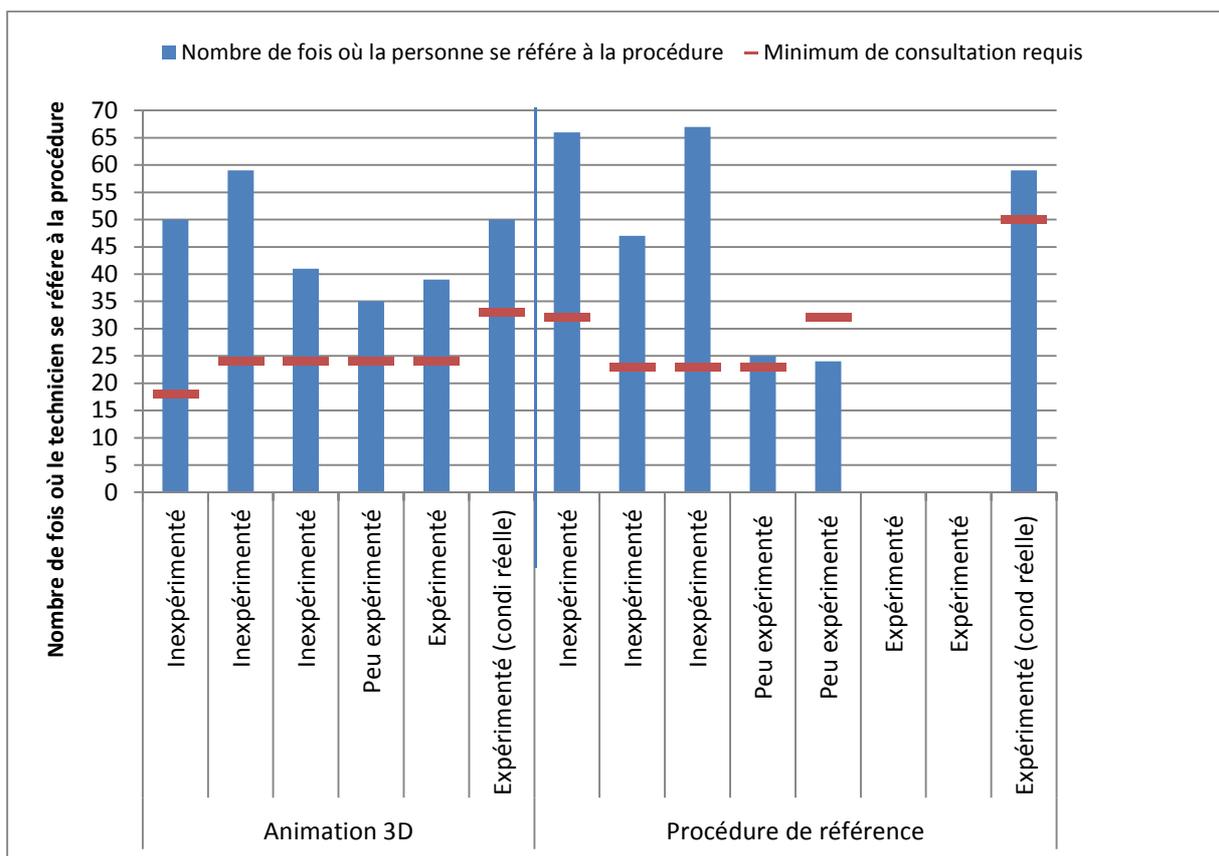


Figure 29 : Nombre de fois où le technicien se réfère à la procédure en fonction du nombre minimum requis par la procédure utilisée (animation 3D)

Nous remarquons donc, à la vue de ces résultats, que les techniciens se réfèrent en moyenne plus souvent que nécessaire à la procédure, notamment pour les informations ambiguës (exemple : remontage du filtre : sens des éléments (disques, joints et coupelle)).

Aucun ne visionne la procédure moins de fois que prévu excepté un technicien moyennement expérimenté qui utilise la procédure de référence, donc la procédure qu'il utilise habituellement.

Nous vérifions maintenant, comment les techniciens utilisent la procédure incluant des animations 2D.

✓ Utilisation de la procédure incluant de l'animation 2D et de la procédure de référence

De la même façon que pour les procédures liées à l'animation 3D, nous calculons le nombre de fois où les techniciens se réfèrent à la procédure de travail en fonction de leur expérience (cf. Figure 30). Nous notifions en vert le nombre minimum de consultations de la procédure requis par cette dernière. Les barres rouges représentent le seuil minimum de consultation exigée par la procédure, soit 30 pour une couverture à 100% de la procédure pour le nouveau format et 33 pour la procédure de référence. Il est à noter que nous ne représentons pas l'utilisation de la procédure de référence par deux utilisateurs (expérimenté et inexpérimenté) car nous n'avons pas pu les filmer lors de l'observation.

A propos de l'utilisation du nouveau format incluant de l'animation 2D, nous remarquons que seulement 2 techniciens sur 7 se réfèrent au minimum nécessaire prévu par la procédure de travail. Tous les autres (N=5) effectuent de nombreux aller-retours entre les écrans ainsi que de nombreux visionnages. Lors des entretiens, ces techniciens nous expliquent qu'ils sont gênés par les erreurs présentes dans la procédure de travail, ainsi que l'absence d'information textuelle telle que les résultats attendus de chaque action.

A contrario, nous voyons que les utilisateurs de la procédure de référence (N=5) se réfèrent moins à cette dernière. Ainsi, les techniciens expérimentés (N=2) se réfèrent beaucoup moins que le minimum demandé par la procédure de référence. Ces utilisateurs, qui ont de l'expérience, ont lu plusieurs informations en même temps puis les ont appliquées sur l'appareil. Les techniciens inexpérimentés consultent la procédure plus que le minimum nécessaire prévu par la procédure (N=2). Ces utilisateurs éprouvent des difficultés à comprendre le but des actions à réaliser et certains ne connaissant pas l'appareil se sont beaucoup référés aux instructeurs présents afin de repérer les éléments sur ce dernier.

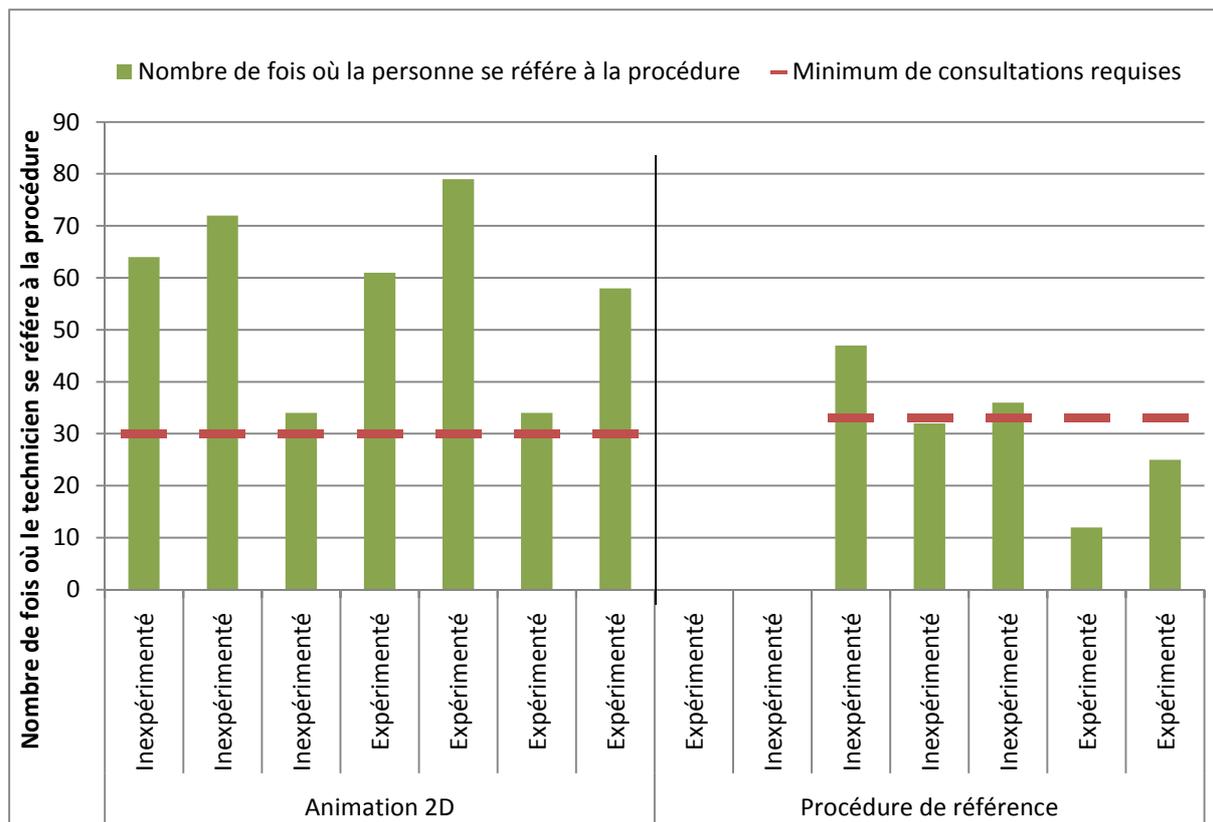


Figure 30 : Nombre de fois où le technicien se réfère à la procédure en fonction du nombre minimum requis par la procédure utilisée (Animation 2D)

Nous réitérons, les analyses d'utilisation des procédures par les utilisateurs pour les formats liés aux photos.

✓ Utilisation de la procédure incluant des photos et de la procédure de référence

De la même façon, nous vérifions le nombre de fois où les techniciens se réfèrent à la procédure de travail en fonction de leur expérience afin d'évaluer l'utilisation faite par ces derniers des deux procédures évaluées (cf. Figure 31). Comme nous l'avons expliqué précédemment pour la réalisation de la tâche demandée par la procédure liée aux photos, soit le démontage d'une pale, il existe deux modèles d'appareils représentés par les sigles suivants : PREMOD ou POSTMOD. Nous représentons sur la Figure 31, les conditions POSTMOD avec les barres rayées non pleines et la condition PREMOD avec des barres pleines. Les barres rouges représentent le seuil minimum de consultation exigée par la procédure, soit 14 pour une couverture à 100% dans la condition PREMOD et 19 pour la condition POSTMOD.

En ce qui concerne le nouveau format incluant des photos, nous voyons que les techniciens inexpérimentés (N=2) et moyennement expérimentés (N=2) se réfèrent de

nombreuses fois à la procédure contrairement aux techniciens expérimentés (N=3) qui, eux, consultent un nombre d'écrans proche du minimum requis par la procédure de travail. Les techniciens inexpérimentés ne connaissant pas du tout la tâche et n'étant pas mécaniciens visionnent plusieurs fois les écrans. Concernant les techniciens expérimentés, nous supposons qu'en prenant connaissance des informations au préalable et avec les connaissances qu'ils ont de l'appareil, ont moins besoin de visionner les informations.

A propos des procédures de référence, nous remarquons que le technicien inexpérimenté est la personne qui se réfère le plus à la procédure. A contrario, les techniciens moyennement expérimentés (N=3) et les expérimentés (N=2) se réfèrent très peu à la procédure. Cette tâche est considérée comme très simple par les utilisateurs car le démontage de la pôle demande moins de précision que le remontage. Les utilisateurs qui ont déjà réalisé la tâche parcourent brièvement la procédure ou lisent plusieurs blocs d'informations avant de réaliser la tâche. Nous observons néanmoins que, quel que soit le niveau d'expérience, les techniciens passent outre certaines informations telles que les instructions générales.

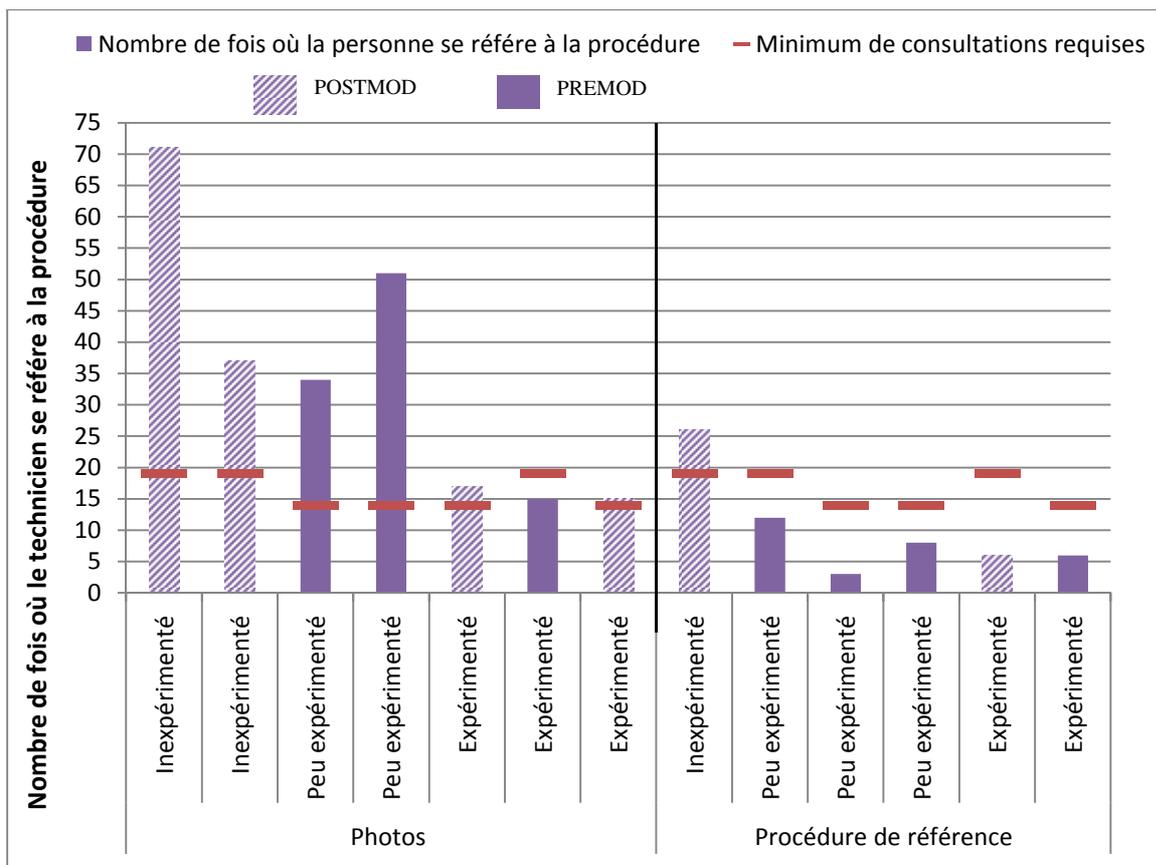


Figure 31 : Nombre de fois où le technicien se réfère à la procédure en fonction du nombre minimum requis par la procédure utilisée (Photos)

Le troisième critère lié à l'évaluation de l'efficacité des utilisateurs correspond au nombre de fois où ils demandent de l'aide à un de leurs collègues de travail.

### **3.2.2.3. Nombre de demandes d'aide émises par les utilisateurs**

Nous comptabilisons les demandes d'aides des utilisateurs à leur collègue lors de la réalisation de la tâche ; ce qui nous permet de comparer en fonction de l'expérience les difficultés rencontrées par les utilisateurs lors de la réalisation de la maintenance. (cf. Tableau 26).

D'une manière générale, les demandes d'aides sont exclusivement émises par les techniciens avec aucune ou peu d'expérience (65 demandes), et ce, pour toutes les conditions d'observation. Nous voyons sur le Tableau 26 une nette différence entre les procédures de référence et les nouveaux formats relatifs à l'animation 3D et l'animation 2D. Les utilisateurs des nouveaux formats incluant de l'animation 3D (N=4) et de l'animation 2D (N=3) émettent beaucoup moins de demandes d'aides (3 demandes et 6 demandes) que les utilisateurs des procédures de référence liées à l'animation 3D (N=5) et à l'animation 2D (N=4) (14 demandes et 34 demandes). Cependant, il est à noter que les techniciens inexpérimentés pour les procédures de référence (N=7) sont des personnes totalement novices qui ont peu d'expérience de la maintenance. Ces derniers se réfèrent beaucoup aux instructeurs présents lorsqu'ils ont un doute sur les actions. La différence entre les nouveaux formats et les procédures de référence est importante, il semble que les nouveaux formats amènent des informations supplémentaires qui permettent de pallier aux difficultés de compréhension. Par exemple, des problèmes de localisation des éléments (procédure de référence animation 2D) sont résolus avec le visuel inclus dans le nouveau format. Pour le format photo, six demandes d'aides sont émises par les utilisateurs (N=4) et deux pour la procédure de référence (N=4). Les utilisateurs sont gênés lors de la réalisation de la maintenance par un élément qu'ils ne peuvent pas enlever (petites vis côté pale), ils demandent donc de l'aide à leur collègue expérimenté. Les autres demandes concernent de l'aide pour tenir la pale, la taille des clefs et l'explication entre les verbes rebuter et déposer.

Formats de procédure		Utilisateurs inexpérimentés et moyennement expérimentés		Utilisateurs expérimentés	
		Nombre de demande d'aides	Nombre d'utilisateurs	Nombre de demande d'aides	Nombre d'utilisateurs
3D	Animation 3D	3	4	0	2
	Procédure de référence Animation 3D	14	5	0	3
2D	Animation 2D	6	3	0	4
	Procédure de référence Animation 2D	34	4	0	3
Photos	Photos	6	4	0	3
	Procédure de référence Photos	2	4	0	2
Total		65	24	0	17

Tableau 26 : Nombre de demandes d'aides en fonction des formats de procédures

Au vu de ces données, nous pouvons dire que les techniciens sont efficaces avec les nouveaux formats de procédures. En effet, d'une manière générale, le temps de lecture des procédures incluant les nouveaux formats est inférieur au temps de lecture des procédures de référence. De plus, le nombre de demandes d'aides est inférieur avec les nouveaux formats qu'avec les procédures de référence. Seul le critère utilisation de la procédure donne des résultats différents. En effet, les participants se réfèrent plus que nécessaire aux procédures liées à l'animation 3D. Il en va de même pour les nouveaux formats animation 2D et photos. Par contre, les utilisateurs des procédures de référence (animation 2D et photos) se réfèrent moins que nécessaire à la procédure pour réaliser la tâche, c'est-à-dire qu'ils consultent la procédure moins que le minimum requis par cette dernière.

Afin de qualifier l'utilisabilité des procédures de maintenance, nous nous intéressons à la facilité d'utilisation mais aussi de compréhension des procédures par les utilisateurs.

### 3.2.3. La facilité d'utilisation et de compréhension des procédures

Dans cette partie, nous nous intéressons à la facilité d'utilisation. Pour cela, nous nous appuyons sur plusieurs critères. Tout d'abord, l'applicabilité de la procédure. Ensuite, l'utilisation des renvois et la localisation des informations. Puis, nous vérifions si la procédure est facile à comprendre pour les utilisateurs. Et enfin, nous nous intéressons à la présentation des informations.

### 3.2.3.1. Applicabilité des procédures

Tous les participants (N=38) considèrent que les procédures de travail actuelles (procédures de référence) répondent à leurs besoins pour réaliser les tâches attendues. En effet, tous les tests utilisateurs réalisés montrent qu'en suivant la procédure, malgré les erreurs détectées, les participants peuvent réaliser les tâches demandées. Concernant le nouveau format incluant de l'animation 2D, les participants sont plus modérés sur les réponses :

- deux utilisateurs sur sept considèrent que les procédures répondent à leur besoin pour réaliser les tâches attendues mais que parfois, elles comportent des erreurs
- trois utilisateurs sur sept considèrent que plus de précisions sont nécessaires.

En outre, nous demandons aux utilisateurs comment ils se servent des procédures dans leur travail quotidien. Il y a deux grandes typologies qui ressortent des entretiens, soit les utilisateurs impriment ou photocopient les procédures, soit ils les utilisent via un ordinateur. Dans le deuxième cas, il est à noter qu'en fonction des lieux où nous réalisons les observations, les moyens mis à disposition ne sont pas les mêmes. En effet, dans certains contextes, des ordinateurs sont présents dans le hangar et près de l'appareil avec un système de chariot. Dans d'autres contextes, les ordinateurs sont partagés par plusieurs personnes à un endroit fixe.

Les observations effectuées montrent que les techniciens réalisent tous la tâche attendue avec la tablette tactile qu'ils déposent à différents endroits :

- à côté du matériel concerné par la maintenance
- sur une table près de l'appareil
- sur un échafaudage
- sur les genoux (tâche concernée par l'animation 2D)

Les techniciens qui n'ont pas la tablette à côté d'eux doivent faire des allers-retours entre le matériel et la tablette posée plus loin. De plus, ils sont gênés par le maniement de l'écran tactile qui demande un certain « toucher » pour cliquer au bon endroit et avec la bonne vitesse. Par exemple concernant l'animation 3D : cette tâche comportant plusieurs actions par écran, la fonction pause est souvent sollicitée. Les observations montrent que l'écran tactile manque de réactivité ; ce qui oblige les utilisateurs à visionner plusieurs fois les actions. Concernant les photos, les utilisateurs doivent cliquer soit une fois, soit deux fois, pour passer aux écrans suivants ; ce qui les gêne pour se repérer dans la procédure.

Les entretiens font ressortir que la complexité de la maintenance favorise l'impression des procédures, c'est-à-dire que plus les procédures sont complexes et plus les techniciens ont

tendance à les imprimer et à les garder avec eux pendant la maintenance. C'est donc le caractère mobile du papier et la facilité à le plier et le ranger sur soi si besoin qui ressort des retours utilisateurs.

Le deuxième thème qui ressort des entretiens concerne l'utilisation des renvois à d'autres procédures et la localisation des informations.

### **3.2.3.2. Utilisation des renvois et localisation des informations**

Les procédures de travail actuelles présentent des renvois à d'autres procédures. Par exemple, pour l'inspection et le nettoyage du filtre à huile (procédure liée à l'animation 3D), le démontage et remontage sont présents sur une première procédure, le nettoyage quant à lui est proposé sous forme de renvoi à une deuxième procédure. Lorsque le technicien clique sur cette dernière, la procédure demandée s'affiche. Ainsi, pour les procédures de référence, les observations montrent des difficultés liées aux renvois (problèmes de repérage des informations dans la procédure). Lors des entretiens, les utilisateurs évoquent le nombre de renvois comme un élément défavorisant la réalisation de la tâche en cours. Concernant le nouveau format de procédure incluant de l'animation 2D, le problème des renvois est contourné par l'ouverture d'un second onglet ; ce qui est donc perçu comme une amélioration.

En ce qui concerne la localisation des informations des procédures de référence de l'animation 3D et de l'animation 2D, la majorité des utilisateurs (N=9) considère que la procédure n'aide pas dans le repérage des éléments. En effet, les utilisateurs de la procédure de référence liée à l'animation 3D (N=3) précisent que c'est leur expérience et leur connaissance qui leur a permis de savoir où se trouvent les éléments. De même, les utilisateurs inexpérimentés (N=3) connaissent la localisation de l'élément. Par contre, concernant la procédure de référence liée à l'animation 2D, les utilisateurs inexpérimentés (N=3) font souvent appel à l'instructeur pour les aider à localiser les différents éléments. Les participants plus expérimentés (N=4) considèrent que les éléments de base doivent être connus des techniciens. Concernant les schémas explicatifs, la majorité des utilisateurs de la procédure de référence animation 3D (N=7) ne les considèrent pas très représentatifs notamment le schéma qui concerne une tâche de nettoyage du filtre à huile. En effet, ce schéma inclut des erreurs de représentation qui perturbent les techniciens dans la réalisation de la tâche et qui entraînent des erreurs (exemple : le capot est représenté carré alors qu'il est rond). Le schéma présent dans la procédure de référence de l'animation 2D est, quant à lui, considéré comme bien représentatif par les participants expérimentés (N=3) mais peu intuitif

par les participants inexpérimentés (N=4). Pour la procédure de référence des photos, la majorité des utilisateurs (N=4) considère que cette dernière aide dans le repérage des éléments notamment grâce aux schémas. Cependant, trois utilisateurs (inexpérimentés et moyennement expérimentés) ne trouvent pas que les procédures de référence facilitent la localisation des éléments sur l'appareil. Concernant les nouveaux formats qui présentent des représentations visuelles des éléments, tous les participants (N=20), que ce soit pour l'animation 3D, l'animation 2D ou les photos, considèrent que les médias utilisés facilitent le repérage des éléments sur l'aéronef par rapport à la procédure papier.

Le troisième thème abordé dans les entretiens est relatif à la facilité de compréhension des procédures.

### **3.2.3.3. Facilité de compréhension**

Concernant la facilité de compréhension, tous les utilisateurs des nouveaux formats (N=20) les considèrent comme faciles à comprendre. Cependant certaines difficultés sont repérées. En effet, pour l'animation 3D, les difficultés de compréhension relèvent de la complexité à mettre pause et à visualiser les éléments (exemples : lors du remontage du filtre, l'emplacement des joints). Ces difficultés demandent aux utilisateurs de visionner plusieurs fois l'action (jusqu'à cinq fois pour le remontage des disques). Pour l'animation 2D, les utilisateurs émettent des réserves quant aux erreurs détectées dans le nouveau format. Les trois participants interrogés en Chine, trouvent qu'il manque le but des actions à effectuer ; ce qui gêne la compréhension de la tâche. Enfin, en ce qui concerne les photos, deux utilisateurs évoquent des problèmes liés à la compréhension du texte (manque du texte, problème de traduction français / anglais).

Par ailleurs, les avis divergent à propos des procédures de référence. Cinq techniciens utilisant la procédure de référence relative à l'animation 3D les considèrent comme faciles à comprendre alors que six techniciens considèrent qu'en règle générale elles le sont mais qu'elles peuvent présenter des problèmes. En effet, les représentations schématiques ainsi que des problèmes de traduction sont évoqués. L'analyse des vidéos confirme des difficultés liées à la représentation schématique des éléments qui sont parfois erronées (exemple : les deux capots du filtre qui sont différents de la réalité). De plus, certains sigles ne sont pas compris notamment par les techniciens inexpérimentés. A propos de la procédure de référence de l'animation 2D, seuls les acronymes paraissent poser des problèmes notamment pour les participants inexpérimentés. Cependant, les observations font ressortir des difficultés de

compréhension des informations présentes dans la procédure de travail. Plusieurs erreurs sont commises lors de la réalisation de la tâche, notamment une étape de reconfiguration qui pose des problèmes à plusieurs utilisateurs que ce soit des techniciens inexpérimentés ou expérimentés. Un des sigles utilisé fait référence aux deux écrans du tableau de bord. Or, la procédure ne précise pas tout de suite quel écran il faut éteindre. Pour la procédure de référence des photos, 12 utilisateurs les considèrent comme faciles à comprendre alors qu'une personne est en désaccord. Cependant, les utilisateurs les trouvant faciles à comprendre modèrent leur réponse avec plusieurs arguments notamment des problèmes liés à la traduction, des difficultés à comprendre certaines opérations complexes ou un langage et des schémas considérés comme peu clairs. L'analyse des vidéos confirme des difficultés liées à la représentation schématique des éléments notamment pour certains utilisateurs inexpérimentés et moyennement expérimentés. Les difficultés rencontrées entraînent, soit des demandes d'aides, soit des erreurs dans la réalisation de la maintenance.

Le dernier critère qui permet d'évaluer la facilité d'utilisation et de compréhension des procédures est relatif à la présentation des informations.

#### **3.2.3.4. Présentation des informations**

Pour la procédure de référence liée à l'animation 3D, la majorité des utilisateurs (N=7) trouvent qu'il y a une quantité de texte suffisante. Les techniciens inexpérimentés (N=3) disent que la procédure est bien construite mais qu'une aide est nécessaire pour réaliser les tâches (demande d'aide). Lors de l'entretien qui suit l'observation, nous demandons aux utilisateurs du nouveau format incluant de l'animation 3D ce qu'ils pensent de ce dernier mais aussi du format de référence. Ainsi, les utilisateurs (4 utilisateurs sur 6) expliquent que les procédures de référence sous format papier sont plus claires et plus simples que le format informatique. Ces utilisateurs évoquent l'habitude comme raison principale.

Pour le format de référence lié à l'animation 2D, la majorité des utilisateurs (5 sur 7) trouvent qu'il y a une quantité de texte suffisante. Les techniciens inexpérimentés (N=4) trouvent que la procédure est complète mais que certaines précisions pourraient être apportées notamment sur certains termes. Le nouveau format incluant de l'animation 2D semble pallier à ces problèmes. En montrant les différentes actions à effectuer, les utilisateurs n'ont pas à rechercher quels écrans du tableau de bord sont concernés par la tâche à effectuer. Cependant, trois techniciens considèrent qu'il y a trop d'informations sur les écrans. Le niveau de détail est plutôt adapté aux débutants ou aux utilisateurs occasionnels.

Enfin, pour le format photos, tous les utilisateurs de la procédure de référence (7 utilisateurs sur 7) trouvent les procédures correctes. Cependant, deux utilisateurs expérimentés évoquent les renvois comme défavorables à l'utilisation. Trois techniciens (2 moyennement expérimentés et 1 inexpérimenté) sont partagés car ils considèrent que parfois elles sont difficiles à suivre et deux techniciens indiquent qu'avec l'habitude on se fait à la présentation des procédures. De plus, deux utilisateurs (1 moyennement expérimenté et 1 inexpérimenté) perçoivent les procédures comme compliquées à suivre et considèrent qu'il y a trop de texte. En ce qui concerne le nouveau format incluant des photos, tous les utilisateurs (7 sur 7) trouvent la présentation des informations bonne, excepté un utilisateur moyennement expérimenté qui considère qu'il manque des informations et que la présentation est trop simple.

Nous allons maintenant, nous intéresser à l'intention d'utilisation des nouveaux formats de procédure par les utilisateurs et leur avis les concernant.

#### **3.2.4. Intention d'utilisation et avis des techniciens sur le projet**

Avant d'investiguer l'intention d'utilisation des nouveaux formats, nous leur demandons ce qu'ils pensent du projet d'améliorer les procédures de travail. Tous les techniciens considèrent que c'est une bonne idée de vouloir les améliorer. Cependant, plusieurs participants expérimentés (N=4) qui ont de l'ancienneté et qui ont déjà vu évoluer les procédures de travail émettent des réserves sur les améliorations qui pourraient être proposées. Un participant moyennement expérimentée trouve que les procédures actuelles sont bien comme elles sont. Les participants inexpérimentés quant à eux, considèrent que c'est une très bonne idée de les améliorer.

Nous demandons ensuite aux utilisateurs comment, d'après eux, les procédures de travail actuelles peuvent être améliorées. L'analyse des réponses de tous les participants fait ressortir plusieurs éléments. Tout d'abord, la mise en place d'éléments visuels dans les procédures (3D, 2D, photos mais aussi vidéo) est considérée comme une amélioration possible. Cependant, un utilisateur précise que le visuel doit être très précis. Un autre émet un doute sur l'utilisation qui sera faite des procédures de travail incluant des animations 3D par des techniciens expérimentés car ces derniers procèdent à une lecture en diagonale des informations. Le caractère interactif est cité pour appuyer l'apport de visuel dans les procédures de travail. De plus, le système de renvois aux autres procédures devrait, selon les utilisateurs être revu car la complexité du système ne favorise pas la réalisation des tâches demandées.

En outre, les utilisateurs des procédures de travail animations 3D et photos (nouveau format et procédure de référence) évoquent l'utilisation de la tablette tactile comme une amélioration matérielle bénéfique. Le caractère mobile est évoqué comme quelque chose d'important pour ce métier : pouvoir se déplacer et amener la procédure de travail avec eux pour réaliser la maintenance. Ces mêmes utilisateurs évoquent le fait d'avoir plus de détails et de précisions. Le fait d'avoir des procédures sans erreurs est aussi un point important pour l'amélioration de ces dernières. Un des utilisateurs des photos considère qu'il faudrait prendre en compte de manière plus efficace les remarques remontées par les techniciens notamment sur des erreurs détectées dans les procédures.

Par ailleurs, nous demandons aux utilisateurs des nouveaux formats s'ils préfèrent la procédure de référence ou le nouveau format (cf. Tableau 27). En effet, seuls les utilisateurs des nouveaux formats incluant de l'animation 3D, 2D et des photos ont la possibilité de comparer les procédures de référence et celles qu'ils ont testé. Cette question nous permet d'investiguer l'intention d'utilisation des utilisateurs. Les résultats montrent que la totalité des utilisateurs du nouveau format photo le préfère (sept utilisateurs sur sept). Le caractère visuel est mis en avant ainsi que la facilité de compréhension et la clarté des informations. Un des utilisateurs évoque les difficultés liées à l'anglais qui peuvent être palliées par ce nouveau format. Les sept utilisateurs du format photos seraient prêts à utiliser le nouveau format à la place des anciennes procédures de travail. Pour le format animation 3D, les avis sont partagés, deux utilisateurs préfèrent le nouveau format, un participant considère les deux comme bien. Les trois autres techniciens, quant à eux, préfèrent l'ancien format. Les raisons évoquées sont différentes, un participant évoque l'habitude d'utilisation du format papier. Un autre explique que ce système étant nouveau il n'a pas encore été testé, il préfère donc les procédures de référence pour le moment. Le dernier participant, quant à lui, préfère tout simplement la version papier sans développer sa réponse. Enfin, en ce qui concerne le format animation 2D, les avis sont partagés. Trois participants préfèrent le format actuel car ils considèrent que le nouveau n'est pas encore abouti. L'utilisation du nouveau format est considérée comme trop longue et compliquée à utiliser dans leur travail quotidien. Les quatre autres participants préfèrent le nouveau format, notamment pour le caractère visuel des informations.

En ce qui concerne l'intention d'utilisation des nouveaux formats, nous remarquons que majoritairement les utilisateurs des nouveaux formats sont favorables à la modification des procédures. En effet, sur les six utilisateurs du format animation 3D, cinq sont favorables à l'utilisation du nouveau format au détriment des procédures de référence. De la même façon pour l'animation 2D, sur les sept utilisateurs, cinq utiliseraient le nouveau format plutôt que la

procédure de référence. Enfin, pour le format photo, les sept utilisateurs se tourneraient vers le nouveau format plutôt que la procédure de référence pour réaliser le travail.

Format de procédure	Animation 3D		Animation 2D		Photos	
	Procédure de référence	Nouveau format	Procédure de référence	Nouveau format	Procédure de référence	Nouveau format
Préférence	3	1 2	3	4	0	7
Intention d'utilisation	1	5	2	5	0	7

Tableau 27: Intention d'utilisation et préférence par les utilisateurs en fonction des procédures de travail

Nous venons de présenter les résultats des critères liés à l'utilisabilité que nous avons définis : efficacité, efficience, facilité d'utilisation et intention d'utilisation. Nous allons maintenant faire la synthèse de ces résultats.

### 3.3.Synthèse des résultats liés à l'utilisabilité des procédures

Dans cette partie, nous synthétisons les résultats mis en évidence par les différentes analyses effectuées sur les données issues des observations et des entretiens (cf. Tableau 28 et Tableau 29).

Concernant l'efficacité des utilisateurs, les résultats montrent que tous les participants ont été efficaces peu importe le format utilisé et leur niveau d'expérience. L'analyse des temps de réalisation de la tâche montre que les utilisateurs des nouveaux formats animation 3D et photos mettent moins de temps que les utilisateurs des procédures de référence. Pour le format animation 2D, on constate très peu de différence entre les deux. De plus, les résultats exposent que les utilisateurs des trois nouveaux formats de procédures font moins d'erreurs que les utilisateurs des procédures de référence. En outre, les participants expérimentés sont les plus rapides pour réaliser la tâche et sont ceux qui font le moins d'erreurs pour le format animation 3D. Pour les formats animation 2D et photos ce sont les participants inexpérimentés qui font moins d'erreurs.

A propos des critères liés à l'efficience, les résultats issus des observations tendent à montrer que les nouveaux formats ne demandent pas plus de temps de lecture des informations procédurales par rapport aux procédures de référence. Les participants expérimentés passent globalement moins de temps à lire la procédure de travail. Le nombre de demandes d'aides de la part des utilisateurs est inférieur pour les deux formats animations 3D et 2D tandis que pour les photos les résultats sont contraires. Cependant, ces demandes

d'aides sont uniquement émises par les techniciens inexpérimentés. En outre, les techniciens se réfèrent davantage que le minimum demandé par la procédure pour les trois nouveaux formats (animation 3D, animation 2D et photo) et pour la procédure de référence de l'animation 3D. Seules les procédures de référence liées à l'animation 2D et les photos entraînent un nombre de consultations inférieures ou égales au minimum demandé par la procédure. De plus, les techniciens moyennement expérimentés et expérimentés se réfèrent moins aux procédures que les techniciens inexpérimentés.

Par ailleurs, les entretiens avec les techniciens indiquent que d'une manière générale, tous les participants ont réussi à se servir de la tablette tactile comme support aux procédures. Les procédures sont perçues de plus comme faciles d'utilisation et de compréhension notamment les nouveaux formats. Ces derniers favorisent aussi la localisation de par l'insertion d'informations visuelles dans les procédures.

Enfin, les résultats montrent que les techniciens qui ont testé les nouveaux formats de procédures, peu importe leur niveau d'expérience, auraient l'intention de les utiliser s'ils sont mis en place sur leur lieu de travail. Cependant, en terme de préférence le format photo est davantage plébiscité vis-à-vis de la procédure de référence que les formats animation 3D et animation 2D.

	Thèmes	Animation 3D		Animation 2D		Photos	
		Référence	Nouveau format	Référence	Nouveau format	Référence	Nouveau format
Efficacité	Réussite de la tâche	100% de réussite		100% de réussite		100% de réussite	
	Temps moyen pour réaliser la tâche	39min35	33min07	7min47	8min10	12min27	10min17
	Erreurs commises	9 erreurs	3 erreurs	6 erreurs	4 erreurs	4 erreurs	0 erreurs
Efficience	Temps moyen de lecture de la procédure	12min36	10min52	11min45	10min33	2min58	3min44
	Utilisation moyenne de la procédure	48	45,7	30,4	57,4	10,2	34,3
	Demandes d'aides	14	3	34	6	2	6
Facilité d'utilisation	Applicabilité de la procédure en version informatique	Tous les participants réussissent à se servir de la tablette tactile comme support aux procédures (références et nouveaux formats). Le caractère imprimable des procédures ressort comme un élément à prendre en compte.					
	Difficulté avec les renvois	Présence de difficultés		Présence de difficultés	Pas de difficulté	Présence de difficultés	Pas de difficulté
	Facilité d'utilisation	D'une manière générale, les participants perçoivent les procédures (références et nouveaux formats) comme faciles d'utilisation. Certaines difficultés spécifiques à chaque format sont évoquées					
	Facilité de compréhension	Pas toujours	Facile	Facile	Facile mais présence d'erreurs	Pas toujours	Facile
	La localisation des informations	Compliquée	Facilitée	Compliquée	Facilitée	Facilitée	
Intention d'utilisation	Préférence du format	3 (+1)	2 (+1)	3	4	1	6
	Intention d'utilisation	1	5	2	5	0	7

Tableau 28: Synthèse des résultats liés à l'utilisabilité des procédures en fonction du format (H1)

	Formats	Formats liés à l'animation 3D				Formats liés à l'animation 2D		Formats liés aux photos		
	Expérience	Inexpérimenté	Moyennement expérimenté	Expérimenté	Expérimenté (condition réelle)	Inexpérimenté	Expérimenté	Inexpérimenté	Moyennement expérimenté	Expérimenté
Efficacité	Réussite de la tâche	100% de réussite				100% de réussite		100% de réussite		
	Temps moyen pour réaliser la tâche	53min46 (N=6)	30min28 (N=2)	17min41 (N=1)	01h02min35 (N=2)	23min33 (N=6)	13min42 (N=6)	26min22 (N=3)	14min34 (N=5)	10min44 (N=5)
	Erreurs commises	9 (N=6)	1 (N=3)	2 (N=5)		4 (N=7)	6 (N=7)	0 (N=3)	3 (N=5)	1 (N=5)
Efficience	Temps moyen de lecture de la procédure	13min18 (N=6)	08min27 (N=2)	03min41 (N=1)	15min28 (N=2)	13min47 (N=6)	07min43 (N=6)	06min44 (N=3)	02min52 (N=5)	02min11 (N=5)
	Utilisation de la procédure	55 (N=6)	28 (N=2)	39 (N=1)	54,4 (N=2)	47,5 (N=6)	44,8 (N=6)	44,6 (N=3)	21,6 (N=5)	11,8 (N=5)
	Demandes d'aides	17 (N=9)		0 (N=5)		40 (N=8)	0 (N=7)	8 (N=8)		0 (N=5)
Intention d'utilisation	Préférence du format	2 (REF) 1(3D)	1 (3D)	1 (REF) 1 (les deux)		3 (2D)	3 (REF) 1 (2D)	2 (photos)	2 (photos)	3 (photos)
	Intention d'utilisation du nouveau format	(N=3) 3	(N=1) 1	(N=2) 1		(N=3) 3	(N=4) 2	(N=2) 2	(N=2) 2	(N=3) 3

Tableau 29: Synthèse des résultats liés à l'utilisabilité des procédures en fonction du niveau d'expérience (H2)

## Discussion

L'objectif de cette étude est d'analyser l'impact de trois nouveaux formats de procédures incluant des informations visuelles (animation 3D, animation 2D et photos) sur l'activité des techniciens.

Les résultats montrent que les techniciens qui utilisent les nouveaux formats de procédures sont plus efficaces que ceux qui utilisent les procédures de référence. Il est à noter que tous les techniciens ont atteint leur but, soit réaliser la maintenance. Cependant, l'analyse des temps de réalisation de la tâche montre que les utilisateurs des nouveaux formats animation 3D et photos mettent moins de temps que les utilisateurs des procédures de référence. Pour le format animation 2D, très peu de différence est trouvée entre les deux. De plus, les résultats indiquent que les utilisateurs des trois nouveaux formats de procédures font moins d'erreurs que les utilisateurs des procédures de référence exceptée pour le format photo. Une étude de Watson et al., (2010) corroborent en partie ces deux résultats en démontrant que les utilisateurs ont de meilleures performances (temps de réalisation et nombre d'erreurs) avec des procédures incluant soit des images, soit des animations, par rapport aux utilisateurs des procédures contenant uniquement du texte seul. Les procédures incluant des informations visuelles améliorent donc les performances des utilisateurs.

En ce qui concerne l'efficacité, les résultats tendent à montrer que les nouveaux formats demandent légèrement moins de temps de lecture des informations procédurales par rapport aux procédures de référence excepté pour le format photo. Plusieurs auteurs (Gyselink, 1996 ; Ganier et al., 2000) précisent que l'utilisation d'illustrations dans les procédures permettent une meilleure représentation de la tâche ; ce qui leur permet une réalisation plus rapide. De plus, une étude de Hegarty et Just (1993) montre que les utilisateurs mettent moins de temps pour réaliser la tâche et inspecter la procédure lorsqu'ils utilisent des instructions incluant des images seules par rapport à la condition texte seul. En outre, le nombre de demandes d'aides de la part des utilisateurs est réduit considérablement pour les deux formats animations 3D et 2D. Pour les photos, les résultats sont inverses. Par ailleurs, les résultats liés à l'utilisation des procédures par les utilisateurs montrent que les nouveaux formats les amènent à se référer davantage à la procédure que les utilisateurs des procédures de référence. Seules les procédures de référence liées à l'animation 2D et les photos entraînent un nombre de consultations inférieur ou égal au minimum demandé par la procédure. Ce résultat peut s'expliquer du fait que les nouveaux formats représentent une innovation par rapport aux procédures de référence, les utilisateurs ont donc pris connaissance de la totalité de la

procédure et se sont appliqués à l'utiliser entièrement. De plus, comme nous l'avons expliqué précédemment, dans le domaine de l'aéronautique, les procédures sont très réglementées et prennent une place importante dans l'activité des utilisateurs. Robin (2012) explique que « ce document est une bible. Conçu par les services du constructeur, il fournit, pour les procédures programmées comme pour les contrôles ou procédures non-programmées, toutes les informations de base sur le fonctionnement et l'entretien de l'aéronef et le matériel embarqué (p.40) ». Une erreur pouvant être fatale, nous supposons que les techniciens vérifient plusieurs fois, si nécessaire, les informations notamment les techniciens inexpérimentés. De plus, certains éléments liés à la représentation graphique des différents éléments ont pu amener des problèmes de compréhension pour les utilisateurs notamment pour le format 3D et 2D. En effet, une étude de Robin et al. (2011) montre qu'une forte ressemblance entre les informations d'une procédure et la pièce peut représenter un désavantage dans le sens où les participants mettent davantage de temps de lecture de la procédure et font plus d'erreurs.

Le troisième critère que nous étudions est relatif à la facilité d'utilisation et de compréhension des procédures. Les résultats principalement issus des entretiens post-observation montrent que d'une manière générale tous les participants ont réussi à se servir de la tablette tactile comme support aux procédures (références et nouveaux formats). Cependant, le caractère imprimable des procédures ressort comme un élément à prendre en compte. Cela va dans le sens de Tapie et al. (2007) qui expliquent que l'animation 3D dans les procédures dans le domaine de l'aéronautique est difficile à utiliser dans le sens où les techniciens impriment régulièrement la documentation pour des raisons pratiques (maintenance à l'extérieur, en hauteur...). Ces auteurs proposent ce type de format comme support en amont de la réalisation de la tâche. Dans notre cas, lors des entretiens, les techniciens ont souvent évoqué le fait de pouvoir plier la procédure et la mettre dans leur poche. De plus, les résultats montrent que, d'une manière générale, les participants perçoivent les procédures de référence et les nouveaux formats comme faciles d'utilisation et de compréhension. Certaines difficultés spécifiques à chaque format sont évoquées (par exemple : représentation schématique de certains éléments de l'animation 3D, manque de précision de certaines informations pour l'animation 2D et les photos). Nous pouvons dire que les nouveaux formats ne présentent pas de désavantages à l'utilisation et à la compréhension des informations par rapport aux procédures de référence ; ce qui corrobore les résultats de certains auteurs qui ont permis de faire ressortir un avantage à l'utilisation d'animation dans les procédures (Ayres et al., 2009) ; Watson et al., 2010). De plus, les nouveaux formats semblent faciliter la localisation des différentes pièces sur l'appareil.

Le quatrième élément étudié concerne l'intention d'utilisation et la préférence des utilisateurs qui ont testé les nouveaux formats. Les résultats montrent que le format qui fait l'unanimité est le format photo. Cela peut s'expliquer par le fait que c'est la représentation qui est la plus proche des procédures actuelles. Le côté imprimable est plus facile avec ce dernier. Les résultats sont moins tranchés en ce qui concerne l'intention d'utiliser ou non les nouveaux formats incluant de l'animation 3D et 2D.

Au vu de ces résultats, notre première hypothèse qui suppose que les techniciens qui utilisent les nouveaux formats de procédures, incluant des informations visuelles, auront de meilleures performances que ceux qui utilisent les procédures de référence est validée. L'utilisation des nouveaux formats n'entraînent pas plus de difficultés que l'utilisation des procédures de référence pour les utilisateurs. Certains points sont d'ailleurs améliorés avec l'utilisation des nouveaux formats.

Notre deuxième hypothèse propose que, d'une manière générale, les techniciens les plus expérimentés auront de meilleures performances dans la réalisation de leur tâche que les techniciens inexpérimentés. Les résultats montrent que tous les techniciens ont réussi la tâche peu importe le format utilisé (nouveaux formats ou procédures de référence). L'analyse des temps de réalisation de la tâche fait ressortir que les techniciens expérimentés sont plus rapides que les techniciens moyennement expérimentés ou inexpérimentés. De plus, l'analyse des erreurs commises montre que, pour les procédures relatives à l'animation 3D, ce sont majoritairement les techniciens inexpérimentés qui les commentent. Ces résultats confirment ceux de Fayol (2002) qui explique que « les experts lisent plus vite et avec moins d'erreurs [...] et retrouvent plus vite et avec plus d'assurance et d'efficacité les configurations pertinentes pour l'action ou la décision » (p.13). Cependant pour les formats liés à l'animation 2D et aux photos, ce sont plutôt des techniciens moyennement expérimentés et expérimentés qui commentent le plus d'erreur.

En ce qui concerne l'efficacité des participants dans la réalisation de la tâche, nous pouvons dire que conformément à notre hypothèse 2, les participants expérimentés sont plus efficaces que les participants inexpérimentés. En effet, les résultats montrent que le temps moyen de lecture de la procédure est plus important pour les participants inexpérimentés que pour ceux qui sont expérimentés. De plus, ils utilisent davantage la procédure que ces derniers. En outre, il est à noter que toutes les demandes d'aides sont émises par les techniciens inexpérimentés ou moyennement expérimentés ; ce qui tend à confirmer une différence de performance entre les techniciens expérimentés et les autres. Une étude de Ribert-Van de Weerd et Brangier (2000) montre que l'utilisation d'une assistance

téléphonique est davantage présente chez les techniciens débutants que chez les techniciens expérimentés qui ne font jamais appel à une aide extérieure.

Enfin, les résultats relatifs à la préférence du format et de l'intention d'utilisation montrent que les techniciens quel que soit leur niveau d'expérience sont favorables à l'utilisation des nouveaux formats de procédures. En analysant les réponses de plus près, nous remarquons que ce sont seulement trois participants expérimentés qui préfèrent les procédures de référence vis-à-vis des formats avec de l'animation. Nous supposons que ces derniers ayant leur habitude de travail, perçoivent la mise en place d'animation comme difficile d'utilisation. De plus, la donnée de l'âge n'est pas prise en compte, mais il est probable que les techniciens les plus expérimentés sont aussi les plus âgés.

## Conclusion

Cette deuxième étude permet de mettre en évidence l'impact du format de procédure et du niveau d'expérience des techniciens sur la réalisation de la maintenance. Les nouveaux formats de procédures impactent positivement l'activité dans le sens où, les techniciens sont d'autant, voir, plus performants avec les nouveaux formats qu'avec les procédures de référence. En outre, les techniciens expérimentés sont plus performants que les techniciens inexpérimentés ou moyennement expérimentés et ils se basent moins sur les procédures pour réaliser la tâche observée. Ces données confirment que la mise en place d'informations visuelles dans ce contexte, serait bénéfique. Cependant, certains freins sont tout de même ressortis de cette étude, notamment des problèmes de compréhension des informations liés à l'animation 3D et des difficultés d'utilisation de la tablette tactile. De plus, le format photo est davantage plébiscité par les participants. Ceci nous amène à réfléchir à la place des informations animées dans les procédures de travail dans ce contexte. En effet, ce type d'information amène obligatoirement un support informatique à la procédure ; or le fait de pouvoir imprimer les procédures ressort des entretiens avec les techniciens. Il faut donc anticiper les situations d'usage des procédures avant de systématiser leur mise en place.

Plusieurs limites à cette étude peuvent être citées. La première concerne les conditions d'observation qui ne sont pas toujours équivalentes. En effet, plusieurs contraintes notamment liées à la confidentialité des données mais aussi à la disponibilité des appareils nous ont contraints à nous adapter à la situation. La deuxième limite que nous évoquons est relative à la diversité de pays où nous avons réalisé les tests. Malgré le fait que les résultats soient intéressants, les conditions organisationnelles mais aussi culturelles ne sont équivalentes ; ce qui rend la comparaison difficile. La troisième limite que nous souhaitons mettre en avant porte sur certaines données sociodémographiques que nous n'avons pas considérées tels que l'âge des participants.

Plusieurs recommandations ressortent de cette étude notamment sur les points qui défavorisent l'utilisation mais surtout la compréhension des procédures. En premier lieu, il serait souhaitable de réfléchir avec les rédacteurs des procédures mais aussi des techniciens sur les situations qui nécessiteraient l'utilisation d'informations animées. Dans ce sens, l'animation 3D ou 2D pourrait intervenir seulement sur certaines parties de la procédure. De plus, il faudrait améliorer la représentation des informations animées afin d'éviter les difficultés de compréhensions par les techniciens. En second lieu, nous pensons qu'il serait intéressant de prendre en compte l'expérience des techniciens dans le processus de rédaction

des procédures. En effet, le besoin informationnelle n'est pas le même entre un technicien inexpérimenté et un technicien expérimenté. Enfin, nous pensons que réitérer une étude avec des maquettes améliorées et des conditions d'observations plus standardisées permettront d'évaluer de manière plus précise l'impact de ces nouveaux formats.

## Mise en lien des résultats des deux études de la partie 2

Nous avons vu à travers les deux méthodologies (questionnaire et tests utilisateurs), que les trois nouveaux formats de procédures sont perçus positivement par les utilisateurs. Ils sont considérés comme des améliorations par rapport à l'existant (texte + schéma 2D).

A l'heure où les nouvelles technologies prennent de plus en plus de place dans la société et dans les entreprises, les documents procéduraux sont informatisés et sont véhiculés par des systèmes plus ou moins complexes. Nous constatons que les répondants au questionnaire ont plébiscité instinctivement l'animation 3D. Cependant, les résultats montrent que les utilisateurs ont davantage l'intention d'utiliser les procédures de travail incluant des photos. Ces résultats sont confirmés par les tests utilisateurs : les techniciens se positionnent en faveur du nouveau format incluant des photos. En effet, nous remarquons que l'animation 3D est perçue plus comme utile et facile d'utilisation que les autres formats. Par contre, c'est le format qui présente les scores les plus hauts sur l'intention d'utilisation pour les maintenances dans des cas particuliers. A contrario, les photos sont aussi perçues comme utiles et facilement maîtrisables et présentent des scores plus hauts pour l'intention d'utilisation au quotidien. L'influence sociale semble aussi jouer un rôle plus important pour ce média. Le format photos représente l'amélioration la plus facile à mettre en place car elle ne demande pas l'utilisation forcée de l'informatique, les procédures de travail ainsi modifiées peuvent être imprimées.

Afin d'avoir des éléments de compréhension sur ce qui sous-tend l'acceptation d'une technologie, nous avons testé le modèle de l'UTAUT (Venkatesh et al., 2003) sur les trois formats de procédures. Les résultats permettent de confirmer que l'utilité et la facilité d'utilisation sont les dimensions qui présentent les effets les plus importants sur l'intention d'utilisation et ce pour les trois technologies. Cependant, pour les modérateurs, nous trouvons peu d'effet. Concernant l'animation 3D, l'attirance envers la technologie a un effet sur le lien entre l'utilité et l'intention d'utilisation. Un seul effet de modération significatif négatif de l'attirance envers les nouvelles technologies sur le lien entre l'utilité perçue et l'intention d'utilisation dans des cas particuliers ressort. Ces résultats laissent supposer que l'animation 3D représente aujourd'hui l'amélioration la plus élaborée techniquement. Nous supposons que les personnes attirées vers les nouveautés technologiques sont plus influencées pour une technologie telle que l'animation 3D, qui commence depuis quelques années à faire son apparition dans les produits de grandes consommations (téléviseurs, cinéma...). Cependant, les résultats issus des tests utilisateurs montrent que l'expérience impacte la manière d'utiliser

les procédures de travail mais aussi la manière de réaliser la maintenance. Les techniciens expérimentés sont plus performants et se basent moins sur les procédures pour réaliser la tâche observée.

Les trois technologies sont perçues positivement par les répondants du questionnaire, il nous semble donc intéressant de comparer ces résultats avec ceux issus des tests utilisateurs. En effet, l'objectif premier de ces études étant de vérifier que les nouveaux formats de procédures n'impactent pas la compréhension des procédures de travail et donc la qualité la maintenance, il est nécessaire de confronter les nouveaux formats à l'activité des techniciens. Les tests utilisateurs révèlent des problèmes liés à l'utilisation de la tablette tactile. Or, l'animation 3D et l'animation 2D sont étroitement liées à la performance du système (mettre pause, maniabilité du tactile etc.). Ceci, couplé à des erreurs présentes dans les nouveaux formats, peut défavoriser la confiance accordée au système par les utilisateurs (Robin et al., 2011). Dans le milieu de l'aéronautique, les procédures de travail sont considérées par les techniciens comme la référence sur laquelle se baser pour réaliser les tâches demandées. Nous avons vu à travers les tests utilisateurs que certains techniciens, notamment expérimentés, expriment le désir de garder le format actuel considérant que le nouveau format n'est pas encore abouti pour une utilisation quotidienne.

Nous constatons que tous les utilisateurs ont pu utiliser les procédures de travail, que ce soit les procédures de référence ou les nouveaux formats. La tablette s'est révélée utile car transportable. Cependant, des aménagements seraient nécessaires dans le cas de la mise en place d'animation dans les procédures de travail car les utilisateurs doivent pouvoir les prendre à côté d'eux pour réaliser certaines maintenances. La mise en place d'animation contraint à l'utilisation de matériel informatique.

La multiplication des renvois à d'autres procédures de travail défavorise le travail des techniciens. De plus, nous avons montré avec les tests utilisateurs que les techniciens considèrent que les nouveaux formats favorisent la localisation des informations dans les procédures de travail. Cependant, 67 % des répondants du questionnaire souhaitent pouvoir accéder directement aux différentes étapes dans la procédure. En effet, le fait de dérouler la totalité de la procédure peut représenter une contrainte pour les utilisateurs.

En ce qui concerne la compréhension des informations dans les procédures de travail, la majorité des utilisateurs considère les nouveaux formats comme faciles à comprendre. Cependant, les tests utilisateurs ont permis de montrer que trop peu de texte défavorise la compréhension des informations. En effet, les techniciens utilisant l'animation 2D nous font part de leurs difficultés à comprendre le but des actions demandées. Certains auteurs

(Hergarty & Just, 1993 ; Dubois, 1996) montrent un apport de la combinaison de texte et d'image par rapport à du texte seul et des images seules. Nous avons vu qu'avec les nouveaux formats (animation 3D et photos) les utilisateurs mettent moins de temps qu'avec les procédures de référence. Les auteurs qui s'intéressent à l'apport d'animation par rapport à du texte seul ou des images seules (Watson et al., 2010 ; Ayres et al., 2009), montrent un gain de temps avec l'animation ; ce qui confirme nos résultats. De plus, les demandes d'aides sont moins importantes avec les nouveaux formats qu'avec les procédures de référence. Cela permet de conclure que le visuel amène une information supplémentaire à l'utilisateur dans la localisation des informations mais aussi dans la manière dont le système est construit. En termes d'exécution, les techniciens nous ont fait part de l'importance des procédures de travail dans leur travail ; ceci dit, certains techniciens expérimentés nous indiquent que leur pratique peut différer des procédures de travail. En effet, le rappel systématique de certaines consignes ou pratiques générales à respecter ne sont pas toujours consultées car considérées comme une perte de temps par les techniciens.

Les résultats issus du questionnaire sont en partie validés par les tests utilisateurs. Cependant, la confrontation des nouveaux formats sur le terrain nous a permis de faire remonter des problèmes supplémentaires liés au contenu des procédures de travail mais aussi des conditions matérielles.

### **Partie 3 : Etude de l'acceptation d'un logiciel de gestion de procédure dans le domaine de la maintenance industrielle**

Dans cette troisième partie de la thèse, nous allons nous intéresser à l'acceptation d'un logiciel de gestion de procédure par les techniciens de maintenance. En effet, la société dans laquelle se déroule notre recherche est spécialisée dans la maintenance et la réparation de matériels et d'équipements pour l'industrie et la recherche depuis 1986. Elle a connu une crise majeure en 2006. Notamment, une erreur de maintenance a entraîné de très grosses pertes de production chez un de leur client ; ce qui les a conduits à mettre en place un plan d'amélioration des procédures de travail. En accord avec le client et le fournisseur de la pièce, ils décident de mettre en place un logiciel capable de véhiculer les procédures aux techniciens. Ce logiciel a connu depuis 2006 de nombreuses évolutions que le responsable du service recherche et développement de l'entreprise nous relate lors d'un entretien enregistré à l'aide d'un dictaphone (cf. Tableau 30). Ce logiciel, créé en interne en 2007 sous la direction du service R&D, a pour objectif une meilleure gestion des procédures de travail. Des écrans tactiles sont installés devant chaque poste de travail; ce qui permet aux techniciens d'avoir pour chaque intervention la procédure correspondante. Ceux-ci commencent par scanner leur badge, puis le numéro d'intervention noté sur la feuille accompagnant le matériel (fiche de suivi). Ensuite, ils doivent suivre la procédure pas à pas en passant les écrans, et valider chaque étape lorsqu'elle se termine, sinon ils ne peuvent pas passer à la suivante.

Plusieurs versions du logiciel ont été développées amenant chacune des nouvelles fonctionnalités. Ainsi, on part en 2007, d'un simple affichage de procédures sous format PDF à un créateur de procédures intégré au logiciel en 2008. Suite à une période d'observation dans l'atelier implant, l'entreprise remarque une baisse des non-conformités des pièces. Face à ce constat ils décident de commercialiser ce logiciel à des entreprises externes. Le logiciel devient alors une des lignes stratégiques de développement de l'entreprise. Cette phase de commercialisation du logiciel commence en 2009. Puis, elle est mise en « stand-by » en 2010. En 2011, l'équipe R&D constate une sous-utilisation du logiciel par les techniciens de maintenance en interne. Ils s'adressent au Laboratoire Interuniversitaire de Psychologie (LIP/PC2S) car ils souhaitent étudier les facteurs qui impactent l'utilisation du logiciel. De plus, la demande initiale émise par l'entreprise réfère à la possibilité de commercialiser le logiciel. Dans la redéfinition de la demande, nous proposons de nous centrer sur l'impact de celui-ci en interne, c'est-à-dire sur l'activité des techniciens de maintenance, afin de le faire évoluer.

Partant de cette demande, nous initions une première étude exploratoire. Dans cette étude nous nous sommes intéressés aux acteurs concernés par la mise en place de ce logiciel, le type d'activités réalisées, le confort dans l'utilisation du logiciel, etc. Les résultats de cette première investigation nous questionne sur la manière dont le logiciel a été créé et développé en interne, notamment sur le fait qu'il est déployé dans toutes les activités de maintenance. De plus, les techniciens interrogés dans cette première phase font ressortir des problèmes liés à l'utilisation du logiciel dans leur travail quotidien (dysfonctionnement informatique). Nous remarquons aussi que les techniciens en fonction de leur niveau d'expérience n'utilisent pas le logiciel de la même façon. Cependant, cette première étude ne permettant pas d'approfondir la compréhension complète du problème, un projet de thèse CIFRE est élaboré en partenariat entre l'entreprise et l'Université Grenoble-Alpes.

Notons un fait important concernant l'évolution du logiciel depuis sa création. En effet, le logiciel a connu quatre changements d'équipe informatique (2006, 2007, 2009, 2011) ainsi que trois changements de services et de responsables. De plus, en 2014, la société connaît une crise économique importante ; ce qui a pour conséquence plusieurs licenciements et départs de salariés. Le service responsable du logiciel est touché par ce plan de sauvegarde entraînant le départ des informaticiens et rédacteurs techniques. Plusieurs de ces changements sont intervenus pendant la réalisation de la thèse. Il a donc fallu, à la fois mener les études définies, tout en les adaptant à la nouvelle organisation de la société.

Pour comprendre les facteurs qui défavorisent l'usage du logiciel par les techniciens de maintenance, deux axes de recherches principaux sont définis. Le premier axe concerne l'étude des facteurs favorisant l'acceptation du logiciel. Le deuxième axe se centre sur les améliorations ergonomiques possibles du logiciel en partenariat avec les équipes de rédactions techniques, les informaticiens et les transcripateurs des procédures. Pour cela, deux études sont alors proposées. La première étude vise à étudier les croyances et la perception du logiciel par les techniciens de maintenance (étude 3). La deuxième étude se centre sur l'analyse de l'activité des techniciens de maintenance en lien avec le logiciel (étude 4).

Date	Faits marquants	Améliorations / propositions	Personnes ressources
2006	Crise aux implants : erreur de remontage dans l'atelier implants	- Plan d'amélioration des procédures = proposition d'un logiciel	Responsable R&D Un ingénieur informatique
2007	Premier cahier des charges	- Afficher procédure en format PDF - Avoir lien entre procédures et numéro de matériel	Société externe
	Première version du logiciel destiné à l'atelier implant : V1	- Lire PDF - Ecran tactile - Douchette de lecture de code barre	Société externe
2008	Période d'observation des implants. Constat : les non-conformités sont réduites de moitié et les nouveaux arrivants sont plus vite autonomes → Nouveau cahier des charges		Société externe
	Deuxième version de du logiciel : V2	- Editeur de procédure - Supervision en temps réel - Concept d'organigramme et d'embranchement de procédures	
2009	Lancement de la commercialisation du logiciel : six formules proposées Premier client pilote		Embauche du premier Informaticien en interne
2010	Version du logiciel 2.1, 2.2		Informaticien en interne
	- Version 2.3 du logiciel - Plan de déploiement interne du logiciel à toutes les activités de la société - Départ de l'informaticien et de l'ingénieur informatique	- Systématisation de la rédaction des procédures : mise en place des niveaux de procédures - Plus de paramétrages possibles - Fonctionnalités demandées par client : Calcul, identification des appareils de mesures, éditeur de rapport	Deux transcripteurs Deux rédacteurs techniques Un coordinateur interne
	Commercialisation mise en « stand by » Début de deux projets clients pilotes		Société externe
2011	<b>Projet CIFRE sur l'acceptation du logiciel par les techniciens</b>	- Etudier les facteurs d'acceptation du logiciel par les techniciens. - Améliorer le logiciel en collaboration avec les rédacteurs techniques, les informaticiens et les transcripteurs.	Psychologue du travail
	Version du logiciel 2.4, 2.5		Embauche d'une nouvelle équipe informatique en interne
2012	Focalisation sur les projets clients pilotes		Equipe informatique en interne
	Reprise de la commercialisation du logiciel : La responsabilité du logiciel passe du service R&D au service Ingénierie : nouveau responsable Fin de deux projets pilotes	Objectif : version allégée du logiciel = version commercialisable rapidement	Equipe informatique en interne
2013	Toute l'équipe logiciel est rapatriée au siège de la société : nouveau responsable La responsabilité du logiciel sort de l'ingénierie : la Business Unit (BU) logiciel est créé	BU logiciel composée : - deux informaticiens internes trois rédacteurs / transcripteurs de procédures	Responsable BU logiciel équipe informatique en interne
Mai 2014	Déclaration d'un plan de sauvegarde de la société : licenciement des informaticiens et des rédacteurs / transcripteurs de procédures		

Tableau 30 : Origine et évolution du logiciel de gestion de procédures objet de notre étude

## **Chapitre 7 : Etude de la perception d'un logiciel de gestion de procédures par les techniciens de maintenance (Etude 3)**

Afin de répondre au problème de la sous-utilisation du logiciel et de comprendre les facteurs qui l'explique, nous nous intéressons dans une première étude (étude 3) aux croyances et à la perception du logiciel par les techniciens de maintenance. Ce logiciel étant mis en place dans les ateliers depuis plusieurs mois, nous nous situons donc dans la phase d'acceptation de ce logiciel. A notre connaissance, peu d'études se sont intéressées à l'acceptation d'un logiciel de gestion de procédures. Nous commencerons par décrire la problématique ainsi que les hypothèses que nous testerons. Ensuite, nous décrirons la méthodologie utilisée et les résultats de l'étude. Nous terminerons par discuter les résultats obtenus à la lumière de la littérature.

### **1. Problématique de recherche et hypothèses**

#### **1.1. Problématique de recherche**

Pour favoriser l'utilisation d'un logiciel de gestion de procédures, il est essentiel que les techniciens aient un intérêt à l'utiliser dans leur travail quotidien. Dans l'étude que nous menons le logiciel en question s'apparente à une technologie prescriptive telle que définie par Bobillier Chaumon (2013). En effet, ce logiciel a pour objectif de véhiculer une façon de réaliser la maintenance des matériels aux techniciens. Or, dans l'entreprise qui accueille cette étude, il a plusieurs activités et des techniciens qui ont des caractéristiques différentes (niveau d'expérience, spécialité...); ce qui peut influencer leur manière d'utiliser le logiciel. Dans ce cadre, nous nous intéressons aux croyances et aux perceptions du logiciel par les techniciens afin de comprendre quels sont les facteurs qui favorisent ou défavorisent son utilisation.

Le modèle de l'UTAUT (Venkatesh et al., 2003) nous semble le plus pertinent pour nous aider à comprendre ce qui entrave l'utilisation de ce logiciel. Ce modèle s'intéresse à l'adoption de technologie à travers la prise en compte des croyances de l'individu face à cette dernière. Selon Fishbein et Ajzen, (1975), l'intention comportementale est le principal facteur qui permet d'expliquer le comportement d'utilisation d'une technologie qui est, elle-même, influencée par les croyances des individus. Plusieurs croyances nous semblent intéressantes à étudier pour comprendre le comportement de sous-utilisation du logiciel par les techniciens : l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue, la compatibilité perçue entre le logiciel et

l'activité, le contrôle perçu, l'attitude envers le logiciel, l'influence sociale perçue et les conditions facilitatrices perçues.

La première croyance concerne l'utilité perçue (Davis, 1989). En effet, l'utilité perçue est considérée dans les modèles d'acceptation des technologies, comme le premier prédicteur de l'intention comportementale (Davis, 1989 ; Davis & Venkatesh, 2000, Venkatesh et al., 2003 ; Venkatesh & Bala, 2008). Nous pensons que si le logiciel permet aux techniciens d'être plus performants dans leur travail, ils seront plus enclins à l'utiliser.

En outre, selon Davis (1989, 1993), la facilité d'utilisation perçue d'un système est la deuxième croyance prégnante pour expliquer l'intention comportementale. Dans ce cadre, nous pensons qu'afin que le logiciel soit utilisé par les techniciens, il doit leur demander un minimum d'effort. L'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue sont de nombreuses fois validées dans les études sur l'adoption des technologies (Venkatesh & Bala, 2008; AlAwadhi & Morris, 2008 ; Im et al., 2011 ; Jaradat & Al Rababaa, 2013).

Par ailleurs, plusieurs auteurs ont démontré que la croyance liée à la compatibilité perçue peut jouer un rôle important dans l'acceptation des nouvelles technologies (Taylor & Todd, 1995a ; Al-Gahtani & King, 1999 ; Moores, 2012). Dans cette étude, nous pensons qu'évaluer la compatibilité perçue du logiciel avec le travail des techniciens serait pertinent. Cette croyance liée à la compatibilité n'est pas initialement intégrée au modèle de l'UTAUT. Cependant, le logiciel étant mis en place depuis plusieurs années dans certains ateliers, la compatibilité perçue peut nous aider à une meilleure compréhension du problème.

En outre, il nous semble important de considérer le contrôle perçu par les techniciens. Une étude de Mangin et al. (2012) démontre le lien entre le contrôle perçu et l'attitude d'étudiants issus d'une université du Québec envers un service de banque en ligne. Nous pensons que si les techniciens perçoivent qu'en utilisant le logiciel ils auront une meilleure maîtrise de leur travail cela renforcera son utilisation.

Plusieurs auteurs (Davis et al., 1989 ; Davis 1993 ; Yang & Yoo, 2004) montrent que l'attitude est un médiateur entre les croyances (telles que l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue, le contrôle perçu...) et l'intention comportementale. Même si le rôle de l'attitude est controversé dans la littérature, nous pensons que les croyances (utilité perçue, facilité d'utilisation, compatibilité perçue et contrôle perçu) peuvent influencer l'attitude des techniciens envers le logiciel. En effet, une étude de Yousafzai et al. (2007) montre que l'attitude peut jouer un rôle de médiation entre les croyances et le comportement dans un contexte où l'utilisation de la technologie est imposée. C'est le cas dans notre étude, car les techniciens ont pour consigne d'utiliser le logiciel à chaque maintenance. Nous supposons

donc que l'attitude médiatisera l'effet des croyances envers le logiciel sur l'intention d'utilisation mais aussi sur le comportement d'utilisation (Al-Gahtani & King, 1999). Par ailleurs, Davis (1993) indique l'utilité perçue médiatise l'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'attitude (Venkatesh & Davis, 2000 ; Sun & Zhang, 2006 ; Jaradat & Al Rababaa, 2013). Dans ce sens, si les techniciens perçoivent le logiciel comme facile d'utilisation mais qu'ils ne perçoivent pas d'utilité à son utilisation, ils peuvent avoir une attitude négative envers ce dernier.

Une autre croyance nous semble importante à considérer, celle qui relève de l'influence probable des collègues de travail. En effet, Fishbein et Ajzen (1975) montre l'importance de cette croyance liée à l'influence de l'entourage. Venkatesh et al. (2003) confirment l'importance de la croyance liée à l'influence sociale dans la prédiction de l'adoption d'une nouvelle technologie. En effet, ces auteurs montrent un lien significatif de l'influence sociale sur l'intention comportementale. Nous supposons donc que la manière dont les pairs perçoivent le logiciel peut influencer l'utilisation qu'ils en font.

La dernière croyance qui peut impacter le comportement des techniciens se réfère aux conditions organisationnelles. Selon Venkatesh et al. (2003), cette croyance liée aux conditions facilitatrices est un prédicteur direct du comportement. En effet, si les techniciens perçoivent qu'ils ont les moyens d'utiliser le logiciel, ils seront plus enclins à le faire.

Comme nous l'avons expliqué, le logiciel qui nous préoccupe a été développé dans un atelier précis en 2006 suite à une erreur de maintenance. En 2010, l'entreprise a étendu l'utilisation de ce dernier à tous les ateliers de maintenance de l'entreprise sans tenir compte de la variabilité des techniciens et des activités réalisées. Or, la mise en place d'un nouveau logiciel peut être influencée par les caractéristiques de ceux qui l'utilisent. En effet, Venkatesh et al. (2003) démontrent que l'âge, le genre, l'expérience et le caractère volontaire d'utilisation modèrent les liens entre les croyances et l'intention comportementale et / ou le comportement d'utilisation.

Dans notre cas, prendre en compte l'âge des techniciens comme variable modératrice nous paraît essentiel compte tenu de la variabilité de l'âge des techniciens (de 20 ans à 62 ans). En effet, certaines études mettent l'accent sur l'effet de l'âge sur l'adoption de nouvelles technologies (Sun & Zhang, 2006). Par exemple, Venkatesh et al. (2003) montrent que l'âge modère le lien entre l'utilité perçue et l'intention comportementale dans le sens où plus les personnes sont jeunes et plus le lien est fort. Les auteurs montrent aussi que plus les personnes sont âgées et plus les liens entre la facilité d'utilisation perçue, l'influence sociale et l'intention comportementale sont forts.

Par ailleurs, la deuxième variable modératrice importante à considérer dans notre contexte concerne l'expérience des techniciens. En effet, Venkatesh et al. (2003) montrent que l'effet de la facilité d'utilisation perçue, de l'influence sociale perçue sur l'intention comportementale est plus fort pour les personnes ayant peu d'expérience. Dans notre cas, les techniciens qui travaillaient déjà, avant l'insertion du logiciel, ont pu mettre en place des habitudes de travail qui peuvent être en inadéquation avec le logiciel contrairement aux nouveaux techniciens. De plus, les nouveaux arrivants dans une entreprise sont souvent formés par les anciens. Si les techniciens expérimentés perçoivent négativement le logiciel et qu'ils ne considèrent pas qu'il représente un atout pour le travail à effectuer, ils peuvent être réticent à former les nouveaux techniciens sur ce dernier.

Ces éléments mis en exergue nous permettent de formaliser plusieurs hypothèses qui guident notre recherche.

## **1.2. Hypothèses**

Nous nous basons sur le modèle de l'UTAUT (Venkatesh et al., 2003) pour élaborer nos hypothèses de recherche. Ce modèle mesure l'effet des croyances liées à l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue, l'influence sociale perçue et les conditions facilitatrices perçues sur l'intention comportementale et le comportement. Nous nous basons aussi sur des recherches qui s'intéressent aux croyances de contrôle perçu et de la compatibilité perçue dans l'acceptation de technologies (Taylor & Todd 1995 ; Al-gahtani & King, 1999 ; Im et al., 2011 ; Moores 2012 ; Jaradat & Al Rababaa, 2013...).

Les trois premières hypothèses concernent les effets des croyances sur l'intention comportementale (H1), l'utilisation du logiciel (H2) et l'attitude (H3). Elles sont toutes déclinées en sous hypothèses.

Hypothèse 1: Il existe un effet des croyances sur l'intention comportementale. Le lien entre ces croyances et l'intention comportementale est modéré par l'âge et l'expérience d'utilisation du logiciel.

L'hypothèse 1 est déclinée en sous-hypothèses qui incluent les modérateurs (âge et expérience d'utilisation du logiciel) et sont détaillées dans le Tableau 31 ci-après :

<b>Hypothèse 1 : Il existe un effet des croyances sur l'intention comportementale. Le lien entre ces croyances et l'intention comportementale est modéré par l'âge et l'expérience d'utilisation du logiciel</b>		
1a	Utilité (UT)	Plus les techniciens perçoivent le logiciel comme utile, plus ils ont l'intention de l'utiliser
	UT x Age	L'effet de l'utilité perçue sur l'intention comportementale est plus fort pour les techniciens jeunes que pour les techniciens âgés
	UT x Exp	L'effet de l'utilité perçue sur l'intention comportementale est plus fort pour les techniciens inexpérimentés que pour ceux expérimentés
1b	Facilité d'utilisation (FAC)	Plus les techniciens perçoivent le logiciel comme facile d'utilisation, plus ils ont l'intention de l'utiliser
	FAC x Age	L'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'intention comportementale est plus fort pour les techniciens âgés que pour les techniciens jeunes
	FAC x Exp	L'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'intention comportementale est plus fort pour les techniciens inexpérimentés que pour ceux expérimentés
1c	Compatibilité (COMP)	Plus les techniciens perçoivent le logiciel comme compatible avec leur travail, plus ils ont l'intention de l'utiliser
	COMP x Age	L'effet de la compatibilité perçue sur l'intention comportementale est plus fort pour les techniciens jeunes que pour ceux qui sont âgés
	COMP x Exp	L'effet de la compatibilité perçue sur l'intention comportementale est plus fort pour les techniciens expérimentés que pour ceux inexpérimentés
1d	Contrôle (CONT)	Plus les techniciens pensent avoir le contrôle du logiciel, plus ils ont l'intention de l'utiliser
	CONT x Age	L'effet du contrôle perçu sur l'intention comportementale est plus fort pour les techniciens âgés que pour les techniciens jeunes
	CONT x Exp	L'effet du contrôle perçu sur l'intention comportementale est plus fort pour les techniciens expérimentés que pour ceux inexpérimentés
1e	Influence sociale (IS)	Plus les techniciens perçoivent une influence positive de leur entourage à utiliser le logiciel et plus ils ont l'intention de l'utiliser.
	IS x Age	L'effet de l'influence sociale perçue sur l'intention comportementale est plus fort pour les techniciens âgés que pour les techniciens jeunes
	IS x Exp	L'effet de l'influence sociale perçue sur l'intention comportementale est plus fort pour les techniciens inexpérimentés que pour ceux expérimentés
1f	Attitude (ATT)	Plus les techniciens ont une attitude positive envers le logiciel et plus ils ont l'intention de l'utiliser
	ATT x Age	L'effet de l'attitude sur l'intention comportementale est plus fort pour les techniciens âgés que pour les techniciens jeunes
	ATT x Exp	L'effet de l'attitude sur l'intention comportementale est plus fort pour les techniciens expérimentés que pour ceux inexpérimentés

Tableau 31: Détail du groupe d'hypothèses 1

Hypothèse 2 : Il existe un effet des croyances sur l'utilisation du logiciel. Le lien entre les croyances et l'utilisation du logiciel est modéré par l'âge et l'expérience d'utilisation du logiciel

L'hypothèse 2 est déclinée en sous-hypothèses qui incluent les modérateurs (âge et expérience d'utilisation du logiciel) et sont détaillées dans le Tableau 32 ci-après :

<b>Hypothèse 2 : Il existe un effet des croyances sur l'utilisation du logiciel. Le lien entre les croyances et l'utilisation du logiciel est modéré par l'âge et l'expérience d'utilisation du logiciel</b>		
2a	Utilité (UT)	Plus les techniciens perçoivent le logiciel comme utile et plus ils déclarent l'utiliser
	UT x Age	L'effet de l'utilité perçue sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens jeunes que pour ceux âgés
	UT x Exp	L'effet de l'utilité perçue sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens inexpérimentés que pour ceux expérimentés
2b	Facilité d'utilisation (FAC)	Plus les techniciens perçoivent le logiciel comme facile d'utilisation et plus ils déclarent l'utiliser
	FAC x Age	L'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens âgés que pour ceux jeunes
	FAC x Exp	L'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens inexpérimentés que pour ceux expérimentés
2c	Compatibilité (COMP)	Plus les techniciens perçoivent le logiciel comme compatible avec leur travail et plus ils déclarent l'utiliser
	COMP x Age	L'effet de la compatibilité perçue sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens jeunes que pour ceux âgés
	COMP x Exp	L'effet de la compatibilité perçue sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens expérimentés que ceux inexpérimentés
2d	Contrôle (CONT)	Plus les techniciens pensent avoir le contrôle du logiciel et plus ils déclarent l'utiliser
	CONT x Age	L'effet du contrôle perçu sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens âgés que pour ceux jeunes
	CONT x Exp	L'effet du contrôle perçu sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens expérimentés que ceux inexpérimentés
2e	Conditions facilitatrices	Plus les techniciens perçoivent des conditions facilitatrices à l'utilisation du logiciel et plus ils déclarent l'utiliser
	CF x Age	L'effet des conditions facilitatrices perçues sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens âgés que pour ceux jeunes
	CF x Exp	L'effet des conditions facilitatrices perçues sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens inexpérimentés que pour ceux expérimentés
2f	Attitude (ATT)	Plus les techniciens ont une attitude positive envers le logiciel et plus ils déclarent l'utiliser
	ATT x Age	L'effet de l'attitude sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens âgés que pour ceux jeunes
	ATT x Exp	L'effet de l'attitude sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens expérimentés que ceux inexpérimentés
2g	Intention	Plus les techniciens ont l'intention de continuer d'utiliser le logiciel et plus ils déclarent l'utiliser
	INT x Age	L'effet de l'intention comportementale sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens âgés que pour ceux jeunes
	INT x Exp	L'effet de l'intention comportementale sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens expérimentés que ceux inexpérimentés
2h	Influence sociale (IS)	Plus les techniciens perçoivent une influence positive de leur entourage à utiliser le logiciel et plus ils déclarent l'utiliser
	IS x Age	L'effet de l'influence sociale sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens âgés que ceux jeunes
	IS x Exp	L'effet de l'influence sociale sur l'utilisation du logiciel est plus fort pour les techniciens inexpérimentés que pour ceux expérimentés

Tableau 32: Détail du groupe d'hypothèses 2

Hypothèse 3: Il existe un effet des croyances sur l'attitude envers le logiciel. Le lien entre les croyances et l'attitude est modéré par l'âge et l'expérience d'utilisation du logiciel.

L'hypothèse 3 est déclinée en sous-hypothèses qui incluent les modérateurs (âge et expérience d'utilisation du logiciel) et sont détaillées dans le Tableau 33 suivant :

<b>Hypothèse 3:</b> Il existe un effet des croyances sur l'attitude envers le logiciel. Le lien entre les croyances et l'attitude est modéré par l'âge et l'expérience d'utilisation du logiciel		
3a	Utilité (UT)	Plus les techniciens perçoivent le logiciel comme utile et plus ils ont une attitude positive envers le logiciel
	UT x Age	L'effet de l'utilité perçue sur l'attitude est plus fort pour les techniciens jeunes que pour ceux âgés
	UT x Exp	L'effet de l'utilité perçue sur l'attitude est plus fort pour les techniciens inexpérimentés que ceux expérimentés
3b	Facilité d'utilisation (FAC)	Plus les techniciens perçoivent le logiciel comme facile d'utilisation et plus ils ont une attitude positive envers le logiciel
	FAC x Age	L'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'attitude est plus fort pour les techniciens jeunes que ceux âgés
	FAC x Exp	L'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'attitude est plus fort pour les techniciens inexpérimentés que pour ceux expérimentés
3c	Compatibilité (COMP)	Plus les techniciens perçoivent le logiciel comme compatible avec leur travail et plus ils ont une attitude positive envers le logiciel
	COMP x Age	L'effet de la compatibilité perçue sur l'attitude est plus fort pour les techniciens les techniciens jeunes que pour ceux âgés
	COMP x Exp	L'effet de la compatibilité perçue sur l'attitude est plus fort pour les techniciens les techniciens expérimentés que ceux inexpérimentés
3d	Contrôle (CONT)	Plus les techniciens pensent avoir le contrôle du logiciel et plus ils ont une attitude positive envers le logiciel
	CONT x Age	L'effet du contrôle perçu sur l'attitude est plus fort pour les techniciens les techniciens âgés que ceux jeunes
	CONT x Exp	L'effet du contrôle perçu sur l'attitude est plus fort pour les techniciens les techniciens expérimentés que pour ceux inexpérimentés

Tableau 33: Détail du groupe d'hypothèses 3

Les quatre dernières hypothèses postulent des effets de médiation entre les variables, c'est-à-dire qu'une variable « s'exprime » à travers une autre variable :

Hypothèses 4: L'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'attitude est médiatisé par l'utilité perçue de telle sorte que cet effet diminue lorsque l'on contrôle statistiquement l'effet de l'utilité perçue sur l'attitude.

Hypothèses 5 : Les effets de l'utilité perçue et de la facilité d'utilisation perçue sur l'attitude sont médiatisés par la compatibilité perçue.

- Hypothèse 5a: L'effet de l'utilité perçue sur l'attitude est médiatisé par la compatibilité perçue de telle sorte que cet effet devient non significatif lorsque l'on contrôle statistiquement l'effet de la compatibilité perçue sur l'attitude.

- Hypothèse 5b : L'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'attitude est médiatisé par la compatibilité perçue de telle sorte que cet effet devient non significatif lorsque l'on contrôle statistiquement l'effet de la compatibilité perçue sur l'attitude.

Hypothèse 6 : Les effets de l'utilité perçue, de la facilité d'utilisation perçue, de la compatibilité perçue et du contrôle perçu sur l'intention d'utilisation sont médiatisés par l'attitude.

- Hypothèse 6a : L'effet de l'utilité perçue sur l'intention d'utilisation est médiatisé par l'attitude de telle sorte que cet effet devient non significatif lorsque l'on contrôle statistiquement l'effet de l'attitude sur l'intention d'utilisation.
- Hypothèse 6b : L'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'intention d'utilisation est médiatisé par l'attitude de telle sorte que cet effet devient non significatif lorsque l'on contrôle statistiquement l'effet de l'attitude sur l'intention d'utilisation.
- Hypothèse 6c : L'effet de la compatibilité perçue sur l'intention d'utilisation est médiatisé par l'attitude de telle sorte que cet effet devient non significatif lorsque l'on contrôle statistiquement l'effet de l'attitude sur l'intention d'utilisation.
- Hypothèse 6d : L'effet du contrôle perçu sur l'intention d'utilisation est médiatisé par l'attitude de telle sorte que cet effet devient non significatif lorsque l'on contrôle statistiquement l'effet de l'attitude sur l'intention d'utilisation.

Hypothèse 7: Les effets de l'utilité perçue, de la facilité d'utilisation perçue, de la compatibilité perçue et de l'influence sociale perçue sur l'utilisation du logiciel sont médiatisés par l'intention d'utilisation.

- Hypothèse 7a : L'effet de l'utilité perçue sur l'utilisation du logiciel est médiatisé par l'intention de telle sorte que cet effet devient non significatif lorsque l'on contrôle statistiquement l'effet de l'intention sur l'utilisation.
- Hypothèse 7b : L'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'utilisation du logiciel est médiatisé par l'intention de telle sorte que cet effet devient non significatif lorsque l'on contrôle statistiquement l'effet de l'intention sur l'utilisation.
- Hypothèse 7c : L'effet de la compatibilité perçue sur l'utilisation est médiatisé par l'intention de telle sorte que cet effet devient non significatif lorsque l'on contrôle statistiquement l'effet de l'intention sur l'utilisation.

- Hypothèse 7d : L'effet du contrôle perçu sur l'utilisation est médiatisé par l'intention de telle sorte que cet effet devient non significatif lorsque l'on contrôle statistiquement l'effet de l'intention sur l'utilisation.

Afin de tester ces hypothèses, nous allons présenter la méthodologie utilisée ainsi que les analyses statistiques réalisées.

## 2. Méthodologie

Dans la littérature sur l'adoption des nouvelles technologies, les recherches étudient les croyances des utilisateurs vis-à-vis de nouveaux systèmes informatiques à travers l'élaboration de questionnaires. Afin de tester les hypothèses énumérées ci-dessus, nous avons mis en place une méthodologie de recherche basée sur le modèle de l'UTAUT (Venkatesh et al., 2003). Nous allons présenter la population de la présente étude, le matériel utilisé et la méthode de recueil des données.

### 2.1. Participants

La population de cette étude est constituée de tous les techniciens qui utilisent le logiciel dans leur travail. La société dans laquelle nous intervenons compte sept sites de production en France. Nous retenons les trois sites de la région Rhône-Alpes. Au total, 84 techniciens ont pris part à l'étude. Au final, 61 techniciens sur les 84 possibles participent à l'étude (soit 72,61%). Le détail de la répartition de la population interrogée par site est indiqué dans le Tableau 34 ci-dessous.

Sites	Population possible	Echantillon finale
Site de la région Rhône-Alpes n°1	20	13
Site de la région Rhône-Alpes n°2	31	25
Site de la région Rhône-Alpes n°3	33	23

Tableau 34: Répartition des participants en fonction des sites de production

Concernant le statut des participants, il y a 40 techniciens, 15 opérateurs, 4 mécaniciens et deux personnes n'ont pas précisé leur statut. De plus, on dénombre 15 femmes (24,60%) et 46 hommes (75,40%). Les participants ont entre 20 ans et 62 ans avec une moyenne d'âge de 38 ans. Les participants ont entre 6 mois et 20 ans d'ancienneté avec une moyenne d'ancienneté de 8,3 ans. La moyenne d'ancienneté des participants sur le site n°1 est de 6,2 ans, sur le site n°2 de 8,5 ans et le site n°3 de 10,51 ans (cf.Figure 32).

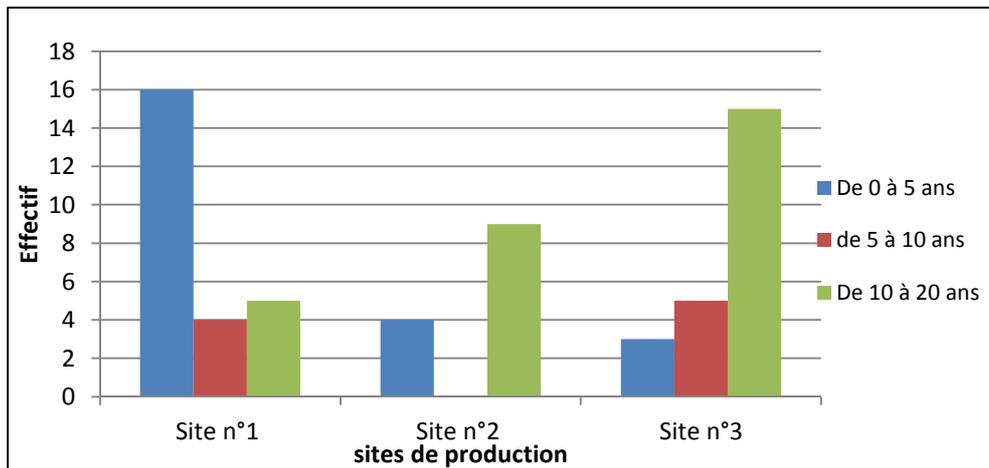


Figure 32: Répartition des participants en fonction du site de production et de l'ancienneté

## 2.2. Matériel

Afin d'investiguer les croyances des techniciens vis-à-vis du logiciel étudié, nous élaborons un questionnaire. Cela nous permet d'interroger la totalité des techniciens de maintenance et de s'intéresser à l'acceptation du logiciel par les techniciens à travers le modèle de l'UTAUT (Venkatesh et al., 2003). Ainsi, après une revue de littérature sur 22 articles<sup>4</sup> portant sur les modèles d'acceptation des technologies, notamment le TAM (Davis, 1989) et l'UTAUT (Venkatesh et al., 2003), nous comparons toutes les variables ainsi que les items utilisés. Puis, nous choisissons certaines dimensions qui nous paraissent pertinentes vis-à-vis des objectifs que nous visons. Ensuite, nous reprenons la structure des items afin de ne changer que les éléments variables qui concernent la technologie étudiée, c'est-à-dire le logiciel. L'ajout de questions spécifiques au contexte organisationnel nous paraît indispensable pour essayer d'appréhender les éléments pouvant jouer un rôle sur la perception des utilisateurs.

Le questionnaire ainsi créé, est composé de quatre parties (Annexe 5, page 360). La première partie concerne l'évaluation de la perception du logiciel par les utilisateurs. Cette partie mesure neuf dimensions relatives à des croyances spécifiques qui peuvent jouer un rôle dans l'acceptation du logiciel : croyance d'utilité perçue, de contrôle perçu, de facilité d'utilisation perçue, de compatibilité perçue, d'attitude, d'influence sociale perçue, de

<sup>4</sup> Agarwal & Prasad, 1997, 1998; AlAwadhi & Morris, 2008; Al-Gahtani & King, 1999; Davis, 1989, 1993; Davis & Venkatesh, 1996; Dishaw & Strong, 1999; Fillion et al., 2012; Van der Heijden, 2004; Klopping & McKinney, 2004; Limayem & Hirt, 2003; Mangin et al., 2012; Marchewka, Liu, & Kostiva, 2007; Taylor & Todd, 1995; Venkatesh & Bala, 2008; Venkatesh & Davis, 2000; Venkatesh et al., 2012; Venkatesh et al., 2003; Hong, Thong, Wong, & Tam, 2002; Yang & Yoo, 2004; Zhou, Lu & Wang, 2010

caractère volontaire d'utilisation perçue, de conditions facilitatrices perçues et d'intention d'utilisation. Tous les items de cette première partie sont mesurés par une échelle de type Likert en sept points allant de 1 = pas du tout d'accord à 7 = tout à fait d'accord.

La première dimension mesurée dans le questionnaire concerne l'attente de performance que nous appelons **utilité perçue**. Elle évalue si le logiciel permet aux techniciens d'être plus performants dans leur travail. Elle est mesurée par huit items dont sept issus de la littérature (exemple : « *L'utilisation du logiciel me permet d'accomplir mes tâches plus rapidement* ») et un item élaboré par nos soins et qui concerne l'aide apporté par le logiciel (exemple : « *En général, l'utilisation du logiciel est une aide pour mon travail* »).

La deuxième dimension concerne le **contrôle de l'activité** par les utilisateurs c'est-à-dire dans quelle mesure les techniciens pensent maîtriser leur activité en utilisant le logiciel. Elle est mesurée avec trois items dont un issu de la littérature (ex : « *J'ai une meilleure maîtrise de mon travail avec l'utilisation du logiciel* ») et deux rajoutés par nos soins (ex : « *L'utilisation du logiciel me permet de vérifier les opérations que je fais* »).

La troisième dimension concerne l'attente d'effort que nous appellerons **facilité d'utilisation**. Elle évalue dans quelle mesure les participants perçoivent les nouveaux formats comme faciles à utiliser. Elle contient six items dont quatre issus de la littérature (ex : « *L'utilisation du logiciel est claire et compréhensible* ») et deux autres créés par nous (ex : « *Les problèmes techniques rendent difficile l'utilisation du logiciel* »).

La quatrième dimension appelée **compatibilité** concerne l'adéquation du logiciel avec le travail des techniciens. Elle est mesurée par quatre items dont trois issus de la littérature (ex : « *L'utilisation du logiciel s'accorde avec ma façon de travailler* ») et un rajouté par nos soins (ex : « *L'utilisation du logiciel est compatible avec le type de maintenance que je réalise* »).

La cinquième dimension concerne **l'attitude envers la technologie** et est composée de quatre items issus de la littérature (ex : « *J'aime travailler avec le logiciel* »).

La sixième dimension est **l'influence sociale**. Elle concerne l'avis des collègues de travail et du manager vis-à-vis de l'utilisation ou non du logiciel. Cette dimension est mesurée par quatre items adaptés de la littérature (ex : « *Mon responsable hiérarchique pense que je devrais utiliser le logiciel au quotidien* »).

La septième dimension appelée **caractère volontaire d'utilisation** est mesurée par quatre items issus de la littérature (ex : « *Mon utilisation du logiciel est volontaire* »).

La huitième dimension appelée **conditions facilitatrices** est définie par huit items issus de la littérature (ex : « *J'ai les connaissances nécessaires pour utiliser le logiciel* »).

La neuvième dimension est **l'intention d'utilisation**. Elle est mesurée par cinq items adaptés de la littérature (ex : « *J'aimerais utiliser le logiciel dans mon travail le plus souvent possible* »).

La deuxième partie du questionnaire est relative à l'usage actuel du logiciel et des nouvelles technologies en général par les techniciens. Elle est composée de 21 questions. Nous demandons notamment aux techniciens la fréquence d'utilisation, leur expérience vis-à-vis du logiciel mais aussi leur implication dans la rédaction des procédures etc.

La troisième partie du questionnaire concerne les caractéristiques du logiciel et les améliorations possibles que les techniciens envisagent. Elle est composée de deux questions concernant les opérations pour lesquelles le logiciel est utile selon les techniciens (mesurés par une échelle de type Likert en sept points) et quatre questions plus générales sur l'utilisation du logiciel (commentaires libres).

Enfin la quatrième partie du questionnaire concerne les données sociodémographiques. Elle comprend six questions : l'âge, le sexe, le service auquel le technicien appartient, l'ancienneté dans le service et dans la société, ainsi que la fonction au sein de l'entreprise.

Avant de faire passer le questionnaire aux participants, nous nous sommes demandés si, pour les échelles de mesure des croyances, nous devons mélanger tous les items quelle que soit la dimension ou alors si nous devons organiser les items par dimension. Une étude de Davis et Venkatesh (1996) montre qu'il n'y a pas d'effet significatif du mélange des items dans le questionnaire sur la fiabilité et la validité de l'échelle. Nous décidons donc de regrouper les items en fonction des dimensions (utilité perçue, facilité d'utilisation perçue...) afin de fluidifier la lecture pour les participants. Nous effectuons ensuite des vérifications avant de mettre en ligne la version définitive du questionnaire via un pré-test.

### **2.3. Pré-test du questionnaire**

Afin de vérifier que le questionnaire est compréhensible, nous l'avons pré-testé auprès de sept salariés travaillant dans l'entreprise abritant l'étude mais ne faisant pas partie de la population d'étude. En effet, la population totale concernée n'étant pas très élevée (environ 90 personnes), nous avons décidé de réaliser les pré-tests auprès de personnes travaillant dans différents services (Ingénierie, service logiciel...) mais qui connaissent le logiciel. Nous présentons individuellement le questionnaire tout d'abord à cinq personnes volontaires en salle de réunion en face à face avec le chercheur. Nous leur demandons de le remplir et de nous faire part au fur et à mesure de leurs remarques notamment en termes de compréhension

des items. Suite à ces premiers pré-tests, nous modifions 13 items en fonction des remarques faites par les cinq salariés. Suite à cela, nous refaisons passer le questionnaire à deux nouveaux salariés ne faisant pas partie de la population d'étude afin de vérifier que les modifications n'entraînent pas de nouvelles difficultés de compréhension. Enfin, quatre items sont reformulés suite à ce deuxième pré-test.

## **2.4. Procédure de recueil des données**

Pour recueillir les données, nous visitons les sites et rencontrons les responsables d'activité afin de leur expliquer l'objectif de l'étude. Puis, nous les recontactons afin qu'ils diffusent une note d'information sur l'étude que nous réalisons à destination des salariés en l'affichant sur les sites concernés. Nous prenons rendez-vous avec les responsables de site ou d'atelier afin de prévoir les dates de passation. Une étudiante en master 1 de psychologie du travail nous aide pour administrer le questionnaire sur les trois sites de la région grenobloise. Pour la passation du questionnaire, les techniciens sont convoqués en salle de réunion par groupe de 8 à 10 personnes. Plusieurs sessions sont prévues sur chacun des sites. Les techniciens se relayant dans chaque activité, cela évite qu'elle ne soit trop perturbée. Nous présentons la recherche, puis distribuons les questionnaires à tous les techniciens présents. Ces derniers ont tout le temps nécessaire pour répondre au questionnaire. Cependant, le temps de passation n'excède pas une heure.

Nous venons de présenter les participants de l'étude et la méthodologie, nous allons à présent exposer les résultats de l'étude.

## **3. Résultats de l'étude**

Nous commençons par présenter la structure et la consistance interne du questionnaire, puis nous présenterons les résultats issus des analyses concernant les croyances vis-à-vis du logiciel.

### **3.1. Analyses préliminaires des données**

#### **3.1.1. Structure et consistance interne du questionnaire**

Nous vérifions la structure du questionnaire et la consistance des échelles de mesure afin de confirmer ou d'infirmer l'organisation des items dans les dimensions et de vérifier si les items des dimensions préalablement définies mesurent bien la même dimension. Pour cela, nous réalisons une analyse factorielle en maximum de vraisemblance avec rotation Oblimin lorsque cela le nécessite. Ce type d'analyse tente d'expliquer la variance qui est commune à au

moins deux variables. Elle présume également que chaque variable possède une variance unique représentant son apport propre. Nous choisissons cette analyse car elle permet de maximiser la probabilité que la matrice de corrélations reflète une distribution dans la population (Durand, 2003). Nous choisissons la rotation Oblimin car elle présuppose que les construits ne sont pas indépendants. Nous commençons par une analyse factorielle exploratoire puis confirmatoire lorsque cela le nécessite. En effet, il faut vérifier que les items attribués à une dimension mesurent bien cette dernière (par exemple : vérifier que les items 1 à 9 se regroupent bien pour mesurer l'utilité perçue). Pour réaliser ces analyses, nous utilisons le logiciel de statistique SPSS V.20. Nous vérifions la consistance interne via l'indice de l'alpha de Cronbach qui évalue la variation commune des items d'une même échelle. Nous considérons que la consistance à une échelle est satisfaisante lorsqu'elle est supérieure à .70 (Durand, 2003).

Concernant la procédure suivie (cf. Tableau 35), nous réalisons les analyses factorielles en cinq étapes. Tout d'abord, nous commençons par les items portant sur les croyances liées à l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue, la compatibilité perçue et le contrôle perçu. Ensuite, nous réalisons l'analyse concernant la dimension influence sociale, puis les conditions facilitatrices et enfin l'attitude. Pour finir, nous observons comment se comportent les items de l'intention comportementale. Le détail de chaque étape d'analyse se trouve en annexe 6, page 368.

Etape	Dimension du questionnaire	Items associés
1	Utilité perçue	1 à 8
	Contrôle perçu	9 à 11
	Facilité d'utilisation perçue	12 à 17
	Compatibilité perçue	18 à 21
2	Influence sociale perçue	26 à 29
3	Conditions facilitatrices perçues	34 à 41
4	Attitude	22 à 25
5	Intention comportementale	42 à 46

Tableau 35: Etape de vérification de la structure et de la consistance interne du questionnaire

### 3.1.1.1. Mesure des croyances liées à l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue, le contrôle perçu et la compatibilité perçue

Nous commençons par réaliser une analyse factorielle exploratoire car nous avons ajouté des items aux échelles que nous utilisons. Cinq facteurs sont extraits. Cependant, plusieurs items saturent sur plusieurs dimensions. Nous réitérons donc les analyses en forçant les

analyses à quatre facteurs (cf. Tableau 36). Les quatre facteurs extraits expliquent 62,755% de la variance totale. Le premier facteur appelé «compatibilité perçue » comprend cinq items. La consistance interne de cette dimension est satisfaisante (.804). Ce facteur explique 31,442% de la variance totale expliquée. Le deuxième facteur « utilité perçue » comprend huit items et présente un alpha de Cronbach de .890 et explique 14,633% de la variance totale expliquée. Le troisième facteur « facilité d'utilisation perçue» présente un alpha de .772 et explique 9,023% de la variance totale expliquée. Le quatrième facteur extrait comprend trois items et est retiré du modèle car sa consistance est largement insuffisante (.334). De plus, aucune cohérence entre les items ne ressort. Ce facteur explique 7,658% de la variance totale expliquée.

<b>Facteurs</b>	<b>Items</b>	<b>Alpha de Cronbach</b>	<b>Titre du facteur</b>
Facteur 1	<i>Item 19</i> : L'utilisation du logiciel s'accorde avec ma façon de travailler <i>Item 20</i> : Je pense que l'utilisation du logiciel cadre bien avec la façon dont j'aime travailler <i>Item 21</i> : L'utilisation du logiciel est compatible avec le type de maintenance que je réalise <i>Item 18</i> : Utiliser le logiciel est compatible avec tous les aspects de mon travail <i>Item 8</i> : En général, l'utilisation du logiciel est une aide pour mon travail	<b>.804</b>	<b>Compatibilité perçue</b>
Facteur 2	<i>Item 4</i> : L'utilisation du logiciel facilite mon travail <i>Item 1</i> : L'utilisation du logiciel me permet d'accomplir mes tâches plus rapidement <i>Item 5</i> : L'utilisation du logiciel améliore mon efficacité au travail <i>Item 2</i> : L'utilisation du logiciel augmente ma productivité <i>Item 11</i> :J'ai une meilleure maîtrise de mon travail avec l'utilisation du logiciel <i>Item 6</i> : L'utilisation du logiciel améliore la qualité de mon travail <i>Item 3</i> : Je trouve le logiciel utile pour mon travail <i>Item 9</i> : L'utilisation du logiciel me permet de mieux contrôler le résultat de mon travail	<b>.890</b>	<b>Utilité perçue</b>
Facteur 3	<i>Item 14</i> : Je trouve le logiciel facile à utiliser <i>Item 13</i> : L'utilisation du logiciel est claire et compréhensible <i>Item 12</i> : Apprendre à utiliser le logiciel a été facile pour moi <i>Item 16</i> : Je trouve l'utilisation du logiciel rigide (peu interactif)	<b>.772</b>	<b>Facilité d'utilisation perçue</b>
Facteur 4	<i>Item 10</i> : L'utilisation du logiciel me permet de vérifier les opérations que je fais <i>Item 17</i> : Les problèmes techniques rendent difficile l'utilisation du logiciel <i>Item 7</i> : La plupart des informations dont j'ai besoin pour réaliser mon travail sont disponibles sur le logiciel	<b>.334</b>	<b>Facteur autre</b>

Tableau 36 : Résultats de l'analyse factorielle des dimensions utilité perçue, facilité d'utilisation perçue, compatibilité perçue et contrôle perçu

La deuxième étape des analyses factorielles concerne les croyances liées à l'influence sociale perçue par les techniciens.

### 3.1.1.2. Mesure des croyances liées à l'influence sociale

Comme précédemment, nous commençons par réaliser une analyse factorielle exploratoire. Deux facteurs ressortent et expliquent 94.223% de la variance totale (cf. Tableau 37). Nous remarquons cependant, que quatre facteurs sont extraits ; nous supposons donc qu'il y a un problème avec cette dimension de l'influence sociale. Nous ne pouvons pas obtenir une matrice factorielle. Nous décidons donc de réitérer les analyses en les forçant à 1 facteur afin de voir comment les items se regroupent. La matrice factorielle montre bien qu'il existe deux facteurs car les deux premiers items saturent sur le facteur alors que les deux autres non. Cependant, les analyses ne permettent pas de mettre en exergue ces deux sous-dimensions. Nous remarquons alors que les deux premiers items (Items 26 et 27) concernent les collègues de travail et que les deux derniers items concernent la hiérarchie (Items 28 et 29). De plus, les matrices de corrélation inter-item confirment la présence de deux facteurs. Les Items 26 et 27 sont fortement corrélés (.906) et non corrélés aux items 28 et 29. Ces deux derniers items présentent une corrélation forte (.862). La consistance interne, vérifiée par le calcul de l'Alpha de Cronbach, est très satisfaisante (.949) pour l'influence sociale des pairs et pour l'influence sociale de la hiérarchie (.926). Nous distinguons donc deux types d'influence sociale, celle des pairs et celle de la hiérarchie.

Facteurs	Items	Alpha de Cronbach	Titre du facteur
<b>Facteur 1</b>	<i>Item 27</i> : Mes collègues de travail pensent que je devrais utiliser le logiciel au quotidien	.949	Influence des pairs
	<i>Item 26</i> : Mes collègues de travail m'encouragent à utiliser le logiciel au quotidien		
<b>Facteur 2</b>	<i>Item 29</i> : Mon responsable hiérarchique pense que je devrais utiliser le logiciel au quotidien	.926	Influence de la hiérarchie
	<i>Item 28</i> : Mon responsable hiérarchique direct m'encourage à utiliser le logiciel à chaque maintenance		

Tableau 37: Résultats de l'analyse factorielle sur la dimension influence sociale perçue

Nous examinons maintenant le troisième bloc d'analyse qui concerne la dimension « conditions facilitatrices ».

### 3.1.1.3. Mesure des croyances liées aux conditions facilitatrices

Nous réalisons d'abord une analyse factorielle exploratoire. Trois facteurs semblent émerger. Nous réalisons ensuite, une analyse factorielle confirmatoire à 3 facteurs (cf. Tableau 38). Ces derniers expliquent 73,740% de la variance totale. Le premier facteur appelé « connaissances » comprend deux items. La consistance interne de ce facteur est satisfaisante (.711) et il explique 35,39% de la variance totale expliquée. Le deuxième facteur « ressources matérielles » comprend un item, nous n'avons pas la possibilité de calculer l'alpha sur un seul item. Le troisième facteur « support à l'utilisation » comprend trois items et présente un alpha insuffisant de .560. Les corrélations inter-items sont toutes non-significatives, c'est-à-dire <.300. Nous décidons donc de refaire une analyse avec les deux premiers facteurs pour voir s'ils ne constituent pas un seul et même facteur. Nous vérifions ensuite la fiabilité de l'échelle en calculant l'alpha de Cronbach. Celui-ci est insatisfaisant (.612). Nous remarquons qu'en enlevant l'item 36 nous améliorons la consistance de l'échelle (.711). Au vu des différentes analyses factorielles réalisées, nous décidons de conserver une seule dimension regroupant les connaissances et les ressources matérielles car cela se rapproche davantage des concepts développés dans la littérature sur les conditions facilitatrices (Triandis, 1979 ; Venkatesh et al. 2003).

Facteurs	Items	Alpha de Cronbach	Titre du facteur
<b>Facteur 1</b>	<i>Item 39</i> : J'ai une bonne connaissance de l'utilisation du logiciel	.612	Conditions facilitatrices
	<i>Item 35</i> : J'ai les connaissances nécessaires pour utiliser le logiciel		
<b>Facteur 2</b>	<i>Item 36</i> : J'ai les ressources matérielles nécessaires pour utiliser le logiciel		
<b>Facteur 3</b>	<i>Item 40</i> : Une formation est disponible pour m'aider à améliorer mon utilisation du logiciel	.560	Support à l'utilisation
	<i>Item 41</i> : La direction me fournit l'aide et les ressources nécessaires pour utiliser le logiciel		
	<i>Item 37</i> : Une personne du service « logiciel » est disponible pour m'assister en cas de difficultés avec l'utilisation du logiciel		
<b>Général</b>		.592 Sans item 36 .599	Conditions facilitatrices

Tableau 38 : Résultats de l'analyse factorielle sur la dimension conditions facilitatrices perçues

Nous analysons le quatrième bloc d'analyse qui concerne la dimension « attitude ».

### 3.1.1.4. Mesure des croyances liées à l'attitude

Les analyses factorielles exploratoires révèlent un seul facteur comprenant quatre items (cf. Tableau 39). Nous vérifions la consistance interne de l'échelle en calculant un alpha de Cronbach. La consistance interne de cette dimension est satisfaisante (.895).

Facteurs	Items	Alpha	Titre du facteur
<b>Facteur 1</b>	<i>Item 24</i> : J'aime travailler avec le logiciel	.895	Attitude envers le logiciel
	<i>Item 25</i> : Travailler avec le logiciel est plaisant		
	<i>Item 23</i> : L'utilisation du logiciel rend mon travail plus intéressant		
	<i>Item 22</i> : L'utilisation du logiciel dans mon travail est une bonne idée		

Tableau 39 : Résultats de l'analyse factorielle sur la dimension attitude

La prochaine étape des analyses factorielles concerne l'intention comportementale.

### 3.1.1.5. Mesure des croyances liées à l'intention comportementale

Les résultats de l'analyse factorielle exploratoire font ressortir deux facteurs, un appelé « Intention comportementale ponctuelle » comprenant un item et le deuxième facteur nommé « Intention d'utilisation régulière » comprenant quatre items. Cependant, nous décidons de conserver les cinq items comme mesure de l'intention comportementale. L'alpha de Cronbach est satisfaisant (.755) (cf. Tableau 40).

Facteurs	Items	Alpha	Titre du facteur
<b>Facteur1</b>	<i>Item 42</i> : J'ai l'intention de continuer à utiliser le logiciel dans mon travail de temps en temps	.755	Intention d'utilisation
<b>Facteur 2</b>	<i>Item 45</i> : Je prévois d'accroître mon utilisation du logiciel dans le futur		
	<i>Item 43</i> : J'aimerais utiliser le logiciel dans mon travail le plus souvent possible		
	<i>Item 46</i> : Si j'avais accès à plus de procédures, j'utiliserais davantage le logiciel dans mon travail		
	<i>Item 44</i> : J'ai l'intention de continuer à utiliser le logiciel dans mon travail tous les jours		

Tableau 40 : Résultats de l'analyse factorielle sur la dimension intention d'utilisation

La dernière étape des analyses factorielles concerne l'échelle de mesure liée au caractère volontaire d'utilisation.

### 3.1.1.6. Mesure des croyances liées au caractère volontaire d'utilisation

Les résultats de l'analyse factorielle exploratoire ne font pas ressortir de facteurs. Nous vérifions donc les corrélations inter items (cf. Tableau 41). Nous remarquons qu'aucun des items n'est corrélé avec les autres (<.3). Nous vérifions aussi la validité de l'échelle en calculant un alpha de Cronbach. Il en ressort que la consistance interne de cette dimension est très insuffisante (.212). Nous décidons de ne pas utiliser cette dimension comme modérateur.

	Moyenne de l'item	Item 30	Item 31	Item 32	Item 33
Mon supérieur direct s'attend à ce que j'utilise le logiciel pour réaliser mon travail (Item 30)	2,21	1	-,202	,227	-,016
Mon utilisation du logiciel est volontaire (Item 31)	4,92	-,202	1	-,007	,141
Mon responsable n'exige pas de moi que j'utilise le logiciel pour mon travail (Item 32)	2,70	,227	-,007	1	,204
Bien qu'il puisse être utile, l'utilisation du logiciel n'est pas obligatoire dans mon travail (Item 33)	4,10	-,016	,141	,204	1

Tableau 41 : Corrélations inter-items de la dimension caractère volontaire d'utilisation perçue

Suite aux analyses réalisées, nous allons maintenant examiner les corrélations inter-dimensions ainsi que certains indicateurs descriptifs de chaque dimension (moyenne, écart-type...).

### 3.1.1.7. Moyenne des dimensions d'acceptation du logiciel et corrélations inter-dimensions

Nous calculons les moyennes de chacune des échelles préalablement définies (cf. Figure 33). Pour cela, nous faisons la somme de toutes les réponses des participants à une question et nous divisons cette donnée par le nombre de participants. Nos échelles de mesure variant de 1 (pas du tout d'accord) à 7 (tout à fait d'accord), nous considérons les moyennes supérieures à 4 comme une perception positive liée à la dimension et les moyennes inférieures à 4 comme une perception négative (4 étant la réponse « neutre » sur l'échelle de mesure). Nous remarquons que les techniciens ont une perception négative en termes d'utilité (M=3,60), c'est-à-dire qu'ils n'ont pas l'impression que le logiciel leur permet d'être plus performants. De plus, les techniciens ont tendance à avoir une attitude négative envers le logiciel (M=3,66). Il en est de même pour la compatibilité avec leur travail (M=3,83). A contrario, les techniciens perçoivent le logiciel comme facile d'utilisation (M=5,15). Concernant l'influence sociale, les techniciens ne perçoivent pas d'encouragement de leurs collègues de travail à utiliser le logiciel (M=3,02) contrairement à leur responsable hiérarchique (M=5,27). De plus,

ils semblent disposer des conditions nécessaires pour utiliser le logiciel (connaissances, ressources matérielles...) (M=5,60). D'une manière générale, les techniciens perçoivent positivement (M=4,62) le fait d'utiliser le logiciel dans leur travail.

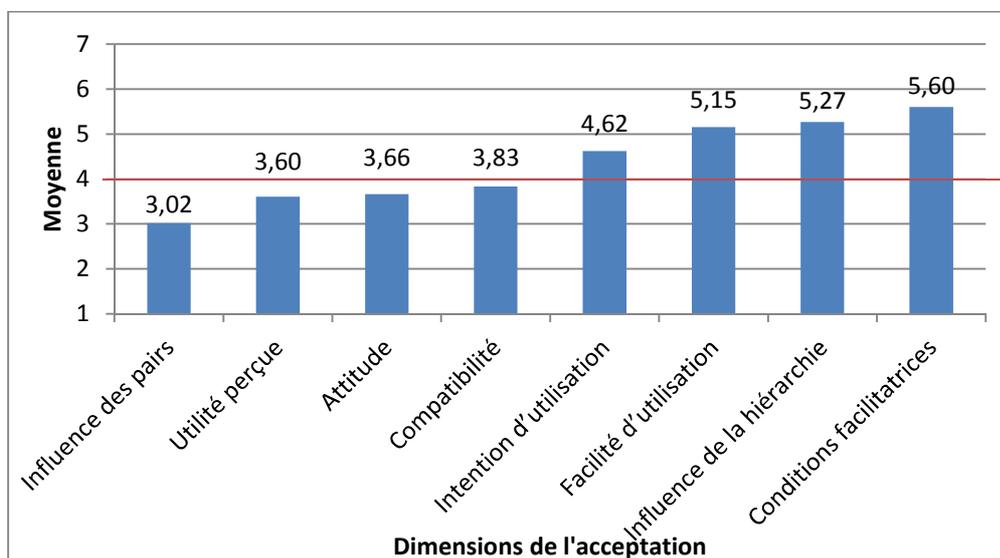


Figure 33: Moyenne des dimensions d'acceptation du logiciel

Nous calculons ensuite les corrélations, basées sur un test de corrélation de Pearson, entre les différentes dimensions du modèle que nous testons à l'aide du logiciel SPSS, afin de voir s'il existe entre deux variables une relation linéaire significative. Nous nous basons sur les critères d'interprétation de la force des corrélations décrites par Cohen (1988, Yergeau & Poirier, 2013) présente dans le tableau Tableau 42 suivant :

Corrélation	Interprétation	
Autour de 0,10	Effet de petite taille	Corrélation faible
Autour de 0,30	Effet de taille moyenne	Corrélation moyenne
Autour de 0,50	Effet de grande taille	Corrélation forte

Tableau 42 : Forces de corrélations

Nous remarquons que toutes les corrélations significatives sont positives, c'est-à-dire que lorsque le score d'une dimension augmente, le score de l'autre dimension augmente aussi (cf. Tableau 43). La dimension de l'attitude est corrélée avec toutes les dimensions sauf avec les conditions facilitatrices. Nous pensons que cette dimension va jouer un rôle important dans la compréhension de l'utilisation du logiciel. Les conditions facilitatrices présentent une seule corrélation significative avec la facilité d'utilisation perçue.

Dimensions du questionnaire	Utilité	Facilité d'utilisation	Compatibilité	Attitude	Influence des pairs	Influence de la hiérarchie	Conditions facilitatrices	Intention d'utilisation
Utilité	1	,067	,531**	,581**	,570**	,368**	-,217	,344**
Facilité d'utilisation		1	,154	,267*	,159	,057	,308*	,160
Compatibilité			1	,777**	,547**	,416**	,066	,515**
Attitude				1	,573**	,314*	-,121	,601**
Influence des pairs					1	,276*	-,067	,235
Influence de la hiérarchie						1	,014	,226
Conditions facilitatrices							1	,023
Intention d'utilisation								1

\*\* : La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral). \* : La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

Tableau 43: Matrice de corrélations inter-dimensions

Nous venons de présenter l'analyse descriptive des résultats, nous allons à présent nous intéresser aux résultats concernant les facteurs qui influencent l'acceptation et l'usage du logiciel.

### 3.2. Examen des facteurs jouant un rôle dans l'acceptation du logiciel par les techniciens de maintenance : test du modèle de l'UTAUT

Nous commençons par présenter la mesure de l'utilisation du logiciel, puis nous testerons les liens entre les facteurs d'acceptation du logiciel. Nous finirons par tester les liens de médiation entre les différents facteurs.

#### 3.2.1. Mesure de l'utilisation du logiciel

Nous nous sommes basés sur deux questions (49 et 52) pour mesurer la variable comportement d'utilisation du logiciel des techniciens. Ces questions se rapportent au temps d'utilisation et à la fréquence d'utilisation du logiciel (Davis, 1993 ; Klopping & McKinney, 2004). Nous vérifions si les deux questions sont corrélées entre elles. Les questions 49 et 52 présentent une bonne corrélation inter-item positive (.643). Afin de réaliser un score d'usage, nous décidons de les « centrer-réduire », c'est-à-dire que nous retirons la moyenne de la question à chaque observation pour ensuite le diviser par son écart-type. Cette opération nous permet de réaliser une moyenne de ces deux nouvelles variables créées afin d'obtenir une note de score d'usage. Nous vérifions la validité de la mesure en réalisant un alpha de Cronbach. Il apparaît que la consistance interne de l'échelle basée sur les éléments standardisés est bonne (.783).

Les réponses au questionnaire montrent que les techniciens déclarent majoritairement utiliser le logiciel à chaque maintenance (79%). En termes de temps passés sur le logiciel, nous remarquons qu'en moyenne les techniciens passent 16,55 heures par semaine sur ce dernier (cf.Figure 34). Cependant, nous remarquons que les techniciens du site n°2 déclarent passer plus de temps en moyenne que les techniciens des sites n°1 et n°3.

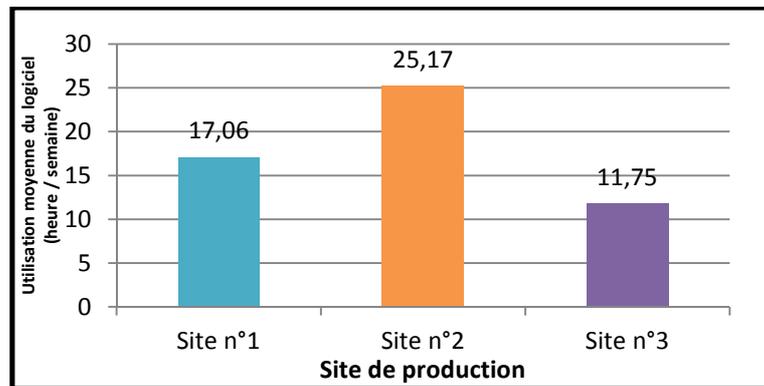


Figure 34: Utilisation moyenne du logiciel en fonction du site de production

De plus, une grande majorité des techniciens déclare utiliser le logiciel tous les jours (41 techniciens sur 61). Cependant, les réponses à la question 52 sur la fréquence d'utilisation du logiciel font ressortir des résultats plus hétérogènes (cf.Figure 35). En effet, 19 techniciens déclarent utiliser le logiciel plus de cinq fois par jour.

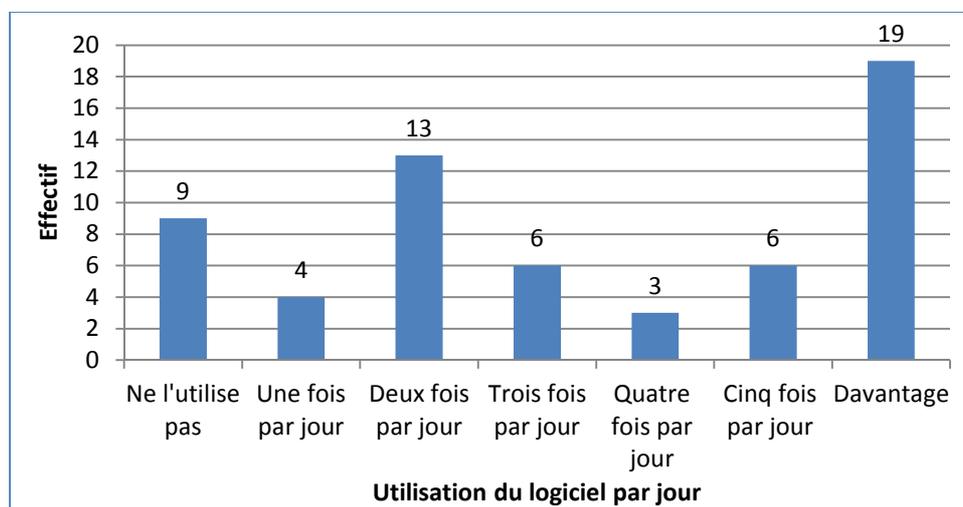


Figure 35: Fréquence d'utilisation du logiciel par jour

La variable sur la mesure de comportement d'utilisation du logiciel créée, nous réalisons les analyses concernant l'utilisation du logiciel en fonction des croyances des techniciens vis-à-vis de ce dernier.

### **3.2.2. Effet des croyances sur l'intention d'utilisation (H1), l'utilisation du logiciel (H2) et l'attitude (H3)**

Pour tester les hypothèses de notre étude, nous réalisons des régressions linéaires. La population de notre étude étant limitée (N=61), nous ne pouvons pas réaliser d'analyse par équations structurelles. Nous utilisons le logiciel SPSS version 22 afin de réaliser les tests statistiques. La régression linéaire permet de prédire une variable continue à partir d'une autre. Pour cela, nous centrons nos variables indépendantes ainsi que nos variables modératrices, c'est-à-dire que nous calculons la moyenne de chaque dimension (utilité, facilité d'utilisation...) par participant, puis nous soustrayons la moyenne de chaque dimension à ce score calculé. En centrant ces variables continues, cela nous permet de réduire l'erreur. Nous réalisons les analyses de régression linéaire sur toutes les dimensions afin de vérifier le modèle original de l'UTAUT. Nous choisissons de présenter le Coefficient non standardisé (B) car c'est l'évaluation de la pente, soit le coefficient de régression. Cela donne la justesse du modèle, c'est-à-dire l'ajustement du modèle aux données observées (donc l'erreur) (Verhac, 2013.).

Les analyses factorielles précédemment réalisées ne permettent pas de faire ressortir la dimension « contrôle ». Les hypothèses relatives à cette dimension (1d, 2d, 3d, 6d et 7d) ne seront donc pas testées.

#### **3.2.2.1. Effets des croyances sur l'intention d'utilisation (H1)**

Nous faisons l'hypothèse qu'il existe un effet de l'utilité perçue, de la facilité d'utilisation perçue, de la compatibilité perçue, de l'attitude et de l'influence sociale perçue sur l'intention d'utilisation (Hypothèses 1). Nous supposons que ces effets sont modérés par l'âge et l'expérience d'utilisation du logiciel. Lors de la vérification des conditions d'application, trois individus déviants sont retirés des analyses (30/16/21). Nous réalisons les analyses et incluons les deux modérateurs : âge et expérience d'utilisation. Les facteurs testés expliquent 66.9% de la variance de l'intention d'utilisation. Les résultats font ressortir deux liens positifs et significatifs qui concernent la dimension compatibilité perçue (B=.521, p=.043) et l'attitude (B=.422, p=.051) (cf. Tableau 44). En l'occurrence, plus les participants perçoivent le logiciel comme compatible avec leur travail et ont une attitude positive envers ce dernier, et plus ils ont l'intention de continuer de l'utiliser. Un effet faible de modulation est trouvé concernant l'expérience d'utilisation et la compatibilité (B=.034, p=.043). Dans ce sens, l'intention de continuer d'utiliser le logiciel est plus forte lorsque les techniciens le perçoivent comme

compatible avec leur travail et ce, d'autant plus qu'ils ont une expérience d'utilisation supérieur à 34 mois (cf. Figure 36). Cet effet se révèle non significatif pour les personnes ayant moins de 34 mois d'expérience d'utilisation, soit 49,02% de la population. L'hypothèse 1c est en partie validée ; il existe bien un effet de la compatibilité perçue sur l'intention d'utilisation et ce, d'autant plus pour les personnes expérimentées. Aucun effet de l'âge n'a été trouvé.

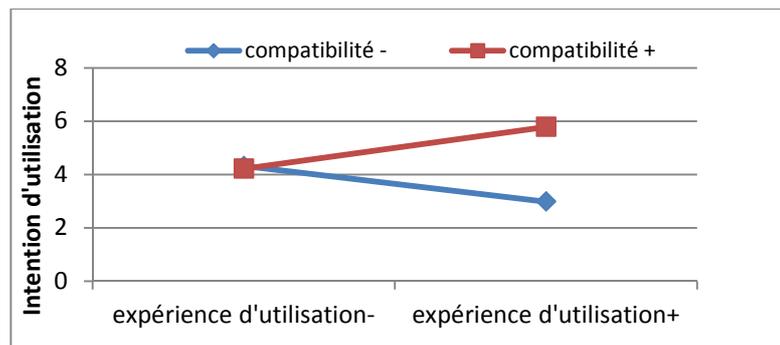


Figure 36: Effet de la compatibilité perçue et de l'expérience sur l'intention d'utilisation

En outre, un effet tendanciel est trouvé concernant l'attitude ( $B = -.028$ ,  $p = .074$ ) de telle sorte que l'intention de continuer d'utiliser le logiciel est plus forte lorsque les techniciens ont une attitude positive et ce, d'autant plus qu'ils ont moins de 34 mois d'expérience d'utilisation (cf. Figure 37). Cet effet se révèle non significatif pour les personnes ayant plus de 34 mois d'expérience d'utilisation soit 49,02% de la population. L'hypothèse 1f concernant l'attitude est en partie validée. Un effet simple de l'attitude sur l'intention a été trouvé ainsi qu'une modulation de l'expérience. Cependant, l'effet est contraire à ce que nous attendions. En effet, nous attendions que l'effet de l'attitude sur l'intention d'utilisation soit plus fort pour les personnes ayant beaucoup d'expérience. Or, les résultats montrent que l'effet de l'attitude sur l'intention d'utilisation est plus fort pour les personnes ayant peu d'expérience.

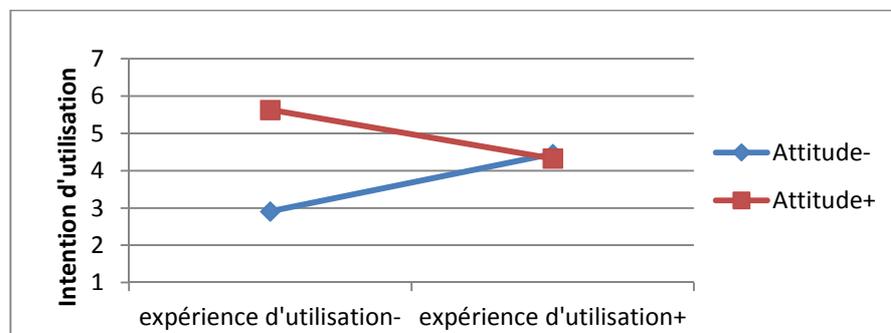


Figure 37: Effet de l'attitude et de l'expérience sur l'intention d'utilisation

Par ailleurs, les effets simples des dimensions utilité perçue ( $B=-.177$ ,  $p=.448$ ), facilité d'utilisation perçue ( $B=.122$ ,  $p=.574$ ), influence sociale des pairs perçue ( $B=-.075$ ,  $p=.632$ ), influence sociale de la hiérarchie ( $B=-.139$ ,  $p=.323$ ), ainsi que ceux de l'âge ( $B=-.035$ ,  $p=.154$ ) et de l'expérience d'utilisation ( $B=.004$ ,  $p=.762$ ), sont non significatifs. L'hypothèse 1b (facilité d'utilisation) est infirmée.

Deux effets faibles de modération sont trouvés concernant l'expérience d'utilisation, l'utilité perçue ( $B=.031$ ,  $p=.045$ ) et l'influence sociale des pairs ( $B=-.031$ ,  $p=.003$ ). Ainsi, l'intention de continuer d'utiliser le logiciel est moins forte lorsque les techniciens le perçoivent comme utile et ce, d'autant plus qu'ils ont une expérience d'utilisation inférieure à 22 mois d'utilisation (cf. Figure 38). Cet effet se révèle non significatif pour les personnes ayant plus de 22 mois d'expérience soit 82,36% de la population. Les hypothèses 1a (utilité perçue) et 1e (influence sociale) sont en partie validées.

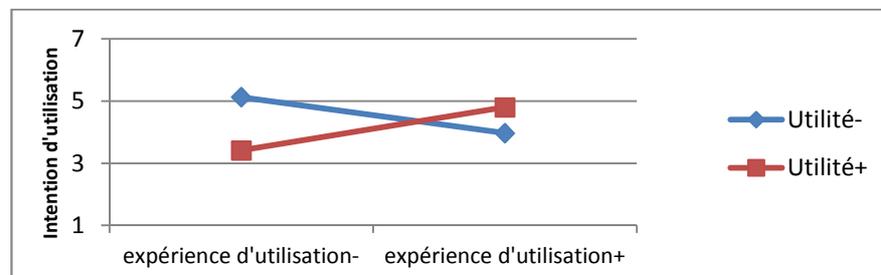


Figure 38: Effet de l'utilité perçue et de l'expérience sur l'intention d'utilisation

A contrario, l'intention de continuer d'utiliser le logiciel est moins forte lorsque les techniciens perçoivent une influence sociale de leurs pairs et ce, d'autant plus qu'ils ont une expérience d'utilisation supérieure à 44 mois. (cf. Figure 39). Cet effet est contraire pour les techniciens moyennement expérimentés (<16 mois) dans le sens où l'intention de continuer d'utiliser est plus forte lorsqu'ils perçoivent une influence de leurs pairs. Cet effet se révèle non significatif pour les personnes ayant plus de 16 mois d'expérience et celles qui ont plus de 44 mois d'expérience soit 45,1% de la population.

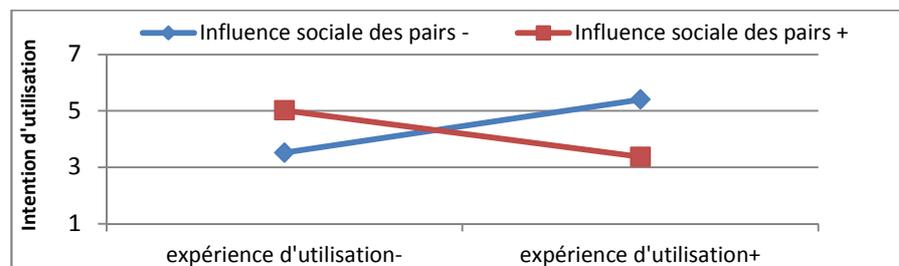


Figure 39: Effet de l'influence sociale des pairs et de l'expérience sur l'intention d'utilisation

Les résultats de chacune des hypothèses secondaires se trouvent dans le Tableau 44 ci-dessous.

Variables dépendante : INTENTION D'UTILISATION				
Hypothèses principales	Hypothèses secondaires	Facteurs et modérateurs	B	p
<b>Hypothèse 1</b>	1a	Utilité (UT)	-.177	.448
		UT x Age	.001	.974
		UT x Exp	.031	<b>.045</b>
	1b	Facilité d'utilisation (FAC)	.122	.574
		FAC x Age	.036	.183
		FAC x Exp	-.020	.197
	1c	Compatibilité (COMP)	.521	<b>.043</b>
		COMP x Age	-.008	.711
		COMP x Exp	.034	<b>.043</b>
	1e	Influence sociale des pairs (ISP)	-.075	.632
		ISP x Age	.019	.165
		ISP x Exp	-.031	<b>.003</b>
		Influence sociale de la hiérarchie (ISH)	-.139	.323
		ISH x Age	-.011	.544
	1f	ISH x Exp	-.015	.115
		Attitude (ATT)	.422	<b>.051</b>
		ATT x Age	.005	.847
	ATT x Exp	-.028	<b>.074</b>	
	Expérience d'utilisation (Exp)	.004	.762	
	Age (Age)	-.035	.154	

Tableau 44: Récapitulatif des résultats du groupe d'hypothèses 1

Les tests effectués sur l'intention d'utilisation (hypothèse 1) révèlent plusieurs effets significatifs des croyances. Le groupe d'hypothèses 2, concerne les effets des croyances sur le comportement d'utilisation du logiciel auto-rapporté par les techniciens.

### 3.2.2.2. Effets des croyances sur le comportement d'utilisation (H2)

Nous testons maintenant l'effet des croyances sur le comportement d'utilisation auto-rapporté du logiciel par les techniciens. Lors de la vérification des conditions d'application, cinq individus déviants ont été retirés des analyses (21/18/30/20/2). Les facteurs testés expliquent 63,8% de la variance du comportement d'utilisation du logiciel. Les résultats montrent que la compatibilité perçue ( $B=.959$ ,  $p=.008$ ) a un effet significatif sur l'utilisation du logiciel de telle sorte que plus techniciens perçoivent le logiciel comme compatible avec leur travail et plus ils déclarent l'utiliser (cf. Tableau 45). L'hypothèse 2c est en partie validée ; seul un effet simple est trouvé concernant l'impact de la compatibilité perçue sur l'utilisation du logiciel.

Les effets simples des croyances sur le comportement d'utilisation sont non significatifs: utilité perçue (B=.077, p=.753), facilité d'utilisation perçue (B=.027, p=.919), conditions facilitatrices perçues (B=-.323, p=.174), attitude (B=-.302, p=.345), influence sociale des pairs perçue (B=-.075, p=.621), influence sociale de la hiérarchie perçue (B=.089, p=.491), intention d'utilisation (B=-.131, p=.557), ainsi que ceux de l'âge (B=-.143, p=.167) et de l'expérience d'utilisation (B=.043, p=.587).

Deux effets d'interaction tendanciels entre l'utilité perçue et l'âge (B=.067, p=.063) et entre les conditions facilitatrices perçues et l'âge (B=-.052, p=.085) ressortent. Les hypothèses 2a et 2e sont en partie validées. Les hypothèses 2b (facilité d'utilisation), 2g (intention d'utilisation) et 2h (influence sociale) sont infirmées.

Variables dépendante : UTILISATION DU LOGICIEL				
Hypothèses principales	Hypothèses secondaires	Facteurs et modérateurs	B	p
Hypothèse 2	2a	Utilité (UT)	.077	.753
		UT x Age	.067	<b>.063</b>
		UT x Exp	.000	.993
	2b	Facilité d'utilisation (FAC)	.027	.919
		FAC x Age	.018	.666
		FAC x Exp	.006	.717
	2c	Compatibilité (COMP)	.959	<b>.008</b>
		COMP x Age	.016	.551
		COMP x Exp	.020	.305
	2e	Conditions facilitatrices	-.323	.174
		CF x Age	-.052	<b>.085</b>
		CF x Exp	.011	.381
	2f	Attitude (ATT)	-.302	.345
		ATT x Age	-.054	.181
		ATT x Exp	-.007	.677
	2g	Intention	-.131	.557
		INT x Age	.015	.499
		INT x Exp	-.004	.794
	2h	Influence sociale des pairs (ISP)	-.075	.621
		ISP x Age	-.002	.901
ISP x Exp		-.004	.675	
Influence sociale de la hiérarchie (ISH)		.089	.491	
ISH x Age		.005	.751	
	ISH x Exp	-.012	.122	
	Age (Age)	-.143	.167	
	Expérience d'utilisation (Exp)	.043	.587	

Tableau 45: Récapitulatif des résultats du groupe d'hypothèses 2

Plusieurs effets des croyances sur l'utilisation du logiciel ressortent des analyses. Comme nous l'avons indiqué précédemment, plusieurs recherches issues de la littérature sur l'adoption des nouvelles technologies montrent que l'attitude est un médiateur entre les croyances et l'intention comportementale. Avant de tester les effets de médiation, nous testons l'effet des croyances sur l'attitude.

### 3.2.2.3. Effets des dimensions utilité perçue, facilité d'utilisation perçue, compatibilité perçue sur l'attitude (H3)

Nous testons maintenant l'effet des croyances sur le l'attitude envers le logiciel (Hypothèses 3), ces effets étant modérés par l'âge et l'expérience d'utilisation (cf. Tableau 46). Lors de la vérification des conditions d'application, quatre individus déviants ont été retirés des analyses (27/38/21). Les facteurs testés expliquent 78,1% de la variance de l'attitude envers le logiciel.

Les résultats des analyses de régression linéaire confirment le lien entre l'utilité perçue ( $B=.412$ ,  $p=.002$ ), et la compatibilité perçue ( $B=.796$ ,  $p<.000$ ) sur l'attitude. Plus les techniciens perçoivent le logiciel comme utile et compatible avec leur travail et plus ils ont une attitude positive envers le logiciel. Un effet de modulation est trouvé concernant la compatibilité perçue et l'âge ( $B=.029$ ,  $p=.033$ ). L'attitude envers le logiciel est positive lorsque les techniciens le perçoivent comme compatible avec leur travail, et ce d'autant plus qu'ils ont plus de 25 ans (cf. Figure 40). Cet effet se révèle non significatif pour les personnes ayant moins de 25 ans, soit 12% de la population. De plus, un effet tendanciel de la facilité d'utilisation perçue sur l'attitude est trouvé ( $B=.254$ ,  $p.098$ ). En conclusion, les hypothèses 3a (utilité perçue), 3b (facilité d'utilisation perçue) et 3c (compatibilité perçue) sont en partie validées.

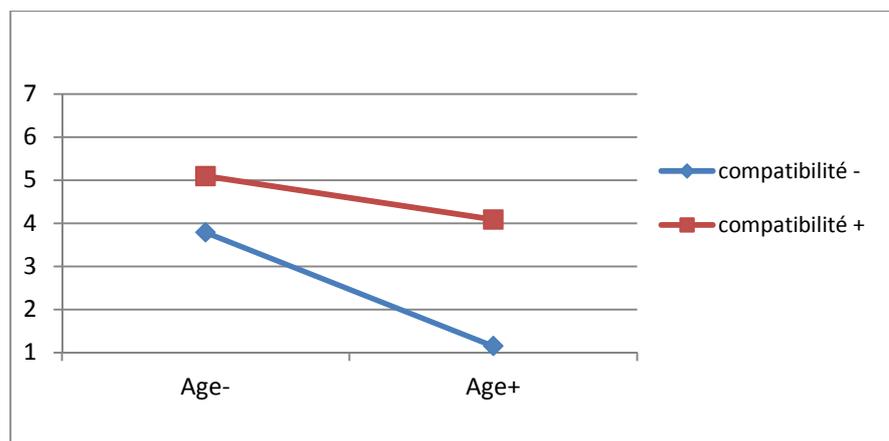


Figure 40: Effet de la compatibilité et l'âge sur l'attitude

Tous les résultats de l'effet des croyances sur l'attitude envers le logiciel sont résumés dans le Tableau 46 ci-après.

Variables dépendante : ATTITUDE				
Hypothèses principales	Hypothèses secondaires	Facteurs et modérateurs	B	p
Hypothèse 3	3a	Utilité (UT)	.412	<b>.002</b>
		UT x Age	-.014	.332
		UT x Exp	.010	.206
	3b	Facilité d'utilisation (FAC)	.254	<b>.098</b>
		FAC x Age	-.006	.682
		FAC x Exp	-.013	.131
	3c	Compatibilité (COMP)	.796	<b>.000</b>
		COMP x Age	.029	<b>.033</b>
		COMP x Exp	.008	.380

Tableau 46: Récapitulatif des résultats de l'hypothèse 3

Nous présentons dans la Figure 41 ci-dessous le récapitulatifs des résultats du test des trois premiers groupes d'hypothèses :

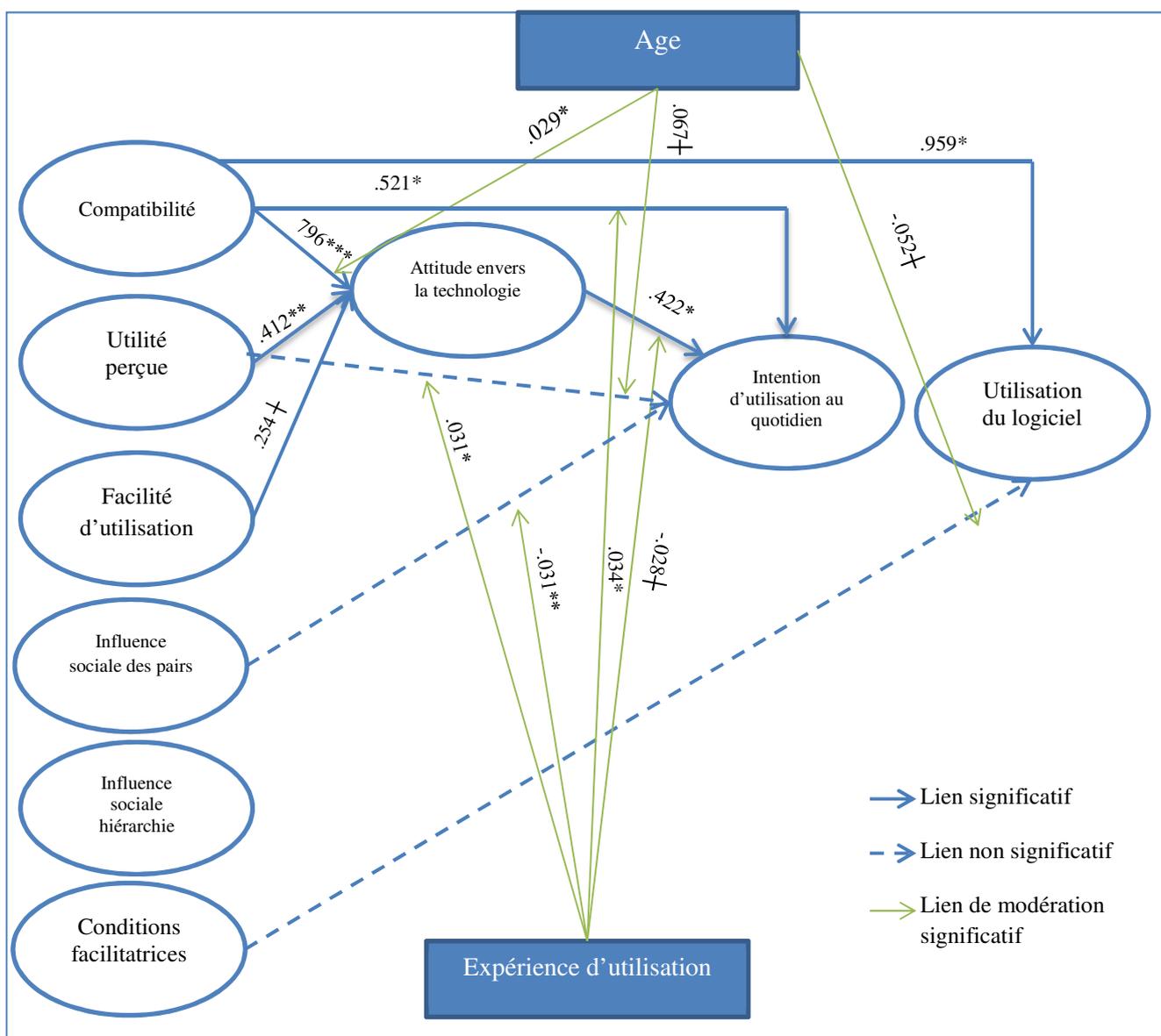


Figure 41: Récapitulatif des résultats du test du modèle de l'UTAUT adapté à notre étude

Les résultats des trois groupes d'hypothèses liés à l'effet des croyances sur l'intention comportementale (groupe d'hypothèses 1), sur le comportement (groupe d'hypothèses 2) et sur l'attitude (groupe d'hypothèses 3) font ressortir plusieurs liens significatifs. Cependant, nous faisons l'hypothèse de plusieurs liens de médiation entre les différentes croyances. En effet, dans la littérature sur l'adoption des technologies, les modèles font ressortir plusieurs variables médiatrices entre les croyances et l'intention comportementale ou le comportement.

### **3.2.3. Tests de médiation entre les dimensions de l'acceptation**

Concernant les hypothèses de médiation, nous réalisons des analyses basées sur l'approche de Preacher et Hayes (2004) qui permettent de tester l'effet d'une variable indépendante sur une variable dépendante par une variable médiatrice. Nous choisissons d'utiliser la macro « *Multiple Mediation Procedure* » développée par ces auteurs pour le logiciel SPSS. Cette approche permet d'estimer l'effet médiatisé avec un intervalle de confiance. En effet, si le zéro est contenu dans cet intervalle, il n'y a pas d'effet de médiation. Si le zéro n'est pas compris dans cet intervalle, une médiation est présente. Celle-ci peut être soit partielle (l'effet de la VI sur la VD reste présent lorsque l'on contrôle la variable médiatrice) soit totale (l'effet de la VI sur la VD disparaît lorsque l'on contrôle la variable médiatrice). Le détail des analyses de médiation est présenté en annexe 7, page 387.

#### **3.2.3.1. Test du rôle médiateur de l'utilité perçue entre la facilité d'utilisation perçue et l'attitude (H4)**

Nous vérifions si l'utilité perçue est un médiateur entre la facilité d'utilisation perçue et l'attitude. La facilité d'utilisation perçue et l'utilité perçue expliquent 45,16% de la variance de l'attitude. Les résultats montrent que la facilité d'utilisation perçue n'est pas liée à l'utilité perçue ( $B=.18$ ,  $t(57)= 1,13$ ,  $p=.26$ ). L'utilité perçue a un effet positif significatif sur l'attitude ( $B=.73$ ,  $t(57)= 5,80$ ,  $p<.001$ ). De plus, le lien direct entre la facilité d'utilisation perçue et l'attitude est significatif et positif ( $B=.48$ ,  $t(57)= 2,60$ ,  $p=.011$ ). Nous remarquons que la force de ce lien diminue lorsque nous rajoutons l'utilité perçue dans le modèle ( $B=.035$ ,  $t(57)= 2,37$ ,  $p=.021$ ). Puisque l'intervalle de confiance du lien indirect comprend le zéro (IC95(-0,0692 ; 3820)), on en déduit qu'aucune médiation n'est présente. L'hypothèse 4 est donc infirmée. En effet, l'utilité perçue ne médiatise pas l'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'attitude (cf. Figure 42).

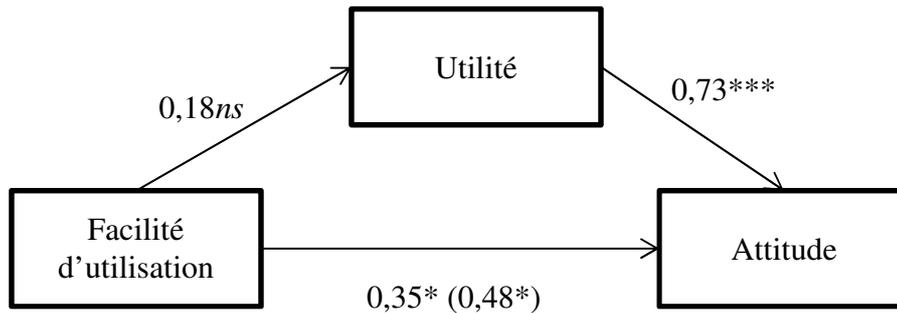


Figure 42: Test de la médiation de l'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'attitude par l'utilité perçue

### 3.2.3.2. Test du rôle médiateur de la compatibilité perçue entre les croyances liées à l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue et l'attitude (H5)

Précédemment, nous avons vérifié *via* une régression que les dimensions utilité, facilité d'utilisation perçue et compatibilité perçue ont un effet sur la dimension attitude. Les résultats montrent que ces trois dimensions ont un effet positif significatif sur l'attitude. La compatibilité étant le facteur qui a le plus fort lien avec l'attitude, nous décidons de vérifier que ce facteur ne se situe pas comme un médiateur entre les dimensions utilité perçue (H5a), facilité d'utilisation perçue (H5b) et l'attitude.

- a) Test de la médiation de l'effet de l'utilité perçue sur l'attitude par la compatibilité perçue (Hypothèse 5a)

Comme pour les tests de médiation précédemment réalisés, nous vérifions si la compatibilité est un médiateur de l'effet de l'utilité perçue sur l'attitude. L'utilité perçue et la compatibilité expliquent 70% de la variance de l'attitude. Les résultats montrent que l'utilité perçue est positivement liée à la compatibilité perçue ( $B=.57$ ,  $t(57)= 4,85$ ,  $p<.001$ ). De même, la compatibilité perçue a un effet positif significatif sur l'attitude ( $B=.78$ ,  $t(57)= 7,42$ ,  $p<.001$ ). De plus, le lien direct entre l'utilité perçue et l'attitude est significatif et positif ( $B=.77$ ,  $t(57)= 5,99$ ,  $p<.01$ ). Cependant, nous remarquons que la force de ce lien diminue lorsque nous rajoutons la compatibilité perçue dans le modèle ( $B=.033$ ,  $t(57)= 2,99$ ,  $p=.0041$ ). Puisque l'intervalle de confiance du lien indirect ne comprend pas le zéro ( $IC_{95}(0,2561 ; 0,6453)$ ), on en déduit qu'une médiation partielle est présente. L'hypothèse 5a est donc non infirmée, la compatibilité perçue médiate en partie l'effet de l'utilité perçue sur l'attitude. En

effet, l'effet de l'utilité perçue sur l'attitude diminue lorsque l'on contrôle statistiquement l'effet de la compatibilité perçue sur l'attitude (cf. Figure 43).

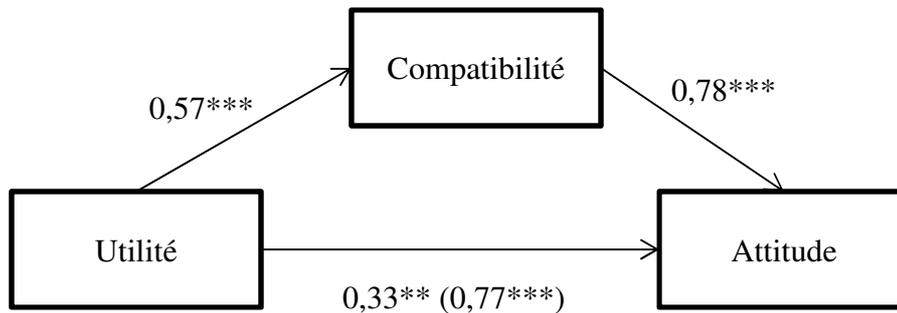


Figure 43: Test de la médiation entre l'utilité perçue sur l'attitude par la compatibilité perçue

b) Test de la médiation de l'effet de la facilité perçue sur l'attitude par la compatibilité perçue (Hypothèse 5b)

Nous vérifions si la compatibilité perçue est un médiateur de l'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'attitude. La facilité d'utilisation perçue et la compatibilité perçue expliquent 68,73% de la variance de l'attitude. Les résultats montrent que la facilité d'utilisation perçue n'est pas liée à la compatibilité perçue ( $B=.22$ ,  $t(57)= 1,32$ ,  $p=.19$ ). En outre, la compatibilité perçue a un effet positif significatif sur l'attitude ( $B=.92$ ,  $t(57)= 9,99$ ,  $p<.001$ ). De plus, le lien direct entre l'utilité perçue et l'attitude est significatif et positif ( $B=.48$ ,  $t(57)= 2,60$ ,  $p<.01$ ). Nous remarquons que la force de ce lien diminue lorsque nous rajoutons la compatibilité perçue dans le modèle ( $B=.028$ ,  $t(57)= 2,53$ ,  $p=.01$ ). Puisque l'intervalle de confiance du lien indirect comprend le zéro (IC95(-0,1422 ; 0,4922)), on en déduit qu'aucune médiation n'est présente. L'hypothèse 5b est donc infirmée, la compatibilité perçue ne médiate pas l'effet de la facilité d'utilisation perçue sur l'attitude (cf. Figure 44).

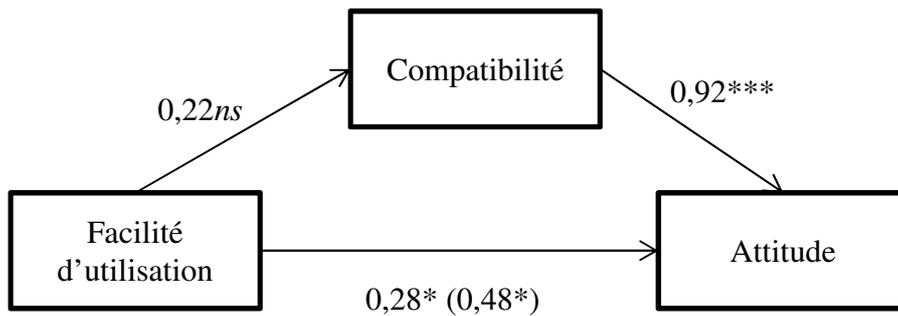


Figure 44: Test de la médiation entre la facilité d'utilisation perçue sur l'attitude par la compatibilité perçue

Nous venons de montrer que le facteur compatibilité médiate en partie l'effet de l'utilité perçue sur l'attitude. Aucun effet ne ressort concernant la facilité d'utilisation perçue. Cependant, il est nécessaire de tester si la variable attitude médiate les liens entre les croyances (utilité, facilité d'utilisation et compatibilité) sur l'intention comportementale.

### 3.2.3.3. Test du rôle médiateur de l'attitude entre les croyances liées à l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue, la compatibilité perçue et l'intention comportementale (H6)

Nous faisons l'hypothèse que les effets de l'utilité perçue, de la facilité d'utilisation perçue et de la compatibilité perçue sur l'intention d'utilisation sont médiatisés par l'attitude. Les résultats des analyses de régression précédentes montrent que seules la compatibilité perçue et l'utilité perçue ont un effet sur l'intention et l'attitude. Nous testons si l'attitude médiate le lien entre la compatibilité (H6a), l'utilité (H6b) et l'intention d'utilisation.

#### a) Test de la médiation de l'effet de l'utilité perçue sur l'intention par l'attitude (hypothèse 6a)

Nous vérifions si l'attitude est un médiateur entre l'utilité perçue et l'intention comportementale. L'utilité perçue et l'attitude expliquent 37,14% de la variance de l'intention comportementale. Les résultats de médiation montrent que l'utilité perçue est liée à l'attitude ( $B=.81$ ,  $t(58)= 6,07$ ,  $p<.001$ ). De même, l'attitude a un effet positif significatif sur l'intention ( $B=.53$ ,  $t(58)= 4,64$ ,  $p<.001$ ). De plus, le lien direct entre l'utilité perçue et l'intention est significatif et positif ( $B=.38$ ,  $t(58)= 2,84$ ,  $p=.006$ ). Nous remarquons que la force de ce lien devient non significatif lorsque nous rajoutons l'attitude dans le modèle ( $B=-.05$ ,  $t(58)= 0.34$ ,  $p=.73$ ). Puisque l'intervalle de confiance du lien indirect ne comprend pas le zéro (IC95(0,2514 ; 0,6355)), on en déduit qu'une médiation totale est présente. L'hypothèse 6a est

donc non infirmée, l'attitude médiatise l'effet de l'utilité perçue sur l'intention. En effet, l'effet de l'utilité perçue sur l'intention d'utilisation devient non significatif lorsque l'on contrôle statistiquement l'effet de l'attitude sur l'intention d'utilisation (cf. Figure 45).

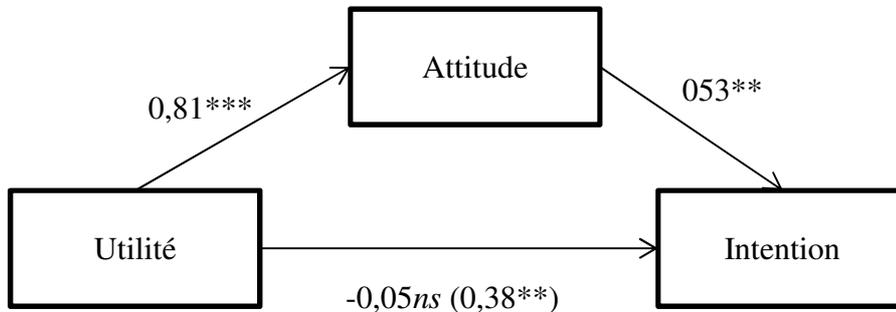


Figure 45: Test de la médiation de l'effet de l'utilité perçue sur l'intention par l'attitude

- ✓ Test de la médiation de l'effet de la compatibilité perçue sur l'intention par l'attitude (hypothèse 6c)

Nous vérifions si l'attitude est un médiateur de l'effet de la compatibilité perçue sur l'intention. La compatibilité perçue et l'attitude expliquent 37,39% de la variance de l'intention. Les résultats montrent que la compatibilité perçue est liée à l'attitude ( $B=.90$ ,  $t(58)= 9,19$ ,  $p<.001$ ). De même, l'attitude a un effet positif significatif sur l'intention ( $B=.44$ ,  $t(58)= 3,15$ ,  $p=.0026$ ). De plus, le lien direct entre la compatibilité perçue et l'intention est significatif et positif ( $B=.50$ ,  $t(58)= 4,45$ ,  $p<.01$ ). Nous remarquons que la force de ce lien devient non significatif lorsque nous rajoutons l'attitude dans le modèle ( $B=.10$ ,  $t(58)= 0,58$ ,  $p=.56$ ). Puisque l'intervalle de confiance du lien indirect ne comprend pas le zéro (IC95(0,1778 ; 0,6420), on en déduit qu'une médiation totale est présente. L'hypothèse 6c est non infirmée. L'attitude médiatise l'effet de la compatibilité perçue sur l'intention. En effet, l'effet de la compatibilité perçue sur l'intention d'utilisation devient non significatif lorsque l'on contrôle statistiquement l'effet de l'attitude sur l'intention d'utilisation (cf. Figure 46).

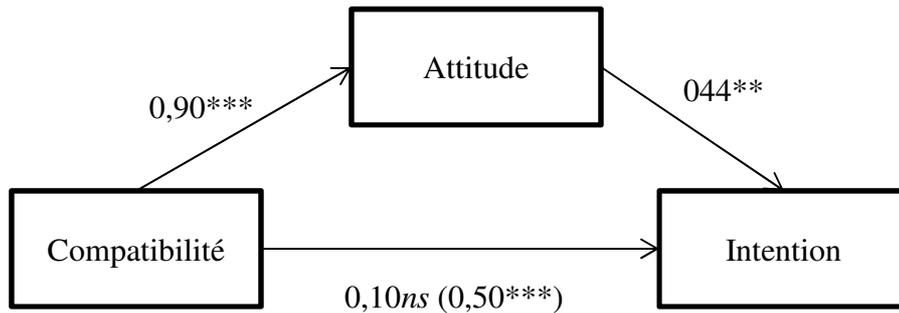


Figure 46: Test de la médiation de l'effet de la compatibilité sur l'intention par l'attitude

Nous venons de montrer que l'attitude se place comme médiateur de l'utilité perçue et de la compatibilité sur l'intention comportementale. Il est nécessaire de tester si l'intention comportementale médiate l'effet des croyances sur le comportement des techniciens face au logiciel. En effet, l'intention comportementale est, selon les recherches sur l'adoption des technologies, le premier prédicteur du comportement.

#### 3.2.3.4. Test du rôle médiateur de l'intention comportementale entre les croyances et l'utilisation du logiciel (H7)

Nous faisons l'hypothèse que l'effet de l'utilité perçue, la facilité d'utilisation perçue, la compatibilité perçue, le contrôle perçu, l'influence sociale perçue et les conditions facilitatrices perçues sur l'utilisation du logiciel sont médiatisés par l'intention comportementale. Les résultats des analyses de régression linéaire réalisées précédemment (cf. Tableau 45) montrent que seule la compatibilité perçue a un effet sur l'utilisation du logiciel et l'intention. Cependant, l'intention n'ayant pas d'effet sur l'utilisation, nous ne pouvons pas tester la médiation. L'hypothèse 7 donc est infirmée.

## Discussion

Les résultats de cette étude 3 montrent que le déterminant qui a le plus de poids pour expliquer l'attitude, l'intention d'utilisation mais aussi l'utilisation du logiciel est la compatibilité perçue, c'est-à-dire l'adéquation du logiciel avec l'activité des techniciens. Plus les techniciens perçoivent le logiciel comme compatible avec leur travail plus ils ont une attitude positive (hypothèse 3c), plus ils ont l'intention de continuer à l'utiliser (hypothèse 1c) et plus ils déclarent l'utiliser (hypothèse 2c). Ces résultats sont contraires à la littérature sur l'acceptation des nouvelles technologies car selon ces travaux (Davis, 1989 ; Venkatesh et al., 2003 ; Yang & Yoo, 2004), le plus fort déterminant de l'intention comportementale ou de l'attitude est l'utilité perçue. Cependant, nos résultats confirment ceux d'Agarwal et Prasad (1997) qui explique que le prédicteur le plus important pour expliquer l'usage courant est la compatibilité alors que les avantages relatifs (qui se rapprochent de l'utilité perçue) représentent le prédicteur le plus important pour expliquer l'intention d'une utilisation future. Dans l'entreprise qui abrite cette étude, les techniciens utilisent le logiciel depuis plusieurs années. On se situe donc dans une utilisation courante du logiciel. La compatibilité revêt par conséquent un rôle important dans l'acceptation de ce logiciel.

De plus, la compatibilité se révèle être un médiateur partiel entre l'utilité perçue et l'attitude de telle sorte que, lorsque nous contrôlons la compatibilité perçue, l'effet de l'utilité perçue sur l'attitude diminue. Ce résultat confirme ceux mis en exergue par Moores (2012). En effet, l'auteur propose que la compatibilité perçue soit déterminée par l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue. Il suggère que la compatibilité perçue peut rivaliser avec l'attitude comme conséquence de l'utilité perçue et de la facilité d'utilisation perçue. Dans le contexte dans lequel nous intervenons, il existe une variabilité dans les activités mais aussi dans les matériels à réparer. Le logiciel qui répertorie les procédures de travail mais qui demande une utilisation systématique du logiciel par les techniciens pour un meilleur suivi des matériels, doit pouvoir s'adapter à chacune des activités mais aussi des matériels. Les croyances liées à la « compatibilité » dans un contexte où l'utilisation du logiciel est demandée à chacun, se révèle le déterminant le plus fort pour expliquer à la fois l'attitude que l'on a envers la technologie, l'intention de continuer ou non à l'utiliser et l'utilisation que les techniciens en ont. En outre, nous pensons que la croyance utilité perçue ne peut pas être totalement détachée du concept de compatibilité.

Par ailleurs, les résultats montrent que la facilité d'utilisation perçue a seulement un effet tendanciel sur l'attitude envers le logiciel (hypothèse 3b). En effet, plus les techniciens perçoivent le logiciel comme facile d'utilisation, plus ils ont une attitude positive envers ce logiciel. Cependant, aucun lien n'a été trouvé entre la facilité d'utilisation perçue et l'intention (hypothèse 1b) ou l'usage (hypothèse 2b). Ce résultat confirme ceux de Venkatesh et al. (2003) qui expliquent que les croyances liées à la facilité d'utilisation perçue sont significatives seulement sur la première période d'utilisation. Or, dans notre contexte, les techniciens ont acquis, avec le temps, une certaine maîtrise du logiciel. Dans cette étude, la facilité d'utilisation perçue ne revêt donc pas un rôle essentiel pour prédire l'intention de continuer d'utiliser le logiciel ou l'utilisation effective de ce dernier. De plus, l'examen des moyennes des dimensions du questionnaire révèle que d'une manière générale, les techniciens ne perçoivent pas de contraintes particulières dans l'utilisation du logiciel.

Nous remarquons aussi que l'âge et l'expérience sont des modérateurs de l'effet des croyances sur l'intention d'utilisation mais aussi sur le comportement d'utilisation et l'attitude. Cela va dans le sens de plusieurs études qui démontrent l'effet de l'âge et de l'expérience dans les modèles d'acceptation (Venkatesh et al., 2003 ; Sun et Zhang, 2006 ; Fillion et al., 2012). Concernant le premier modérateur, soit l'âge, des résultats contraires à ces études ressortent dans le sens où nous nous attendons à ce que les techniciens jeunes soient plus enclins à trouver le logiciel utile et compatible avec le travail que les techniciens plus âgés. Or, nos résultats montrent que les techniciens déclarent utiliser le logiciel davantage s'ils le perçoivent comme utile, et ce d'autant plus qu'ils sont âgés (hypothèse 2a). Par ailleurs, nous observons que l'attitude des techniciens envers le logiciel est davantage positive s'ils le trouvent compatible avec leur travail, et ce d'autant plus qu'ils sont âgés (hypothèse 3c). Ces résultats permettent de mettre l'accent sur l'importance du facteur compatibilité et de l'utilité pour les techniciens les plus âgés. Comme nous l'avons précisé précédemment, les techniciens perçoivent le logiciel comme peu utile et compatible avec leur travail. Cependant, ce sont deux des facteurs les plus importants pour expliquer l'acceptation de ce logiciel ; ce qui tend à nous faire penser qu'en modifiant le logiciel pour qu'il soit plus adapté au travail des techniciens, il sera mieux perçu et donc mieux utilisé par ces derniers.

Le deuxième modérateur important dans cette étude concerne l'expérience d'utilisation du logiciel. En effet, le lien entre la compatibilité perçue (hypothèse 1c) sur l'intention est modéré positivement par l'expérience. Ainsi, l'intention de continuer à d'utiliser le logiciel est forte lorsque les techniciens le perçoivent comme compatible avec leur travail et ce,

d'autant plus qu'ils sont expérimentés. De plus, le lien entre l'utilité perçue (hypothèse 1a) et l'intention de continuer d'utiliser le logiciel est moins forte lorsque les techniciens le perçoivent comme utile et ce, d'autant plus qu'ils ont une expérience d'utilisation inférieure à 22 mois d'utilisation. En outre, les effets de l'attitude (hypothèse 1f) et de l'influence sociale des pairs (hypothèse 1e) sur l'intention sont modérés négativement par l'expérience. Ainsi, l'intention de continuer d'utiliser le logiciel est moins forte lorsque les techniciens le perçoivent comme utile, et ceci est avéré lorsqu'ils ont une expérience d'utilisation inférieure à 22 mois d'utilisation. Cependant, cet effet est non significatif pour les personnes ayant plus de 22 mois d'expérience, soit 82,36% de la population. Ces résultats sont contraires à nos prédictions mais aussi à la littérature dans le domaine de l'adoption des nouvelles technologies. En effet, une étude de AlAwadhi et Morris (2008) montre que l'effet de l'utilité perçue des services bancaires en ligne sur l'intention de les utiliser est plus fort pour les personnes ayant une expérience d'internet. A contrario, l'intention de continuer d'utiliser le logiciel est moins forte lorsque les techniciens perçoivent une influence sociale de leurs pairs et ce, d'autant plus qu'ils ont une expérience d'utilisation supérieure à 44 mois (cf. Figure 39). Cet effet est contraire pour les techniciens moyennement expérimentés (<16 mois) dans le sens où l'intention de continuer à utiliser le logiciel est plus forte lorsqu'ils perçoivent une influence de leurs pairs. Ce résultat confirme celui de Venkatesh et al. (2003) qui montre un effet plus fort de l'influence sociale sur l'intention comportementale pour les personnes ayant peu d'expérience. Cependant, lorsque l'on s'intéresse aux moyennes de ces deux dimensions, nous remarquons que les techniciens perçoivent peu d'influence de leurs collègues de travail pour utiliser le logiciel. Les résultats montrent aussi que, d'une manière générale, les techniciens ont une attitude plutôt négative envers le logiciel. A contrario, ils perçoivent une influence forte de la hiérarchie concernant l'utilisation du logiciel dans le travail. Leur manager les encouragerait à utiliser le logiciel. Nous expliquons ces résultats par la nature du logiciel. En effet, c'est un logiciel très prescriptif avec un degré de granularité important qui guide les techniciens à chaque étape de réalisation. Nous pensons donc que les informations ne sont pas adaptées à l'expérience des techniciens. Les collègues de travail n'encouragent pas forcément à continuer d'utiliser le logiciel de cette façon ; ce qui peut s'expliquer par le fait que les techniciens ne perçoivent pas le logiciel comme utile et compatible avec leur travail.

Enfin, un des résultats les plus étonnants est l'absence de lien entre l'intention de continuer d'utiliser le logiciel et l'utilisation rapportée par les techniciens. L'examen des moyennes montre que le fait d'utiliser le logiciel dans son travail est vu comme un aspect

plutôt positif. Nous remarquons aussi que les techniciens sont plutôt disposés à continuer d'utiliser le logiciel, soit de temps en temps, soit tous les jours dans leur travail. De plus, les techniciens ont l'intention d'utiliser le logiciel plus souvent si davantage de procédures sont créées. Cependant, ils ne perçoivent pas positivement le fait d'utiliser le logiciel le plus souvent possible. Cette absence de lien entre l'intention comportementale et l'utilisation du logiciel est contraire à la littérature dans ce domaine (Venkatesh & Davis, 2000 ; Al-Gahtani et al., 2007 ; Im et al., 2011 ; Jaradat & Al Rababaa, 2013) qui montre que le premier prédicteur du comportement est l'intention comportementale. Par ailleurs, une méta-analyse de Turner et al. (2010) permet de montrer que la proportion moyenne des variables des modèles d'acceptation des technologies (utilité, facilité et intention) prédisant l'usage actuel est plus forte lorsque la mesure de l'utilisation est subjective (auto-rapportée) plutôt qu'objective (c'est-à-dire observée). Nous nous demandons si l'absence de lien entre l'intention comportementale et l'utilisation déclarée par les techniciens ne provient pas de la mesure utilisée pour cette dernière. Dans le contexte dans lequel nous sommes intervenus, nous utilisons une mesure subjective, c'est-à-dire auto-rapportée de l'utilisation du logiciel. Or 67,2% des techniciens déclarent utiliser le logiciel tous les jours (16,55 heures par semaine en moyenne). En étudiant nos données, nous nous rendons compte que certains techniciens déclarent utiliser le logiciel 35h par semaine ; ce qui pose la question de la définition de l'utilisation du logiciel. En effet, il est probable que la mesure que nous employons ne reflète pas la réalité de l'utilisation du logiciel car il est fortement probable que les techniciens allument le logiciel tous les jours mais cela ne veut pas dire qu'ils prennent de l'information.

## Conclusion

Cette troisième étude nous permet, à travers un modèle d'acceptation des technologies basé sur l'UTAUT, de mieux comprendre l'impact des croyances des techniciens vis-à-vis du logiciel sur l'intention comportementale. Ainsi, ce logiciel perçu comme facile d'utilisation, n'est pas perçu comme permettant d'être efficace dans son travail, c'est-à-dire d'augmenter sa productivité et de gagner du temps sur son travail. De plus, les techniciens ne perçoivent pas le logiciel comme tout à fait compatible avec leur travail. La dimension compatibilité pourtant mal perçue par les techniciens, représente la dimension la plus importante pour expliquer à la fois l'attitude envers le logiciel, l'intention de continuer d'utiliser le logiciel et l'utilisation. Nous pensons donc, que ce logiciel très prescriptif, doit s'adapter à toutes les activités mais aussi aux techniciens qui réalisent les maintenances. En effet, les activités de maintenance sont nombreuses, le logiciel doit être pensé en fonction des besoins spécifiques des techniciens dans leur travail.

En outre, les résultats de cette étude nous semblent intéressants, notamment sur la place de la dimension compatibilité dans les modèles d'acceptation. En effet, cette dimension est peu présente dans les modèles, l'utilité perçue étant définie comme le facteur le plus important (Davis, 1989). Il est vrai que dans un contexte organisationnel, les croyances liées à l'utilité perçue, c'est-à-dire à une augmentation des performances en utilisant le logiciel, semblent essentielles. Cependant, la manière dont le logiciel s'accorde avec l'activité des techniciens nous paraît tout aussi essentielle. Nous pensons qu'il serait nécessaire d'étudier la place de ce concept dans l'explication de l'acceptation des nouvelles technologies. En outre, nous avons mis en exergue le fait que l'intention d'utilisation n'a pas d'effet sur l'utilisation auto-rapportée par les techniciens. Nous pensons que dans le contexte organisationnel, une mesure objective de l'utilisation est nécessaire car il faut différencier le simple fait d'allumer le logiciel (l'utilisation) et l'usage réellement fait par les techniciens.

Par ailleurs, plusieurs limites à cette étude peuvent être énumérées. La première limite que nous pouvons évoquer est la mesure de l'usage du logiciel que nous avons utilisée. Une mesure objective en passant par l'observation réelle des pratiques (temps d'utilisation, prise d'information...), permettrait de mieux cerner la façon dont le logiciel est intégré aux activités de travail. La deuxième limite concerne le nombre de techniciens interrogés. En effet, 61 personnes représentent une population faible pour réaliser des analyses de régressions linéaires, il faut donc prendre des précautions dans l'interprétation des résultats.

Afin de confirmer les résultats mis en exergues dans cette étude 3, nous proposons nous proposons d'analyser l'usage du logiciel par les techniciens en réalisant une analyse de l'activité. Ainsi, nous pourrions approfondir les résultats sur l'utilité perçue et la compatibilité perçue et comprendre les raisons de cette évaluation négative.

Nous allons maintenant présenter la deuxième étude réalisée dans cette entreprise (Etude 4) afin de comprendre l'usage réel du logiciel par les techniciens de maintenance.

## **Chapitre 8 : Analyse de l'activité de technicien de maintenance d'équipement en interaction avec un logiciel de gestion de procédures (Etude 4)**

Cette quatrième étude a pour objectif d'analyser l'activité réelle des techniciens en nous centrant sur l'usage effectif du logiciel de gestion de procédure. Cela nous permet de vérifier que le logiciel est compatible avec le travail des techniciens. Nous commencerons par décrire la problématique de cette étude ainsi que les hypothèses que nous testerons. Ensuite, nous décrirons la méthodologie utilisée et les résultats de l'étude. Nous terminerons par discuter ces résultats à la lumière de la littérature.

### **1. Problématique et hypothèses**

L'objectif de cette étude est de comprendre l'usage effectif fait du logiciel par les techniciens, la place qu'il tient et les facteurs qui expliquent son usage. Lorsque l'on souhaite étudier l'usage de ce type de système dans un domaine comme la maintenance qui propose une diversité d'activités, mais aussi une diversité de profils de techniciens, on peut se demander en quoi les facteurs individuels (expérience) et contextuels (type de tâche), impactent l'usage du logiciel et comment les facteurs relatifs à l'utilisabilité (efficacité, efficience, et satisfaction) et à l'utilité peuvent nous aider à expliquer cet usage.

Comme nous l'avons précisé précédemment, l'évaluation des procédures de travail, peut se baser sur plusieurs critères : l'utilité et l'utilisabilité (Brangier & Barcenilla, 2003). Ces deux critères, permettent d'appréhender dans quelle mesure le logiciel et les procédures sont adaptées à l'activité des techniciens mais aussi aux conditions de mise en œuvre de ces dernières. En effet, un système utilisable est un système qui permet au technicien d'être efficace, efficient et satisfait dans la réalisation de son activité. Dans le contexte où nous intervenons, il est indispensable que les techniciens soient efficaces et efficients dans leur travail car leur rôle est de réaliser la maintenance du matériel le plus rapidement possible pour que l'activité du client ne soit pas négativement impactée. Les procédures de travail sont censées représenter un support à l'activité des techniciens. Selon Leplat (1998), la description détaillée des procédures permet une première évaluation de ces dernières. En effet, une procédure peut être plus ou moins détaillée, plus ou moins longue, ou variée par sa présentation ; ce qui peut influencer la manière dont les salariés s'en servent. Ainsi, une procédure très détaillée peut impacter négativement la réalisation de la tâche dans le sens où, si la personne a l'habitude de réaliser la tâche d'une certaine manière mais que la procédure le

contraint à le faire d'une autre manière, cela peut générer des erreurs (Leplat, 1997). Les procédures peuvent dans certains cas, influencer négativement l'activité des salariés (par exemple : erreurs, informations imprécises...) ; ce qui les rend inefficients dans la réalisation de leur tâche. En effet, si le fait de suivre la procédure leur fait perdre du temps par exemple, cela représente une contradiction avec le rôle premier de la procédure qui doit être un support à l'activité. Dans cette étude, les techniciens doivent utiliser les procédures peu importe leur expérience ou le type de tâche à réaliser (maintenance préventive ou corrective). Or, les procédures de travail ne revêtent pas le même rôle lorsque l'on parle d'aide au diagnostic ou d'aide à la réalisation de la tâche. Selon Cuvelier (2011), en fonction du type de tâche à réaliser, les procédures ne représentent pas la seule source d'informations pour les utilisateurs. L'auteur montre notamment, sur le travail d'anesthésiste, que lorsque la situation est non prévue et donc exceptionnelle, l'application des protocoles ne permet pas la résolution de la situation. Les médecins doivent s'adapter et prendre des décisions en fonction de la situation rencontrée. *La première hypothèse que nous formulons propose que l'utilisation des procédures sera différente en fonction du type de tâche à réaliser. En l'occurrence, nous pensons que les techniciens qui réalisent des maintenances préventives ne se serviront pas des procédures de la même façon que les techniciens qui réalisent des maintenances correctives (Hypothèse 1).*

Par ailleurs, les techniciens de l'entreprise qui abrite cette étude sont issus de formations différentes et ont des connaissances et des compétences développées avec leur expérience. Cependant, les procédures de travail sont créées sur un modèle identique pour tous sans tenir compte de l'expérience des techniciens sur les matériels qu'ils doivent réparer. Or, les pratiques peuvent différer entre un technicien expérimenté et un technicien inexpérimenté car des habitudes peuvent être acquises avec le temps. L'utilisation d'une procédure de travail qui a pour but de guider et de véhiculer une façon de réaliser la tâche, peut alors varier entre une personne expérimentée et une personne inexpérimentée (Buisine & Roussel, 2008 ; Eyrolle et al., 2012). Dans cette veine, une étude de Smith, Goodwin, Mort et Pope (2003) indique que les anesthésistes experts interprètent les informations issues des protocoles par rapport à leur expérience et leurs connaissances. De même, les sources d'informations prises en compte par les utilisateurs sont différentes en fonction de l'expérience. L'expérience peut aussi jouer un rôle dans l'utilisation des procédures (Ribert-Van de Weerd & Brangier, 2000) mais aussi dans la manière de réaliser son travail. En effet, les personnes expérimentées sur une tâche ont une représentation mentale précise de cette dernière et adaptent leur façon de faire avec l'expérience acquise. *La deuxième hypothèse que nous formulons, propose que la manière de*

*réaliser la tâche mais aussi la façon d'utiliser les procédures de travail seront différentes en fonction de l'expérience du technicien sur le matériel. En l'occurrence, nous pensons que les techniciens expérimentés seront plus efficaces dans la réalisation de la tâche que les techniciens inexpérimentés (Hypothèse 2).*

Les deux hypothèses que nous proposons nous amènent à mettre en place une méthodologie basée sur l'analyse de l'activité des techniciens. Nous allons maintenant décrire cette méthodologie afin de vérifier ces hypothèses.

## **2. Méthodologie**

Nous allons présenter la population de la présente étude, le matériel utilisé et la méthode de recueil des données.

### **2.1. Participants**

L'échantillon de l'étude est constitué de huit techniciens de maintenance issus de quatre ateliers différents. L'âge des participants varie de 21 ans à 43 ans avec une moyenne d'âge de 28 ans. Leur ancienneté varie de 7 mois à 13 ans avec une moyenne d'environ 4,7 ans. Nous sélectionnons huit participants sur la base de deux variables principales :

- Le type de maintenance principalement réalisée dans les ateliers, soit une maintenance préventive, soit une maintenance corrective ;
- Le niveau d'expérience des techniciens sur le matériel observé (inexpérimenté, moyennement expérimenté, expérimenté);

Nous retenons quatre ateliers : Electronique, Radio-fréquence, Métrologie, Cleaning. Deux de ces ateliers (Electronique, Radio-fréquence) réalisent principalement des maintenances correctives sur le matériel, c'est-à-dire que celui-ci arrive en panne et il faut réaliser une activité de diagnostic avant la réparation. Les deux autres ateliers (Métrologie, Cleaning) réalisent principalement des activités préventives. Celles-ci correspondent à une maintenance avant la survenue d'un problème sur le matériel.

Concernant le niveau d'expérience, nous avons défini trois profils :

- Les personnes dites « inexpérimentées » correspondent aux techniciens qui n'ont jamais réalisé la maintenance du matériel observé.
- Les personnes dites « moyennement expérimentées » correspondent aux techniciens qui ont déjà eu l'occasion de réaliser la maintenance du matériel observé au moins une fois

- Les personnes dites « expérimentées » correspondent aux techniciens qui ont déjà réalisé la maintenance du matériel observé de nombreuses fois.

Nous demandons aux responsables d'atelier de trouver un matériel qui demande moins de quatre heures de maintenance et qui nécessite une procédure sur le logiciel. (cf. Tableau 47).

Pour les maintenances dites préventives, nous observons deux ateliers :

- L'atelier cleaning qui consiste au nettoyage de pièces composées de différents matériaux. Dans cet atelier, nous sélectionnons deux techniciens d'expérience différente. Le premier, arrivé il y a moins d'un an, a peu réalisé le nettoyage du matériel en question contrairement au deuxième qui a plus de 10 ans d'ancienneté et qui a nettoyé de nombreuses fois le matériel. La tâche prescrite consiste à nettoyer à l'aide d'éponges abrasives, un matériel contaminé par de la pollution issue d'un process réalisé dans une machine.
- L'atelier métrologie réalise des étalonnages principalement sur des manomètres (instrument servant à mesurer une pression). Dans cet atelier, il y a peu de techniciens (trois au total). Nous décidons de réaliser les observations avec les deux techniciens d'ancienneté la plus éloignée, soit un technicien avec une ancienneté d'environ deux ans et qui a déjà réalisé la maintenance du matériel en question et un technicien avec plus de 10 ans d'expérience qui a déjà réalisé de très nombreuses fois la maintenance du matériel. La tâche prescrite consiste à régler un capteur selon un certain étalon.

Concernant les maintenances dites correctives, nous observons deux ateliers :

- L'atelier électronique qui répare divers matériels (carte, robot, écrans...). Pour cet atelier, nous sélectionnons deux techniciens avec une ancienneté assez proche mais une expérience du matériel très différente. En effet, un des techniciens n'a jamais réparé un matériel de ce type tandis que l'autre en répare quotidiennement. La tâche prescrite consiste à remonter et à tester un matériel qui sert à générer du plasma. Les phases de démontage et de diagnostic ont déjà été réalisées car la durée totale de cette maintenance est d'environ 12 heures. Ne pouvant pas observer pendant 12 heures, nous avons profité de l'occasion d'avoir deux matériels similaires en attente de remontage pour réaliser les observations de cet atelier.
- L'atelier radiofréquence (RF) répare des matériels divers (générateur, système de mesure...). Dans cet atelier, les profils des deux techniciens sont similaires à ceux de l'électronique, c'est-à-dire qu'un des techniciens a réparé de nombreuses fois le

matériel tandis que l'autre ne l'a jamais fait. Les tâches prescrites consistent à démonter, trouver la panne, remonter et tester le matériel.

Type de maintenance	Atelier	Type de tâche	Niveau d'ancienneté	Expérience sur le matériel
Maintenances dites préventives	Cleaning	Nettoyage	<1 an	Moyennement expérimenté
			>10ans	Expérimenté
	Métrologie	Etalonnage	De 1 à 5 ans	Moyennement expérimenté
			>10 ans	Expérimenté
Maintenances dites correctives	Radiofréquence	Démontage, remontage, test	De 1 à 5 ans	Inexpérimenté
			De 1 à 5 ans	Expérimenté
	Electronique	Remontage et test	De 1 à 5 ans	Inexpérimenté
			De 1 à 5 ans	Expérimenté

Tableau 47: Détail des observations réalisées

Pour analyser l'activité de ces techniciens, nous utilisons plusieurs méthodes que nous allons présenter.

## 2.2. Matériel et procédure

Afin de comprendre l'activité des techniciens de maintenance et l'usage fait du logiciel, nous décidons de réaliser des observations dites armées à l'aide d'un média. Autrement dit, les observations sont filmées à l'aide d'une caméra frontale (type GoPro). Nous choisissons de réaliser ce type d'observation afin de pouvoir analyser les situations de travail à posteriori. De plus, cela permet d'éviter une double-tâche au participant, en l'occurrence de verbaliser ce qu'il fait en même temps qu'il réalise son travail. Nous utilisons les vidéos ainsi récoltées pour réaliser des entretiens dits « d'auto-confrontation » (Clot, Faïta, Fernandez & Scheller, 2000). Les entretiens d'auto-confrontation consistent « à présenter aux personnes observées les traces les plus nombreuses possibles de leur comportement et à leur demander de les commenter » (Boubée, 2010, p.2). Les questions posées peuvent concerner le déroulement de l'action, les prises d'informations ou les traces de l'action. Le travailleur doit commenter ce qu'il fait, et surtout, comment il le fait. Il y a donc deux grandes étapes dans cette méthodologie. La première phase concerne l'enregistrement de l'activité avec une caméra. La deuxième phase consiste à confronter les participants à leur activité sur la base des vidéos.

La méthodologie utilisée repose sur l'analyse de l'activité des techniciens réalisant une maintenance de matériel avec comme support le logiciel. Cette analyse de l'activité est découpée en plusieurs étapes (cf. Figure 47). Lors de la première étape, nous présentons les objectifs ainsi que le déroulement de l'étude au technicien. Si ce dernier consent à participer à

l'étude, nous lui présentons le formulaire de consentement (Annexe 8, p.392) qui précise l'objectif de l'étude ainsi que les conditions d'utilisation des données. Ce formulaire signé par le participant, le chercheur et le responsable de l'atelier, permet de s'assurer que du temps sera dégagé pour que le technicien puisse participer à la totalité de l'étude.

La deuxième étape concerne l'observation en elle-même. Avant de venir observer sur le terrain, nous déterminons préalablement avec le responsable d'atelier quel matériel pourrait convenir pour l'observation, les conditions étant d'avoir une procédure sur le matériel et que le temps de réalisation de maintenance ne dépasse pas quatre heures. Nous utilisons une caméra frontale afin que le technicien ne soit pas gêné lors de la réalisation de la maintenance. De plus, ce type de système permet de voir l'activité du technicien, de voir lorsqu'il regarde la procédure mais aussi de le suivre dans ses déplacements sans être obligé de le suivre physiquement avec une caméra à la main. Lors de l'observation, nous nous tenons à côté du technicien et prenons des notes papier/crayon pendant le déroulement de la maintenance. A la fin de l'observation, nous demandons au technicien des renseignements sur son travail, son expérience, son parcours etc (Annexe 9, p.394)

La troisième étape concerne uniquement le chercheur, il s'agit de débriefer les vidéos et de réaliser une chronique d'activités sur la maintenance (Simonet, Caroly & Clot, 2011). Ces auteurs expliquent que « la chronique d'activité vise à mettre en forme le relevé d'observation pour organiser un entretien d'auto-confrontation avec l'observé (p.113) ». Nous déterminons six catégories d'observables sur la base des observations réalisées que nous définissons ainsi :

- Action informatique : « Utilisation d'un outil informatique au cours de l'activité »
- Action cognitive « Arrêt de l'action en cours pour réfléchir »
- Action technique : « Toute action technique réalisée sur le matériel »
- Collaboration : « Toute interaction avec une tierce personne à propos de la maintenance en cours ou une autre maintenance »
- Déplacement : « Déplacement du technicien de son poste de travail vers un autre poste »

Nous réalisons ensuite une chronique d'activités avec le logiciel Origin<sup>5</sup>. C'est sur cette base que nous préparons l'entretien d'auto-confrontation. Cela consiste à repérer des moments dans la vidéo qui nous interpellent et préparer des questions relatives à ces moments.

---

<sup>5</sup> *Origin* est un logiciel de traitement et d'analyse de données scientifiques pour environnement (<http://originlab.com/>)

La quatrième étape de la démarche méthodologique correspond à l'entretien d'auto-confrontation en lui-même. Nous rencontrons le technicien dans une salle de réunion en tête à tête. Nous commençons par lui expliquer la démarche que nous utilisons pour débriefer la vidéo puis nous commençons l'entretien. L'entretien dure entre une et deux heures. A la fin de l'entretien d'auto-confrontation, nous continuons avec un entretien semi-directif (Annexe 10, page 395) qui nous permet de poser des questions plus générales sur le logiciel et les procédures de travail.

La cinquième et dernière étape concerne le travail du chercheur qui doit retranscrire le plus fidèlement possible les entretiens d'auto-confrontation et semi-directifs et en analyser les résultats.

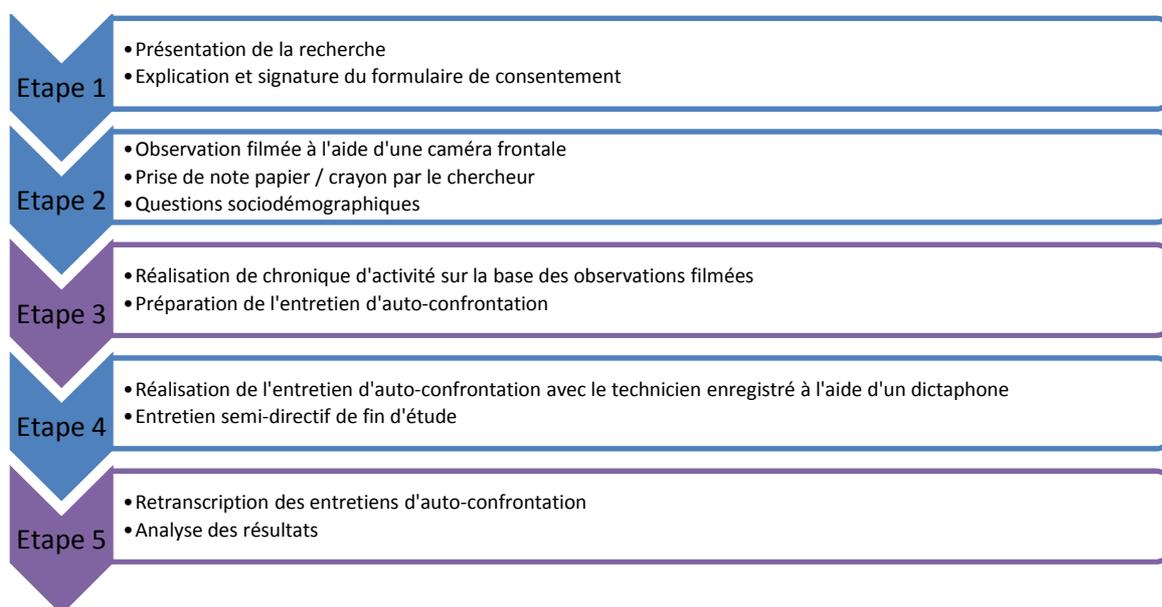


Figure 47: Les différentes étapes de l'analyse de l'activité

Légende :  Chercheur + technicien       Chercheur seul

Avant de réaliser les observations, nous vérifions que les catégories d'observables nous permettent de tester nos hypothèses.

### 2.3. Pré-test des catégories d'observables

Nous ne réalisons pas de pré-test à proprement dit. Cependant, nous adaptons les catégories d'observables à l'issue de la réalisation de la première observation. Ainsi la catégorie « action cognitive » est redéfinie en deux catégories liées à la prise d'information :

- Prise d'information sur le logiciel : « Arrêt de l'action en cours pour se référer au logiciel »

- Prise d'information sur le matériel : « Arrêt de l'action en cours pour regarder le matériel en cours de maintenance »

En effet, la dimension « Action cognitive » n'est pas assez discriminante de l'action. Cette catégorie trop large ne nous permet pas réellement de prendre en compte les prises d'informations effectuées sur le matériel et sur le logiciel. De plus, la catégorie « Action cognitive » peut être perçue de manière négative car cela suggère que certains techniciens réfléchissent plus que d'autres. Cette catégorie correspond à la prise d'informations réalisée par le technicien au cours de l'activité. Les autres catégories restent les mêmes que présentées précédemment. Nous réalisons un tableau récapitulatif de toutes les actions qui entrent dans les catégories d'observables (Annexe 11, page 396).

#### **2.4. Recueil des données**

Nous prenons rendez-vous avec le technicien concerné et le responsable d'activité afin de réaliser les observations sans gêner l'activité du service. Nous nous rendons sur le lieu de travail du technicien, puis nous expliquons au responsable et au technicien comment vont se dérouler les observations et l'entretien d'auto-confrontation qui suit les observations. Nous installons la caméra sur la tête du technicien et nous lui demandons de réaliser la maintenance de la même façon qu'il a l'habitude de le faire. Afin d'éviter les remarques des autres techniciens, nous expliquons à l'ensemble de l'atelier notre démarche et nous recommandons à chacun d'éviter les remarques sur le fait que leur collègue porte une caméra. Suite à cela, nous prenons des notes au cours de l'observation pour pallier à un quelconque problème technique pendant l'observation (par exemple une panne de batterie de la caméra). A la fin de l'observation, nous demandons au technicien quelques renseignements sur sa carrière professionnelle, son expérience... ainsi que les conditions de réalisation de la maintenance. Suite à cette phase, nous réalisons les entretiens d'auto-confrontation quelques semaines après l'observation. Pour cela, nous reprenons rendez-vous avec le technicien en accord avec son responsable et nous réalisons les entretiens dans une salle de réunion fermée. Nous enregistrons ces entretiens avec un dictaphone afin de pouvoir retranscrire le discours de ce dernier.

Nous allons maintenant présenter les résultats issus des analyses réalisées sur les vidéos et les entretiens d'auto-confrontation. Nous allons d'abord décrire chaque procédure de travail utilisée dans les observations réalisées. Puis, nous présenterons les analyses concernant les chroniques d'activités réalisées ainsi que les analyses de contenu des entretiens.

### 3. Résultats de l'étude

Nous réalisons trois types d'analyses pour comprendre la sous-utilisation du logiciel. Pour commencer, nous décrivons les procédures utilisées dans chacun des ateliers observés. Cette première analyse descriptive nous permettra de contextualiser les observations réalisées. Ensuite, sur la base des observations filmées, nous réaliserons des chroniques d'activité qui ont pour objectif de comprendre comment les techniciens d'expérience différente réalisent leur travail notamment en lien avec le logiciel. Enfin, sur la base des entretiens d'auto-confrontation réalisés, nous étudierons les facteurs qui défavorisent l'utilisation du logiciel.

#### 3.1. Analyse descriptive des procédures

Nous nous basons sur les critères définis par Leplat (1998) (cf. page 44) afin de décrire les procédures que les techniciens utilisent lors des observations afin de mieux comprendre comment ces procédures sont structurées (cf. Figure 48). Nous réalisons huit observations de techniciens soit expérimentés, soit moyennement expérimentés, soit inexpérimentés. Il faut noter que les procédures réalisées par les techniciens de l'atelier électronique et radiofréquence sont exactement les mêmes au sein de l'atelier. En conséquence, nous décrivons les procédures une seule fois pour ces deux ateliers.

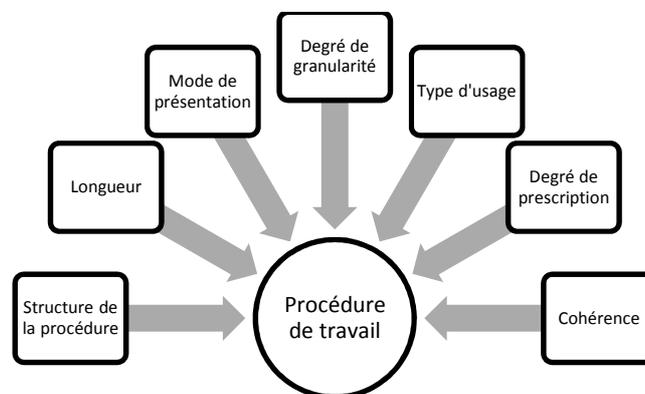


Figure 48: Critères utilisés pour décrire les procédures

**La structure de la procédure** concerne la dynamique des informations présentées. Dans le cas des procédures du logiciel étudié, elles sont toutes présentées sous le même schéma (cf. Figure 49), c'est-à-dire une arborescence simple sans possibilité de revenir en arrière. Le technicien doit demander à son responsable de mettre le mode dérogation<sup>6</sup> s'il veut revenir sur des informations présentées dans une étape déjà validée. Ce mode d'utilisation contraint tous

<sup>6</sup> Le mode dérogation correspond à la possibilité de naviguer librement à l'intérieur de la procédure

les techniciens peu importe le niveau d'expérience de suivre chacune des étapes de la procédure.

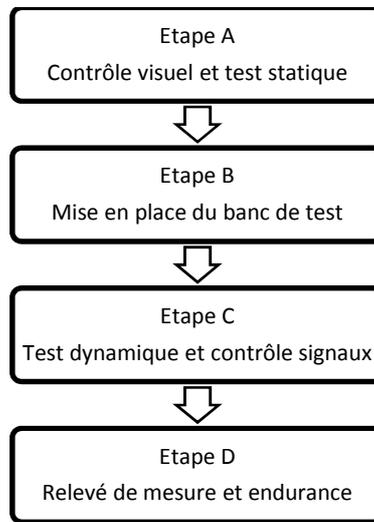


Figure 49: Exemple de structure de la procédure de l'atelier Radiofréquence

Dans l'exemple présenté, le technicien doit réaliser quatre étapes qui contiennent un nombre variable d'écrans. A partir du moment où il valide l'étape A, il doit réaliser l'étape B et ne peut pas revenir en arrière. De plus, il faut aussi noter que les techniciens doivent attendre une minute avant de pouvoir faire passer une étape ; ce qui peut être contraignant dans le cas où les étapes présentent peu d'information. De plus, les procédures peuvent être plus ou moins longues.

Nous nous intéressons donc à la **longueur des procédures** utilisées par les techniciens. Nous choisissons deux sous catégories d'observables :

- Le nombre d'écrans total contenu dans la procédure
- Le nombre d'étapes que la procédure contient

Afin d'appréhender la longueur des procédures observées, nous comptons le nombre d'écrans pour chaque procédure. En effet, les procédures sont présentées sous un logiciel, chaque écran présentant une à quatre actions à réaliser. Sur les huit observations réalisées, nous remarquons que le nombre d'écrans va de 19 pour l'atelier métrologie à 39 pour l'atelier électronique. Nous remarquons que la longueur de la procédure est variable en fonction de l'atelier et du matériel à réparer (cf. Tableau 48).

Ateliers	Expérience sur le matériel	Nombre d'écrans	Nombre d'étapes
Radiofréquence	Inexpérimenté	27	4
	Expérimenté	28	4
Electronique	Inexpérimenté et expérimenté (même procédure)	158 pour toute la procédure <b>39 pour cette observation</b> (nous décrirons seulement les 39 écrans correspondant aux étapes de remontage et préparation test)	2
Métrologie	Moyennement expérimenté	19	8 dont 6 réalisées
	Expérimenté	19	8 dont 6 réalisées
Cleaning	Inexpérimenté et expérimenté (même procédure)	80 pour toute la procédure <b>25 pour cette observation</b> (nous décrirons seulement les 25 écrans correspondant aux 5 premières étapes)	5 étapes dont 3 étapes réalisées

Tableau 48: Description de la longueur des procédures observées

Le **mode de présentation** correspond aux informations contenues dans les procédures. Il est intéressant de vérifier si le nombre d'informations contenues dans les procédures est similaire. En effet, plusieurs types d'informations sont contenus dans les procédures :

- ✓ des photos
- ✓ des schémas et tableaux
- ✓ des sigles précisant de prendre garde à un élément
- ✓ des zones d'action que nous définissons comme toutes les informations qui amènent le technicien à réaliser une action sur le matériel.
- ✓ des zones « indication » correspondant à la localisation des pièces sur le matériel. Elles sont représentées par du texte suivi d'une flèche qui se termine sur une photo.
- ✓ des informations concernant les contrôles à effectuer.
- ✓ des tableaux de mesure qui sont représentés par des encadrés où le technicien doit rentrer une valeur de mesure.
- ✓ le logigramme de la procédure qui indique toutes les étapes à réaliser

Nous comptons ensuite le nombre d'informations présentes dans chaque procédure (cf. Tableau 49).

Ateliers	Radio-fréquence		Electronique	Métrologie		Cleaning
Niveau d'expérience	Inexpérimenté	Expérimenté	Inexpérimenté & Expérimenté (même procédure)	Moyennement expérimenté	Expérimenté	Moyennement expérimenté & Expérimenté (même procédure)
<b>Support</b>	Ecran					
<b>Photos</b>	36	56	<b>101</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	14 dont 1 nécessaire aux 3 étapes
<b>Schéma</b>	3	3	0	0	0	1
<b>Précautions</b>	7	7	22	0	0	7 dont 3 nécessaires
<b>Zone action</b>	30	36	53	1	2	16 dont 9 nécessaires
<b>Indication</b>	8	11	70	0	0	20 (non nécessaire)
<b>Contrôle</b>	10	7	8	7	4	14 dont 6 nécessaires
<b>Mesure</b>	2	4	1	0	0	-
<b>Logigramme</b>	5	5	2	9	7	6 (6 écrans) 4 nécessaires
<b>Aide au diagnostic</b>	1	0	0	0	0	0
<b>Nombre total d'informations</b>	<b>102</b>	<b>129</b>	<b>257</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>20</b>

Tableau 49: Détail du mode de présentation pour chaque observation

Nous remarquons sur le Tableau 49 que les procédures de l'électronique et de la radiofréquence qui correspondent aux procédures les plus détaillées, sont celles qui présentent de nombreuses informations visuelles (photos, précautions). Les procédures les moins détaillées sont celles de la métrologie qui contiennent très peu d'informations. Concernant la procédure cleaning, deux étapes n'étant plus réalisées par les techniciens, plusieurs informations sont obsolètes. Nous avons donc indiqué le nombre d'informations nécessaires à la réalisation de la maintenance. Nous constatons que le nombre d'informations présentées varie de 10 (atelier métrologie) à 257 (atelier électronique).

Concernant le **degré de granularité**, les rédacteurs techniques ont prévu 5 niveaux de détail dans les procédures. Seulement trois niveaux (1-3-5) sont clairement définis au moment de la réalisation de l'étude. Les deux autres niveaux (2 et 4) n'existaient pas encore. Les trois niveaux existants sont :

- Niveau 5 (niveau le plus détaillé) : présence de photos et de description à chaque étape
- Niveau 3 (niveau intermédiaire de détail) : une ou deux phrases de description pour chaque sous-étape

- Niveau 1 (niveau le moins détaillé) : pas de photo, seulement une description générale de l'étape ou sous-étape ou seulement la présence du titre

Nous calculons le ratio de procédures en fonction du niveau de détail (cf. Tableau 50). Nous remarquons que 95,67% des procédures en métrologie sont de niveau 1, c'est-à-dire qu'elles ne présentent que très peu d'informations. Il en est de même pour les ateliers électronique / radiofréquence qui présentent 79,02% de procédures de niveau 1. Cependant, il faut noter que dans les 16,1% de procédures de niveau 5, la majorité provient de l'atelier radiofréquence. Nous n'avons pas les chiffres exacts car les procédures ne sont pas différenciées dans le logiciel. Nous nous référons au responsable des deux services pour obtenir cette information. Les procédures du cleaning sont majoritairement de niveau 3 (91,51%).

Niveau de procédure Activité	Niveau de procédure					Total actif
	5	4	3	2	1	
Métrologie	4 1,73%	0	6 2,6%	0	221 95,67%	231
Electronique / Radio Fréquence	33 16,1%	0	4 1,95%	6 2,93%	162 79,02%	205
Cleaning	7 2,2%	0	291 91,51%	7 2,2%	13 4,09%	318

Tableau 50: Type de procédure dans chaque atelier en fonction du niveau de détail

Les procédures observées des ateliers radiofréquence et électronique sont de niveau 5, c'est-à-dire que toutes les étapes des procédures sont décrites pas-à-pas. La procédure cleaning est quant à elle de niveau 3. Les deux procédures de la métrologie sont de niveau 1.

Le **type d'usage** concerne le contenu de la procédure, c'est-à-dire les grands types d'action à réaliser (ex : contrôle, test...) mais aussi la fréquence de réalisation. Pour ce dernier critère, sur la base des informations que nous avons à disposition, nous déterminons cinq éléments qui nous semblent importants à prendre en considération :

- Récurrence perçue du matériel : nous demandons au technicien la fréquence de venue du matériel.
- Nombre de fois que le technicien dit avoir réparé le matériel : nous demandons au technicien combien de fois il a déjà réalisé la maintenance de ce type de matériel.
- Nombre d'interventions similaires associées à la procédure de 2009 à 2014 : nous récupérons sur les bases de données du logiciel le nombre de fois où la procédure que nous observons est associée à une intervention terminée.

Comme résultats, nous remarquons que le contenu des procédures est le même dans chaque atelier (cf. Tableau 51). Cependant, même si les procédures peuvent être différentes (numéros

différents), nous observons un matériel similaire, les étapes restent donc identiques. Concernant la fréquence de réalisation du matériel, nous notons que tous les matériels ont une fréquence récurrente de venue sur site (cf. Tableau 51). Nous remarquons aussi que les personnes expérimentées considèrent toutes réparer ce type de matériel de manière très régulière. Les deux personnes moyennement expérimentées (atelier cleaning et métrologie) ont déjà réparé ce type de matériel alors que les deux personnes inexpérimentées (électronique et radiofréquence) n'en ont pratiquement jamais réparé.

Ateliers	Expérience sur le matériel	Contenu	Réurrence du matériel perçue	Nombre de fois que le technicien dit avoir repéré le matériel
Radiofréquence	Inexpérimenté	4 étapes : - contrôle visuel et test statique - mise en place du banc de test - test dynamique et contrôle signaux - relevé de mesure et endurance	Fréquent	2
	Expérimenté		Une par mois	Très souvent Avant une par semaine maintenant une par mois (fiabilisation du matériel)
Electronique	Inexpérimenté	2 étapes : - remontage totale - préparation des tests	Régulier	0
	Expérimenté		Souvent	Très souvent
Métrologie	Moyennement expérimenté	6 étapes : - contrôle visuel - relevé de mesure en l'état - ajustage - relevé de mesure standard - conditionnement - document d'étalonnage	10 par mois	4/5 par mois
	Expérimenté		Régulière	Très très souvent
Cleaning	Inexpérimenté	5 étapes : - généralités - contrôle visuel d'entrée - nettoyage de la GDP  <i>Etapes non réalisées par les techniciens :</i> - <i>démontage du heater</i> - <i>inertage GDP</i>	Régulier	Plusieurs fois (une vingtaine environ)
	Expérimenté		Toutes les semaines	Une par semaine (très fréquent)

Tableau 51: Détail du contenu et de la fréquence d'utilisation de chaque procédure observée

Concernant le nombre d'interventions similaires de 2009 à 2014, nous notons qu'en moyenne les interventions similaires aux matériels réparés lors des observations varient entre une et six par mois. Ce sont donc des matériels qui reviennent régulièrement (cf. Tableau 52).

Procédure utilisée lors de l'observation	2009	2010	2011	2012	2013	2014 (septembre)	Total	Moyenne par an	Moyenne par mois
Radiofréquence Inexpérimenté	9	50	30	44	23	17	173	28,8	2,4
Radiofréquence expérimenté	24	77	105	71	50	50	377	62,8	5,2
Electronique	30	48	94	152	70	47	441	73,5	6,1
Métrologie moyennement expérimenté	11	21	13	15	20	6	86	14,3	1,2
Métrologie expérimenté	11	56	51	61	68	37	284	47,3	3,9
Cleaning	0	0	0	3	32	32	67	22,3	1,9

Tableau 52: Nombre d'interventions similaires pour chaque observation de 2009 à 2014

Les matériels que nous observons reviennent assez régulièrement, de 1 à 6 par mois. Cela nous amène à nous demander si l'organisation impose l'utilisation des procédures à chaque réparation de matériel.

Le **degré de prescription** correspond au degré de marge de manœuvre laissé aux techniciens et pose la question des conséquences s'ils s'écartent de la procédure. Pour le degré de prescription, nous reprenons les verbatim lors des entretiens d'auto-confrontation qui peuvent donner des indications sur cette catégorie. Seuls quatre techniciens (deux expérimentés, un moyennement expérimenté et un inexpérimenté) se sont exprimés sur les consignes concernant l'utilisation du logiciel.

Technicien expérimenté (5) :	« On nous fait un peu la chasse quand même pour mettre les génériques »
Technicien expérimenté (3) :	« Oui oui parce que si tu ne le passes pas à chaque fois sur le logiciel ils ne sont pas contents »
Technicien moyennement expérimenté (4) :	« Concrètement pour le boulot que je fais, je le fais parce qu'il faut le faire voilà, on suit un peu les chiffres... faut le faire »
Technicien moyennement expérimenté (8) :	« Ben moi, c'est X qui me crie dessus « ouais tu n'as pas utilisé le logiciel »

Trois verbatim sur quatre (technicien 5, 3 et 8) expriment le fait qu'ils doivent utiliser le logiciel et même pour les procédures de niveau 1 (sans aucune information dedans). Ces verbatim expriment aussi le mécontentement des responsables vis-à-vis de l'oubli du logiciel. Le dernier commentaire (technicien 4) explique qu'il faut utiliser le logiciel pour le suivi des

maintenances. Le premier commentaire (technicien 5) exprime le fait qu'ils doivent utiliser le logiciel même lorsque les procédures ne contiennent que très peu d'informations ; ce qui nous amène au dernier point de description des procédures qui concerne la cohérence des informations contenues dans les procédures.

La **cohérence de la procédure** concerne l'adéquation des informations avec la tâche à réaliser mais aussi les autres tâches. Elle peut être de deux ordres selon Leplat (1998) :

- Interne : la procédure ne doit pas contenir de contradiction et doit prévoir toutes les exigences de la tâche. La procédure doit être une aide à la décision
- Externe : la procédure doit tenir compte des autres tâches à effectuer et être cohérente avec ces tâches

Ainsi, via les observations filmées, nous relevons toutes les contradictions contenues dans les procédures et nous tenons compte de l'activité générale des techniciens et pas seulement de la tâche de maintenance sélectionnée. En ce qui concerne la cohérence interne, nous répertorions les erreurs contenues dans les procédures pointées par les techniciens lors des observations et des entretiens (cf. Tableau 53). Nous remarquons qu'il y a des problèmes concernant les photos ou le texte contenus dans les procédures pour 7 observations sur 8. Ces problèmes relèvent de la cohérence interne car ils sont contradictoires avec les actions à réaliser ou les actions déjà réalisées et ne permettent pas au technicien de continuer la maintenance. Par exemple, dans l'atelier électronique, lors du passage d'un écran à un autre, le technicien s'arrête car la procédure sur le logiciel montre le matériel complètement remonté alors qu'à l'étape précédente le matériel est démonté. De plus, il y a une étape manquante sur une procédure métrologie et il y a des étapes en trop dans certaines des procédures observées, c'est-à-dire que la procédure n'est pas à jour par rapport à l'activité réellement réalisée.

<b>Cohérence interne de la procédure</b>	<b>Nombre d'observations ayant relevé un problème de cohérence dans les procédures</b>
<b>Photo erronée</b>	1
<b>Photo pas claire</b>	2
<b>Texte pas clair</b>	5
<b>Information erronée</b>	6
<b>Étape manquante</b>	1
<b>Étape de trop</b>	3

Tableau 53: Nombre d'observations ayant relevé des problèmes de cohérence interne des procédures en fonction du type d'erreur

Concernant la cohérence externe de la procédure, dans la majorité des cas (6 sur 8) la tâche prescrite est cohérente avec l'activité du technicien, c'est-à-dire qu'elle ne présente pas de contradiction avec les autres tâches à réaliser. Cependant, dans l'atelier métrologie l'utilisation du logiciel ne prend pas en compte la totalité de l'activité réalisée par les techniciens. En effet, les deux techniciens ont, lors de l'observation, soit réparé en parallèle un autre matériel sur un autre poste de travail, soit réalisé l'étalonnage de deux matériels sur le même poste de travail. Dans ces deux cas, le technicien ne peut pas valider plusieurs interventions en même temps sur le logiciel. S'il veut l'utiliser, il faut en valider une, puis après avoir terminé, reprendre la deuxième et passer les écrans. De ce fait, la durée enregistrée sur le logiciel n'est pas représentative du travail effectué. Cela entraîne une perte de temps pour le technicien qui doit rester devant son écran bloqué à une minute par étape afin de valider la procédure.

Cette description détaillée des procédures observées nous permet de mettre en exergue dès à présent des problèmes dans l'utilisation mais aussi dans la conception même du logiciel et des procédures. D'abord, la structure de la procédure laisse entrevoir peu de marge de manœuvre aux techniciens dans l'utilisation du logiciel. En effet, tous les techniciens doivent suivre les procédures pas à pas peu importe leur niveau d'expérience. De plus, les étapes sont bloquées à une minute, un technicien ne peut donc pas prendre connaissance des informations qui suivent. Les éléments sur la longueur et le contenu des procédures font ressortir que les procédures présentent plus ou moins d'informations : certaines étant très développées tandis que d'autres ne présentent qu'un nombre limité d'informations. Ainsi, nous avons vu que peu de procédures sont développées dans les différents ateliers, la majorité des procédures étant de niveau 1, c'est-à-dire que seuls les titres sont présents. Or, comme nous l'avons vu, certaines procédures reviennent régulièrement (de une à six fois par mois). Certains techniciens nous expliquent qu'ils doivent utiliser les procédures, et si ce n'est pas le cas, leur manager ou le service responsable des procédures les rappellent à l'ordre. En outre, l'analyse de la cohérence des procédures observées a montré que dans 7 des 8 cas observés, les procédures présentent des informations erronées que ce soit des images, des informations textuelles ou des étapes. Nous avons constaté aussi que la cohérence externe n'était pas adaptée à toutes les activités notamment dans l'atelier métrologie qui doit réaliser la maintenance de plusieurs matériels simultanément alors que le logiciel ne peut être relié qu'à un matériel à la fois.

Cette description détaillée des procédures nous donne des informations intéressantes mais n'est pas suffisante pour évaluer l'usage des procédures par les techniciens (Leplat, 1998). En effet, les techniciens proviennent d'ateliers différents et sont plus ou moins expérimentés.

Nous réalisons donc des chroniques d'activité qui nous permettent de comprendre comment ces derniers réalisent leur travail. Nous pouvons aussi calculer un ratio d'utilisation du logiciel en fonction de l'expérience des techniciens. Nous allons maintenant présenter les chroniques d'activité réalisées pour chaque observation.

### **3.2. Analyse des temps de réalisation des différentes actions réalisées**

Nous réalisons des chroniques d'activité des huit techniciens observés afin de comparer les pratiques liées au logiciel de techniciens d'expériences différentes. Les chroniques d'activité présentées ici représentent différents types d'actions effectuées par les techniciens en fonction du temps en seconde. Ainsi, nous reprenons chaque vidéo et catégorisons ces dernières selon les six types d'actions définies précédemment (cf. page 242).

Nous allons maintenant présenter les chroniques d'activités de chaque technicien en fonction de son expérience (expérimenté, moyennement expérimenté et inexpérimenté) et en fonction de l'atelier auquel il appartient (cleaning, métrologie, électronique, radio-fréquence). Nous appuyons nos observations avec certains verbatim issus des entretiens d'auto-confrontation. La courbe d'activité des techniciens expérimentés est représentée en rouge sur les différentes chroniques exposées et la courbe d'activité des techniciens moyennement expérimentés et inexpérimentés est représentée en gris. Dans un souci de facilité de lecture, nous avons décidé de décaler légèrement vers le haut la courbe grise qui représente l'activité des techniciens inexpérimentés et moyennement expérimentés.

#### **3.2.1. Analyse des temps des actions effectuées dans les ateliers réalisant des maintenances préventives**

Nous observons deux techniciens d'expériences différentes de l'atelier Cleaning et de l'atelier métrologie. Cela nous permet de comprendre les pratiques des techniciens vis-à-vis du matériel en maintenance, ainsi que la façon dont les techniciens se servent du logiciel dans leur travail quotidien.

##### **3.2.1.1. Temps de réalisation de chaque action dans l'atelier cleaning**

Dans l'atelier cleaning, la tâche prescrite consiste à nettoyer un matériel contaminé par la pollution de la machine dans laquelle il est inséré. Le nettoyage s'effectue en salle propre (port de blouse, de sur-chaussure et de gants obligatoires) à l'aide d'éponges abrasives. Nous

observons deux techniciens : un expérimenté et un moyennement expérimenté. Le premier a plus de 10 ans d'ancienneté à son poste et a déjà réparé de très nombreuses fois le matériel en question (environ une fois par semaine). Le technicien moyennement expérimenté, quant à lui, a moins d'un an d'ancienneté et a déjà réalisé la maintenance de ce type de matériel une vingtaine de fois. Pour rappel, la procédure mise à disposition des deux techniciens est une procédure de niveau 3 de granularité, c'est-à-dire qu'elle contient plusieurs étapes présentant des informations textuelles ou imagées mais ces étapes sont peu détaillées.

Sur la Figure 50 est représentée en rouge la courbe d'activité du technicien expérimenté, en gris celle du technicien moyennement expérimenté. Ces courbes représentent les actions réalisées (ordonnée) au cours du temps (abscisse).

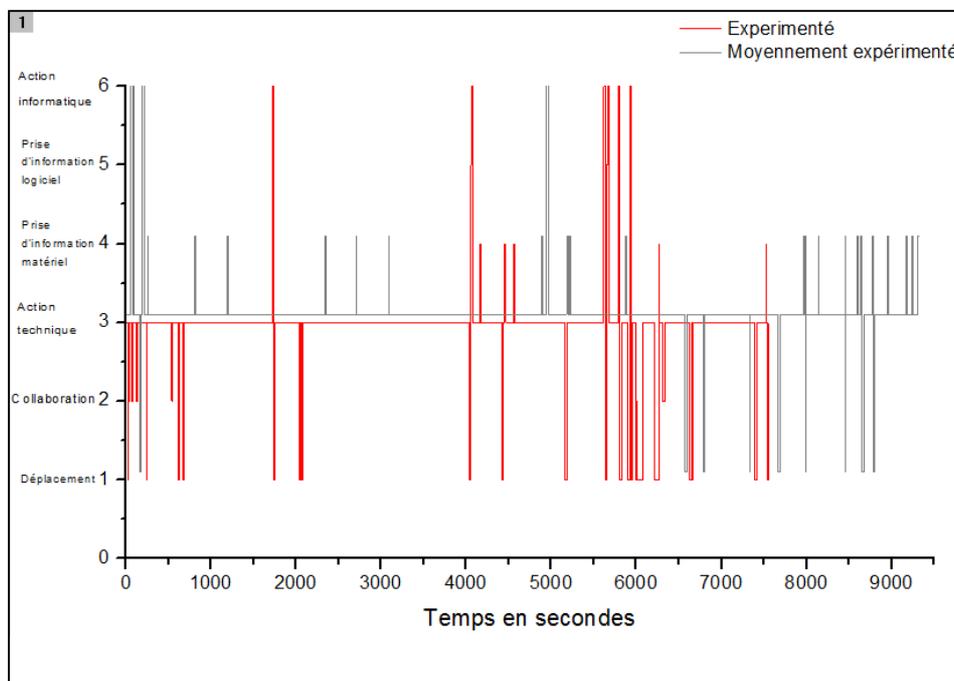


Figure 50: Chroniques d'activités des deux techniciens de l'atelier Cleaning

Nous calculons les temps passés sur chaque type d'action et le pourcentage pour chaque technicien (cf. Tableau 54). Nous remarquons que les deux techniciens passent la majorité de leur temps à réaliser des actions techniques, c'est-à-dire à nettoyer la pièce (>90%). En effet, le technicien expérimenté passe 1h55 sur 2h07 d'observations à réaliser des actions techniques soit 91,17%. Le technicien moyennement expérimenté passe 2h29 sur 2h36 d'observation à réaliser des actions techniques soit 95,84%. Les deux techniciens confirment que le temps passé à réaliser des actions techniques est correct compte tenu de la tâche à effectuer.

Technicien moyennement expérimenté : *« Ben, ça me paraît normal »*

Technicien expérimenté: *« Ouais, c'est je pense que, c'est oui, ça a l'air correct »*

Nous observons sur le Tableau 54 que peu d'actions sont effectuées sur le logiciel (quatre pour le technicien moyennement expérimenté soit 0,89% du temps et six actions pour le technicien expérimenté soit 1,39% du temps), mais surtout pratiquement aucune information n'est prise sur la procédure (zéro et deux prises d'informations soit 0,12%). En effet, lors des observations, les techniciens passent les écrans très rapidement et passent plusieurs écrans en même temps. De plus, le technicien moyennement expérimenté effectue 23 prises d'information (1,81% de son temps) contrairement au technicien expérimenté qui en effectue cinq (0,45% de son temps). Contrairement à ce qu'on pourrait attendre, le technicien expérimenté fait davantage appel à un collègue pour l'aider à porter le matériel (sept fois, soit 1% du temps) que le technicien moyennement expérimenté. Ceci s'explique par le fait que le technicien expérimenté avait un collègue à proximité et que ce dernier l'a aidé à déplacer la pièce qui est très lourde (environ 20Kg). En effet, ce technicien plus âgé indique lors des entretiens d'auto-confrontation qu'il préserve sa santé en demandant de l'aide à son collègue.

*« Ouais c'est surtout pour la manip. Quand euh le gars qui est à côté de moi je le sollicite en général après quand je suis tout seul forcément je me débrouille tout seul quoi »*

Technicien expérimenté : *« Ouais, ben disons, c'est au fil des années. Moi au début je faisais un peu comme tout le monde, c'est-à-dire comme X (technicien moyennement expérimenté) entre autre, je pense manipuler tout seul, tout ça mais c'est vrai qu'au fil du temps tu t'uses, et tu t'uses pour rien donc euh je me préserve tant que je peux »*

Au contraire, le technicien moyennement expérimenté était seul lors de la maintenance et a donc manipulé la pièce sans aide. Concernant les déplacements, le technicien expérimenté s'est régulièrement déplacé pour changer de gants (sept fois, 5,88% de son temps) et il est aussi allé régulièrement chercher des consommables (éponges abrasives, chiffonnettes...). Le technicien moyennement expérimenté s'est déplacé neuf fois (1,46% de son temps).

Technicien moyennement expérimenté : *« Ben j'en pense que c'est parce qu'en fait on se les salit facilement quand les pièces elles sont crades comme ça et après on a tendance aussi à les toucher donc c'est un truc que je ne faisais pas avant forcément. Je gardais souvent mes... enfin je gardais plus souvent mes gants sales et au fil du temps je me suis rendu compte qu'on marquait beaucoup les pièces en les manipulant tout ça et ça fait pas mal de traces de main des choses comme ça »*

	Moyennement Expérimenté			Expérimenté		
	Temps	Nombre d'actions	Pourcentage de temps passé	Temps	Nombre d'actions	Pourcentage de temps passé
<b>Action informatique</b>	00:01:23	4	0,89	00:01:46	6	1,39
<b>Prise d'information logiciel</b>	00:00:00	<b>0</b>	0,00	00:00:09	<b>2</b>	0,12
<b>Prise d'information matériel</b>	00:02:50	23	1,81	00:00:34	5	0,45
<b>Déplacement</b>	00:02:17	9	1,46	00:07:29	22	5,88
<b>Collaboration</b>	00:00:00	0	0,00	00:01:16	7	1,00
<b>Action technique</b>	02:29:37	35	<b>95,84</b>	01:55:58	31	<b>91,17</b>
<b>Total temps observation</b>	2:36:07	71	100,00	2:07:12	73	100,00

Tableau 54: Temps de réalisation de chaque type d'action par les deux techniciens de l'atelier Cleaning

Nous étudions ensuite les enchainements d'actions, c'est-à-dire que nous avons comptabilisé combien de fois un type d'action en suit un autre. Ceci nous permet de comprendre les différences de pratiques entre les techniciens d'expériences différentes. En effet, nous supposons que le technicien expérimenté n'utilisera pas le logiciel pour les mêmes raisons que le technicien moyennement expérimenté. La direction de la flèche, la couleur et la largeur de la flèche entre deux types d'actions représentent le nombre de fois où un type d'action en suit un autre (cf. Tableau 55).

Nombre d'actions qui en suit une autre	Représentation graphique	Nombre d'actions qui en suit une autre	Représentation graphique
De 1 à 10		De 31 à 40	
De 11 à 20		> à 40	
De 21 à 30			

Tableau 55: Représentation graphique du nombre d'actions qui se suivent

Prenons l'exemple de l'activité du technicien moyennement expérimenté à gauche sur la Figure 51. Lorsque ce dernier réalise une action technique, il réalise entre 21 à 30 prises d'information sur le matériel. Nous pouvons aussi noter que, lorsqu'il réalise une prise d'information sur le matériel, il réalise entre 11 et 20 actions techniques. Nous observons que l'activité des deux techniciens est essentiellement tournée vers les actions techniques et que très peu d'autres actions sont effectuées (cf. Figure 51).

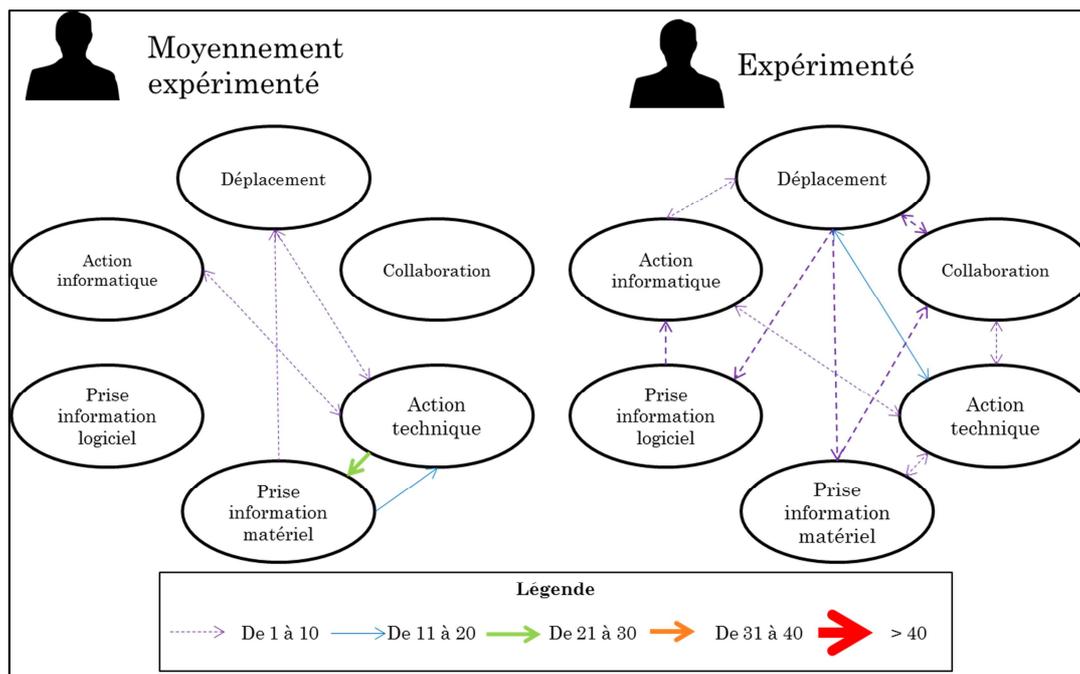


Figure 51: Enchaînement des types d'actions en fonction de l'expérience du technicien (atelier cleaning)

Si nous reprenons les critères d'évaluation de l'usage, nous pouvons dire que les deux techniciens ont été efficaces car ils ont atteint le but fixé, soit nettoyer la pièce. Nous pouvons aussi dire qu'ils ont été efficaces car ils ont essentiellement réalisé des actions techniques. De plus, les pièces ont fait l'objet d'un contrôle visuel par un autre technicien qui a validé le nettoyage. Cependant, ils se sont très peu basés sur le logiciel afin de réaliser leur travail. En effet, nous voyons qu'aucune action n'est suivie d'une prise d'information dessus pour le technicien moyennement expérimenté. Pour le technicien expérimenté, seulement le déplacement est suivi d'une prise d'information sur le logiciel (entre 1 et 10 actions). Les techniciens ont passé les écrans rapidement et n'ont pris quasiment aucune information sur le logiciel (aucune pour le technicien moyennement expérimenté et deux pour le technicien expérimenté) ; ce qui pose la question de l'utilité du logiciel. Nous reviendrons sur ce critère ultérieurement car les données présentées ici ne suffisent pas pour conclure quant à l'utilité ni quant à la satisfaction des techniciens.

En conclusion, le logiciel semble donc peu pertinent pour réussir ce type de tâche. En effet, dans cet atelier, nous remarquons que les deux techniciens d'expériences différentes se basent peu sur le logiciel pour réaliser le nettoyage des matériels en maintenance. Le deuxième atelier qui présente essentiellement des maintenances préventives est l'atelier métrologie. Nous avons, pour ce dernier, observé deux techniciens : un moyennement expérimenté et un expérimenté.

### 3.2.1.2. Temps de réalisation de chaque action dans l'atelier métrologie

La tâche prescrite consiste à régler un capteur selon un étalon particulier. Les deux techniciens ont déjà réalisé la maintenance du matériel observé. L'observation se déroule dans une salle où la température et l'hygrométrie (humidité dans l'air) sont contrôlées afin de répondre aux exigences d'une accréditation particulière dite COFRAC<sup>7</sup>. Le technicien expérimenté a plus de 10 ans d'ancienneté au sein de la société et nous a dit avoir réalisé de très nombreuses fois l'étalonnage de ce type de capteur. Le technicien moyennement expérimenté a moins de cinq ans d'ancienneté et a déjà aussi étalonné ce genre de capteur régulièrement (environ quatre à cinq par mois). La procédure mise à disposition des techniciens est une procédure de niveau 1 de granularité, c'est-à-dire qu'elle ne présente que les grandes étapes à réaliser avec une simple phrase d'explication.

Concernant les chroniques d'activité, nous voyons qu'elles sont sensiblement différentes (cf. Figure 52).

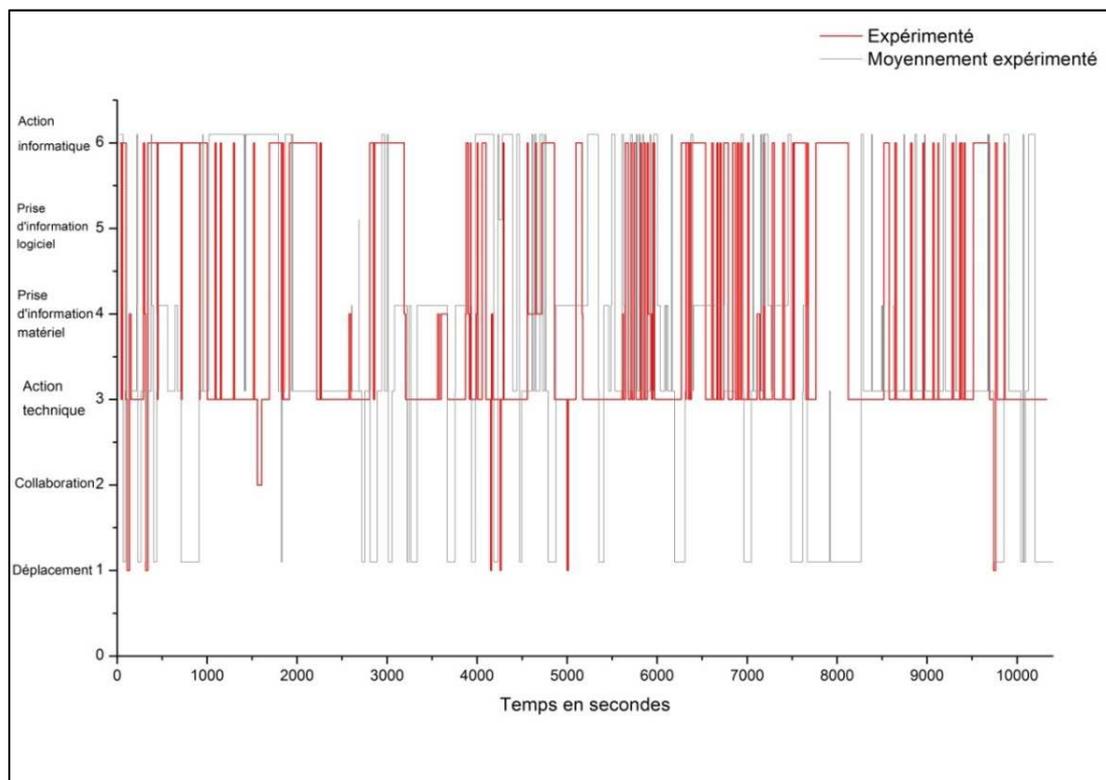


Figure 52: Chronique d'activités des deux techniciens de l'atelier Métrologie

<sup>7</sup> Le Cofrac est une association loi 1901 de droit privé, sans but lucratif. Le Cofrac est officiellement reconnu comme «instance nationale d'accréditation» par les Pouvoirs Publics par le biais d'un décret paru au JORF du 26 décembre 2008 (source : <https://www.cofrac.fr/fr/faq/>).

Nous avons ensuite, détaillé le temps passé par les techniciens sur chacune des catégories d'observables (cf. Tableau 56). Notons que, dans cet atelier, le technicien doit régler son capteur (action technique) et remplir au fur et à mesure un fichier Excel qui n'est pas présent dans le logiciel de gestion de procédure. Il utilise donc un autre ordinateur. Nous avons par conséquent différencié les actions informatiques sur le logiciel de gestion de procédures et les actions informatiques sur l'ordinateur (actions réalisées uniquement sur le fichier Excel). Nous calculons le temps passé par les techniciens sur chaque type d'action. Les résultats montrent que le technicien expérimenté passe 61,93% de son temps à réaliser des actions techniques sur le matériel et passe 27,88% de son temps à réaliser des actions sur l'ordinateur. Le technicien moyennement expérimenté quant à lui, passe 40,04% de son temps à réaliser des actions techniques et 17,22% sur l'ordinateur (cf. Tableau 56). Il faut préciser que les deux techniciens réalisent la maintenance de deux matériels simultanément, soit sur le même poste de travail, soit sur un autre poste. En effet, le technicien expérimenté reste sur le même poste de travail tandis que le technicien moyennement expérimenté doit se déplacer sur un autre poste. Les 21,80 % de déplacements du technicien moyennement expérimenté (1,04% pour le technicien expérimenté) expliquent l'écart de pourcentage entre les deux techniciens concernant les actions techniques. Les deux techniciens passent bien plus de 60% à réaliser des actions techniques. Le technicien moyennement expérimenté considère que les pourcentages représentent bien son activité et que dans son activité quotidienne il est amené à se déplacer fréquemment.

Technicien moyennement expérimenté :	<i>« Ben ça représente bien ce que je fais habituellement ».</i>
Technicien expérimenté:	<i>« Déjà, ouais c'est vrai... ben déplacement, c'est vrai vu qu'on fait plusieurs tâches en même temps, ben on se déplace, il y a un coup de fil, il faut aller voir donc euh c'est vrai après oui 40% du coup sur le matériel »</i>

Nous voyons aussi sur le Tableau 56 que le technicien moyennement expérimenté prend plus d'informations sur le matériel (18,46%) contrairement au technicien expérimenté (4,08%). En effet, à plusieurs reprises le technicien moyennement expérimenté s'arrête et regarde le matériel alors que le technicien expérimenté prend l'information en même temps qu'il réalise les actions techniques.

	Moyennement Expérimenté			Expérimenté		
	Temps	Nombre d'actions	Pourcentage de temps passé	Temps	Nombre d'actions	Pourcentage de temps passé
Action informatique logiciel	00:03:36	10	2,07	0:07:54	19	4,61
Action informatique ordinateur	00:29:58	38	17,22	0:47:50	48	<b>27,88</b>
Prise d'information logiciel	00:00:43	<b>2</b>	0,41	00:00:02	<b>1</b>	0,02
Prise d'information matériel	00:32:08	26	<b>18,46</b>	00:07:00	17	4,08
Déplacement	00:37:56	26	<b>21,80</b>	00:01:47	6	1,04
Collaboration	00:00:00	0	0,00	00:00:46	1	0,45
Action technique	01:09:41	66	<b>40,04</b>	01:46:14	72	<b>61,93</b>
<b>Total temps observation</b>	02:54:02	168	100,00	02:51:33	164	100,00

Tableau 56: Temps de réalisation de chaque type d'action par les deux techniciens de l'atelier Métrologie

Nous examinons si les enchainements d'actions réalisées diffèrent entre les deux techniciens (cf. Figure 53). La largeur et la couleur de la flèche entre deux types d'actions correspondent au nombre de fois où un type d'action en suit un autre. Au vu des graphiques, nous remarquons que pour les deux techniciens, une action technique entraîne presque toujours une action informatique réalisée sur l'ordinateur et inversement. Pour le technicien moyennement expérimenté, la prise d'information sur le logiciel est toujours en lien avec une action technique, contrairement au technicien expérimenté.

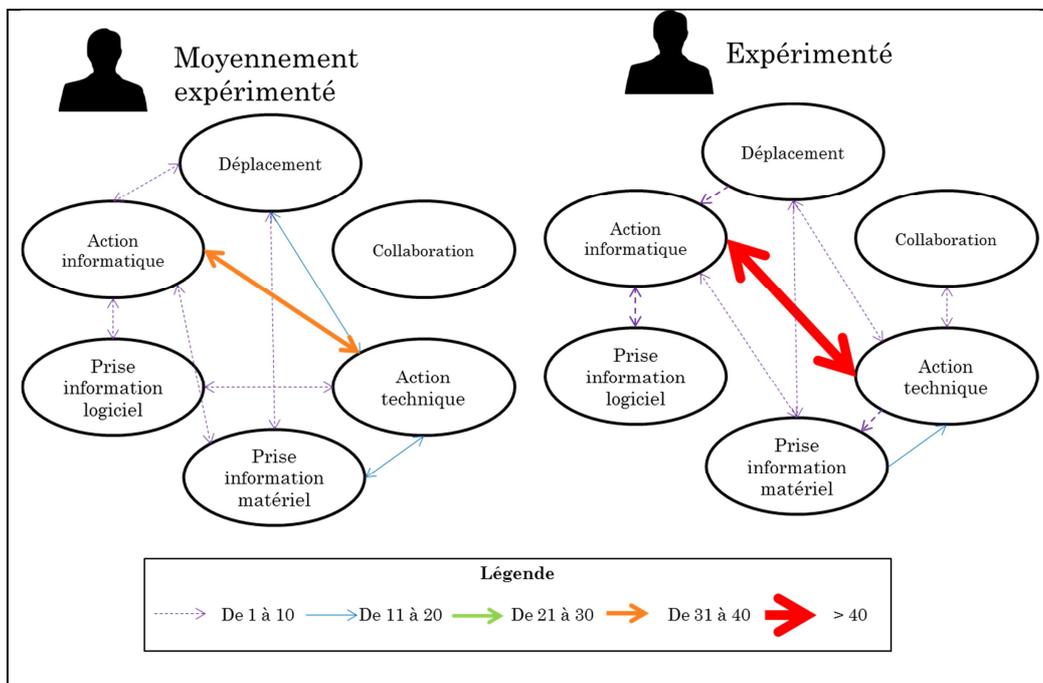


Figure 53: Enchainement des types d'actions en fonction de l'expérience du technicien (atelier métrologie)

En nous basant sur les critères d'évaluation de l'usage, nous pouvons conclure sur l'utilisabilité. Ainsi, les deux techniciens sont efficaces car ils ont réussi leur tâche, c'est-à-dire qu'ils ont réglé le capteur selon l'étalon demandé. Les observations montrent que les deux techniciens réalisent les grandes étapes dans le même ordre que celui proposé par les procédures car cette activité ne permet pas de modifier la façon de réaliser le réglage du capteur. Cependant, nous remarquons que les techniciens de cet atelier ne se basent pas sur le logiciel et les procédures de travail pour réaliser la tâche demandée. Ils passent les écrans rapidement et ne prennent quasiment aucune information sur les procédures de travail. Le technicien expérimenté prend une information sur le logiciel contre deux pour le technicien moyennement expérimenté. De plus, ils utilisent davantage le fichier Excel sur lequel ils rentrent les mesures (38 actions pour le technicien moyennement expérimenté et 48 pour le technicien expérimenté) que le logiciel (10 et 19 actions). Nous pouvons dire qu'ils n'ont pas été efficaces car le fait de devoir jongler entre deux ordinateurs représente une perte de temps. Nous qualifierons l'utilité et la satisfaction des utilisateurs ultérieurement. En conclusion, le logiciel semble donc ici peu pertinent pour réussir ce type de tâche, c'est-à-dire l'étalonnage d'un capteur de mesure.

Nous venons de présenter l'analyse des chroniques d'activité des deux ateliers qui réalisent majoritairement des maintenances préventives. Nous allons maintenant, présenter les résultats pour les deux ateliers qui réalisent des maintenances correctives, soit l'atelier électronique et l'atelier radiofréquence.

### **3.2.2. Analyse des temps des actions effectuées dans les ateliers réalisant des maintenances correctives**

Les deux ateliers sélectionnés sont l'électronique et la radiofréquence. Dans ces ateliers, les matériels qui arrivent en maintenance sont la plupart du temps en panne ; les techniciens doivent donc diagnostiquer et réparer le matériel le plus rapidement possible. Cependant, dans l'atelier électronique, peu de procédures sont développées. Nous choisissons, en accord avec le responsable d'équipe, d'observer un type de matériel spécifique pour lequel une procédure de niveau 5 (très détaillée) est présente.

#### **3.2.2.1. Temps de réalisation de chaque action dans l'atelier électronique**

L'observation se déroule dans l'atelier électronique. La tâche prescrite consiste à remonter un matériel produisant du plasma. Le technicien expérimenté a moins de cinq ans d'ancienneté et a déjà réalisé de très nombreuses fois la maintenance de ce type de matériel.

Le technicien inexpérimenté a aussi moins de cinq ans d'ancienneté et n'a jamais réparé ce type de matériel. La procédure mise à disposition est de niveau 5 de granularité, c'est-à-dire que toutes les étapes de réalisation sont détaillées avec du texte et/ou des photos. Les deux chroniques d'activité (cf. Figure 54) montrent une différence de pratique entre les deux techniciens pour réaliser la tâche. En effet, la courbe du technicien expérimenté (en rouge) présente essentiellement des actions techniques. De plus, nous voyons que le technicien inexpérimenté a mis le double du temps pour réaliser la tâche. Le technicien inexpérimenté explique, lors de l'entretien, qu'il ne connaît pas le matériel qu'il répare.

Technicien inexpérimenté :	<i>« Et ben le début c'est vraiment la découverte parce que pour moi (ce matériel) je ne connais pas du tout je ne sais même pas ce que c'est ».</i>
-------------------------------	--

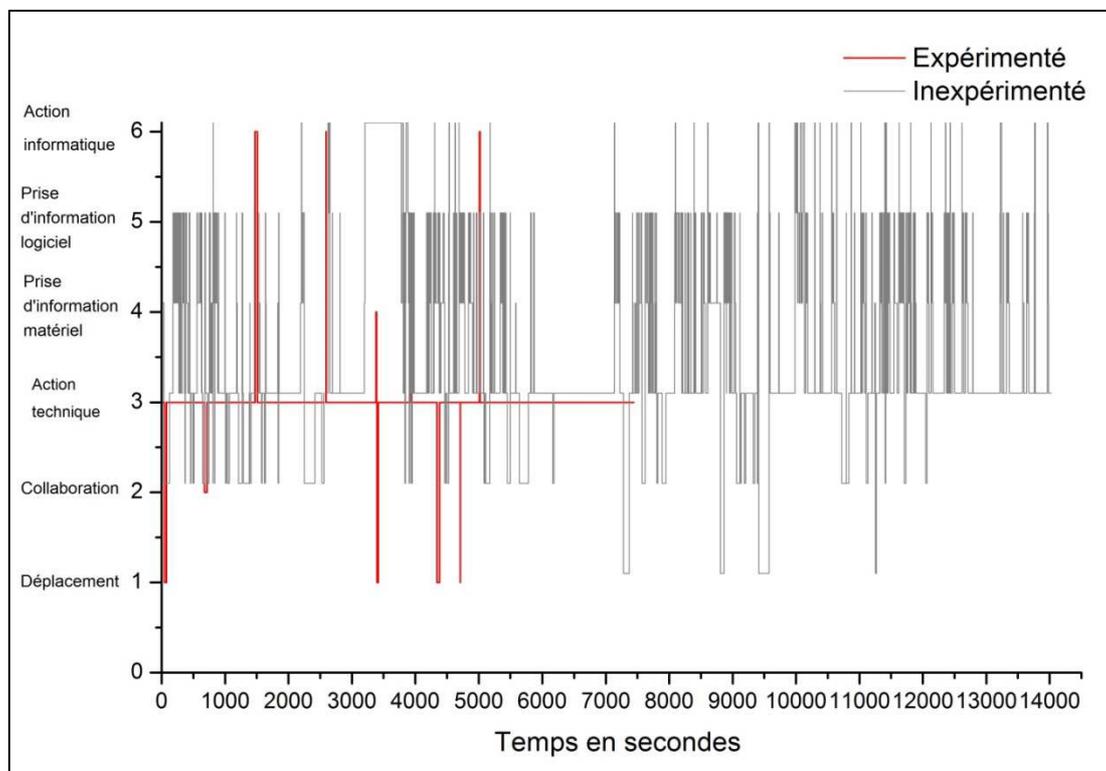


Figure 54: Chronique d'activités des deux techniciens de l'atelier électronique

L'analyse des temps de réalisation pour chacune des actions observées montre une différence de pratiques entre les deux techniciens (cf. Tableau 57). Le technicien expérimenté passe 95,39% de son temps à réaliser des actions techniques, contrairement au technicien inexpérimenté qui passe 60,95% de son temps sur le même type d'actions. En effet, tandis que l'activité du technicien expérimenté est essentiellement orientée vers de l'action technique, le technicien inexpérimenté utilise plusieurs sources d'informations pour réaliser la

maintenance. Ce dernier émet de nombreuses demandes à son collègue expérimenté (10,26%) et prend de l'information à la fois sur le matériel (11,15%) et sur le logiciel (9,61%). Il passe aussi 5,65% du temps à réaliser des actions informatiques et 2,39% à se déplacer. Le technicien expérimenté passe 0,75% de son temps à réaliser des actions informatiques, 0,38% à prendre des informations sur le matériel, 2,94% à se déplacer, 0,53% à interagir avec un collègue et il ne prend aucune information sur les procédures.

Technicien inexpérimenté:	<i>« Aucune notion. Bon je ne recherche pas forcément à avoir des notions dessus mais et du coup ben tu es obligé d'avoir, d'analyser la pièce quoi. Tu ne peux pas partir comme ça sans quelques billes donc entre la procédure, les infos que j'ai sur la procédure, les infos que peut me donner X (son collègue) et en même temps les infos que je peux déduire moi-même, tu passes un certain temps, voilà à réfléchir quoi. Tu n'as pas bien le choix on va dire. Pas si tu veux faire un truc correct. Si tu veux y monter à l'envers c'est sûr !»</i>
------------------------------	---

Le logiciel apparaît dans ce cas comme un support pour la réalisation de la tâche.

Technicien inexpérimenté:	<i>« Là par contre, ouais, j'ai été amené à l'utiliser à 100%, quoi. C'est vrai qu'à ce moment-là vu que tu ne connais pas le matériel, tu es obligé de bien suivre la procédure</i>
---------------------------	--

De plus, nous remarquons que le technicien expérimenté a mis pratiquement deux heures de moins (2h05) que le technicien inexpérimenté (3h53).

	Inexpérimenté			Expérimenté		
	Temps	Nombre d'actions	Pourcentage de temps passé	Temps	Nombre d'actions	Pourcentage de temps passé
<b>Action informatique</b>	00:13:12	44	<b>5,65</b>	00:00:57	3	0,75
<b>Prise d'information logiciel</b>	00:22:28	309	<b>9,61</b>	00:00:00	0	0,00
<b>Prise d'information matériel</b>	00:26:04	240	<b>11,15</b>	00:00:29	2	0,38
<b>Déplacement</b>	00:05:35	5	2,39	00:03:42	4	2,94
<b>Collaboration</b>	00:24:00	42	<b>10,26</b>	00:00:40	1	0,53
<b>Action technique</b>	02:22:30	156	<b>60,95</b>	02:00:02	11	<b>95,39</b>
<b>Total temps observation</b>	3:53:49	796	100,00	02:05:50	21	100,00

Tableau 57: Temps de réalisation de chaque type d'action par les deux techniciens de l'atelier électronique

Les pourcentages de temps nous montrent que les deux techniciens réalisent leur travail de manière très différente. Lorsque nous examinons les enchainements d'action, nous constatons que l'activité du technicien expérimenté est essentiellement tournée vers de

l'action technique alors que l'activité du technicien inexpérimenté est plus fragmentée (cf. Figure 55). En effet, il y a une majorité d'enchaînements entre les actions techniques et les prises d'informations sur le logiciel mais aussi sur le matériel. La collaboration, c'est-à-dire les interactions avec le collègue sur la maintenance représente aussi une source d'informations importante pour ce technicien. A contrario, il n'y a aucune prise d'informations sur le logiciel pour le technicien expérimenté.

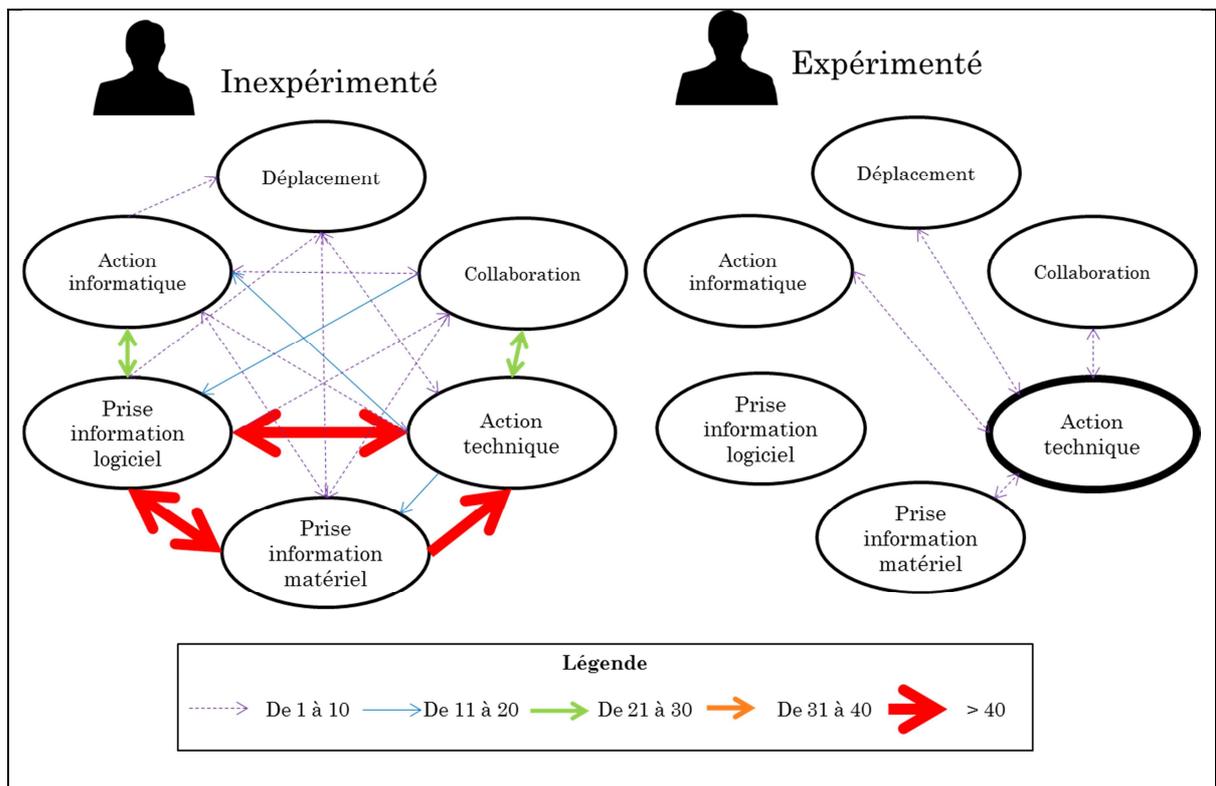


Figure 55: Enchaînement des types d'actions en fonction de l'expérience du technicien (atelier électronique)

Pour l'atelier électronique, les deux techniciens ont réussi la tâche qui consiste au remontage d'un matériel qui produit du plasma. Nous pouvons donc conclure qu'ils ont été efficaces. Cependant, nous remarquons une grande différence dans la réalisation de l'activité entre le technicien expérimenté et le technicien inexpérimenté en termes de temps (cf. Tableau 57) mais aussi d'actions effectuées (cf. Figure 55). Alors que le technicien expérimenté présente une activité essentiellement tournée vers les actions techniques (il n'utilise quasiment pas le logiciel), le technicien inexpérimenté, quant à lui, présente une activité plus fragmentée avec des prises d'informations de sources différentes. Ce dernier se base à la fois sur le logiciel pour réaliser sa tâche mais aussi sur son collègue de travail. De plus, le technicien inexpérimenté se conforme à la tâche prescrite et réalise les actions telles qu'elles sont demandées par la procédure, tandis que le technicien expérimenté possède son propre modèle

de la tâche. En effet, il réalise les actions dans un ordre différent de celui prescrit par la procédure. Nous pouvons dire au vu des temps de réalisation de la tâche (cf. Tableau 57) et des enchaînements d'actions (cf. Figure 55) que le technicien expérimenté a été efficace dans la réalisation de la tâche contrairement au technicien inexpérimenté qui a mis plus de temps et qui a demandé à de nombreuses reprises (42 fois) de l'aide à son collègue pour continuer à réaliser la tâche. Nous pouvons conclure au vu de ces résultats que la procédure semble seulement pertinente pour le technicien inexpérimenté. Nous qualifierons l'utilité et la satisfaction des utilisateurs ultérieurement.

### **3.2.2.2. Temps de réalisation de chaque action dans l'atelier radiofréquence**

Nous allons maintenant nous intéresser au dernier atelier. Les tâches prescrites concernent la maintenance complète d'un matériel, c'est-à-dire le démontage, le remontage et le test du matériel. Une phase de diagnostic de panne est aussi comprise dans cette tâche. Les deux techniciens qui ont accepté de participer à l'étude, ont tous les deux moins de cinq ans d'ancienneté dans la société. Le technicien expérimenté a déjà réparé le matériel à de nombreuses reprises (environ une fois par mois) contrairement à l'autre technicien qui en a réparé seulement deux. La procédure mise à disposition des techniciens présente un niveau 5 de granularité, c'est-à-dire que toutes les étapes sont détaillées avec du texte et/ou des photos.

Lorsque nous examinons les deux chroniques d'activité, nous voyons que les pratiques sont différentes (cf. Figure 56). Trois types d'actions sont majoritairement présentes sur la courbe d'activité du technicien expérimenté, soit des actions techniques, des prises d'informations sur le matériel ou des déplacements. La courbe du technicien inexpérimenté présente plus de types d'actions différentes. Ce dernier valide les temps présentés avec la chronique d'activité et trouve qu'il a été rapide sur une action. Le technicien expérimenté ne réalise des actions informatiques qu'au démarrage de la maintenance, et en fin de maintenance.

Technicien inexpérimenté: « <i>Ouais six minutes, c'est ce qu'il faut</i> » « <i>Ca me paraît super rapide, (rire)</i> »
---

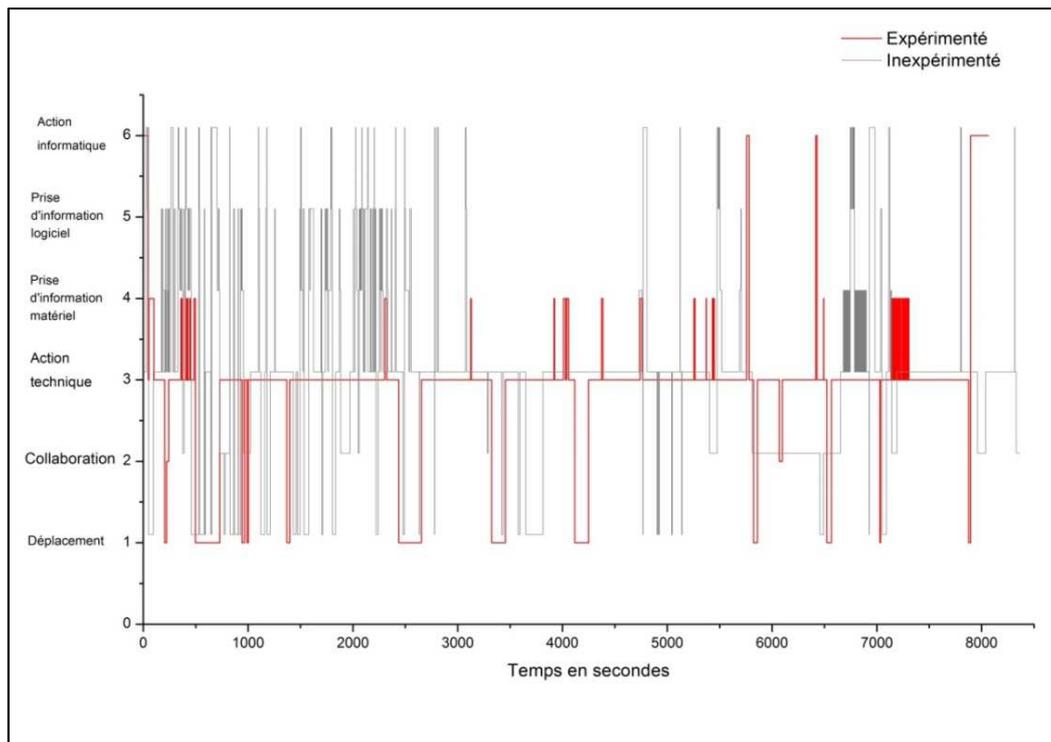


Figure 56: Chronique d'activités des deux techniciens de l'atelier radio-fréquence

L'analyse des temps confirme que l'activité du technicien expérimenté est essentiellement tournée vers l'action technique (82,27%) (cf. Tableau 58). Il ne prend aucune information sur le logiciel mais en prend tout de même sur le matériel (3,01%). L'analyse des temps montre que le technicien expérimenté ne réalise des actions sur le logiciel qu'au démarrage et à la fin de la maintenance (2,97%). Il passe 0,61% de son temps à interagir avec ses collègues de travail et 11,15% à se déplacer.

Technicien expérimenté : « Ben, c'est plutôt cohérent. Surtout sur le matos que j'étais, il y a pas mal d'action. Ben, d'actions techniques on va dire donc euh je trouve ça logique qu'il y ait la majeure partie du temps soit consacrée à ça... »

Le technicien inexpérimenté passe 61,45% de son temps à réaliser des actions techniques, 15,67% de son temps à interagir avec son collègue, 9,58% à se déplacer, 5,69% à prendre des informations sur le logiciel, 3,92% sur le matériel et enfin 3,68% à réaliser des actions sur le logiciel.

Technicien inexpérimenté : « Ben là il (son collègue) est en train de refaire les étapes que j'ai fait, donc je le regarde faire quoi »

	Inexpérimenté			Expérimenté		
	Temps	Nombre d'actions	Pourcentage de temps passé	Temps	Nombre d'actions	Pourcentage de temps passé
<b>Action informatique</b>	0:05:10	38	3,68	00:03:59	4	2,97
<b>Prise d'information logiciel</b>	0:08:00	82	<b>5,69</b>	00:00:00	0	0,00
<b>Prise d'information matériel</b>	0:05:31	80	3,92	00:04:02	49	3,01
<b>Déplacement</b>	0:13:28	32	9,58	00:14:58	12	11,15
<b>Collaboration</b>	0:22:02	13	<b>15,67</b>	00:00:49	2	0,61
<b>Action technique</b>	1:26:23	113	<b>61,45</b>	01:50:25	63	<b>82,27</b>
<b>Total temps observation</b>	2:20:34	358	100,00	2:14:13	130	100,00

Tableau 58: Temps de réalisation de chaque type d'action par les deux techniciens de l'atelier radio-fréquence

L'enchaînement des types d'actions du technicien expérimenté montre qu'une action technique entraîne majoritairement une prise d'information sur le matériel et inversement (cf. Figure 57). Nous remarquons que l'activité du technicien inexpérimenté est plus fragmentée que l'activité du technicien expérimenté (cf. Tableau 58). L'activité du technicien inexpérimenté montre qu'une action technique entraîne souvent une prise d'information sur le matériel et inversement. Le logiciel revêt, dans cette situation, une source d'information importante au même titre que les collègues de travail.

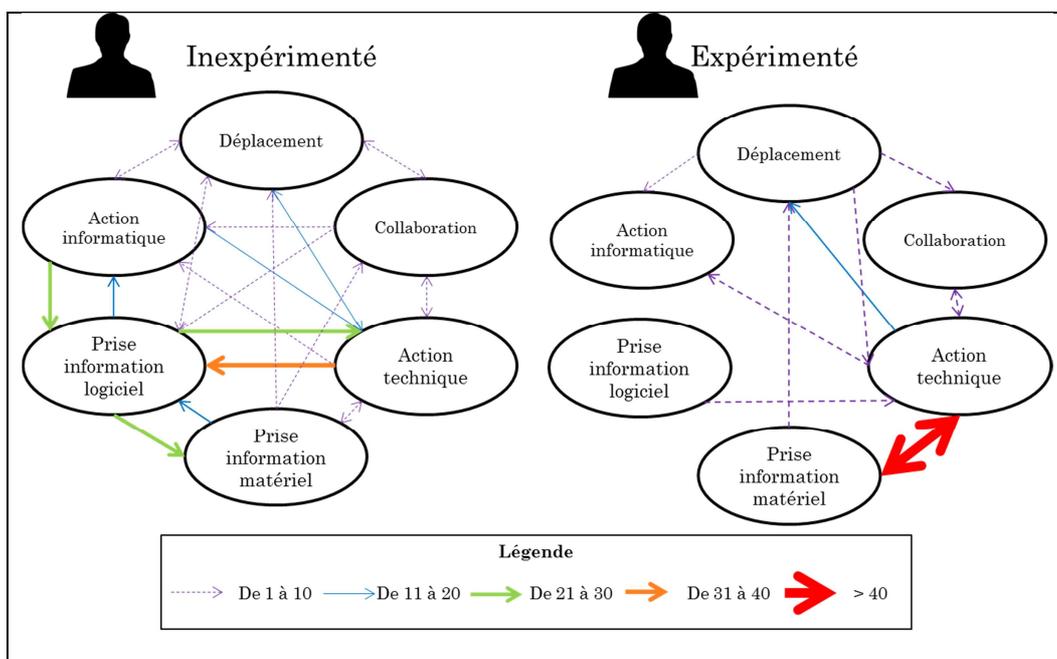


Figure 57: Enchaînement des types d'actions en fonction de l'expérience du technicien (atelier radiofréquence)

Nous remarquons que les deux techniciens présentent des courbes d'activité très différentes mais qu'ils ont été efficaces car ils ont atteint le but fixé. Le technicien expérimenté présente une activité essentiellement tournée vers les actions techniques et se base principalement sur le matériel comme source d'information alors que le technicien inexpérimenté présente une activité plus fragmentée. En effet, il se base à la fois sur le logiciel et les procédures pour réaliser son travail mais aussi sur son collègue de travail. Nous pouvons dire que les deux techniciens ont été efficaces car ils présentent le même temps de réalisation de la tâche (2h20 et 2h14). Cependant, le technicien inexpérimenté a de nombreuses fois demandé de l'aide à son collègue afin de continuer la maintenance. En ce qui concerne l'usage du logiciel, seul le technicien inexpérimenté prend de l'information sur le logiciel pour réaliser sa tâche. Le technicien expérimenté valide les étapes sans prendre d'informations sur le logiciel. De plus, tout comme dans l'atelier électronique, le technicien inexpérimenté se conforme à la tâche prescrite et réalise les actions telles qu'elles sont demandées tandis que le technicien expérimenté possède son propre modèle de la tâche.

Nous pouvons en conclure que le logiciel semble pertinent uniquement pour le technicien inexpérimenté car le technicien expérimenté a pu réaliser la tâche sans l'utilisation du logiciel contrairement au technicien inexpérimenté qui s'est basé sur le logiciel et qui a demandé de l'aide à son collègue.

### **3.2.3. Synthèse des résultats concernant l'analyse de l'usage réel du logiciel de gestion de procédures**

Nous avons présenté pour chacun des ateliers observés l'usage réel du logiciel étudié dans le cadre de maintenances préventives et correctives. Nous remarquons que l'activité des techniciens présente des différences notamment entre les types de maintenance mais aussi entre personnes expérimentées et inexpérimentées. Nous réalisons donc, un graphique récapitulatif des actions effectuées en fonction de l'expérience mais aussi du type de maintenance (cf. Figure 58).

Nous remarquons d'après ce graphique que les techniciens expérimentés, quel que soit le type de maintenance, ont un pourcentage de temps à réaliser des actions techniques supérieur (89% et 76,5%) par rapport aux techniciens moyennement expérimentés (67,9%) et aux techniciens inexpérimentés (61,2%). Nous remarquons que les techniciens inexpérimentés qui réalisent une maintenance corrective sont les seuls à passer plus de 10% de leur temps à se référer à leur collègue de travail. Ce sont aussi les seuls qui prennent des informations sur le logiciel (7,6%). Cette catégorie de techniciens utilise plus le logiciel que les techniciens

moyennement expérimentés ou expérimentés. Seuls les techniciens issus de l'atelier métrologie réalisent des actions sur l'ordinateur. Comme nous l'avons vu ci-dessus, dans l'atelier métrologie, les techniciens utilisent un fichier Excel qui fait partie prenante de l'activité de maintenance et qui n'est pas présent sur le logiciel. Nous remarquons aussi que les techniciens prennent peu d'informations sur le matériel (entre 2% et 10%). Cependant, les techniciens inexpérimentés et moyennement expérimentés, peu importe les types de maintenance, prennent davantage d'informations sur le matériel (10,01% et 7,5%) que les techniciens expérimentés (2% et 2,3%).

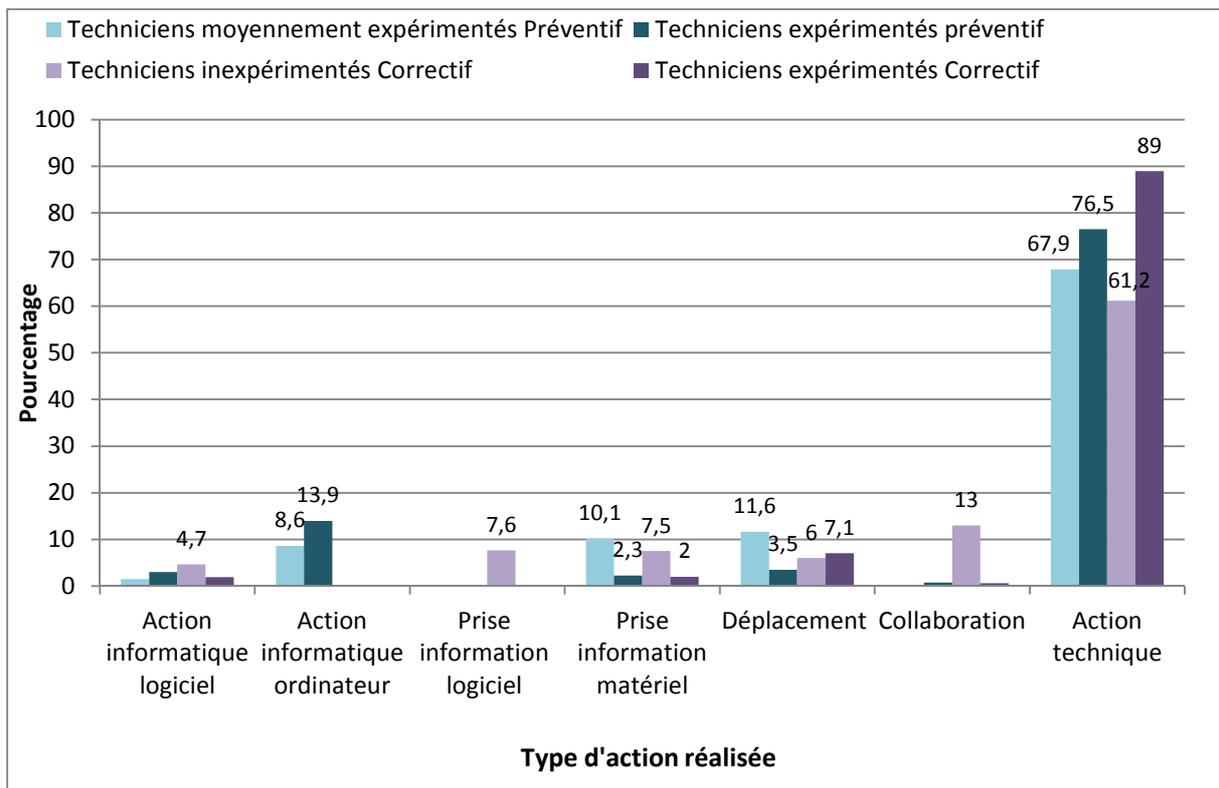


Figure 58: Pourcentage de temps pour chaque action réalisée en fonction de l'expérience et du type de maintenance

L'analyse des temps ne fait ressortir aucune différence concernant le type de maintenance réalisé (maintenance préventive et corrective). Notre première hypothèse (H1) n'est pas validée. Cependant, les résultats montrent que les techniciens inexpérimentés se servent davantage du logiciel que les techniciens moyennement expérimentés ou expérimentés. Notre deuxième hypothèse est validée (H2) ; il existe bien une différence d'usage en fonction du niveau d'expérience entre les techniciens. Au vu de ces résultats, nous pouvons conclure qu'un logiciel de gestion de procédures de ce type a une réelle fonction de support pour des techniciens inexpérimentés qui réalisent des maintenances correctives. Cependant, les

résultats montrent que ces derniers se réfèrent beaucoup à leur collègue de travail pour avancer. Le logiciel n'est pas suffisant pour réaliser la tâche de manière efficiente.

Les résultats concernant les chroniques d'activité nous permettent de qualifier l'usage qui est fait du logiciel et des procédures de travail par les techniciens (cf. Tableau 59). Les techniciens inexpérimentés prennent de l'information et se conforment aux étapes prescrites par le logiciel contrairement aux techniciens moyennement expérimentés et expérimentés. De plus, ces derniers sont focalisés sur les actions techniques alors que les techniciens inexpérimentés ont une activité plus fragmentée (collaboration, prises d'information...).

Niveau d'expérience / Type de maintenance	Inexpérimenté	Moyennement expérimenté et Expérimenté
Maintenances dites préventives		
Maintenances dites correctives	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valide les étapes</li> <li>- <b>Prend de l'information (procédure et matériel)</b></li> <li>- <b>Suit les étapes prescrites de réalisation pas à pas</b></li> <li>- <b>Maintenance plus fragmentée</b></li> <li>- <b>Collaboration importante</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valide les étapes</li> <li>- Pas de prise d'information sur le logiciel</li> <li>- Modèle de la tâche personnel</li> <li>- Maintenance focalisée sur l'action technique</li> <li>- Aucun ou peu de collaboration</li> </ul>

Tableau 59: Usage du logiciel par les techniciens

Nous remarquons que les techniciens inexpérimentés qui réalisent des maintenances correctives ont des pratiques qui s'écartent de celles des techniciens moyennement expérimentés ou expérimentés (maintenance préventive et corrective).

En nous basant sur les vidéos réalisées, nous notons que tous les techniciens valident les étapes du logiciel. Onze verbatim issus des entretiens d'auto-confrontation parlent de l'utilisation du logiciel comme la validation d'une étape. En effet, quatre verbatim concernent le fait de scanner les procédures sans prise d'informations. Un technicien explique que la première étape de la procédure (logigramme) est systématiquement passée. Quatre techniciens émettent cinq verbatim concernant le fait de « checker » les informations lorsqu'ils passent les écrans rapidement, c'est-à-dire qu'ils regardent rapidement les informations.

Chercheur :	« <i>Quelle utilisation au jour le jour en fais-tu ?</i> »
Technicien inexpérimenté :	« <i>Ben moi je zappe juste les inters. J'y mets (les procédures) en « terminer » et puis c'est tout. C'est ce que je fais du logiciel</i> »
Technicien moyennement expérimenté :	« <i>Je valide les étapes</i> »
Technicien expérimenté :	« <i>Ben tous les jours je bipe mes procédures mais comme je te dis, nous on a fait mettre les procédures à une minute</i> »
Technicien inexpérimenté :	« <i>Là, en ce moment, je l'utilise pas du tout</i> »

Cependant, seuls les techniciens inexpérimentés qui réalisent des maintenances correctives prennent de l'information sur les procédures afin de réaliser la tâche. Ils suivent les étapes prescrites pas à pas. Les techniciens expérimentés et moyennement expérimentés quant à eux ne prennent pas ou très peu d'informations sur les procédures et ont leur propre modèle de la tâche. Nous notons une exception concernant l'atelier métrologie où la procédure est très peu développée. Les techniciens se sont conformés aux grandes étapes prescrites mais aucune information n'étant présente dans les étapes, il est difficile de vérifier l'écart entre la tâche prescrite et la tâche effective.

Technicien moyennement expérimenté :	<i>« A part si c'est une pièce que je ne connais pas, je vais essayer de regarder comment ils m'aident. Je vais regarder comment ils m'aident sur le logiciel. Si c'est une pièce que je ne connais pas, je vais regarder ce qu'ils me mettent »</i>
Chercheur :	<i>« Pour la maintenance qu'on a fait dans la vidéo, comment tu t'es servi du logiciel ? »</i>
Technicien inexpérimenté :	<i>« Là par contre ouais, j'ai été amené à l'utiliser à 100% quoi. C'est vrai qu'à ce moment-là, vu que tu ne connais pas le matériel, tu es obligé de bien suivre la procédure »</i>
Technicien inexpérimenté :	<i>« Là, je suis vraiment en train de relire les textes plusieurs fois en fait pour être sûr que je n'ai pas zappé quelque chose »</i>

Nous remarquons aussi que les techniciens inexpérimentés qui réalisent des maintenances correctives ont une activité plus fragmentée et se basent davantage sur des sources d'informations diversifiées (collègues de travail, procédure, matériel) que les techniciens moyennement expérimentés et expérimentés qui ont une activité essentiellement focalisée sur des actions techniques.

Chercheur :	<i>« Sur quoi t'es-tu basé essentiellement pour réaliser la maintenance ? D'abord sur tes compétences, sur le logiciel, ton collègue... »</i>
Technicien inexpérimenté :	<i>« D'abord les compétences d'abord. Ouais, après X (son collègue) et après le logiciel »</i>

La collaboration entre les techniciens est essentiellement présente dans les activités des techniciens inexpérimentés. L'analyse des entretiens d'auto-confrontation met en évidence que les verbatim des techniciens inexpérimentés sont essentiellement tournés vers l'observation réalisée. Les deux techniciens moyennement expérimentés, et trois des techniciens expérimentés qui ne demandent que très peu d'aide, voire pas du tout, évoquent

plutôt les rapports qu'ils entretiennent avec les autres services et les collègues de travail mais de manière générale.

Technicien inexpérimenté:	<i>« euh je pense que j'aurais mis plus de temps, euh pfff. Oui je pense parce que là, il était là (son collègue), il m'a tout de suite dit oui, non, direct donc automatiquement moi je suis plus confiant pour la suite et ouais j'ai mis un peu plus de temps »</i>
Technicien inexpérimenté :	<i>« Ben non parce qu'il me dit (son collègue) « oui oui, c'est celles-là », et je continue »</i>
Technicien expérimenté :	<i>« Quand ils ne sont pas là, bon X (son collègue) ça va il sait comment je travaille donc euh quand je ne suis pas là ou qu'il sait que je ne vais pas être là, il me prépare du travail pour le lendemain matin et il me prépare du travail à brancher quand j'arrive »</i>
Technicien expérimenté :	<i>« Moi j'ai bossé énormément (avec son collègue). On est rentré quasiment en même temps donc euh je le connais d'avant on a bossé beaucoup ensemble. Je le connais bien au niveau du travail tout ça, bon on se fait déjà énormément confiance et ça, ça y joue énormément... »</i>

Compte tenu de ces résultats, nous allons maintenant essayer de comprendre quels facteurs permettent d'expliquer l'usage du logiciel et des procédures de travail. Afin d'approfondir les résultats liés aux observations, nous réalisons des entretiens d'auto-confrontation et des entretiens semi-directifs auprès de ces techniciens.

### **3.3. Diagnostic des facteurs qui permettent d'expliquer l'usage du logiciel et des procédures**

L'objectif poursuivi ici est de comprendre et de confirmer avec le technicien les freins et les avantages d'utiliser le logiciel de gestion de procédure. Pour cela, nous retranscrivons et analysons conjointement les entretiens réalisés (auto-confrontation et semi-directif). Dans un souci de respect de l'anonymat, nous enlevons certaines informations qui ciblent les ateliers et donc les techniciens. Nous précisons les informations manquantes entre parenthèses et lorsque nous enlevons un morceau de phrase, nous le remplaçons par : [...]. De plus, lorsque nous citons un verbatim, nous attribuons un numéro à chaque technicien entre parenthèses. Tous les verbatim utilisés dans cette partie sont répertoriés en Annexe 12, page 397.

### 3.3.1. Evaluation de l'utilisabilité du logiciel par les techniciens

Concernant l'utilisabilité du logiciel, trois sous-thèmes ressortent des entretiens d'auto-confrontation liés au contenu des procédures, aux fonctionnalités du logiciel et au support matériel (175 verbatim).

#### 3.3.1.1. Les éléments liés au contenu des procédures

Les techniciens évoquent un point favorisant l'utilisation du logiciel. Tout d'abord, les procédures sont considérées comme bien développées par quatre techniciens (six verbatim). En effet, la manière dont elles sont faites, les informations contenues mais aussi la quantité d'informations sont, d'une manière générale, appréciées par les techniciens. De plus, un technicien inexpérimenté explique la difficulté de réaliser une procédure avec un nombre d'informations qui est ni trop important ni insuffisant.

Technicien inexpérimenté (2)	« Ben moi, je les trouve assez bien faites »
Technicien expérimenté (3)	« Elles sont pas mal faites pour (son atelier). Moi je trouve que c'est suffisant »

Cependant, six autres thèmes ressortent des entretiens et représentent des freins à l'utilisation du logiciel. Le premier sous-thème qui émerge des entretiens est relatif aux *incohérences dans le contenu des procédures* (3 verbatim). Deux techniciens expliquent qu'un modèle de procédure peut être utilisé pour plusieurs matériels. C'est le cas pour le matériel réparé dans l'un des ateliers. Le technicien inexpérimenté a eu des problèmes en suivant la procédure car un tableau donnant les valeurs à trouver lors d'un test, ne correspondait pas au modèle du matériel qu'il réparait.

Technicien inexpérimenté (2):	« Ben en fait la procédure elle n'est que pour un seul modèle j'ai l'impression... Parce que tu vois, ça c'est le modèle. Il y a des 292 et un autre modèle encore, et là 279 que j'avais moi. Je crois que c'est différent, enfin je ne sais pas exactement quel modèle. Voilà, c'est pour ça que j'ai galéré à trouver »
Technicien expérimenté (1):	« Donc, euh, si on regarde les slides ils sont euh, c'est les mêmes pour tous les types de matériel alors qu'il y en a plusieurs types »

De plus, un technicien expérimenté indique que les nouveaux procédés mis en place pour réparer le matériel ne sont pas dans la procédure au moment de l'observation. Ce même technicien explique que la documentation (plan...) n'est pas systématiquement insérée dans le logiciel.

Technicien expérimenté (1) :	<p>« D'accord. Euh oui parce que du coup la procédure pour ce matériel là en particulier, euh, celle qui est actuellement active est pas du tout, euh, enfin conforme aux matériels qu'on répare et à la façon qu'on le répare »</p> <p>« Voilà, parce que toutes les informations qu'on a que ce soit les schémas électrique, comment câbler tel truc pour le piloter, c'est pas mis sur le logiciel systématiquement pour chaque matos »</p>
------------------------------	--

Le deuxième point relatif au contenu des procédures concerne *l'inadéquation entre les procédures et l'activité des techniciens* (6 verbatim). Trois techniciens expliquent que les procédures ne sont pas adaptées aux pratiques (1 verbatim) et que la recherche de panne, qui est une activité essentielle dans certains ateliers, n'est pas prévue par le logiciel (deux verbatim). Celui-ci ne constitue donc pas une aide à la décision. Un technicien précise que le logiciel est davantage adapté pour du travail mécanique (3 verbatim).

Technicien inexpérimenté (6) :	<p>« Ouais, honnêtement (dans son atelier) j'ai jamais de procédure. Les X (matériel réparé lors de l'observation), c'est vrai, c'est vachement détaillé tout ça. Mais moi je n'ai jamais eu une procédure. Ça m'a jamais avancé ou quoi que ce soit. Bon on nous dit « mettez le logiciel, machin », nous ça ne nous avance pas. Il y aurait des infos sur les pannes, bien sûr on irait sur le logiciel »</p>
Technicien expérimenté (5) :	<p>« Mais ça (la recherche de panne), déjà, c'est pas compris dans le logiciel »</p>
Technicien moyennement expérimenté (4) :	<p>« Et ben ça je vais revenir à la même chose. Pour des travaux vachement mécaniques du genre : démontage, remontage et tout, je trouve ça très très bien. Après pour (son travail) là en l'occurrence je ne trouve pas que ce soit très adapté... »</p>

Le troisième point évoqué par les techniciens concerne des *erreurs contenues dans les procédures de travail* (35 verbatim). En effet, le contenu des procédures détermine la tâche prescrite. Si cette dernière contient des erreurs, cela peut gêner l'activité des techniciens. Dix-huit verbatim émis par six techniciens sur huit concernent des informations ou des photos erronées.

Technicien inexpérimenté (2) :	<p>« Ouais, elle est fausse la photo »</p>
Technicien expérimenté (1) :	<p>« Procédure qui n'était pas très juste »</p>
Technicien inexpérimenté (6) :	<p>« Ben, elle est bien développée, bien développée, quelques erreurs mais bon (rire)... »</p>

De plus, trois verbatim concernent des termes ou des sigles inconnus pour deux techniciens et 14 verbatim concernent la clarté des informations qui n'est pas optimum. En effet, trois techniciens mettent en avant que certaines informations contenues dans les

procédures ne sont pas claires pour eux et la continuité de la maintenance. Il est à noter qu'une majorité de ces remarques sont émises par un technicien inexpérimenté (10 verbatim sur les 14).

Technicien expérimenté (5) :	« <i>Et en plus, au bout d'un moment, ben ouais, si tu prends le truc pour mettre la tape, si tu vas sur les autres photos, ben les autres photos des fois elle n'y est pas la tape</i> »
Technicien inexpérimenté (6) :	« <i>Ben non parce que là, la vue elle n'est pas évidente. Elle est droite la pièce, que tu n'as pas notion de ce qu'il y a derrière donc bon ben non, je n'ai pas fait le lien entre les deux photos. C'est la prise de vue est toute différente donc</i> »

Le quatrième élément mise en exergue par sept techniciens sur huit concerne des *informations ou des étapes manquantes dans les procédures* (27 verbatim). En effet, certaines informations sur les procédures de travail plus générales sont absentes (méthode, fonctionnement du matériel, problèmes spécifiques...).

Technicien moyennement expérimenté (4) :	« <i>Les étapes sur les interventions elles ne sont pas plus détaillées que ça donc euh sur l'étape ça va te dire, ben, « faites les réglages ». Donc voilà les réglages même si tu sais pas quoi en faire, tu as les docs, ce n'est pas écrit sur le logiciel. <u>Quelque fois tu as les docs sur le logiciel</u></i> »
--	--

Le cinquième point est relatif à la *mise à jour des procédures* (15 verbatim). En effet, selon les techniciens, les procédures ne sont pas à jour ; ce qui peut entraîner des erreurs dans la réalisation de la maintenance quand les informations sont inexactes.

Technicien expérimenté (5) :	« <i>Parce qu'elle n'a jamais été, on a dit de changer, ça n'a jamais été changé</i> »
Technicien expérimenté (7) :	« <i>Alors il (une partie de pièce) n'y est plus</i> ». « <i>Elle (la procédure) n'est plus à jour</i> »

Enfin le dernier élément évoqué par les techniciens est relatif à des *étapes inadéquates*. En effet, les techniciens parlent d'étapes qui ne doivent pas être réalisées et de transitions entre ces dernières peu claires (15 verbatim issus de cinq entretiens).

Technicien expérimenté (1) :	« <i>Ça (une étape), c'est plus d'actualité du tout</i> »
Technicien inexpérimenté (6) :	« <i>Parce que je crois que le matos il est complètement démonté à ce moment-là. Et là on tombe sur un matériel tout monté</i> »

Nous notons que de nombreux problèmes concernant le contenu des procédures ressortent des entretiens. Le deuxième sous-thème lié à l'utilisabilité du logiciel se centre sur les fonctionnalités de ce dernier.

### 3.3.1.2. Les éléments liés aux fonctionnalités du logiciel

Cinq remarques positives émises par trois techniciens concernent l'utilisation du logiciel (simple, intuitif, succinct, assez complet).

Technicien inexpérimenté (6) :	« Ben c'est assez simple, c'est..., Moi, je trouve c'est assez intuitif quand même »
Technicien inexpérimenté (2) :	« Euh à part çaaa, ben à part ça, ça me paraît assez complet »
Technicien moyennement expérimenté (8) :	« En fait, c'est pas compliqué la manière de procéder sur l'ordi, elle est facile on va dire »

Cependant, certaines fonctionnalités proposées par le logiciel sont inadaptées par rapport à l'activité réelle des techniciens (12 verbatim). En effet, la rigidité du logiciel (cinq verbatim) ne leur permet pas de revenir en arrière ou de choisir directement l'étape nécessaire à la maintenance. Chaque étape est bridée à une minute ; ce qui conduit les techniciens à attendre devant le logiciel (deux verbatim). De plus, des formules utilisées sur Excel ne sont pas présentes sur le logiciel. Cela les oblige à utiliser un ordinateur pour réaliser ces calculs (un verbatim). Le fait que, dans certains ateliers ils travaillent sur deux, voire trois matériels en même temps et que le logiciel ne peut valider qu'une seule procédure à la fois, ne facilite pas l'utilisation attendue (quatre verbatim).

Technicien moyennement expérimenté (4) :	« Non, je ne sais pas. On en parlait de rentrer des choses sur le logiciel et tout après, est ce que... je ne sais pas si tu peux faire autant de chose qu'avec Excel »
Chercheur :	« D'accord, c'est trop rigide ? »
Technicien expérimenté (3) :	« C'est trop rigide, il est trop rigide »
Technicien expérimenté (5) :	« Sinon, quand je la mets en dérogation, c'est vraiment que ben, je ne sais pas. Par exemple, je récupère l'affaire de quelqu'un qui l'avait fini, il fallait que je la remonte, si à la fin par exemple, il faut que je le re-démonte parce que la panne elle n'était pas faite ben, tu ne peux pas revenir en arrière en fait »
Chercheur :	« Sur la procédure, tu ne peux pas choisir plusieurs étapes ? »
Technicien moyennement expérimenté (8) :	« Ben pas d'un seul trait. Je peux choisir genre, si je choisis (une étape), ça va mettre (cette étape), et après il va falloir que je remette « quitter », que je recommence et que je refasse (l'autre étape) »
Technicien inexpérimenté (2) :	« C'est complètement débile. Ça me fait chier (la minute par étape) parce que moi je ne l'utilise que pour finir les procédures donc je fais que valider. Je dois attendre une minute tous les soirs tac tac tac, je ne vois pas l'intérêt de ça »

Le dernier thème lié à l'utilisabilité du logiciel fait référence au support matériel de ce dernier, soit des écrans tactiles.

### 3.3.1.3. Les éléments liés au support matériel du logiciel

Lors des entretiens, cinq techniciens sur huit expliquent qu'ils trouvent le format informatique mieux que le format papier (six verbatim). Un technicien pense que ce format informatique est adapté pour les techniciens (deux verbatim). Ainsi, le format informatique est vu par cinq techniciens comme plus pratique (un verbatim), plus moderne (un verbatim), plus rapide pour la recherche d'informations (trois verbatim), requérant moins de manipulation que le papier (un verbatim), ne s'abimant pas (deux verbatim), ne se perdant pas (un verbatim) et nécessitant moins de papier (deux verbatim).

Technicien expérimenté (1) :	« Non le format informatique, comme ça, est pas mal parce que du coup format papier, tu aurais ça. Euh on connaît tous le problème, ça va être bien pendant aller quelques mois après tout le monde aura écrit des trucs dessus le papier. Ça, ça sera arraché. Il manquera des pages ou alors il faudrait que ce soit, si tu entends format papier, dans un classeur plastifié mais euh »
Chercheur :	« Ça coutera cher »
Technicien expérimenté (1) :	« Voilà, ça coûterait cher. Et puis euh, il faudrait de la place parce que s'il faut un classeur à chaque matos, euh, sur une armoire ça va, ça présenterait bien mais ça serait un peu lourd quoi. »
Technicien expérimenté (3) :	« Ouais c'est bien, ça évite qu'on ait des feuilles de papier et tout »

Par ailleurs, les techniciens évoquent trois points liés au support matériel du logiciel qui représentent un frein pour son utilisation. Tout d'abord, le premier concerne des *problèmes techniques récurrents*. En effet, sept techniciens sur huit évoquent des problèmes techniques quant à l'utilisation du logiciel (par exemple : dysfonctionnements informatiques tels que l'écran qui devient gris, le logiciel qui redémarre...) (23 verbatim).

Technicien expérimenté (7) :	« Ben, comme je te dis les bugs sont quand même assez fréquents. Ça, c'est vrai que c'est un peu récurrent quand tu travailles »
------------------------------	--

Le deuxième point évoqué concerne des *difficultés d'utilisation liées à l'écran tactile* (par exemple : difficulté d'utilisation de la documentation, écran tactile peu réactif...) (six verbatim) et une remarque est liée à la comparaison entre le logiciel et l'Iphone qui est, selon le technicien plus adaptée pour passer d'un écran à l'autre.

Technicien inexpérimenté(2) :	« Donc c'est surtout au niveau matériel, le choix du PC. Ben windows, le choix du matériel ça a été un mauvais choix parce qu'une barre de défilement avec les doigts, c'est super compliqué »
Technicien expérimenté (3) :	« Ouais mais quand tu vois comme ça marche, tu prends peur quoi. Rien que pour marquer des fois le test de fuite tu as le tableau, tu as le test de fuite. Des fois tu appuies sur le chiffre, ça met quatre secondes à te marquer le 1 »

Le dernier point concerne *l'inadéquation du support du logiciel avec l'activité* (3 verbatim). Un technicien évoque le fait qu'il n'y a pas d'écran disponible sur les deux postes de travail où il doit réaliser des tests (deux verbatim). Un autre technicien explique que le logiciel n'est pas mobile ; donc lors des déplacements chez les clients, il n'utilise pas le logiciel mais un ordinateur nécessaire à son activité.

Technicien expérimenté (5) :	« Mais déjà par exemple pour le test du détecteur par rapport au test de fuite final, déjà le logiciel, c'est pas à côté de toi »
------------------------------	---

Tous les résultats liés à l'utilisabilité du logiciel sont résumés dans le tableau Tableau 60 ci-dessous :

Utilisabilité				
Catégories	Freins à l'usage	Nombre de verbatim	Leviers pour l'usage	Nombre de verbatim
<b>Contenu des procédures</b>	Incohérence dans le contenu des procédures	3	Procédures bien développées	6
	Inadéquation des procédures avec l'activité	6		
	Erreurs dans les procédures	35		
	Information manquante dans les procédures	27		
	Procédures non mises à jour	15		
	Etape inadéquate	15		
<b>Fonctionnalité du logiciel</b>	Inadéquation des fonctionnalités du logiciel avec l'activité	12	Utilisation facile du logiciel	5
<b>Support matériel du logiciel</b>	Problème technique récurrents	23	Format informatique (mieux que le format papier)	19
	Inadéquation du support du logiciel avec l'activité	3		
	Support matériel (écran tactile) difficile d'utilisation	6		
<b>Total</b>		145		30

Tableau 60: Synthèse des facteurs liés à l'utilisabilité du logiciel

Les entretiens révèlent plusieurs points liés à l'utilisabilité du logiciel défavorable à son utilisation en termes de contenu de procédures, de fonctionnalité et de matériel. Dans certains ateliers, le logiciel trop rigide, laisse peu de marges de manœuvre aux techniciens et dans un des ateliers observés, il demande au technicien d'être en double tâche (utilisation du logiciel et d'un autre ordinateur en parallèle). Cependant, le format informatique est plébiscité par les techniciens et certains verbatim exposent le fait que les procédures sont bien développées. Le deuxième élément qui ressort des entretiens concerne l'utilité perçue du logiciel par les techniciens.

### 3.3.2. Evaluation de l'utilité du logiciel par les techniciens

Concernant l'utilité du logiciel, des éléments favorisant l'utilisation des procédures, et d'autres défavorisant son utilisation ressortent des entretiens analysés (135 verbatim).

#### 3.3.2.1. Eléments favorisant l'usage du logiciel

Le premier sous-thème repéré concerne le fait que le logiciel peut se révéler être un *support d'aide* pour les techniciens (11 verbatim au total). Deux techniciens expliquent que le logiciel est un support au quotidien (quatre verbatim), qu'il permet d'être confiant (trois verbatim), qu'il donne une méthode de travail (deux verbatim) et qu'il guide le technicien (deux verbatim).

Technicien expérimenté (7) :	« A mettre l'opérateur sur le bon chemin, à le guider »
------------------------------	---

Le deuxième sous-thème concerne la *nécessité d'avoir des procédures*. Les procédures sont considérées par cinq techniciens comme nécessaires (6 verbatim). En effet, les techniciens évoquent le fait qu'il faut se référer à quelque chose, que les méthodes de travail présentes dans les procédures représentent des informations importantes, que c'est important d'avoir des procédures lorsque l'on travaille, que les procédures sont obligatoires notamment pour le suivi de pièce. Cependant, deux techniciens précisent que les procédures sont nécessaires mais pas obligatoires.

Technicien inexpérimenté (6)	« Ouais je pense que c'est nécessaire mais pas obligatoire. Ben c'est important, c'est important d'en avoir »
Technicien expérimenté (7)	« Aussi ouais hum hum. Ben parce qu'il faut bien qu'on s'en réfère à quelque chose. Donc euh voilà c'est clair que pour moi c'est important »

Lors des entretiens, un thème ressort concernant *l'utilité des informations* contenues dans les procédures (14 verbatim au total). En effet, quatre techniciens sur huit expliquent qu'il n'y a pas d'informations manquantes, ni inutiles dans les procédures (huit verbatim). De plus, les techniciens précisent les informations qui leur semblent utiles dans les procédures (six verbatim) : la méthode de travail, les contrôles visuels pour les personnes inexpérimentées, les photos contenues dans les procédures, le décompte des pièces et les critères d'acceptation des pièces.

Chercheur	« Est-ce que tu vois des informations manquantes plutôt ? »
Technicien expérimenté (7)	« De ce qu'on a vu, je ne pense pas »
Chercheur	« Quelles sont, pour toi, les informations qui sont indispensables dans les procédures? »
Technicien expérimenté (5)	« Les photos »

Un des thèmes souvent évoqué par les techniciens concerne le fait que le logiciel est *utile pour une certaine catégorie de techniciens* (20 verbatim au total). En effet, cinq techniciens considèrent le logiciel comme utile pour les personnes qui ne connaissent pas le matériel (13 verbatim). Trois techniciens le considèrent comme une aide à la formation des nouveaux arrivants (5 verbatim). Un technicien inexpérimenté considère que le logiciel est indispensable pour l'observation car il l'a guidé pas à pas (deux verbatim).

Technicien moyennement expérimenté (4) :	« Pour moi, il est très bien pour te former »
Technicien inexpérimenté (6) :	« Non mais là, oui, c'est clair qu'il a été utile à ce moment-là sur du matériel que tu ne connais pas »
Technicien inexpérimenté (2) :	« Ben, c'est utile pour quand tu commences dans la société au début »

Par ailleurs, plusieurs éléments relatifs à l'utilité du logiciel défavorisent son utilisation par les techniciens.

### 3.3.2.2. Éléments défavorisant l'usage du logiciel

Le premier sous thème est relatif à *l'inadéquation du logiciel avec les compétences des techniciens expérimentés* (22 verbatim au total). Les techniciens expliquent que le logiciel n'est pas adapté pour les techniciens qui ont de l'expérience (16 verbatim). De plus, ils indiquent que le logiciel est répétitif lorsqu'on connaît le travail (un verbatim), qu'il est inadapté au travail à réaliser (deux verbatim) et qu'ils n'utilisent pas le logiciel et les procédures de travail car ils connaissent le travail (trois verbatim).

Technicien expérimenté (1) :	« Ah c'est, euh, toujours sur ce matos-là, euh. C'est vrai que je n'en ai pas besoin concrètement je n'en ai pas besoin »
Technicien moyennement expérimenté (4) :	« Ouais, ben quand tu connais bien comme là, ce matériel, je le connais par cœur parce que des étapes il y en a 5 à faire, 5 ou 6. Tu connais, tu fais toujours la même chose donc il ne t'apporte rien le logiciel, il t'amène pas d'informations supplémentaires par contre il faut que tu penses à passer les étapes, à la valider, à le bipper et... donc... »

Lors des entretiens avec les techniciens, ces derniers évoquent à de nombreuses reprises le fait que le logiciel ne *soutient pas leur activité* (34 verbatim). En effet, ils expliquent que le logiciel n'est pas une aide, qu'il n'est pas utile, et qu'il ne représente pas un apport.

Technicien expérimenté (5)	<i>Ça ne va pas m'aider, ça ne va même pas moi je n'ai même pas de schéma en fait</i>
Technicien inexpérimenté (6)	<i>Hummm franchement je n'en voit pas l'utilité en fait</i>

De plus, quatre techniciens évoquent le fait que le logiciel leur fait *perdre du temps* dans leur activité quotidienne (six verbatim). Un des techniciens expérimenté explique que cela lui arrive de mettre directement le statut « terminé » dans le logiciel qui gère les matériels. En effet, le logiciel est connecté avec un autre logiciel qui gère toutes les interventions. Ce technicien va directement valider sa procédure sur le logiciel en question. Il passe donc outre l'utilisation du logiciel pour gagner du temps.

Technicien expérimenté (3) :	<i>« Moi, je n'ai aucun intérêt. Le logiciel moi, me fais perdre plus de temps ou m'énerve parce qu'il plante donc euh, c'est plus une gêne pour moi »</i>
Technicien moyennement expérimenté (4) :	<i>« Ça prend du temps, tout ce qui est ordinateur et après ça représente bien que le logiciel c'est vrai que je ne m'en sers pas plus que ça pour les matériel »</i>

Le dernier thème évoqué par les techniciens concerne *l'inutilité des informations* dans les procédures (22 verbatim au total). Les techniciens énumèrent certaines informations qui leur paraissent inutiles (six verbatim). Ainsi, le contrôle visuel, les généralités sur les procédures et le premier écran qui contient le logigramme sont considérés comme inutiles. De plus, ils expliquent que les procédures génériques (niveau le moins détaillé de procédures) qui représentent un nombre important de procédures ne sont pas adaptées (deux verbatim), ne représentent pas un support pour les techniciens (un verbatim) et que le fait d'allumer le logiciel pour mettre une procédure générique constitue un problème (un verbatim). Un technicien explique que l'avantage des procédures génériques est de permettre un suivi de l'état du matériel (deux verbatim).

Technicien expérimenté (5) :	<i>« Le problème actuel il est là un peu. On n'a pas tendance à mettre les génériques. Et on les met pas parce que c'est pas un support pour nous donc tu n'y penses pas à y mettre. Ce n'est pas de la mauvaise volonté ou quoi c'est... »</i>
Technicien inexpérimenté (6)	<i>« Ben, parce que moi, c'est tout le temps des procédures génériques donc j'ai tout le temps démontage / contrôle / remontage / test. Voilà un truc comme ça : tout le temps les quatre ou cinq étapes »</i>
Technicien expérimenté (5) :	<i>« Après générique ça montre peut-être que tu as un suivi du produit : lui il est en entrée, tu le declares, il est plus en entrée, là il passe en travaux finis. C'est vrai, c'est le seul avantage enfin que je vois »</i>

De plus, les procédures ne sont pas toujours suffisamment détaillées ou précises (six verbatim). Cependant, deux techniciens précisent que, lorsque les procédures ne sont pas trop détaillées, cela oblige les techniciens à réfléchir (quatre verbatim).

Technicien inexpérimenté (6)	« Des fois, c'est pas assez précis je trouve »
---------------------------------	--

Tous les résultats liés à l'utilité du logiciel sont répertoriés dans le Tableau 61 suivant :

Catégories	Freins à l'usage	Nombre de verbatim	Leviers pour l'usage	Nombre de verbatim
Utilité perçue	Inadéquation du logiciel avec les compétences des techniciens expérimentés	22	Support d'aide	11
	Ne représente pas une aide	34	Procédures nécessaires	6
	Perte de temps	6	Utilité des informations	14
	Inutilité des informations	22	Support à la réalisation de la tâche pour les techniciens inexpérimentés	20
<b>Total</b>		84		51

Tableau 61: Synthèse des facteurs liés à l'utilité du logiciel

Le logiciel peut représenter un frein à l'activité des salariés. Plusieurs facteurs en sont les causes. Tout d'abord, les problèmes techniques récurrents du support matériel. Ensuite, le contenu des procédures n'est pas systématiquement approprié par rapport à l'activité. Ces deux éléments mis en évidence entraînent une perte de temps pour les techniciens qui doivent gérer les « bugs » du logiciel mais aussi comprendre pourquoi il y a des différences entre ce que la procédure demande et le matériel qu'ils doivent réparer. Concernant ce dernier point, plusieurs verbatim évoquent la rédaction de procédures. En effet, la façon dont les procédures sont rédigées impacte le contenu et donc l'utilisation des procédures de travail.

### 3.3.3. Evaluation du processus de rédaction des procédures de travail

Lorsque les techniciens détectent des erreurs dans les procédures, il y a plusieurs comportements évoqués (sept verbatim). Les techniciens expliquent qu'ils ne font rien (trois verbatim), qu'ils notent les problèmes rencontrés dans un cahier qu'ils donnaient au service logiciel (deux verbatim), qu'ils font remonter les erreurs directement au service logiciel (un verbatim) ou au collègue plus expérimenté (un verbatim).

Technicien expérimenté (6) :	« Ben là, tu as vu je le fais remonter à (son collègue expérimenté) quoi, vu que je sais que c'est un peu lui qui a travaillé sur cette procédure... ou je ne sais pas ce qu'il a, s'il l'a fait entièrement »
Technicien moyennement expérimenté (4) :	« Ouais on a un cahier. On a un cahier donc on note procédure euh 632, ben là, à cet endroit-là, tu as une flèche qui est mal mise. [...] »
Chercheur :	« Et ça vous le faites remonter après ? »
Technicien moyennement expérimenté (4) :	« Après on faisait remonter à X (le rédacteur technique) ou quelqu'un comme ça »

Il faut noter que les procédures de travail sont rédigées en interne avec la participation de certains techniciens. En effet, ce sont les rédacteurs techniques qui écrivent et mettent à jour les procédures de travail. Les transcripteurs, quant à eux, créent les procédures sur le logiciel en format informatique. De plus, des consignes demandant à tous les techniciens d'être acteurs de la rédaction des procédures ont été émises. Cependant, aucun rôle n'a été clairement défini. Aucun document ne précise le rôle des techniciens dans la rédaction de procédures.

Les techniciens ont évoqué plusieurs points concernant ce travail de rédaction et de transcription et notamment sur l'implication des techniciens dans ce processus (16 verbatim au total). D'un côté, les techniciens expliquent qu'il faut les impliquer dans la création des procédures de travail (deux verbatim), que ce serait intéressant de les rédiger (un verbatim) et que la validation des procédures devrait être faite par des techniciens inexpérimentés (un verbatim).

Technicien expérimenté (7) :	« Et je pense même qu'il faudrait s'aider des opérateurs. Tu vois, je pense des gens qui ont des connaissances pour pouvoir les établir correctement »
Technicien moyennement expérimenté (4) :	« On se donnait un rendez-vous, on la faisait ensemble. On la faisait, on revoyait mais ce n'est pas quelque chose qui voilà... C'est pareil, ça serait mieux d'avoir, voilà chaque mois ou tous les deux mois et tu fais un retour sur les problèmes que tu as eu »

D'un autre côté, les techniciens expliquent que ce n'est pas leur travail de rédiger les procédures (trois verbatim) et qu'aucune motivation externe n'est présente pour les encourager à le faire (un verbatim). De plus, la planification de la rédaction des procédures devrait être mise en place (un verbatim). Certains techniciens expliquent la difficulté de rédiger des procédures dans certains ateliers et pour tous les matériels (trois verbatim). Le manque de temps est aussi mis en avant (un verbatim).

Technicien inexpérimenté (2) :	<i>« J'ai l'impression qu'il y a que un certain nombre de groupes qui, un petit groupe, qui les fait et c'est tout quoi. Nous par exemple de notre côté, on nous entraine pas »</i>
-----------------------------------	---

Concernant la relation des techniciens avec les rédacteurs, certains relèvent qu'une différence est ressentie entre les techniciens et les rédacteurs (un verbatim) et que c'est difficile de les contacter (un verbatim). De plus, l'impression que les rédacteurs « copient-collent » les écrans ressort d'un entretien (un verbatim).

Technicien inexpérimenté (2) :	<i>« J'ai l'impression que les gens qui ont fait les procédures, c'est pas ceux qui les réparent d'habitude »</i>
-----------------------------------	---

## Discussion

Concernant l'usage du logiciel et des procédures par les techniciens, nous faisons l'hypothèse d'une différence d'utilisation entre les techniciens d'expérience différente (variabilité entre utilisateurs) ainsi qu'en fonction du type de maintenance réalisé (variabilité des situations d'usage). Nos résultats ne permettent pas de montrer une différence entre les types de maintenance. Cependant, ils montrent que l'expérience joue un rôle dans l'utilisation du logiciel mais aussi dans la manière dont les techniciens réalisent la maintenance. En effet, les quatre techniciens expérimentés, quel que soit le type de maintenance (préventive ou corrective), et les deux personnes moyennement expérimentées (maintenance préventive) sont focalisées sur les actions techniques. Ces derniers valident les étapes sur le logiciel sans prendre d'informations et s'écartent de la tâche prescrite. Le logiciel engendre un « coût » pour leur activité, dans le sens où ils doivent valider des étapes ; ce qu'ils ne feraient pas si le logiciel n'existait pas. Même si cette action ne prend que peu de temps, elle peut conférer aux techniciens un sentiment d'inutilité. A contrario, les deux techniciens inexpérimentés qui n'ont jamais réparé le matériel (maintenance corrective) ont une activité plus fragmentée. En effet, leur activité est composée à la fois d'actions techniques, de collaboration avec leur collègue, de prises d'informations sur le logiciel et sur le matériel. Le logiciel revêt pour ces derniers une fonction de support à l'activité car ils se basent sur les informations des procédures de travail pour réaliser la maintenance et se conforment aux étapes prescrites. De plus, la majorité des techniciens font ressortir la fonction d'aide à la formation que le logiciel leur apporte. En effet, cela permet de rendre les nouveaux techniciens autonomes pour la réparation d'un matériel sans la mobilisation d'un autre technicien en permanence. Cependant, cette fonction de support pour les débutants n'est pas suffisante. En effet, nos résultats montrent que, pour pallier aux incompréhensions, les techniciens inexpérimentés demandent de l'aide aux techniciens plus expérimentés, du fait de l'incomplétude des informations contenues dans les procédures. Dans notre étude, les techniciens inexpérimentés ne connaissant pas la maintenance doivent prendre de l'information à la fois sur le logiciel mais aussi sur le matériel pour réaliser l'action attendue. Ceci corrobore les résultats de Ganier (2004) qui explique que les utilisateurs d'instructions procédurales se livrent à une alternance de prise d'information entre la procédure et le dispositif ; ce qui leur permet de vérifier au fur et à mesure que la réalisation de la maintenance correspond au résultat escompté. De plus, nos résultats corroborent une partie des résultats de Buisine et Roussel

(2008) qui notent que l'activité de techniciens expérimentés est plus cohérente et que ces derniers planifient mieux les actions. En effet, selon Leplat (1997), plus les techniciens acquièrent de l'expérience et plus ils acquièrent des automatismes qui leur permettent un traitement facilité des informations.

Par ailleurs, ces résultats nous permettent de qualifier l'usage du logiciel en termes d'utilité et d'utilisabilité (Boucher, 2011). Tout d'abord, en termes d'efficacité, nous pouvons dire, que tous les techniciens ont réussi la maintenance et ont atteint leur but ; ils ont donc été efficaces. Cependant, d'après Brangier et Barcenilla (2003), « un dispositif efficace n'est pas nécessairement efficient. En effet, un dispositif peut permettre d'exécuter une tâche mais au prix d'un effort important » (p.54). Nos résultats font ressortir certains éléments positifs liés au logiciel. Tout d'abord, les techniciens mettent en avant la facilité d'utilisation du logiciel et le format informatique qui est considéré comme meilleur par rapport à un format papier. En effet, les procédures présentent des informations visuelles en plus du texte ; ce qui n'était pas le cas avec les anciennes procédures de travail. Cela va dans le sens de Ganier et al. (2000) qui expliquent que les formats de procédures incluant des images et du texte permettent de meilleures performances dans la réalisation d'une tâche comparativement à un format incluant seulement du texte. De plus, certains techniciens considèrent les procédures comme bien développées. En définitive, les procédures sont considérées comme utiles et adaptées pour les techniciens inexpérimentés et représentent un soutien pour l'activité. En outre, les procédures sont perçues par les techniciens comme nécessaires et plusieurs informations considérées comme utiles sont évoqués par ces derniers.

Par ailleurs, nos observations montrent qu'il est indispensable que les informations contenues dans les procédures soient exactes pour faciliter la réalisation de la tâche. En effet, Cellier (2005) explique que l'incomplétude (absence d'informations) et l'inconsistance (informations contradictoires) des instructions peuvent conduire à un rejet des procédures par les utilisateurs. L'auteur précise que ces conditions « affectent profondément la crédibilité du texte chez l'utilisateur » (p.166). En effet, nos résultats montrent que les techniciens ne sont pas efficaces en utilisant le logiciel. Dans ce sens, de nombreuses erreurs dans les procédures (informations fausses, pas mises à jour...) ainsi que des problèmes techniques récurrents (bugs) ne permettent pas aux techniciens d'utiliser les procédures de travail de manière optimum. En effet, les erreurs génèrent chez les techniciens inexpérimentés de l'incertitude vis-à-vis des actions à réaliser. Lorsque cela se produit, ces derniers font de nombreux aller-retour entre la procédure et le matériel, et très souvent, cela entraîne une demande d'aide à leur collègue de travail. Les techniciens qui connaissent bien le matériel, eux, utilisent le

logiciel seulement pour valider les étapes et terminer la procédure. Dans ces deux cas, les techniciens considèrent que l'utilisation du logiciel leur fait perdre du temps lorsqu'ils connaissent le matériel. En effet, les étapes étant bridées à une minute, certains techniciens doivent attendre pour pouvoir faire passer toutes les étapes.

Enfin, le troisième critère lié à l'efficacité concerne la satisfaction. Lors des entretiens, les techniciens ont émis des remarques concernant leur insatisfaction envers le logiciel. Nous considérons comme de l'insatisfaction, les remarques faites sur le logiciel concernant son absence de soutien de l'activité. En effet, de nombreux verbatim sont relatifs à l'inutilité du logiciel, au fait qu'il ne représente pas une aide ou qu'il n'apporte rien. Ce résultat va dans le sens de Brangier et Barcenilla (2003) qui considèrent qu'un dispositif efficace n'entraîne pas toujours un sentiment de satisfaction.

Nos résultats montrent que le logiciel n'est pas totalement adapté à l'activité des techniciens. En effet, que ce soit les fonctionnalités, le support matériel ou le contenu des procédures, nos observations montrent que les besoins des techniciens vis-à-vis de la maintenance ne sont pas toujours satisfaits. On retrouve l'idée de Brangier (2007) qui précise que « lorsque les interfaces répondent aux besoins des utilisateurs, ces derniers les évaluent positivement, les apprennent facilement, travaillent efficacement, commettent peu d'erreur et s'en déclarent satisfaits » (p.1). Dans le cas que nous étudions, malgré un système qui est considéré comme un support pour des techniciens inexpérimentés, le système est trop rigide pour des techniciens plus expérimentés. Le logiciel ne laisse pas de marges de manœuvres assez importantes aux techniciens. Nous pouvons dire que ce système n'est pas un système « plastique » (Beguin, 2007) car la manière dont les concepteurs l'ont défini ne permet pas de laisser des marges de manœuvre aux techniciens dans son utilisation. De plus, le logiciel ne permet pas d'appréhender la variabilité des utilisateurs, du système mais aussi de l'environnement (Calvary & Coutaz, 2002).

## Conclusion

Cette quatrième étude nous permet, à travers l'analyse de l'activité des techniciens de mieux cerner les facteurs qui expliquent la sous-utilisation du logiciel. En effet, les résultats font ressortir une différence de pratique en fonction du niveau d'expérience des techniciens. Le logiciel se révèle être un support d'aide à la réalisation de la maintenance pour les techniciens inexpérimentés alors qu'il se révèle inadapté pour les techniciens moyennement expérimentés et expérimenté qui n'en font pas usage pendant la maintenance. Ces résultats confirment l'idée selon laquelle la prise en compte de l'expérience des utilisateurs est essentielle lorsque l'on met en place un logiciel de gestion de procédures.

Cependant, deux limites principales à cette étude peuvent être citées. Tout d'abord, le nombre réduit de participants ne permet pas de généraliser les résultats. En effet, il faudrait pouvoir réaliser des observations dans chaque atelier afin de voir les besoins spécifiques à chaque activité. La deuxième limite concerne la prise en compte des types de maintenance (préventive et corrective) et du niveau de détail des procédures qui, d'après nous, ne sont pas optimum. En effet, nous n'avons pas pu observer de personnes inexpérimentées dans des maintenances dites préventives. Très peu de nouveaux arrivants étaient présents au moment des observations. De plus, les niveaux de détail des procédures observées n'étaient pas équivalents entre les ateliers.

Malgré ces limites, les résultats de cette étude révèlent certains éléments positifs et d'autres éléments défavorisant l'usage du logiciel par les techniciens ; ce qui nous permet de proposer un certain nombre d'améliorations ergonomiques du logiciel pour favoriser son usage par les techniciens notamment expérimentés. En effet, nous proposons de rendre le logiciel moins rigide en améliorant les fonctionnalités et le support matériel (enlever la limite des étapes à une minute, faciliter la recherche d'information...). Ces améliorations pourraient favoriser un usage plus adapté pour les techniciens expérimentés, notamment si le logiciel leur permet de naviguer librement dans la procédure. De plus, nous pensons que le système de mise à jour des procédures devrait être systématisé afin que le contenu des informations soit exact et ainsi éviter, des erreurs de réalisation de la maintenance. Dans ce sens, nous proposons que les techniciens inexpérimentés soient associés à la rédaction ou du moins à la validation de la procédure. En outre, le processus de rédaction des procédures doit être systématisé et les rôles de chacun des acteurs clairement identifiés. Les procédures génériques, très peu détaillées, devraient être utilisées par les techniciens seulement

lorsqu'elles contiennent des informations nécessaires à la réalisation de la maintenance. Enfin, pour que le logiciel représente un apport pour l'activité des techniciens, nous proposons que les fonctionnalités ou les autres logiciels nécessaires à la réalisation de la maintenance soient incluses dans le logiciel afin d'éviter l'utilisation de plusieurs systèmes en simultané.

### Mise en lien des résultats des deux études de la partie 3

L'objectif des chapitre 7 (études 3) et chapitre 8 (étude 4) est de comprendre les déterminants de l'acceptation et de l'usage du logiciel par les techniciens de maintenance. Pour cela, nous avons mis en place deux études (cf. Tableau 62). La première s'intéresse aux croyances envers le logiciel afin d'appréhender la perception des techniciens vis-à-vis de ce dernier. La deuxième a pour objectif d'étudier l'adéquation du logiciel avec l'activité des techniciens.

Les résultats de la première étude montrent que les techniciens perçoivent le logiciel comme facile d'utilisation mais aussi qu'ils ont les connaissances nécessaires pour l'utiliser. Cependant, ils ne le perçoivent pas comme utile et comme compatible avec leur travail. En outre, la compatibilité perçue du logiciel avec le travail est le facteur le plus important pour prédire l'intention d'utilisation de ce dernier mais aussi l'usage déclaré. L'âge et l'expérience modèrent les liens entre les croyances et l'intention comportementale. Avec la deuxième étude, nous avons pu confirmer et comprendre les raisons de ces croyances liées au logiciel. En effet, les huit techniciens observés ont été efficaces car ils ont atteint leur but, c'est-à-dire réparer le matériel. Cependant, les résultats montrent que l'expérience impacte la façon dont les techniciens intègrent le logiciel à leur activité. En effet, seuls les techniciens inexpérimentés font usage du logiciel. Les techniciens qui ont de l'expérience et ceux qui ont déjà réparé le matériel allument le logiciel sans prendre d'informations dessus. Nous évoquons le fait que certains techniciens dans la première étude déclarent utiliser le logiciel 35h par semaine. Les observations ont permis de montrer que tous les techniciens allument le logiciel mais seuls ceux inexpérimentés en font usage. Ceci peut expliquer le fait que l'intention n'est pas un prédicteur du comportement d'utilisation dans la première étude. En effet, la mesure utilisée pour définir l'utilisation du logiciel par les techniciens ne prend en compte que deux données : la fréquence et le temps d'utilisation.

Par ailleurs, les résultats montrent que plusieurs éléments défavorisent l'acceptation et l'utilisation du logiciel. Certaines fonctionnalités sont en contradiction avec l'activité des techniciens. Par exemple, dans l'un des ateliers, certaines formules utilisées sur Excel ne sont pas intégrées à ce dernier ; ce qui contraint les techniciens à utiliser à la fois le logiciel et un ordinateur en plus du matériel qu'ils réparent. De la même façon, les procédures qui présentent des erreurs ou des informations pas à jour empêchent l'activité ; ce qui contraint les techniciens inexpérimentés à se référer à leurs collègues de travail pour continuer la maintenance. De plus, de nombreux problèmes techniques interrompent l'activité et obligent

les techniciens à redémarrer le logiciel. La majorité des techniciens interrogés lors des entretiens évoquent l'inutilité du logiciel et la perte de temps associée à son utilisation. Cependant, lors des entretiens, les techniciens confirment que le logiciel est facile à utiliser et qu'il est un support lors de nouvelles embauches.

	<b>Etude de la perception d'un logiciel de gestion de procédure par les techniciens de maintenance (Etude 3)</b>	<b>Analyse de l'activité de techniciens de maintenance d'équipement en interaction avec un logiciel de gestion de procédures (Etude 4)</b>
<b>Facilité d'utilisation</b>		
<b>Conditions facilitatrices</b>	Perçues positivement	Aucune difficulté observée (connaissance ou compétence)
<b>Utilité du logiciel</b>	Perçue négativement Effet de l'utilité sur l'attitude	Nombreux verbatim négatifs concernant l'utilité du logiciel Les problèmes techniques du logiciel, les erreurs contenues dans les procédures sont décrites comme un frein à l'activité
<b>Compatibilité avec le travail</b>	Perçue négativement Facteur le plus important pour prédire l'attitude, l'intention et l'utilisation	Inadéquation du logiciel en termes de contenu (procédures), de fonctionnalités ou de support (écran tactile) avec l'activité
<b>Attitude envers le logiciel</b>	Perçue négativement Effet de l'attitude sur l'intention	Insatisfaction envers l'utilisation du logiciel
<b>Influence sociale</b>		
<b>Collaboration</b>	Influence des pairs perçue négativement ≠ influence de la hiérarchie perçue positivement	La direction demande à tous les techniciens d'utiliser systématiquement le logiciel Les techniciens inexpérimentés passent 13% du temps à demander de l'aide à leurs collègues
<b>Impact de l'âge et de l'expérience</b>	Modèrent l'effet de certaines croyances sur l'intention ou l'utilisation	Intégration différente du logiciel à l'activité en fonction de l'expérience : seuls les techniciens inexpérimentés prennent de l'information sur le logiciel contrairement aux techniciens moyennement expérimentés et expérimentés
<b>Lien intention / utilisation</b>	Lien non significatif : pas d'effet de l'intention de continuer d'utiliser le logiciel sur l'utilisation perçue par les techniciens	Tous les techniciens utilisent le logiciel = allumer le logiciel mais seulement les techniciens inexpérimentés en font usage = prendre de l'information

Tableau 62: Résultats des deux études menées (étude 3 et 4)

Les résultats des deux études tendent à confirmer que le logiciel est un outil qui présente certains avantages. Cependant, dans l'état actuel, de nombreux éléments défavorisent son usage. La compatibilité du logiciel avec l'activité des techniciens est indispensable. Dans ce contexte où les activités de maintenance et les conditions de réalisation sont très variées, il est indispensable de prendre en compte cette variabilité pour mettre en place un logiciel comme celui-ci. Il faut s'assurer qu'il soit compatible avec l'activité des utilisateurs.

## Discussion générale

Nous allons dans cette partie, expliquer les résultats des quatre études que nous avons menées à la lumière de la littérature. Ces résultats font ressortir des différences et des similarités sur les facteurs qui prédisent l'adoption des logiciels de maintenance mais aussi sur l'impact de ces technologies sur l'activité des techniciens. Tout d'abord, nous présentons les résultats des études 1 et 3 (chapitre 5 et chapitre 7 de cette thèse) qui traitent de la perception des logiciels de maintenance par les techniciens. Puis, nous présenterons les résultats des études 2 et 4 (chapitre 6 et 8 de cette thèse) qui portent sur l'impact des logiciels étudiés sur l'activité des techniciens de maintenance.

### **1. Différences et similarités entre les études portant sur la perception par les techniciens de maintenance aux phases d'acceptabilité et d'acceptation du processus d'adoption des technologies**

#### **1.1. Les facteurs utilité perçue et compatibilité perçue, des prédicteurs forts pour comprendre l'adoption des TIC**

Les résultats de ces deux études (1 et 3) portant sur la perception des logiciels par les techniciens montrent de nombreuses différences quant aux croyances qui influencent l'intention comportementale et l'utilisation des logiciels étudiés. En effet, dans l'étude 1 qui évalue l'acceptabilité à priori des trois nouveaux formats de procédures, le facteur qui apparaît comme le plus important pour prédire l'intention comportementale est l'utilité perçue. Le deuxième facteur concerne la facilité d'utilisation perçue. Ce résultat corrobore les recherches menées par Davis (1989) qui explique qu'un utilisateur adopte une technologie tout d'abord pour les fonctionnalités qu'elle propose puis pour sa simplicité d'utilisation. De plus, nous trouvons un lien significatif entre la facilité d'utilisation perçue et l'utilité perçue ; ce qui est cohérent avec la littérature sur le TAM (Davis, 1993 ; Davis & Venkatesh, 1996 ; Mangin et al., 2012). Ainsi, plus les personnes perçoivent le format de procédures comme facile d'utilisation et plus ils le perçoivent comme utile. A contrario, dans l'étude 3, menée sur l'acceptation d'un logiciel de gestion de procédures, le facteur qui prédit le plus fortement l'attitude, l'intention comportementale mais aussi l'utilisation du logiciel est la compatibilité perçue du logiciel avec le travail des techniciens.

Les résultats de ces deux études corroborent ceux d'Agarwal et Prasad (1997) qui montrent que l'utilité perçue est le facteur le plus important pour prédire l'intention comportementale tandis que la compatibilité est celui qui permet de prédire l'usage actuel d'une technologie. En outre, Moore et Benbasat (1991) précisent que la compatibilité perçue

et l'utilité perçue sont fortement corrélées. Nous pouvons dire que les facteurs qui prédisent l'adoption d'une technologie peuvent être différents en fonction de la phase d'adoption des technologies (acceptabilité, acceptation) (Moore & Benbasat, 1991).

### **1.2. L'attitude comme médiateur entre les croyances et l'intention comportementale**

Le deuxième résultat qui diffère entre les deux études menées sur les deux premières phases du processus d'adoption concerne le rôle de l'attitude. En effet, dans la première étude (étude 1 : acceptabilité à priori), suite aux analyses factorielles réalisées, le facteur attitude est retiré du modèle d'analyse. En revanche, dans la deuxième étude (étude 3 : acceptation), le facteur attitude se place comme médiateur entre les croyances liées à l'utilité perçue et la compatibilité perçue sur l'intention comportementale. Le rôle de l'attitude dans la prédiction de l'adoption d'une technologie ne fait pas consensus dans la littérature. En effet, ce facteur initialement présent dans le modèle du TAM (Davis, 1989), est validé dans plusieurs recherches (Davis, 1993 ; Taylor & Todd, 1995b ; Yang & Yoo, 2003). Cependant, Venkatesh et al. (2003) expliquent que l'attitude a un effet significatif sur l'intention comportementale seulement lorsque les croyances liées à l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue ne sont pas évaluées. Lorsque l'on compare les modèles des deux études portant sur la perception des logiciels par les techniciens (étude 1 et 3), l'attitude est présente seulement dans l'étude 3 menée sur l'acceptation d'un logiciel déjà mis en place depuis plusieurs mois dans les ateliers. Les analyses de médiation effectuées mettent en avant le fait que l'effet de l'utilité perçue sur l'attitude est médiatisé par la compatibilité. Cette croyance représente un facteur important pour la compréhension de la sous-utilisation du logiciel par les techniciens. Nous supposons donc que l'ajout de la croyance liée à la compatibilité est essentiel dans cette situation car le logiciel est sous-utilisé par les techniciens. En outre, nous retrouvons ce résultat lors de l'analyse de l'activité des techniciens (étude 4). En effet, le logiciel représente, dans certains cas, un frein pour la réalisation du travail des techniciens (dysfonctionnements informatiques, erreurs dans les procédures, inadéquation du logiciel...). Le logiciel n'est donc pas compatible avec toutes les activités de maintenance.

### **1.3. Le rôle de l'influence sociale des pairs et de la hiérarchie diffère en fonction des contextes de mise en place des logiciels de gestion de procédures**

Le troisième élément qui diffère entre les deux études qui s'intéressent à la perception des techniciens (études 1 et 3) concerne l'influence sociale.

Dans l'étude 3 sur l'acceptation du logiciel de gestion de procédures, deux facteurs ressortent : l'influence sociale des pairs et celle de la hiérarchie. L'analyse des moyennes des différentes dimensions du questionnaire confirment une perception forte de l'influence sociale de la part de la hiérarchie contrairement à celles des collègues de travail. Ces résultats confirment ceux de Taylor et Todd (1995a) qui expliquent l'importance de décomposer la croyance liée aux normes subjectives en fonction du groupe de référence. Les auteurs indiquent qu'il peut exister des points de vue différents entre les pairs, les supérieurs hiérarchiques ou les subordonnés. En effet, dans cette entreprise les managers ont la charge de donner les instructions d'utilisation du logiciel aux techniciens. Or, la direction demande à tous les managers que le logiciel soit systématiquement utilisé lors des maintenances.

Au contraire, dans l'étude 1 (phase d'acceptabilité), les analyses factorielles font ressortir un seul facteur général de l'influence sociale. De plus, le lien entre l'influence sociale et l'intention d'utilisation est significatif uniquement pour le format animation 2D et le format photo. Nous supposons que ces résultats sont dus à la nature de ces formats qui sont plus proches du format actuellement utilisé par les techniciens (texte + schéma). Il est à noter que dans le contexte de l'aéronautique, la place des procédures de maintenance est importante. En effet, selon Robin (2012) « ce document est une bible » (p.40) et regroupe les informations nécessaires à la réalisation de la maintenance. Nous pensons que, dans ce contexte, l'influence des pairs pour utiliser les procédures incluant de l'animation 2D et photos, peut être liée à la façon dont elles sont intégrées au travail des techniciens dès la formation en lycée professionnel.

### **1.4. Le faible apport des modérateurs dans les modèles testés**

Dans l'étude 1 sur l'acceptabilité des nouveaux formats de procédures, les résultats ne font pas ressortir l'âge comme modérateur du lien entre les croyances et l'intention comportementale. Cependant, plusieurs effets significatifs de l'attirance envers les nouvelles technologies ressortent des analyses notamment pour les formats animation 3D et animation 2D. En effet, l'attirance envers les nouvelles technologies modère le lien entre l'utilité perçue, la facilité d'utilisation et l'intention comportementale. Ces résultats semblent cohérents

compte tenu du fait que ces deux formats peuvent réellement être considérés comme des technologies contrairement au format photo qui est le plus proche du format actuel (papier). En effet, la mise en place d'animation 3D et 2D nécessite forcément l'utilisation d'un support informatique contrairement au format photo qui peut être imprimé.

En revanche, dans l'étude 3 sur l'acceptation du logiciel de gestion de procédures, un effet modérateur positif de l'âge ressort sur le lien entre la compatibilité perçue et l'attitude. Par ailleurs, l'expérience d'utilisation du logiciel modère positivement les liens entre les croyances liées à l'utilité perçue et la compatibilité perçue sur l'intention comportementale. En outre, l'expérience modère négativement le lien entre la croyance liée à l'influence sociale des pairs sur l'intention d'utilisation. Cependant, ces effets sont faibles, c'est-à-dire qu'ils modèrent très peu les liens mis en exergue. Nous pensons que le faible échantillon de cette étude (N=61) peut expliquer en partie ce type de résultats.

### **1.5.Des prédicteurs différents en fonction des modalités de l'intention comportementale**

Dans l'étude 1, l'intention comportementale présente deux facteurs: une utilisation à chaque maintenance et une utilisation pour des cas plus spécifiques (maintenance exceptionnelle ou inconnue). Les résultats de l'étude 1 montrent que les déterminants de ces deux facteurs liés à l'intention comportementale sont différents. En effet, les croyances liées à l'utilité perçue et à la facilité d'utilisation perçue prédisent de manière différente les deux facteurs liés à l'intention comportementale. Un effet positif de l'utilité perçue sur l'intention d'utilisation au quotidien ressort tandis qu'un effet négatif de la facilité d'utilisation est mis en exergue. A contrario, nous trouvons un effet positif de la facilité d'utilisation perçue sur l'intention d'utilisation uniquement dans des maintenances spécifiques, tandis qu'il ressort un effet négatif de l'utilité perçue sur l'intention d'utilisation uniquement dans des maintenances spécifiques. Ces résultats nous interrogent sur les besoins des utilisateurs en fonction du type de maintenance effectuée. Ces derniers rechercheraient une certaine efficacité dans leur travail quotidien et un dispositif facile à utiliser pour des maintenances spécifiques. L'utilisation de la procédure de travail ne suit donc pas la même logique, que l'on soit dans une tâche réalisée de nombreuses fois et maîtrisée par les utilisateurs ou que l'on soit dans une tâche mal maîtrisée par les utilisateurs (Leplat, 1998).

Au contraire, sur le deuxième terrain de recherche (étude 3) qui étudie la perception du logiciel de gestion de procédures, nous évaluons l'intention comportementale via un facteur général. Les résultats font ressortir un lien non-significatif entre l'intention comportementale

et le comportement d'utilisation des techniciens. Ce résultat est contraire à la littérature (Fishbein & Ajzen, 1975) dans le sens où l'intention comportementale est le premier prédicteur du comportement. Nous expliquons ce résultat par la mesure du comportement d'utilisation employé dans cette étude (temps d'utilisation et fréquence). En effet, d'après Yousefzai et al., (2007), la mesure la plus utilisée dans les études d'adoption des technologies est une mesure subjective, c'est-à-dire auto-rapportée par les participants, plutôt qu'une mesure objective du comportement. En étudiant nos données, nous remarquons que certains techniciens disent utiliser le logiciel 35h par semaine ; ce qui nous interroge sur le bien-fondé de cette mesure. Chin (1996) suggère de s'interroger sur le sens que l'on donne au comportement d'utilisation plutôt que sur le mode de mesure. En effet, comme nous l'avons indiqué dans la partie théorique, il faut différencier l'utilisation (le fait de se servir de quelque chose) de l'usage d'un système qui inclut les habitudes, les us et coutumes... (Buisine & Roussel, 2008). Dans notre étude sur l'acceptation, certains techniciens allument le logiciel à chaque maintenance mais ne prennent pas forcément d'informations pour réaliser le travail.

Les principaux résultats que nous venons de présenter sont récapitulés dans le Tableau 63 ci-dessous.

	<b>Chapitre 5 : nouveaux formats de procédures</b>	<b>Chapitre 7 : logiciel de gestion de procédure</b>
<b>Phase du processus d'adoption</b>	Acceptabilité à priori	Acceptation
<b>Croyance la plus prédictive</b>	Utilité perçue	Compatibilité perçue
<b>Présence de l'attitude dans le modèle</b>	Non	Oui
<b>Croyance liée à l'influence sociale</b>	Pas d'effet de l'influence sociale pour l'animation 3D. Influence sociale positive pour utilisation de l'animation 2D et photos au quotidien. Influence sociale négative pour utilisation de l'animation 2D uniquement au quotidien.	Influence sociale des pairs négative. Influence de la hiérarchie positive.
<b>Modérateurs</b>	Age et attirance envers les nouvelles technologies	Age et expérience d'utilisation du logiciel
<b>Mesure de l'intention comportementale</b>	Effets différenciés des croyances en fonction des deux types d'intention : <ul style="list-style-type: none"> <li>• intention au quotidien</li> <li>• intention cas exceptionnels</li> </ul>	Aucun effet de l'intention de continuer d'utiliser le logiciel sur le comportement d'utilisation

Tableau 63: Comparaison entre les principaux résultats des études sur la perception des techniciens aux phases d'acceptabilité et d'acceptation du processus d'adoption des technologies

## **2. Différences et similarités entre les études portant sur l'impact des logiciels sur l'activité des techniciens de maintenance (étude 2 et 4)**

### **2.1. Impact du format de procédures sur la compréhension et l'utilisation des procédures de maintenance**

Dans l'étude 2 portant sur les trois nouveaux formats de procédures, les résultats mettent en évidence une différence de performance entre les formats utilisés. D'une manière générale, les nouveaux formats (animation 3D, animation 2D et photos) permettent de meilleures performances dans la réalisation de la tâche demandée ; ce qui corrobore les recherches menées dans ce domaine (Watson et al., 2010 ; Ayres et al., 2009 ; Berney & Betrancourt, 2009). En effet, ces études montrent qu'il existe un effet bénéfique des instructions animées sur la performance lors de la réalisation d'une tâche par rapport aux instructions statiques. De plus, plusieurs études démontrent l'effet bénéfique de l'insertion de photos dans les procédures (Hergarty & Just, 1993 ; Ganier et al., 2000 ; Ganier et al., 2001). Cependant, dans notre étude, les résultats font ressortir des difficultés liées au format animation 3D dans le sens où certains techniciens n'ont pas toujours réussi à repérer les différents éléments de la pièce dans la procédure. Nous expliquons ces difficultés de deux façons. Tout d'abord, la tablette tactile utilisée par les techniciens manque de réactivité notamment lorsque les techniciens souhaitent mettre l'animation 3D en pause. Les techniciens ont regardé plusieurs fois l'animation pour pouvoir comprendre l'instruction demandée. Le deuxième point d'explication peut provenir du niveau de ressemblance entre la pièce et la procédure qui peut impacter la compréhension de la procédure par les techniciens. En effet, une étude de Robin et al. (2011) montre qu'une ressemblance trop importante entre la procédure et la pièce entraîne un temps de lecture de la procédure plus importante et davantage d'erreurs de réalisation. Le format de l'information véhiculée est donc essentiel à prendre en compte lorsque l'on souhaite modifier les procédures de travail.

### **2.2. Aucune différence de performance en fonction du type de maintenance**

Dans l'étude 4, nos résultats ne permettent pas de montrer de réelles différences entre les deux situations de maintenance, c'est-à-dire préventive ou corrective. Une étude de Cuvelier, (2011) montre que la situation peut amener les utilisateurs à s'écarter des procédures établies car toutes les situations ne peuvent pas être anticipées. Dans ce sens, la maintenance corrective demande aux techniciens une activité de diagnostic. Or, le logiciel ne contient pas cette fonctionnalité d'aide à la décision. Par ailleurs, il faut noter que le niveau de détail des procédures n'est pas équivalent entre les ateliers. Dans les ateliers qui réalisent principalement

des maintenances préventives, les procédures présentent un degré de détail faible (une ou deux phrases de description pour chaque sous-étape) alors que dans les ateliers réalisant des maintenances correctives, les procédures sont très détaillées (présence de photos et de description à chaque étape).

### **2.3.Impact de l'expérience des techniciens sur l'usage des procédures de travail informatisées**

Les résultats des deux études menées sur l'usage des procédures (étude 2 et 4) mettent en évidence des résultats comparables quant à l'impact du niveau d'expérience des techniciens sur l'usage des procédures et des logiciels utilisés. En effet, dans l'étude 2 (phase d'acceptabilité), nos résultats montrent que les techniciens expérimentés sont, d'une manière générale, plus efficaces et plus efficaces dans la réalisation de la tâche, et ce, peu importe le format de procédures utilisé (animation 3D, animation 2D et photos). En effet, ils mettent moins de temps à réaliser la tâche, ils se basent moins sur la procédure et ne font jamais appel à un collègue de travail pour les aider. A contrario, les techniciens inexpérimentés et moyennement expérimentés sont les seuls à émettre des demandes d'aides à leurs collègues expérimentés. Ces résultats corroborent ceux de l'étude menée par Ribert Van de Weerd et Brangier (2000) qui montrent que les personnes expérimentées planifient de manière plus cohérente leur activité, organisent la recherche de solution une à une et ne font jamais appel à une aide extérieure contrairement aux personnes débutantes.

De plus, nous retrouvons des résultats quasiment similaires dans l'étude 4 (phase d'acceptation), dans le sens où les techniciens expérimentés sont plus efficaces et efficaces dans la réalisation de la maintenance que les techniciens inexpérimentés. Cependant, les techniciens moyennement expérimentés ont une activité plus proche de celle des techniciens expérimentés. Par ailleurs, les résultats montrent que seuls les techniciens inexpérimentés font usage du logiciel, c'est-à-dire qu'ils prennent des informations sur les procédures et suivent les étapes une à une. Les techniciens moyennement expérimentés et expérimentés quant à eux valident seulement les étapes proposées sur le logiciel sans prendre d'informations. Ces techniciens passent la majorité de leur temps à réaliser des actions techniques contrairement aux techniciens inexpérimentés qui eux ont une activité plus fragmentée. En effet, pour réaliser la maintenance, ils passent environ 60% de leur temps à réaliser des actions techniques et entre 10 et 15% à demander de l'aide à leurs collègues de travail. De plus, nous mettons en exergue une alternance entre des prises d'informations sur le logiciel, des prises d'informations sur le matériel et des actions techniques. Ces résultats corroborent ceux de

Vermersch (1985). En effet, l'auteur parle d'atomisation de l'action, c'est-à-dire que les participants prennent de l'information sur la procédure puis réalise l'action correspondante. L'enchaînement entre une lecture et une action est défini par l'auteur comme une « unité fonctionnelle » car, sans une prise d'information, la personne ne peut pas réaliser d'action. Par ailleurs, les procédures de travail se révèlent être un support d'aide pour les techniciens inexpérimentés mais un frein pour les techniciens qui ont déjà réalisé la maintenance du matériel. A ce propos, Jamet (2002) explique qu'un format de présentation peut faciliter la compréhension pour une personne novice tandis qu'elle peut gêner celle d'un expert. Par ailleurs, les entretiens menés auprès des techniciens confirment qu'ils perçoivent le logiciel et les procédures comme utiles pour les techniciens inexpérimentés car selon eux, cela permet une certaine autonomie dans la réalisation d'une maintenance. Cependant, ils expliquent que lorsqu'ils connaissent le matériel, le logiciel représente un frein à la réalisation de la tâche (perte de temps, logiciel inadapté à l'activité...). Nos résultats confirment ceux de Veyrac et al. (1997) sur l'efficacité des procédures. En effet, de nombreuses erreurs et incohérences ressortent à la fois des observations et des entretiens ; ce qui déstabilise les techniciens notamment inexpérimentés qui doivent faire appel à leur collègue. Le support matériel utilisé n'est pas toujours adapté à l'activité des techniciens. De plus, la recherche d'informations est impossible car le logiciel est conçu pour une utilisation pas à pas et n'inclut pas de possible retour en arrière. Dans ce cas, nous pouvons dire que les procédures de travail ne sont pas efficaces. Dans ce sens, Beguin (2007) explique qu'il faut concevoir des systèmes souples et plastiques, c'est-à-dire que le système laisse des marges de manœuvres assez importantes pour que la technique soit plus performante au niveau productivité et santé des travailleurs. Dans la même veine, Daniellou et Six (2000) précisent qu'il est nécessaire de « concevoir des systèmes de travail qui comportent suffisamment de marges de manœuvre pour que les travailleurs puissent à chaque instant élaborer un compromis acceptable, compatible avec les besoins et les exigences de la construction de leur santé, et avec l'efficacité de leur travail » (p.10).

## Conclusion générale

### 1. Intérêts du point de vue théorique et pratique

Cette thèse permet de faire ressortir à la fois des apports du point de vue théorique que pratique. Au niveau théorique, le principal élément est relatif à la différenciation des croyances en fonction de la phase d'adoption des technologies. Peu d'études s'intéressent à l'acceptation de logiciel prescriptif dans le domaine de la maintenance. Or, nos résultats montrent que, contrairement à la littérature, ce n'est pas l'utilité perçue du logiciel qui ressort comme principal prédicteur de l'intention comportementale mais la croyance liée à la compatibilité perçue. Le deuxième apport est lié à la distinction entre l'utilisation et l'usage des procédures de travail informatisées par les techniciens mise en exergue avec l'analyse de l'activité de ces derniers. D'un point de vue pratique, cette thèse fait ressortir plusieurs éléments intéressants que nous pouvons soumettre aux concepteurs des logiciels :

- ✓ *Adapter le format de présentation des procédures de travail afin de favoriser leur utilisation*

Le premier point concerne l'impact du choix du format de présentation de l'information sur la compréhension et l'utilisation des procédures de travail. En effet, les deux études menées en amont du changement de format de procédures montrent un apport des informations visuelles pour la réalisation de l'activité. Cependant, les formats incluant des animations doivent être anticipés. En effet, cela nécessite de la part des techniciens une plus grande adaptation que le format incluant des photos car l'utilisation d'animation nécessite forcément l'utilisation d'un support informatique (ordinateur, tablette tactile...). De plus, ce support doit techniquement soutenir les procédures incluant de l'animation. Les tests utilisateurs ont révélé des difficultés d'utilisation de la procédure liées à la qualité de la tablette tactile. En outre, les nouveaux formats incluant des animations ne leur permettent pas d'imprimer la procédure. Or, lors des tests utilisateurs, les techniciens évoquent le fait de pouvoir imprimer la procédure et de la « glisser dans leur poche » notamment dans le cas où la pièce est difficile d'accès. Par ailleurs, la mise en place des formats de type animation doit être réfléchi en fonction de la tâche à réaliser car il ne faut pas que, pour des tâches simples, l'utilisation de la procédure devienne un frein pour l'utilisateur. En effet, les formats incluant des animations nécessitent de la part des techniciens de visualiser entièrement la procédure ; ce qui peut être contraignant pour des tâches simples. Il faudrait envisager la possibilité d'inclure du visuel de type animation 3D et 2D uniquement pour certaines parties de la

maintenance. Ce dernier point nous amène à proposer de continuer le travail déjà réalisé avec les rédacteurs techniques chargés de créer les procédures de travail. En effet, ces derniers sont en charge de modifier les procédures ; il serait donc nécessaire de réaliser des entretiens de type focus groupe avec eux afin de voir comment il serait envisageable d'inclure ces nouveaux formats de présentation dans les pratiques rédactionnelles existantes. De plus, nous proposons d'inclure également des techniciens experts de la maintenance qui ont pour rôle de conseiller les clients lors de problèmes de maintenance sur leurs équipements. Ces derniers ont une vision des différences de pratiques mais aussi de conditions dans lesquelles les maintenances sont réalisées chez les clients. En effet, les procédures de travail dans cette entreprise sont utilisées dans différentes entreprises et différents pays. Lors de la réalisation des tests utilisateurs, nous constatons que les conditions matérielles ne sont pas équivalentes d'une entreprise à une autre. De plus, en fonction de la taille de l'entreprise mais aussi du type d'appareil qu'ils réparent, les techniciens n'utilisent pas les procédures de travail de la même manière. Nous pourrions, avec les techniciens experts, anticiper les conditions dans lesquelles les techniciens réalisent les maintenances et donc proposer des procédures de travail plus adaptées.

✓ *Adapter les procédures de travail vis-à-vis de l'expérience des techniciens*

Le deuxième point que nous proposons, correspond à la prise en compte de l'expérience des techniciens qui réalisent la maintenance. En effet, sur les deux terrains de recherche (aéronautique et industriel), la prise en compte de l'expérience est un point clef. Nous proposons de mettre en place un mode expert qui permettrait aux techniciens expérimentés de passer certaines étapes qu'ils connaissent. Pour être plus précise, ces techniciens pourraient naviguer librement dans les procédures de travail afin de chercher directement l'information nécessaire. En effet, dans l'étude 2, les nouveaux formats de procédures incluent un mode automatique dans lequel les techniciens doivent regarder toutes les étapes les unes après les autres. En outre, plusieurs techniciens expérimentés évoquent le mode automatique comme un objet de contrôle de l'activité et de réduction des marges de manœuvre. Ils évoquent leurs compétences et la maîtrise de leur activité comme arguments principaux à l'encontre de ce mode automatique. Il est donc indispensable de « penser » l'inclusion des nouveaux formats de procédures afin qu'elles soient compatibles avec les pratiques actuelles des techniciens. Par ailleurs, dans l'étude 4, le logiciel est conçu de telle manière que les techniciens, peu importe leur niveau d'expérience, doivent aussi suivre les étapes pas à pas ; ce qui défavorise son usage, notamment par les techniciens moyennement expérimentés et expérimentés. Ces

derniers évoquent la perte de temps associé à l'utilisation du logiciel ; ils se contentent d'allumer le logiciel et de passer tous les écrans en une fois en fin de maintenance.

✓ *Améliorer les fonctionnalités du logiciel*

Les observations réalisées dans l'étude 4 font ressortir que les fonctionnalités du logiciel ne sont pas toujours adaptées au travail des techniciens. En effet, dans certains ateliers, les techniciens doivent utiliser plusieurs logiciels en parallèle, à savoir le logiciel qui véhicule les procédures et l'utilisation d'un fichier Excel sur un ordinateur dans lequel ils rentrent les valeurs des tests réalisés. Il serait intéressant d'envisager que tous les tests effectués ou toutes les informations que les techniciens doivent remplir puissent être directement rentrées sur le logiciel. De plus, à la fin de la maintenance, les techniciens remplissent une fiche à la main, puis la transfère à un service spécifique qui l'enregistre dans un autre logiciel. Nous pensons que, si les techniciens entrent directement les informations sur le logiciel, cela permettra un gain de temps et d'efficacité et notamment cela permettrait d'éviter les allers-retours entre le service et les ateliers suite à un problème de compréhension des informations. En outre, les résultats font ressortir des difficultés liées aux dysfonctionnements informatiques (écran tactile peu réactif, bug récurrents...) qui impactent négativement la confiance des techniciens dans le système. Pour ce logiciel, il serait souhaitable d'enlever la limite de temps des étapes qui obligent les techniciens à attendre devant le logiciel. Cela demande donc d'améliorer le système d'exploitation du logiciel ainsi que le matériel utilisé afin de réduire les dysfonctionnements techniques.

✓ *Systématiser le processus de mise à jour des procédures de travail*

Un autre point sur le logiciel de gestion de procédures (étude 4) nous semble essentiel à prendre en compte : la mise à jour des procédures. En effet, lors des observations, de nombreuses erreurs dans les procédures sont pointées par les techniciens. Ces erreurs sont essentiellement repérées par les techniciens inexpérimentés qui ne connaissant pas le matériel et doivent demander de l'aide à leurs collègues de travail pour continuer la maintenance. Nous proposons dans ce cadre de mettre en place un groupe de travail avec plusieurs techniciens et rédacteurs techniques, mais aussi certains managers et informaticiens, afin de réfléchir sur un processus de rédaction et de mise à jour des procédures envisageable. Dans cette veine, nous proposons de mettre en place une formation pour tous les employés car plusieurs d'entre eux expliquent ne jamais avoir été formés sur le logiciel.

✓ *Clarifier le rôle du logiciel dans l'activité des techniciens*

Enfin, la dernière proposition liée à l'étude 4 concerne le rôle du logiciel car, en fonction des ateliers, les problématiques rencontrées sont différentes. Par exemple, dans les ateliers réalisant des maintenances correctives, les techniciens doivent diagnostiquer les pannes. Or, le logiciel ne propose pas de solution dans ce sens. D'après une présentation du logiciel par l'entreprise en 2011, ce dernier se trouve à la lisière entre un logiciel de gestion de la production, un logiciel de gestion du management et un logiciel transverse de gestion électronique de la documentation et de la qualité. Ce logiciel a donc pour vocation de mutualiser une grande partie des fonctions liées à la maintenance. Cependant, plusieurs de ces fonctionnalités ne sont pas encore actives. En outre, les techniciens ne perçoivent pas l'utilité du logiciel dans leur travail car les procédures ne contiennent que très peu d'informations. Or, les managers et la direction leur demandent de l'utiliser pour avoir un suivi statistique des maintenances réalisées. Nous proposons, outre le fait de développer le logiciel dans ce sens, la possibilité pour les techniciens de remplir un répertoire des pannes sur chacun des matériels qu'ils réparent. En effet, les techniciens ont chacun leur agenda ou un carnet sur lequel ils notent les informations relatives aux maintenances réalisées. Cela leur permet d'avoir une visibilité et un suivi des maintenances réalisées.

## **2. Limites et perspectives de recherche**

Ce travail présente plusieurs limites méthodologiques. La première concerne le nombre de participants aux études 1 (N= 136) et 3 (N=61). En effet, nous devons modérer nos résultats car la faiblesse des échantillons peut représenter un biais dans l'interprétation des résultats dû notamment au niveau de la puissance statistique. De plus, dans l'étude 1, nous n'avons pas pu contacter directement les techniciens de maintenance ; ce qui explique la faible représentativité de cette population. La deuxième limite est liée à la difficulté de contrôler les conditions d'observation dans les études 2 et 4. En effet, dans l'étude 4, peu de techniciens inexpérimentés étaient présents au moment des observations. De plus, les niveaux de détail des procédures ne sont pas équivalents entre les ateliers observés. Dans l'étude 2, nous devons nous adapter aux exigences de confidentialité de l'entreprise. De plus, certaines observations concernant l'animation 3D ont été réalisées sur des appareils non fonctionnels, la totalité de la tâche demandée n'a donc pas pu être réalisée.

Cependant, malgré les limites de cette thèse, deux perspectives principales de recherches ressortent. La première perspective serait d'étudier la place de la croyance liée à la compatibilité perçue dans les modèles d'adoption des technologies dans différents secteurs

d'activité. Nous pourrions ainsi, vérifier si l'importance de cette croyance est spécifique à notre terrain de recherche ou si nous pouvons la généraliser lors de l'évaluation des technologies dans le monde professionnel. La deuxième perspective de recherche est en continuité avec les différentes études menées. En effet, nous pensons qu'il serait intéressant de poursuivre le travail initié avec les deux entreprises qui ont accueilli nos études. Pour cela, il serait intéressant de travailler en lien direct avec les concepteurs, les rédacteurs techniques et les informaticiens. Sur le premier terrain, cela nous permettrait d'améliorer les formats de procédures testés. Nous pensons que dans ce contexte où les procédures sont utilisées sur différents continents nous pourrions étudier les différences culturelles liées à l'utilisation des procédures de travail. Sur le deuxième terrain, il serait intéressant de travailler avec les techniciens qui réalisent des maintenances majoritairement correctives dans l'optique d'inclure dans le logiciel de gestion de procédures une fonctionnalité d'aide à la décision.

## Bibliographie

- AFIM (2013). Observatoire réseau maintenance: les grandes tendances du marché. In *Guide national de la maintenance*. Retrieved from <http://www.afim.asso.fr/publications/guide/pages/mind-tendances.pdf>
- AFNOR (2001). *Terminologie de la maintenance*. AFNOR, France, Norme NF EN 13306.
- Agarwal, R., & Prasad, J. (1997). The Role of Innovation Characteristics and Perceived Voluntariness in the Acceptance of Information Technologies. *Decision Sciences*, 28(3), 557–582.
- Agarwal, R., & Prasad, J. (1998). A Conceptual and Operational Definition of Personal Innovativeness in the Domain of Information Technology. *Information Systems Research*, 9(2), 204–215.
- Ajzen, I. (1989). Attitude structure and behavior. In A. G., Greenwald, A. R., Pratkanis, & S. J., Breckler (Eds.). *Attitude structure and function*. L. Erlbaum Associates.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. doi:10.1016/0749-5978(91)90020-T
- Ajzen, I. (2006). *Constructiong a theory of planned behavior questionnaire*. Retrieved from the World Wide Web: <http://people.umass.edu/aizen/pdf/tpb.measurement.pdf>
- Akrich, M., (1998). Les utilisateurs, acteurs de l'innovation. *Education permanente*, 1 (134), p.79-90.
- AlAwadhi, S., & Morris, A. (2008). The Use of the UTAUT Model in the Adoption of E-Government Services in Kuwait. *41st Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society.
- Al-Gahtani, S. S., & King, M. (1999). Attitudes, satisfaction and usage: factors contributing to each in the acceptance of information technology. *Behaviour & Information Technology*, 18(4), 277–297.
- Al-Gahtani, S. S., Hubona, G. S., & Wang, J. (2007). Information technology (IT) in Saudi Arabia: Culture and the acceptance and use of IT. *Information & Management*, 44(8), 681–691. doi:10.1016/j.im.2007.09.002
- Apostolidis, T., Duveen, G. & Kalampalikis, N. (2002). Représentations et croyances. *Psychologie & Société*, 5, 7-11.
- Arguel, A., & Jamet, E. (2009). Using video and static pictures to improve learning of procedural contents. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 354–359.
- Ayres, P., Marcus, N., Chan, C., & Qian, N. (2009). Learning hand manipulative tasks: When instructional animations are superior to equivalent static representations. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 348–353.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: a social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Bapst, J. (2011). *Interface homme-machine*. Support de cours, Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg. Retrieved from <http://docplayer.fr/3004415-Interface-homme-machine-1.html>

- Barcenilla, J., & Bastien, J.M.C. (2009). L'acceptabilité des nouvelles technologies : quelles relations avec l'ergonomie, l'utilisabilité et l'expérience utilisateur ? *Le Travail Humain*, 72(4), 311.
- Bastien, J.M.C. & Scapin, D.L. (1996). *Inspection d'interfaces et critères ergonomiques*. Rapport de recherche INRIA.
- Bastien, J.M.C., & Tricot, A. (2008). L'évaluation ergonomique des documents électroniques. In A. Chevalier & A. Tricot (Eds.), *Ergonomie des documents électroniques*. (pp. 205-227). Paris : PUF.
- Béguin, P. (2007). Prendre en compte l'activité de travail pour concevoir. *Activités*, 4 (2), 107-114.
- Berney, S., & Betrancourt, M. (2009). When and why does animation enhance learning ? A meta-analysis. *EARLI 2009 – Symposium « Designing effective dynamic and static visualizations in Complex Learning environment*. Amsterdam.
- Berthet, M., & Cru, D. (2002). *Avec les évolutions de la prescription, comment se transforme le travail et comment enrichir nos démarches et instruments d'analyse*. Actes du XXXVIIe congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF), Aix-en-Provence. Retrieved from <http://www.ergonomie-self.org/documents/37eme-Aix-en-Provence-2002/berthet.pdf>
- Blatter, C., Fallery, B., Gerbaix, S., & Ologeanu-Taddei, R. (2008). *Utilisabilité et acceptation: deux approches complémentaires pour l'étude des usages des outils numériques de formation*. Actes du 43e Congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française (SELF), Ajaccio: ANACT.
- Bobillier Chaumon, M.E. (1997). Changement technologique et émergence des compétences collectives chez l'informaticien. *Connexions*, 70, 165-179.
- Bobillier Chaumon, M.E. (2003). Evolutions techniques et mutations du travail : émergence de nouveaux modèles d'activité. *Le Travail Humain*, 66, 163-194.
- Bobillier Chaumon, M.E. (2013). *Conditions d'usage et facteurs d'acceptation des technologies : Questions et perspectives pour la psychologie du travail* (Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches (HDR)). Université Pierre Mendès-France, Grenoble II.
- Bobillier Chaumon, M.E., & Dubois, M. (2009). L'adoption des technologies en situation professionnelle: quelles articulations possibles entre acceptabilité et acceptation? *Le Travail Humain*, 72(4), 355–382.
- Bobillier Chaumon, M.E., & Sarnin, P. (2012). *Manuel de psychologie du travail et des organisations: les enjeux psychologiques du travail*. Bruxelles: De Boeck.
- Bobillier Chaumon, M.E. (2016). L'acceptation située des technologies dans et par l'activité: Premiers étayages pour une clinique de l'usage. *Psychologie du Travail et des Organisations*, 22(1), 4-21.
- Boucheix, J.-M., & Schneider, E. (2009). Static and animated presentations in learning dynamic mechanical systems. *Learning and Instruction*, 19(2), 112–127.
- Boubée, N. (2010). La méthode de l'autoconfrontation: une méthode bien adaptée à l'investigation de l'activité de recherche d'information? *Études de communication*, (2), 47-60.
- Boucher, A. (2011). *Ergonomie web: pour des sites web efficace*. Paris: Eyrolles.

- Bourrier, M. (1999). *Le nucléaire à l'épreuve de l'organisation*. Presses universitaires de France.
- Brangier, E., & Barcenilla, J. (2000). L'entreprise et ses écrits professionnels : nouveaux développements des entreprises et problématique des aides textuelles au travail. *Illettrisme et Milieu de Travail*, 97–111.
- Brangier, E., & Barcenilla, J. (2001). Comment évaluer et améliorer la qualité des aides textuelles fournies aux opérateurs ? *Signalétique: conception, validation, usages*, 93-107.
- Brangier, E., & Barcenilla, J. (2002). Ergonomie des aides textuelles au travail: analyse de la compatibilité homme-tâche-document dans dix entreprises. *Bulletin de Psychologie*, 55(2), 193–204.
- Brangier, E., & Barcenilla, J. (2003). *Concevoir un produit facile à utiliser*. Paris : Editions d'Organisation.
- Brangier, E., & Valléry, G. (2004). Aspects psychologiques et organisationnels du développement des nouvelles technologies de la communication et de l'information. In E. Brangier, A. Lancry, & C. Louche, (Eds), *Les dimensions humaines du travail : théories et pratiques de la psychologie du travail et des organisations*, p.213-250. Nancy : PUN.
- Brangier, E. (2007). Besoin et interface. In J., Akoka & I., Comyn-Wattiau. *Encyclopédie de l'informatique et des systèmes d'information*. Paris : Vuibert. 1070-1084.
- Brangier, E., Dufresne, A., & Hammes-Adelé, S. (2009). Approche symbiotique de la relation humain-technologie : perspectives pour l'ergonomie informatique. *Le Travail Humain*, 72(4), 333–353. Retrieved from [http://www.cairn.info/resume.php?ID\\_ARTICLE=TH\\_724\\_0333](http://www.cairn.info/resume.php?ID_ARTICLE=TH_724_0333).
- Bréchon, P. (2011). *Enquêtes qualitatives, enquêtes quantitatives* (p. 232). Presses universitaires de Grenoble.
- Brisson, G., Cadet, P., Faveaux, L., Haradji, Y., & Le Port, M-C. (1997). *La démarche centrée utilisateurs dans le processus de développement d'une application interactive*. Rapport de recherche, Ackia, EDF.
- Brisson, G., Cadet, P., Faveaux, L., Haradji, Y., & Le Port, M-C. (1999). *Les évaluations ergonomiques des systèmes interactifs et des produits grand public*. Rapport de recherche, Ackia, EDF.
- Buisine, S., & Roussel, B. (2008). Analyse de l'usage. In B. Yannou, H. Christofol, D. Jolly & N. Troussier (Eds.), *La conception industrielle de produits, vol. 3: Ingénierie de l'évaluation et de la décision, Chapitre 2*. Paris : Lavoisier Hermès Science.
- Calvary, G., & Coutaz, J. (2002). *Plasticité des interfaces : une nécessité!* Actes des deuxièmes Assises nationales du GDR I3. Nancy, France : Cépaduès Editions.
- Cart, B., Gosseume, V., Kogut-Kubiak, F., & Toutin, M-H. (2001). La maintenance industrielle : Une fonction en évolution, des emplois en mutation. *BREF (CEREQ)*, (174).
- Castellan, Y. (1970). *Initiation à la psychologie sociale* (Vol. 105). Paris : Colin.
- Cellier, J-M. (2005): Caractéristiques et fonctions des textes procéduraux. In D. Alamargot, P. Terrier, & J.-M. Cellier (Éds.) (2005), *Production, compréhension et usages des écrits techniques au travail*, Toulouse, Octarès Éditions: 69-85.

- Chaparro, A., & Groff, L. S. (2001). *Human factors survey of aviation technical manuals. Phase 1: manual development procedures* (No. DOT/FAA/AR-01/43). Washington, DC, USA: Federal Aviation Administration.
- Chaparro, A., & Groff, L. S. (2002). *Survey of Aviation Maintenance Technical Manuals Phase 3 Report: Final Report and Recommendations* (No. DOT/FAA/AR-02/123). Washington, DC, USA: Federal Aviation Administration. Retrieved from <http://www.tc.faa.gov/its/worldpac/techrpt/ar02-123.pdf>
- Chaparro, A., Groff, L. S., Chaparro, B., & Scarlett, D. (2002). *Survey of aviation technical manuals, phase 2 report: user evaluation of maintenance documents* (No. DOT/FAA/AR-02/34). Washington, DC, USA: Federal Aviation Administration. Retrieved from <http://trid.trb.org/view.aspx?id=585807>
- Chaparro, A., Rogers, B., Hamblin, C., & Chaparro, B. (2004). *Final Report: A Comparison of Three Evaluative Techniques for Validating Maintenance Documentation*. Washington, DC, USA: Federal Aviation Administration. Retrieved from [http://www.niar.twsu.edu/researchlabs/pdf/hf\\_FAA\\_final\\_tech\\_report.pdf](http://www.niar.twsu.edu/researchlabs/pdf/hf_FAA_final_tech_report.pdf)
- Chauvel, A-M. (2006). *Méthodes et outils pour résoudre un problème : 55 outils pour améliorer les performances de votre entreprise*. Paris: Dunod.
- Chin, W.W. (1996). The measurement and measuring of IT usage: reconciling recent discrepancies between self-reported and computer recorded usage. *IS Proceedings of the 24th Conference of Administrative Science Association of Canada. Québec : Montreal*.
- Chuttur, M. (2009). Overview of the Technology Acceptance Model: Origins, Developments and Future Directions. *Working Papers on Information Systems*, 9(37), 9-37. Retrieved from <http://sprouts.aisnet.org/9-37>
- Clément, F. (1999). La sociologie cognitive: une bien étrange croyance. *Cahiers internationaux de sociologie*, 57, 389-404.
- Clot, Y., Faïta, D., Fernandez, G., & Scheller, L. (2000). Entretiens en autoconfrontation croisée: une méthode en clinique de l'activité. *PISTES*, Vol2 (1).
- Collard, A.S., & Tricot, A. (2010). *Comment les rédacteurs de documents pour la maintenance aéronautique se représentent la situation d'utilisation de ces documents ? Rapport de recherche*. Université catholique de Louvain, Université de Toulouse le Mirail.
- Compeau, D. R., & Higgins, C. A. (1995). Computer Self-Efficacy: Development of a Measure and Initial Test. *MIS Quarterly*, 19(2), 189–211. Retrieved from <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=9507260425&lang=fr&site=ehost-live>
- Comtet, I. (2009). Entre usage professionnel des TIC et structure organisationnelle: la capacité au bricolage comme compétence adaptative. *Études de communication. langages, information, médiations*, 33, 119-134.
- Coutarel, F. (2004). *La prévention des troubles musculo-squelettiques en conception: quelles marges de manœuvre pour le déploiement de l'activité?* (Thèse de doctorat). Université Victor Segalen-Bordeaux II).
- Cuvelier, L. (2011). *De la gestion des risques à la gestion des ressources de l'activité : étude de la résilience en anesthésie pédiatrique* (Thèse de doctorat). Paris CNAM.

- Dampérat, M. (2013). *Introduction aux équations structurelles*. Formation au collège doctoral de l'UGA.
- Daniellou, F., & Garrigou, A. (1990). Analyse du travail et conception des situations de travail. In M. Dadoy, CL. Henry, B. Hillau, G. De Terssac, J-F. Troussier, A. Weill-Fassina (Eds.), *Les analyses du travail : enjeux et formes*. Collection des études n°54, CERREQ.
- Daniellou, F., & Six, F. (2000). *Les ergonomes, les prescripteurs et les prescriptions*. Actes des journées de Bordeaux sur la pratique de l'ergonomie (pp. 2– 21). Bordeaux.
- Daniellou, F., Grall, J., Martin, C., & Six, F. (2000). Prescriptions, injonctions et pressions. Prescriptions, injonctions et pressions. In *Les ergonomes, les prescripteurs et les prescriptions*. Actes des journées de Bordeaux sur la pratique de l'ergonomie. Université Bordeaux 2 – ISPED, 141-149.
- Daniellou, F. (2002). *Le travail des prescriptions*. Actes du 37ème Congrès de la SELF. Aix-en-provence.
- Davis, F.D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
- Davis, F. D. (1993). User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *International Journal of Human-Computer Studies*, 38(3), 475–487.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, 35(8), 982–1003.
- Davis, F. D., & Venkatesh, V. (1996). A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model : three experiments (English). *International Journal of Human-Computer Studies*, 45(1), 19–46.
- De Terssac, G. (1992). *Autonomie dans le travail*. Paris, France: P.U.F.
- Deng, X., Doll, W., Hendrickson & Scazzero, J. (2005). A multi-group analysis of structural invariance: an illustration using the technology acceptance model. *Information & Management*, 42(5), 745-759. doi:10.1016/j.im.2004.08.001
- Dishaw, M. T., & Strong, D. M. (1999). Extending the technology acceptance model with task-technology fit constructs. *Information & Management*, 36(1), 9.
- Dubois, M. (1996). *Conception multimédia des supports et combinaison de données multimodales* (Second rapport intermédiaire ERIHST-CERAT CNRS) (pp. 161–189). Grenoble.
- Dubois, M. (2011). *Psychologie et innovation*. Support de cours, UGA.
- Dubois, M., & Kouabenan, D.R. (1996). Multimédia et usages (pour une approche socio-cognitive des usages du multimédia). In M. Dubois, D.R. Kouabenan, Ph. Mallein, & Y. Toussaint (Eds.), *Étude socio-cognitive des usages du multimédia. Deuxième rapport intermédiaire sur la thématique de recherche : "Usages, accès et représentations du multimédia"*. Étude réalisée pour le compte du CNET (Centre National d'Étude des Télécommunications) par le laboratoire de psychologie sociale (ERIHST: Equipe de Recherche sur les Interfaces Hommes Systèmes de Travail) et le CERAT-CNRS.
- Dubois, M., & Mallein, Ph. (1996). Multimédia et usages (pour une approche socio-cognitive des usages du multimédia). In M. Dubois, D.R. Kouabenan, Ph. Mallein, & Y. Toussaint (Eds.), *Étude socio-cognitive des usages du multimédia. Deuxième rapport*

- intermédiaire sur la thématique de recherche : "Usages, accès et représentations du multimédia". Étude réalisée pour le compte du CNET (Centre National d'Étude des Télécommunications) par le laboratoire de psychologie sociale (ERIHST: Equipe de Recherche sur les Interfaces Hommes Systèmes de Travail) et le CERAT-CNRS.*
- Durand (2003). L'analyse factorielle et l'analyse de fidélité: notes de cours et exemples. Université de Montréal. Retrieved from <http://www.mapageweb.umontreal.ca/durandc/Enseignement/MethodesQuantitatives/FACTEUR9.pdf>
- Elie-dit-Cosaque, C. (2011). Les technologies de l'information et de la communication (TIC) et le contenu du travail. *Annales des Mines-Réalités industrielles*, No. 1, pp. 35-39.
- Eyrolle, H., Virbel, J., Lemarié, J., & Amadiou, F. (2012). Application de la démarche ergonomique à l'étude des documents et des activités documentaires au travail. *Le Travail Humain*, 75(4), 421.
- Fayol, M. (2002), Les documents techniques : bilan et perspectives. *Psychologie Française*, 47-1, 9-18
- Fazio, R. H. (1986). How do attitudes guide behavior. In R. Sorrentino & E. Higgins (Eds.), *Handbook of motivation and cognition: Foundations of social behavior*, 1, 204-243.
- Fillion, G., Braham, H., & Ekionea, J.-P. B. (2011). Testing Utaut on the Use of Erp Systems by Middle Managers and End-Users of Medium- to Large-Sized Canadian Enterprises. *Academy of Information & Management Sciences Journal*, 15(2), 1–28.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: an introduction to theory and research*. Reading, Mass., USA: Addison-Wesley Pub. Co.
- Francastel, J.-C. (2003). *Ingénierie de la maintenance: De la conception à l'exploitation d'un bien*. DUNOD.
- Ganier, F., Gombert, J.-E., & Fayol, M. (2000). Effets du format de présentation des instructions sur l'apprentissage de procédures à l'aide de documents techniques. *Le Travail Humain*, 63(2), 121–152.
- Ganier, F., Gombert, J.-E., & Fayol, M. (2001). Discours procédural et activités mentales : de la compréhension d'instructions complexes à la planification de l'action. *Langages*, 35(141), 47–63. doi:10.3406/lgge.2001.874
- Ganier, F. (2002a). Évaluer l'efficacité des documents techniques procéduraux: un panorama des méthodes. *Le Travail Humain*, 65(1), 1–27.
- Ganier, F. (2002b). L'analyse des fonctionnements cognitifs: un support à l'amélioration de la conception des documents procéduraux. *Psychologie Française*, (47-1), 41–52.
- Ganier, F. (2004). Les apports de la psychologie cognitive à la conception d'instructions procédurales. *InfoDesign–Brazilian Journal of Information Design*, 1, 16–28.
- Ganier, F. (2008). L'utilisation des documents procéduraux numériques. In A. Chevalier & A. Tricot (Eds), *L'utilisation des documents procéduraux numériques*. Presses Universitaires de France.
- Ganier, F., & Pétilion, S. (2011). Réviser un texte procédural en manipulant un dispositif : implications sur l'élaboration de différents niveaux de représentation et sur la qualité du texte produit. *Le Travail Humain*, 74(3), 225. doi:10.3917/th.743.0225
- Ganier, F. (2013). *Comprendre la documentation technique* (p. 152). Presses universitaires de France.

- Gaudart, C. (2000). Quand l'écran masque l'expérience des opérateurs vieillissants: changement de logiciel et activité de travail dans un organisme de services. *PISTES*, 2(2).
- Giraud, L., Ait-Hadi, L., Ledoux, E., Pâques, J.J., & Tanchoux, S. (2008). *La maintenance : Etat de la connaissance et étude exploratoire*. Rapport de recherche R-578, IRSST.
- Goldman, S. (2005). La croyance: aux confins mystérieux de la cognition. *Cahiers de psychologie clinique*, (2), 87-109.
- Goumy, F. (2014). Utilisation et usage : quelles différences pour la conception ? Retrieved from <http://www.ochelys.com>
- Guerin, F., Laville, A., Daniellou, F., Duraffourg, J., & Kerguelen, A. (2007). *Comprendre le travail pour le transformer. La pratique de l'ergonomie*. Lyon : Editions de l'ANACT.
- Gyselink, V. (1996). Illustrations et modèles mentaux dans la compréhension de textes. *L'année Psychologique*, 96, 495–516.
- Hegarty, M., & Just, M. A. (1993). Constructing mental models of machines from text and diagrams. *Journal of Memory and Language*, 32(6), 714–742.
- Hellriegel, D., & Slocum, J. W. (2006). *Management des organisations*. De Boeck Supérieur.
- Heurley, L. (1997). Vers une définition du concept de texte procédural: le point de vue de la psycholinguistique. *Les Cahiers du français contemporain*, 4, 109-133.
- Heurley, L. (2001). Compréhension et utilisation de textes procéduraux : l'effet de l'ordre de mention des informations. *Revue française de linguistique appliquée*, 6, 29–46.
- Hobbs, A., & Williamson, A. (2003). Associations between errors and contributing factors in aircraft maintenance. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 45(2), 186-201.
- Hoc, J-M., & Leplat, J. (1983). Tache et activité dans l'analyse psychologique des situations. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 3, 1, 49-63.
- Höffler, T. N., & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and instruction*, 17(6), 722-738.
- Hong, W., Thong, J., Wong, W-M., & Tam, K-Y. (2002). Determinants of user acceptance of digital libraries: an empirical examination of individual differences and system characteristics. *Journal of management information system*, vol.18(3), pp.97-124.
- Im, I., Hong, S., & Kang, M-S. (2011). An international comparison of technology adoption. Testing the UTAUT model. *Information et Management*, 48(1), 1–8.
- Jamet, E. (2002). L'apport des nouvelles technologies de l'information et de la communication dans la conception des documents techniques. *Psychologie Française*, 47 (1), 33-40.
- Jamet, E., & Février, F. (2008) Utilisabilité, utilité et acceptabilité des nouvelles technologies dans l'entreprise : une approche de psychologie ergonomique. In M. Benedetto-Meyer, & R. Chevallet (Eds), *Analyser les usages des systèmes d'information et des TIC : quelles démarches, quelles méthodes ?* Editions de l'ANACT.
- Jaradat, M.I.R.M., & Al Rababaa, M. S. (2013). Assessing Key Factor that Influence on the Acceptance of Mobile Commerce Based on Modified UTAUT. *International Journal of Business & Management*, 8(23), 102–112. doi:10.5539/ijbm.v8n23p102
- King, W. R., & He, J. (2006). A meta-analysis of the technology acceptance model. *Information Management*, 43(6), 740–755.

- Klopping, I., & McKinney, E. (2004). Extending the technology acceptance model and the task-technology fit model to consumer e-commerce. *Information technology, learning and performance journal*, vol.22(1), pp,35-47.
- Kouabenan, D. R. (2001). Management de la sécurité: rôle des croyances et des perceptions. *RH: Les apports de la psychologie du travail*, 453-474.
- Kouabenan D.R. (2006). In. D.R., Kouabenan, B., Cadet, D., Hermand & M.T.M., Sastre (Eds), *Psychologie du risque: Identifier, évaluer, prévenir*. Groupe de Boeck.
- Kouabénan, D. R. (2007). Incertitude, croyances et management de la sécurité. *Le travail humain*, 70(3), 271-287.
- Kouabenan, D.R., Dubois, M., De Gaudemaris, G., Scarnato, F., & Mallaret, M-R., (2007). Methicillin-resistant staphylococcus aureus risk perception by healthcare personnel in a public hospital. *Social behavior and personality*, 35(1), 89-100.
- Kouabenan, D.R. (2008). *Rôle des croyances dans le management de la sécurité*. Congrès de l'Association (Francophone) de Gestion des Ressources Humaines (AGRH), Dakar, 9-12 novembre 2008, 13 pages (CD-Rom).
- Kouabenan, D.R. (2015). *Croyances et comportements de sécurité routière*. Actes du séminaire international : le comportement des usagers de la route. Rabat, 16-17 février 2015.
- Ktat, S. (2004). *L'impact des nouvelles technologies de l'information sur la performance des auditeurs : validation empiriques dans le contexte tunisien*. Doctorales du GDR TIC et société, 28-2.
- Landry, A. (2012). *Cours d'ergonomie*. Master de psychologie du travail. Grenoble.
- Larousse (2014). *Dictionnaires de français*. Retrieved from <http://www.larousse.fr/>
- Lee, T. M., & Park, C. (2008). Mobile technology usage and B2B market performance under mandatory adoption. *Industrial Marketing Management*, 37(7), 833–840. doi:10.1016/j.indmarman.2008.02.008
- Leduc, S. & Sutter, S. (2012). *L'iPad au travail ! La prise de notes manuscrites sur écran tactile : Enseignements ergonomiques pour la recherche et l'intervention*. Actes du 47e Congrès de la SELF. Lyon, 5-7 septembre 2012.
- Letirand, F., & Delhomme, P. (2006). Accessibilité des croyances associées aux deux options d'une alternative comportementale. *Les cahiers internationaux de psychologie sociale*, (1), 3-14.
- Leplat, J. (1985). *Erreur humaine, fiabilité humaine dans le travail*. Paris : Armand Colin.
- Leplat, J. (1992). *L'analyse du travail en psychologie ergonomique*. Octarès Editions.
- Leplat, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail : contribution à la psychologie ergonomique*. Presses Universitaires de France.
- Leplat, J. (1998). A propos des procédures. *Performances Humaines et Techniques*, (94), 6–15.
- Leplat, J. (2000). *L'analyse psychologique de l'activité en ergonomie. Aperçu sur son évolution, ses modèles et ses méthodes*. Octarès Editions.
- Leplat, J. (2004). Eléments pour l'étude des documents prescripteurs. *Activités*, 1(2), 93-130.
- Limayem, M., & Hirt, S. G. (2003). Force of habit and information systems usage: Theory and initial validation. *Journal of the Association for Information Systems*, 4(1), 3.
- Lowe, R. (2004). Interrogation of a dynamic visualization during learning. *Learning and instruction*, 14(3), 257-274.

- Mangin, J.-P. L., Bourgault, N., León, J. A. M., & Guerrero, M.M. (2012). Testing Control, Innovation and Enjoy as External Variables to the Technology Acceptance Model in a North American French Banking Environment. *International Business Research*, 5(2).
- Marchewka, J., Liu, C., & Kostiwa, K. (2007). An application of the UTAUT model for understanding student perceptions using course management software. *International Information Management Association*, 7(2).
- Marquié, J. C. (1995). Changements cognitifs, contraintes de travail et expérience : les marges de manœuvre du travailleur vieillissant. In J. C. Marquié, D. Paumès, S. Volkoff (Eds). *Le travail au fil de l'âge* (p.211-244). Toulouse : Octarès Editions.
- Mayen, P., & Savoyant, A. (1999). Application de procédures et compétences. *Formation et Emploi*, (67), 77–92.
- Mayen, P., & Savoyant, A. (2002). *Formation et prescription : une réflexion de didactique professionnelle*. Actes du 37e Congrès de la SELF. Aix-en-Provence.
- Mayer, R. E., Hegarty, M., Mayer, S., & Campbell, J. (2005). When static media promote active learning: annotated illustrations versus narrated animations in multimedia instruction. *Journal of Experimental Psychology Applied*, 11(4), 256.
- Mazeau, M. (1998). Procédures : recommandations minimales de réalisation et d'utilisation. *Performances Humaines et Techniques*, (95), 8–13.
- McDonald, N., Corrigan, S., Daly, C., & Cromie, S. (2000). Safety management systems and safety culture in aircraft maintenance organizations. *Safety Science*, 34(1), 151-176.
- Moore, G.C., & Benbasat, I. (1991). Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting an Information Technology Innovation. *Information Systems Research*, 2(3), 192–222. Retrieved from <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=4431054&lang=fr&site=ehost-live>
- Moore, T. (2012). Towards an integrated model of IT acceptance in healthcare. *Decision Support Systems*, 53, 507-516.
- Muhlmann, D. (2001). Des nouvelles technologies à l'image des vieilles organisations. *Sociologie Du Travail*, 43(3), 327–347.
- Ngom-Dieng, L. (2015). *Rôle des croyances et des attentes dans l'acceptabilité des applications mobiles d'information voyageur* (Thèse de doctorat). Université Grenoble Alpes.
- Ngueutsa, R. (2012). *Croyances et comportements de sécurité des usagers et agents du trafic routier: une étude des perceptions et de l'explication naïve des accidents de la route au Cameroun* (Thèse de doctorat). Université de Grenoble.
- Pasquier, H. (2012). *Définir l'acceptabilité sociale dans les modèles d'usage : vers l'introduction de la valeur sociale dans la prédiction du comportement d'utilisation* (Thèse de doctorat). Université Rennes 2. Retrieved from <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00840220>
- Preacher, K. J., & Hayes, A. F. (2004). SPSS and SAS procedures for estimating indirect effects in simple mediation models. *Behavior research methods, instruments, & computers*, 36(4), 717-731.
- Proulx, S. (2005). Penser les usages des technologies de l'information et de la communication aujourd'hui: enjeux–modèles–tendances. In L. Vieira & N. Pinède (Eds), *Enjeux et*

- usages des TIC : aspects sociaux et culturels* (pp. 7–20). Presses universitaires de Bordeaux.
- Rachidi, A., Talbi, A., & Khatory, A. (2012). La Maintenance Industrielle, une fonction en mutation et des compétences en évolution. *Congrès International en Génie Industriel et Management des Systèmes*. Maroc.
- Radomir, L., & Nistor, V. C. (2013). An application of technology acceptance model to Internet Banking services. *Proceedings of the International Conference Marketing - from Information to Decision*, 6, 251–266.
- Rasovska, I., Chebel-Morello, B., & Zerhouni, N. (2007). Classification des différentes architectures en maintenance. *7e Congrès international de génie industriel*. Trois-Rivières, Québec.
- Reerink-Boulangier, J. (2012). *Services technologiques intégrés dans l'habitat des personnes âgées: examen des déterminants individuels, sociaux et organisationnels de leur acceptabilité* (Thèse de doctorat). Université Rennes 2.
- Ribert-Van de Weerd, C., & Brangier, E. (2000). L'usage et l'efficacité des aides à la maintenance en télédiffusion. *Le Travail Humain*, 63 (4), 331-352.
- Robin, D. (2012). *Usages et bénéfices de la 3D en maintenance aéronautique*. Université Toulouse II Le Mirail. Retrieved from <http://www.theses.fr/s56997>
- Robin, D., Hugues, P., Tricot, A., & Zafiharimalala, H. (2011). *La ressemblance a encore frappé ! Effets de l'iconicité sur des tâches d'apprentissage en maintenance aéronautique*. Conférence EIAH'2011 (pp. 315-327). Editions de l'UMONS. 25-27 mai.
- Rogers, B.L., Hamblin, C., & Chaparro, A. (2008). Classification and analysis of errors reported in aircraft maintenance manuals. *The international journal of applied aviation studies*, Vol. 8 (2).
- Rogers. (1983). *Diffusion of innovations*. New York: Free Press (3th edition).
- Sheppard, B. H., Hartwick, J., & Warshaw, P. R. (1988). The theory of reasoned action: A meta-analysis of past research with recommendations for modifications and future research. *Journal of consumer Research*, 325-343.
- Simonet, P., Caroly, S., & Clot, Y. (2011). Méthodes d'observation de l'activité de travail et prévention durable des TMS. Action et discussion interdisciplinaire entre clinique de l'activité et ergonomie. *Activités*, 8(8-1).
- Smith, A., Goodwin, D., Mort, M., & Pope, C. (2003). Expertise in practice: an ethnographic study exploring acquisition and use of knowledge in anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*, 91(3), 319-328.
- Sun, H., & Zhang, P. (2006). The role of moderating factors in user technology acceptance. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64(2), 53-78.
- Tapie, J., Barnard, Y., & Moal, M. (2007). Quel Futur pour la Documentation de Maintenance Aéronautique? Considérations relatives aux Facteurs Humains. *Génie logiciel*, (83), 51–56.
- Taylor, S., & Todd, P. A. (1995a). Understanding Information Technology Usage: A Test of Competing Models. *Information Systems Research*, 6(2), 144–176. doi:10.1287/isre.6.2.144
- Taylor, S., & Todd, P. (1995b). Assessing IT Usage: The Role of Prior Experience. *MIS Quarterly*, 19(4), 561. doi:10.2307/249633

- TERMIUM Plus, (1986). *Bennett Mechanical Comprehension Test*. Retrieved from <http://www.btb.termiumplus.gc.ca/tpv2alpha/alpha-fra.html?lang=fra&i=&index=frt&srchtxt=TEST%20COMPREHENSION%20MECANIQUE%20BENNETT>
- Terrade, F., Pasquier, H., Reerinck-Boulanger, J., Guingouain, G., & Somat, A. (2009). L'acceptabilité sociale: la prise en compte des déterminants sociaux dans l'analyse de l'acceptabilité des systèmes technologiques. *Le travail humain*, 72(4), 383-395.
- Thompson, R. L., Higgins, C. A., & Howell, J. M. (1991). Personal computing: toward a conceptual model of utilization. *MIS Quarterly*, 125–143.
- Triandis, H. C. (1977). *Interpersonal Behavior*. Monterey, CA: Brooks/Cole.
- Triandis, H. C. (1979). Values, attitudes, and interpersonal behavior. In *Nebraska symposium on motivation*. University of Nebraska Press.
- Turner, M., Kitchenham, B., Brereton, P., Charters, S., & Budgen, D. (2010). Does the technology acceptance model predict actual use? A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 52(5), 463-479.
- Valentin A., Lancry A., & Lemarchand C. (2010). La construction des échantillons dans la conception ergonomique de produits logiciels pour le grand public : Quel quantitatif pour les études qualitatives ? *Le Travail Humain*, 73/2, 261-290.
- Van der Heijden, H. (2004). User acceptance of hedonic information systems. *MIS quarterly*, 695-704.
- Venkatesh, V., & Davis, F.D. (2000). A theoretical extension of the Technology Acceptance Model: four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273–315.
- Venkatesh, V., L. Thong, J. Y., & Xu, X. (2012). Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly*, 36(1), 157–178.
- Verlhiac, J.-F. (2013). Cours d'enseignement : Analyses statistiques de données. Retrieved from <http://ufr-spse.u-paris10.fr/ufr-sciences-psychologiques-et-sciences-de-l-education-spse-/les-enseignants/pages-des-enseignants-chercheurs/verlhiac-jean-francois-84729.kjsp>
- Vermersch, P. (1985). Données d'observation sur l'utilisation d'une consigne écrite: l'atomisation de l'action. *Le travail humain*, 48(2).
- Veyrac, H. (1998). *Approche ergonomique des représentations de la tâche pour l'analyse d'utilisations de consignes dans des situations de travail à risques* (Thèse de doctorat). Université Toulouse le Mirail-Toulouse II.
- Veyrac, H., Cellier, J.-M., & Bertrand, A. (1997). Modèle de l'opérateur et modèle du prescripteur. Le cas des consignes de résolution de situations incidentielles pour les conducteurs de trains. *Le Travail Humain*, 60 (4), 387-407.
- Wassouo, E. (2015). *Cours Perception « psychologique » et Marketing*. Master Marketing. Université Grenoble Alpes.

- Watson, G., Butterfield, J., Curran, R., & Craig, C. (2010). Do dynamic work instructions provide an advantage over static instructions in a small scale assembly task? *Learning and Instruction*, 20(1), 84–93.
- Wiegmann, D. A., & Shappell, S. A. (2001). Human error analysis of commercial aviation accidents: Application of the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS). *Aviation, space, and environmental medicine*, 72(11), 1006-1016.
- Woolrych, A., & Cockton, G.. (2001). Why and when five test users aren't enough. In Proceedings of IHM-HCI 2001
- Yang, H., & Yoo, Y. (2003). It's all about attitude: revisiting the technology acceptance model. *Decision Support Systems*, 38(1), 19–31.
- Yergeau, E., & Poirier, M. (2013). SPSS à l'UdeS. URL : <<http://spss.espaceweb.usherbrooke.ca>>.
- Yousafzai, S. Y., Foxall, G. R., & Pallister, J. G. (2007a). Technology acceptance: a meta-analysis of the TAM: Part 1. *Journal of Modelling in Management*, 2(3), 251–280. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/10.1108/17465660710834453>
- Yousafzai, S. Y., Foxall, G. R., & Pallister, J. G. (2007b). Technology acceptance: a meta-analysis of the TAM: Part 2. *Journal of Modelling in Management*, 2(3), 251–280. Retrieved from <http://www.emeraldinsight.com/10.1108/17465660710834453>
- Zafiharimalala H., & Tricot, A. (2009). Vers une prise en compte de l'utilisateur dans la conception de documents en maintenance aéronautique. *PeCUSI, INFORSID*, Toulouse, 26-29 Mai.
- Zhou, T., Lu, Y., & Wang, B. (2010). Integrating TTF and UTAUT to explain mobile banking user adoption. *Computer in human behavior*, 26, 760-767.

# Annexes

Annexe 1 : Etude 1 - Questionnaire sur la perception de nouveaux formats de procédures.....	318
Annexe 2 : Etude 1 - Analyses factorielles.....	329
Annexe 3 : Etude 2 - Répartition des participants en fonction du format et du niveau d'expérience des techniciens.....	354
Annexe 4 : Etude 2 - Grille d'observation systématique.....	357
Annexe 5 : Etude 3 - Questionnaire sur la perception et l'utilisation du logiciel de gestion de procédures.....	360
Annexe 6 : Etude 3 - Analyses factorielles.....	368
Annexe 7 : Etude 3 – Analyses de médiation.....	387
Annexe 8: Etude 4 - Formulaire de consentement.....	392
Annexe 9: Etude 4 - Informations sociodémographique.....	394
Annexe 10 : Etude 4 - Entretien semi-directif.....	395
Annexe 11 : Etude 4 - Détail des actions pour chaque catégorie d'observable.....	396
Annexe 12 : Etude 4 - Récapitulatifs des verbatim des techniciens.....	397

## Annexe 1 : Etude 1 - Questionnaire sur la perception de nouveaux formats de procédures

---

En collaboration avec la société X et l'Université Pierre Mendès France de Grenoble, la société X mène une étude sur les procédures que vous utilisez pour la maintenance des aéronefs. Cette étude concerne le mode de présentation de l'information des procédures.

Nous souhaitons avoir votre avis sur plusieurs modes de présentation soit : l'utilisation d'animations 3D, l'utilisation d'animations 2D et l'utilisation d'une combinaison de textes et d'images.

Cette étude s'inscrit dans une volonté de collecter votre ressenti vis-à-vis des différentes solutions proposées. Le but recherché est d'améliorer la compréhension et de réduire les interprétations dans les procédures.

Votre participation à ce questionnaire est donc primordiale.

Ce questionnaire s'adresse à toutes les personnes utilisant ou ayant déjà utilisé les procédures. Il est composé de 4 parties distinctes avec 150 questions.

Il est important que vous répondiez à toutes les questions même si vous avez l'impression que certaines se ressemblent car seuls les questionnaires entièrement remplis pourront être traités.

**Ce questionnaire est anonyme et confidentiel ; Il a été créé par Emma Cippelletti, doctorante en sciences humaines et sociales, elle sera la seule à posséder les données brutes.**

Si vous avez une question, n'hésitez pas à la contacter par mail ([emma.cippelletti@X.fr](mailto:emma.cippelletti@X.fr)).

Nous vous remercions de votre collaboration.

## *Partie 1 : animation 3D*

Nous vous présentons un exemple de procédure qui inclut une **ANIMATION 3D**. Puis, vous trouverez une liste d'affirmations concernant la mise en place des procédures incluant de la 3D.

Veillez indiquer sur une échelle en 7 points allant de « Pas du tout d'accord » et à « Tout à fait d'accord » votre degré d'accord avec les affirmations proposées.

Une seule réponse par affirmation.

	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
<b>1-</b> Je trouverais utile dans mon travail l'utilisation de procédures incluant des animations 3D	1	2	3	4	5	6	7
<b>2-</b> Je trouve les procédures incluant des animations 3D plus simples à comprendre que du texte	1	2	3	4	5	6	7
<b>3-</b> L'utilisation de procédures incluant des animations 3D me permettrait d'accomplir les tâches plus rapidement dans mon travail	1	2	3	4	5	6	7
<b>4-</b> L'utilisation de procédures incluant des animations 3D permettrait de renforcer la sécurité (des machines et des hommes)	1	2	3	4	5	6	7
<b>5-</b> L'utilisation de procédures incluant des animations 3D pourrait augmenter ma productivité	1	2	3	4	5	6	7
<b>6-</b> L'utilisation de procédures incluant des animations 3D permettrait de réduire l'interprétation des informations	1	2	3	4	5	6	7
<b>7-</b> L'utilisation de procédures incluant des animations 3D, faciliterait mon travail	1	2	3	4	5	6	7
<b>8-</b> L'utilisation des procédures incluant des animations 3D me paraît claire et compréhensible	1	2	3	4	5	6	7
<b>9-</b> Je serais plus efficace à l'aide de procédures de travail incluant des animations 3D	1	2	3	4	5	6	7
<b>10-</b> Je trouverais les procédures utilisant des animations 3D faciles à utiliser	1	2	3	4	5	6	7
<b>11-</b> L'utilisation de procédures incluant des animations 3D me faciliterait le repérage des éléments sur l'aéronef	1	2	3	4	5	6	7
<b>12-</b> Apprendre à consulter les procédures incluant des animations 3D serait facile pour moi	1	2	3	4	5	6	7
<b>13-</b> L'utilisation de procédures incluant des animations 3D faciliterait ma compréhension des informations	1	2	3	4	5	6	7
<b>14-</b> L'impossibilité d'imprimer les procédures incluant des animations 3D rendrait le travail plus difficile	1	2	3	4	5	6	7
<b>15-</b> L'utilisation d'animations 3D dans les procédures serait une mauvaise idée	1	2	3	4	5	6	7
<b>16-</b> L'utilisation d'animations 3D dans les procédures rendrait le travail plus intéressant	1	2	3	4	5	6	7

	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
<b>17-</b> Je pense que l'animation 3D seule me suffirait pour réaliser les tâches attendues.	1	2	3	4	5	6	7
<b>18-</b> Travailler avec les procédures utilisant des animations 3D serait ludique	1	2	3	4	5	6	7
<b>19-</b> J'aimerais travailler avec les procédures utilisant des animations 3D.	1	2	3	4	5	6	7
<b>20-</b> L'utilisation d'animations 3D dans les procédures serait un outil précieux dans l'accomplissement de mes tâches	1	2	3	4	5	6	7
<b>21-</b> Je pense qu'il faut garder un minimum de texte en complément de l'animation 3D pour réaliser les tâches attendues	1	2	3	4	5	6	7
<b>22-</b> L'utilisation d'animations 3D dans les procédures serait nuisible à l'accomplissement de mes tâches	1	2	3	4	5	6	7
<b>23-</b> Mes collègues de travail m'encourageraient à utiliser des procédures incluant des animations 3D	1	2	3	4	5	6	7
<b>24-</b> Mon responsable hiérarchique direct m'encouragerait à utiliser les procédures incluant des animations 3D	1	2	3	4	5	6	7
<b>25-</b> Je pense que la direction de mon entreprise pourrait soutenir la mise en place de procédures incluant des animations 3D	1	2	3	4	5	6	7
<b>26-</b> Je dispose des ressources nécessaires pour utiliser les procédures utilisant de la 3D	1	2	3	4	5	6	7
<b>27-</b> Les procédures incluant des animations 3D ne seraient pas compatibles avec les contraintes physiques du travail (travail en hauteur, zone difficile d'accès, opération salissante...)	1	2	3	4	5	6	7
<b>28-</b> J'ai les connaissances nécessaires pour consulter les procédures utilisant de la 3D	1	2	3	4	5	6	7
<b>29-</b> Les procédures utilisant de la 3D ne seraient pas compatibles avec d'autres logiciels que j'utilise	1	2	3	4	5	6	7
<b>30-</b> Une personne qualifiée de la société X devrait être disponible en cas de difficultés d'utilisation des procédures incluant des animations 3D	1	2	3	4	5	6	7
<b>31-</b> En supposant la mise en place de procédures incluant de la 3D, j'ai l'intention de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance	1	2	3	4	5	6	7
<b>32-</b> Si j'avais accès aux procédures incluant des animations 3D, je pense que je les utiliserais à chaque réalisation d'une opération de maintenance	1	2	3	4	5	6	7
<b>33-</b> J'ai l'intention d'utiliser les procédures incluant des animations 3D uniquement pour des maintenances complexes	1	2	3	4	5	6	7
<b>34-</b> En supposant la mise en place de procédures incluant de la 3D, je prévois de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance	1	2	3	4	5	6	7
<b>35-</b> J'ai l'intention d'utiliser les procédures incluant des animations 3D uniquement pour des maintenances que je ne connais pas	1	2	3	4	5	6	7

## *Partie 2*

### *Animation 2D*

Nous vous présentons maintenant, un exemple de procédures qui inclut une **ANIMATION 2D**. Ensuite, vous trouverez une liste d'affirmations concernant la mise en place des procédures incluant de la 2D.

Veuillez indiquer sur une échelle en 7 points allant de « Pas du tout d'accord » et à « Tout à fait d'accord » votre degré d'accord avec les affirmations proposées.

Une seule réponse par affirmation.

	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
<b>36-</b> Je trouverais utile dans mon travail l'utilisation de procédures incluant des animations 2D	1	2	3	4	5	6	7
<b>37-</b> Je trouve les procédures incluant des animations 2D plus simple à comprendre que du texte	1	2	3	4	5	6	7
<b>38-</b> L'utilisation de procédures incluant des animations 2D me permettrait d'accomplir les tâches plus rapidement dans mon travail	1	2	3	4	5	6	7
<b>39-</b> L'utilisation de procédures incluant des animations 2D permettrait de renforcer la sécurité (des machines et des hommes)	1	2	3	4	5	6	7
<b>40-</b> L'utilisation de procédures incluant des animations 2D pourrait augmenter ma productivité	1	2	3	4	5	6	7
<b>41-</b> L'utilisation de procédures incluant des animations 2D permettrait de réduire l'interprétation des informations	1	2	3	4	5	6	7
<b>42-</b> L'utilisation de procédures incluant des animations 2D, faciliterait mon travail	1	2	3	4	5	6	7
<b>43-</b> L'utilisation des procédures incluant des animations 2D me paraît claire et compréhensible.	1	2	3	4	5	6	7
<b>44-</b> Je serais plus efficace à l'aide de procédure de travail incluant des animations 2D	1	2	3	4	5	6	7
<b>45-</b> Je trouverais les procédures utilisant des animations 2D faciles à utiliser	1	2	3	4	5	6	7
<b>46-</b> L'utilisation de procédures incluant des animations 2D me faciliterait le repérage des éléments sur l'aéronef	1	2	3	4	5	6	7
<b>47-</b> Apprendre à consulter les procédures incluant des animations 2D serait facile pour moi	1	2	3	4	5	6	7
<b>48-</b> L'utilisation de procédures incluant des animations 2D faciliterait ma compréhension des informations	1	2	3	4	5	6	7
<b>49-</b> L'impossibilité d'imprimer les procédures incluant des animations 2D rendrait le travail plus difficile	1	2	3	4	5	6	7
<b>50-</b> L'utilisation d'animations 2D dans les procédures serait une mauvaise idée	1	2	3	4	5	6	7
<b>51-</b> L'utilisation d'animations 2D dans les procédures rendrait le travail plus intéressant.	1	2	3	4	5	6	7

	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
<b>52-</b> Je pense que l'animation 2D seule me suffirait pour réaliser les tâches attendues.	1	2	3	4	5	6	7
<b>53-</b> Travailler avec les procédures utilisant des animations 2D serait ludique	1	2	3	4	5	6	7
<b>54-</b> J'aimerais travailler avec les procédures utilisant des animations 2D.	1	2	3	4	5	6	7
<b>55-</b> L'utilisation d'animations 2D dans les procédures serait un outil précieux dans l'accomplissement de mes tâches	1	2	3	4	5	6	7
<b>56-</b> Je pense qu'il faut garder un minimum de texte en complément de l'animation 2D pour réaliser les tâches attendues	1	2	3	4	5	6	7
<b>57-</b> L'utilisation d'animations 2D dans les procédures serait nuisible à l'accomplissement de mes tâches	1	2	3	4	5	6	7
<b>58-</b> Mes collègues de travail m'encourageraient à utiliser des procédures incluant des animations 2D	1	2	3	4	5	6	7
<b>59-</b> Mon responsable hiérarchique direct m'encouragerait à utiliser les procédures incluant des animations 2D	1	2	3	4	5	6	7
<b>60-</b> Je pense que la direction de mon entreprise pourrait soutenir la mise en place de procédures incluant des animations 2D	1	2	3	4	5	6	7
<b>61-</b> Je dispose des ressources nécessaires pour utiliser les procédures utilisant de la 2D.	1	2	3	4	5	6	7
<b>62-</b> Les procédures incluant des animations 2D ne seraient pas compatibles avec les contraintes physiques du travail (travail en hauteur, zone difficile d'accès, opération salissante...)	1	2	3	4	5	6	7
<b>63-</b> J'ai les connaissances nécessaires pour consulter les procédures utilisant de la 2D.	1	2	3	4	5	6	7
<b>64-</b> Les procédures utilisant de la 2D ne seraient pas compatibles avec d'autres logiciels que j'utilise.	1	2	3	4	5	6	7
<b>65-</b> Une personne qualifiée de la société X devrait être disponible en cas de difficultés d'utilisation des procédures incluant des animations 2D	1	2	3	4	5	6	7
<b>66-</b> En supposant la mise en place de procédures incluant de la 2D, j'ai l'intention de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance	1	2	3	4	5	6	7
<b>67-</b> Si j'avais accès aux procédures incluant des animations 2D, je pense que je les utiliserais à chaque réalisation d'une opération de maintenance	1	2	3	4	5	6	7
<b>68-</b> J'ai l'intention d'utiliser les procédures incluant des animations 2D uniquement pour des maintenances complexes	1	2	3	4	5	6	7
<b>69-</b> En supposant la mise en place de procédures incluant de la 2D, je prévois de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance	1	2	3	4	5	6	7
<b>70-</b> J'ai l'intention d'utiliser les procédures incluant des animations 2D uniquement pour des maintenances que je ne connais pas	1	2	3	4	5	6	7

### *Partie 3 : Photos*

Nous vous présentons ensuite, un exemple de procédures qui inclut des **PHOTOS**. Vous trouverez une liste d'affirmations concernant la mise en place des procédures incluant des illustrations.

Veillez indiquer sur une échelle en 7 points allant de « Pas du tout d'accord » et à « Tout à fait d'accord » votre degré d'accord avec les affirmations proposées.

Une seule réponse par affirmation.

	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
<b>71-</b> Je trouverais utile dans mon travail l'utilisation de procédures incluant des photos	1	2	3	4	5	6	7
<b>72-</b> Je trouve les procédures incluant des photos plus simples à comprendre que du texte	1	2	3	4	5	6	7
<b>73-</b> L'utilisation de procédures incluant des photos me permettrait d'accomplir les tâches plus rapidement dans mon travail	1	2	3	4	5	6	7
<b>74-</b> L'utilisation de procédures incluant des photos permettrait de renforcer la sécurité (des machines et des hommes)	1	2	3	4	5	6	7
<b>75-</b> L'utilisation de procédures incluant des photos pourrait augmenter ma productivité	1	2	3	4	5	6	7
<b>76-</b> L'utilisation de procédures incluant des photos permettrait de réduire l'interprétation des informations	1	2	3	4	5	6	7
<b>77-</b> L'utilisation de procédures incluant des photos faciliterait mon travail	1	2	3	4	5	6	7
<b>78-</b> L'utilisation des procédures incluant des photos me paraît claire et compréhensible.	1	2	3	4	5	6	7
<b>79-</b> Je serais plus efficace à l'aide de procédure de travail incluant des photos	1	2	3	4	5	6	7
<b>80-</b> Je trouverais les procédures incluant des photos faciles à utiliser	1	2	3	4	5	6	7
<b>81-</b> L'utilisation de procédures incluant des photos me faciliterait le repérage des éléments sur l'aéronef	1	2	3	4	5	6	7
<b>82-</b> Apprendre à consulter les procédures incluant des photos serait facile pour moi	1	2	3	4	5	6	7
<b>83-</b> L'utilisation de procédures incluant des photos faciliterait ma compréhension des informations	1	2	3	4	5	6	7
<b>84-</b> L'impossibilité d'imprimer les procédures incluant des photos rendrait le travail plus difficile	1	2	3	4	5	6	7
<b>85-</b> L'utilisation de photos dans les procédures serait une mauvaise idée	1	2	3	4	5	6	7
<b>86-</b> L'utilisation de photos dans les procédures rendrait le travail plus intéressant.	1	2	3	4	5	6	7
<b>87-</b> Je pense que les photos seules me suffiraient pour réaliser les tâches attendues.	1	2	3	4	5	6	7
<b>88-</b> Travailler avec les procédures incluant des photos serait ludique	1	2	3	4	5	6	7

	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
<b>89-</b> J'aimerais travailler avec les procédures incluant des photos.	1	2	3	4	5	6	7
<b>90-</b> L'utilisation de photos dans les procédures serait un outil précieux dans l'accomplissement de mes tâches	1	2	3	4	5	6	7
<b>91-</b> Je pense qu'il faut garder un minimum de texte en complément des photos pour réaliser les tâches attendues	1	2	3	4	5	6	7
<b>92-</b> L'utilisation de photos dans les procédures serait nuisible à l'accomplissement de mes tâches	1	2	3	4	5	6	7
<b>93-</b> Mes collègues de travail m'encourageraient à utiliser des procédures incluant des photos	1	2	3	4	5	6	7
<b>94-</b> Mon responsable hiérarchique direct m'encouragerait utiliser les procédures incluant des photos	1	2	3	4	5	6	7
<b>95-</b> Je pense que la direction de mon entreprise pourrait soutenir la mise en place de procédures incluant des photos	1	2	3	4	5	6	7
<b>96-</b> Je dispose des ressources nécessaires pour utiliser les procédures utilisant des photos	1	2	3	4	5	6	7
<b>97-</b> Les procédures incluant des photos ne seraient pas compatibles avec les contraintes physiques du travail (travail en hauteur, zone difficile d'accès, opération salissante...)	1	2	3	4	5	6	7
<b>98-</b> J'ai les connaissances nécessaires pour consulter les procédures utilisant des photos	1	2	3	4	5	6	7
<b>99-</b> Les procédures utilisant des photos ne seraient pas compatibles avec d'autres logiciels que j'utilise	1	2	3	4	5	6	7
<b>100-</b> Une personne qualifiée de la société X devrait être disponible en cas de difficultés d'utilisation des procédures incluant des photos	1	2	3	4	5	6	7
<b>101-</b> En supposant la mise en place de procédures incluant des photos, j'ai l'intention de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance	1	2	3	4	5	6	7
<b>102-</b> Si j'avais accès aux procédures incluant une des photos, je pense que je les utiliserais à chaque réalisation d'une opération de maintenance	1	2	3	4	5	6	7
<b>103-</b> J'ai l'intention d'utiliser les procédures incluant des photos uniquement pour des maintenances complexes	1	2	3	4	5	6	7
<b>104-</b> En supposant la mise en place de procédures incluant des photos, je prévois de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance	1	2	3	4	5	6	7
<b>105-</b> J'ai l'intention d'utiliser les procédures incluant des photos uniquement pour des maintenances que je ne connais pas	1	2	3	4	5	6	7

## Partie 4 :

### Mode de présentations des procédures

Nous allons maintenant, vous présenter une série de questions concernant l'évaluation de l'interface des procédures vues au cours de ce questionnaire.

<b>106- Je trouve le titre des procédures :</b>	<input type="checkbox"/> Pas visible	<input type="checkbox"/> Visible	<input type="checkbox"/> Ne sait pas
<b>107- Je trouve le titre des sous-parties :</b>	<input type="checkbox"/> Pas visible	<input type="checkbox"/> Visible	<input type="checkbox"/> Ne sait pas
<b>108- Je trouve les messages de sécurité :</b>	<input type="checkbox"/> Pas visibles	<input type="checkbox"/> Visibles	<input type="checkbox"/> Ne sait pas
<b>109- Je trouve le menu :</b>	<input type="checkbox"/> Pas visible	<input type="checkbox"/> Visible	<input type="checkbox"/> Ne sait pas
<b>110- Je trouve les éléments de texte... gros :</b>	<input type="checkbox"/> Pas assez	<input type="checkbox"/> Trop	<input type="checkbox"/> suffisamment
<b>111- Je trouve qu'il y a ... d'information sur chaque écran</b>	<input type="checkbox"/> pas assez	<input type="checkbox"/> Trop	<input type="checkbox"/> suffisamment
<b>112- Je trouve qu'il y a ... de boutons d'action dans la barre inférieure</b>	<input type="checkbox"/> Pas assez	<input type="checkbox"/> Trop	<input type="checkbox"/> suffisamment
<b>113- Je trouve que les animations vont... vite:</b>	<input type="checkbox"/> Pas assez	<input type="checkbox"/> Trop	<input type="checkbox"/> suffisamment
<b>114- Je trouve les couleurs dans les procédures présentées :</b>	<input type="checkbox"/> Pas agréables	<input type="checkbox"/> Agréables	<input type="checkbox"/> Ne sait pas
<b>115- Je trouve l'organisation des informations dans les procédures présentées :</b>	<input type="checkbox"/> Illogique	<input type="checkbox"/> Logique	<input type="checkbox"/> Ne sait pas
<b>116- Je trouve les liens hypertextes vers les autres procédures:</b>	<input type="checkbox"/> Peu intuitifs	<input type="checkbox"/> Intuitifs	<input type="checkbox"/> Ne sait pas
<b>117- Je trouve l'utilisation de pictogrammes... pour la compréhension</b>	<input type="checkbox"/> Utile	<input type="checkbox"/> Inutile	<input type="checkbox"/> Ne sait pas
<b>118- Je trouve la représentation 3D du matériel :</b>	<input type="checkbox"/> Peu conforme à la réalité	<input type="checkbox"/> Conforme à la réalité	<input type="checkbox"/> Ne sait pas
<b>119- Je trouve la représentation 2D du matériel :</b>	<input type="checkbox"/> Peu conforme à la réalité	<input type="checkbox"/> Conforme à la réalité	<input type="checkbox"/> Ne sait pas
<b>120- Je trouve les photos du matériel :</b>	<input type="checkbox"/> Peu conforme à la réalité	<input type="checkbox"/> Conforme à la réalité	<input type="checkbox"/> Ne sait pas

## Partie 5 : Questions générales

Nous vous présentons pour terminer des questions générales. Elles nous seront utiles pour comprendre vos réponses. Elles ne seront utilisées qu'à des fins scientifiques et traitées statistiquement et de manière globale.

<b>Questions sur les médias</b>		
<p>121- D'après-vous, des trois concepts vus précédemment, lequel / lesquels remplit / remplissent le mieux sa/leur fonction par rapport à la tâche à effectuer :</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Animation 3D                      <input type="checkbox"/> Animation 2D                      <input type="checkbox"/> Photos         </p> <p>Pourquoi :</p>		
<p>122- Pensez-vous qu'un média autre que animation 3D / animation 2D / photos puisse être pertinent ?</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Oui                                      <input type="checkbox"/> Non         </p> <p>Si oui lequel ?</p>		
<p>123- Classer par ordre de préférence les concepts que vous souhaiteriez avoir pour faire évoluer les procédures (1 : concept préféré ; 2 : second choix ; 3 : dernier choix) :</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Animation 3D                      <input type="checkbox"/> Animation 2D                      <input type="checkbox"/> Photos         </p> <p>Pourquoi :</p>		
<p>124- Je serais intéressé par un mode expert me donnant uniquement les informations essentielles</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Oui                                      <input type="checkbox"/> Non         </p> <p>Pourquoi :</p>		
<p>125- Je serais intéressé de pouvoir imprimer ce mode expert avec les informations essentielles uniquement</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Oui                                      <input type="checkbox"/> Non         </p> <p>Pourquoi :</p>		
<p>126- Un accès rapide à une séquence en particulier serait utile pour moi</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Oui                                      <input type="checkbox"/> Non         </p> <p>Pourquoi :</p>		
<p>127- Je serais intéressé par un mode automatique déroulant les informations en une fois sans action de ma part</p> <p style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> Oui                                      <input type="checkbox"/> Non         </p> <p>Pourquoi :</p>		
<p>128- Dans quel cas pensez-vous que le visuel est plus pertinent que le texte pour la compréhension:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input type="checkbox"/> Dépose / pose simple  <input type="checkbox"/> Dépose / pose complexe  <input type="checkbox"/> Inspection  <input type="checkbox"/> Réparation  <input type="checkbox"/> Techniques courantes  <input type="checkbox"/> Descriptif  <input type="checkbox"/> Autres : .....         </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input type="checkbox"/> Essai  <input type="checkbox"/> Réglages  <input type="checkbox"/> Utilisation d'outillage spécifique  <input type="checkbox"/> Opération pouvant avoir un impact sur la sécurité  <input type="checkbox"/> Localisation  <input type="checkbox"/> Aucune         </td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Dépose / pose simple <input type="checkbox"/> Dépose / pose complexe <input type="checkbox"/> Inspection <input type="checkbox"/> Réparation <input type="checkbox"/> Techniques courantes <input type="checkbox"/> Descriptif <input type="checkbox"/> Autres : .....	<input type="checkbox"/> Essai <input type="checkbox"/> Réglages <input type="checkbox"/> Utilisation d'outillage spécifique <input type="checkbox"/> Opération pouvant avoir un impact sur la sécurité <input type="checkbox"/> Localisation <input type="checkbox"/> Aucune
<input type="checkbox"/> Dépose / pose simple <input type="checkbox"/> Dépose / pose complexe <input type="checkbox"/> Inspection <input type="checkbox"/> Réparation <input type="checkbox"/> Techniques courantes <input type="checkbox"/> Descriptif <input type="checkbox"/> Autres : .....	<input type="checkbox"/> Essai <input type="checkbox"/> Réglages <input type="checkbox"/> Utilisation d'outillage spécifique <input type="checkbox"/> Opération pouvant avoir un impact sur la sécurité <input type="checkbox"/> Localisation <input type="checkbox"/> Aucune	

<b>Habitudes de travail</b>	
129- Quel format de documentation utilisez-vous aujourd'hui :	<input type="checkbox"/> Electronique interactif <input type="checkbox"/> PDF <input type="checkbox"/> Papier livré par la société X <input type="checkbox"/> Papier imprimé depuis une publication électronique <input type="checkbox"/> Autre :
130- Avez-vous déjà utilisé la procédure existante (n° 6321) correspondant à l' <i>inspection du filtre à huile</i> ? Si oui : combien de fois :	
131- Avez-vous déjà utilisé une procédure similaire sur un autre aéronef de la gamme de la société X ? Si oui, combien de fois :	
132- Avez-vous déjà utilisé la procédure existante (n°3470) correspondant aux <i>essais de fonctionnement du tableau de bord</i> ? Si oui : combien de fois :	
133- Avez-vous déjà utilisé une procédure similaire sur un autre aéronef de la gamme de la société X ? Si oui combien de fois :	
134- Avez-vous déjà utilisé la procédure existante (n° 6410) correspondant <i>au démontage de l'ensemble arrière</i> ? Si oui : combien de fois :	
135- Avez-vous déjà utilisé une procédure similaire sur un autre aéronef de la gamme de la société X ? Si oui combien de fois :	
136- Habituellement, dans quelle langue sont les procédures que vous utilisez ?	
<b>Vous concernant ...</b>	
137- Vous êtes : O Un homme      O Une femme	
138- Quel âge avez-vous:	
139- Quel est votre statut (technicien, responsable...):	
140- Quelles est votre spécialité :	<input type="checkbox"/> Mécanique <input type="checkbox"/> Avionique <input type="checkbox"/> Electrique <input type="checkbox"/> Autre :
141- Pour quelle entreprise travaillez-vous ?	
142- Depuis combien de temps travaillez-vous au sein de votre entreprise (en mois / année ou date d'entrée):	
143- Quelle est votre fonction actuelle ?	
144- Quel est votre niveau d'anglais :	<p>Niveau 1      Peut comprendre et utiliser des expressions familières et quotidiennes ainsi que des énoncés très simples.  <input type="checkbox"/>      Peut communiquer de façon simple si l'interlocuteur parle lentement et distinctement et se montre coopératif.</p> <p>Niveau 2      Peut comprendre des phrases isolées et des expressions fréquemment utilisées.  <input type="checkbox"/>      Peut communiquer lors de tâches simples et habituelles.  Peut décrire avec des moyens simples sa formation, son environnement immédiat et évoquer des sujets qui correspondent à des besoins immédiats.</p>

Niveau 3	Peut comprendre les points essentiels dans un langage clair et standard. <input type="checkbox"/> Peut s'adapter dans la plupart des situations rencontrées en voyage. Peut produire un discours simple et cohérent. Peut raconter, décrire et exposer brièvement un projet ou une idée.
Niveau 4	Peut comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un texte complexe. <input type="checkbox"/> Peut communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance. Peut s'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets
Niveau 5	Peut comprendre une grande gamme de textes longs et exigeants. <input type="checkbox"/> Peut s'exprimer spontanément et couramment sans trop apparemment devoir chercher ses mots. Peut utiliser la langue de façon efficace et souple dans sa vie sociale, professionnelle ou académique. Peut s'exprimer sur des sujets complexes de façon claire et bien structurée.
Niveau 6	Peut comprendre sans effort pratiquement tout ce qu'il/elle lit ou entend. <input type="checkbox"/> Peut s'exprimer spontanément, très couramment et de façon précise. Peut rendre distinctes de fines nuances de sens en rapport avec des sujets complexes.

### Usage des technologies

145- Avez-vous l'habitude d'utiliser des technologies (ordinateur, tablette tactile...) dans la vie de tous les jours ?

Si oui lesquelles :

146- Avez-vous l'habitude d'utiliser des technologies (ordinateur, tablette tactile...) au travail ?

Si oui lesquelles :

	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
147- Si j'entends parler d'une nouvelle technologie de l'information, je voudrais l'essayer	1	2	3	4	5	6	7
148- Parmi mes collègues, je suis souvent le premier à essayer de nouvelles technologies de l'information.	1	2	3	4	5	6	7
149- En général, je suis hésitant à essayer de nouvelles technologies de l'information.	1	2	3	4	5	6	7
150- J'aime découvrir les nouvelles technologies l'information	1	2	3	4	5	6	7

**Commentaire(s) libre(s) :**

# Annexe 2 : Etude 1 - Analyses factorielles

## Analyse factorielle : Animation 3D

1) Analyse des facteurs utilité, facilité, conditions facilitatrices et influence sociale

→ 1ere analyse factorielle exploratoire

Nous commençons par réaliser une analyse factorielle exploratoire maximum de vraisemblance avec rotation oblimum pour voir comment les items se regroupent. Nous avons créé des items spécifiques à notre terrain de recherche, nous voulons donc vérifier qu'ils mesurent bien ce qu'ils sont censés mesurer. Cinq facteurs sont extraits qui expliquent 66.409% de la variance totale expliquée.

Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	8.725	39.659	39.659	5.741	26.094	26.094	7.182
2	1.861	8.457	48.116	3.094	14.065	40.158	4.178
3	1.547	7.032	55.148	1.527	6.943	47.101	5.664
4	1.355	6.158	61.306	1.215	5.525	52.626	.764
5	1.123	5.103	<b>66.409</b>	.659	2.996	55.622	1.659
6	.921	4.188	70.598				
7	.814	3.699	74.297				
8	.758	3.446	77.743				
9	.735	3.342	81.085				
10	.594	2.700	83.784				
11	.542	2.463	86.247				
12	.490	2.226	88.473				
13	.419	1.905	90.378				
14	.369	1.676	92.055				
15	.311	1.414	93.468				
16	.269	1.224	94.692				
17	.263	1.194	95.886				
18	.245	1.113	96.999				
19	.235	1.069	98.068				
20	.183	.830	98.897				
21	.125	.568	99.465				
22	.118	.535	100.000				

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnés pour obtenir une variance totale.

Nous vérifions l'indice KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) qui indique jusqu'à quel point l'ensemble de variables retenu est un ensemble cohérent et permet de constituer une ou des mesures adéquates de concepts. L'Indice KMO doit tendre vers 1. Pour juger de l'indice de KMO, on peut utiliser l'échelle suivante (Durand, 2003) :

- 0,50 et moins est misérable
- entre 0,60 et 0,70, c'est médiocre
- entre 0,70 et 0,80 c'est moyen
- entre 0,80 et 0,90 c'est méritoire
- et plus 0,9 c'est merveilleux

L'indice KMO est méritoire (.889).

Indice KMO et test de Bartlett	
Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	<b>.889</b>
Khi-deux	1716.9
approximé	44
Test de sphéricité de Bartlett	ddl 231
Signification de Bartlett	<b>.000</b>

Le test de sphéricité de Bartlett vérifie l'hypothèse nulle que toutes les corrélations sont égales à 0 : le test doit donc être significatif :  $<.001$ . Le test de Bartlett est significatif ( $<.001$ ), on rejette l'hypothèse nulle. Les corrélations ne sont pas toutes égales à 0.

**Qualité de représentation<sup>a</sup>**

	Initial	Extraction
UT3D1	.572	.547
UT3D2	.670	.702
UT3D3	.740	.770
UT3D4	.403	.326
UT3D5	.790	.878
UT3D6	.551	.490
UT3D7	.629	.596
Fac3D1	.688	.673
Fac3D2	.729	.707
Fac3D3	.664	.592
Fac3D4	.628	.616
Fac3D5	.534	.478
Fac3D6	.721	.999
<b>Fac3D7recod</b>	<b>.204</b>	<b>.058</b>
CONDf3D1	.392	.430
<b>CONDf3D2recod</b>	<b>.337</b>	<b>.175</b>
CONDf3D3	.497	.667
CONDf3D4recod	.218	.100
<b>CONDf3D5</b>	<b>.159</b>	<b>.041</b>
NS3D1	.693	.690
NS3D2	.804	.950
NS3D3	.721	.750

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

La qualité de la représentation c'est la variance de chaque variable qui peut être expliquée par l'ensemble des autres variables. On considère que la qualité de la représentation doit être au minimum de .20. Nous remarquons que 3 items ont une qualité de représentation insuffisante : Fac7recod, Condf3D2recod et condf3D

Nous regardons maintenant comment les itemsaturent sur les dimensions. Comme critère d'inclusion, nous considérons valables les items  $> .3$  et qui sont associés à au moins un facteur. Nous remarquons que les trois items précédemment repérés (FAC7, Condf3D2recod et Condf3D5) neaturent sur aucun facteur. Nous décidons donc de retirer ces items des analyses.

**Matrice des types<sup>a</sup>**

	Facteur				
	1	2	3	4	5
UT3D2	<u>.847</u>	-.074	.070	-.001	.113
Fac3D1	<u>.830</u>	.061	-.015	.020	.095
Fac3D4	<u>.736</u>	-.007	-.027	-.224	-.040
UT3D6	<u>.690</u>	-.018	.032	-.009	.011
Fac3D5	<u>.625</u>	.103	.034	.122	-.016
Fac3D6	<u>.622</u>	-.190	.231	-.574	-.212
UT3D4	<u>.480</u>	.063	.104	.093	-.002
Fac3D3	<u>.468</u>	.181	.253	.107	-.110
<b>CONDf3D4recod</b>	<b>.275</b>	<b>.019</b>	<b>-.016</b>	<b>-.044</b>	<b>-.084</b>
NS3D2	.040	<u>.956</u>	-.011	-.061	.038
NS3D3	-.067	<u>.787</u>	.033	-.059	-.273
NS3D1	.073	<u>.767</u>	.102	.019	.104
UT3D5	.031	.081	<u>.887</u>	.110	-.075
UT3D3	.040	.027	<u>.839</u>	.024	-.081
Fac3D2	.255	.147	<u>.579</u>	-.044	-.028
UT3D7	.382	.045	<u>.436</u>	.034	-.114
CONDf3D2recod	-.040	-.021	<u>.432</u>	-.049	.057
UT3D1	.367	.100	<u>.380</u>	.120	-.123
<b>Fac3D7recod</b>	<b>-.003</b>	<b>.121</b>	<b>-.015</b>	<b>-.191</b>	<b>.026</b>
CONDf3D1	-.016	.073	.138	-.062	<u>-.628</u>
CONDf3D3	.407	.182	-.169	.212	<u>-.524</u>
<b>CONDf3D5</b>	<b>.041</b>	<b>.061</b>	<b>.086</b>	<b>-.049</b>	<b>.130</b>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser. a. La rotation a convergé en 12 itérations.

Nous allons maintenant réaliser une analyse en factorielle confirmatoire à 4 facteurs car nous avons construit notre questionnaire selon les quatre facteurs issus du modèle de l'UTAUT (attente d'effort, attente de performance, conditions facilitatrices et influence sociale).

→ **2eme analyse factorielle confirmatoire à 4 facteurs**

Les quatre facteurs extraits expliquent 70,447% de la variance totale expliquée.

Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	8,529	47,386	47,386	3,021	16,786	16,786	3,396
2	1,838	10,212	57,598	5,338	29,653	46,439	6,101
3	1,324	7,355	64,952	2,292	12,733	59,172	4,445
4	,989	5,495	<b>70,447</b>	,875	4,860	64,032	7,000
5	,800	4,446	74,893				
6	,742	4,124	79,018				
7	,564	3,131	82,149				
8	,518	2,880	85,029				
9	,464	2,576	87,606				
10	,377	2,093	89,699				
11	,353	1,959	91,658				
12	,291	1,618	93,277				
13	,274	1,523	94,799				
14	,247	1,372	96,172				
15	,239	1,331	97,502				
16	,197	1,094	98,596				
17	,133	,738	99,334				
18	,120	,666	100,000				

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnées pour obtenir une variance totale.

L'indice KMO est bon. Le test de Bartlett est significatif nous rejetons donc l'hypothèse nulle, les corrélations ne sont pas toutes égales à 0.

**Indice KMO et test de Bartlett**

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		<b>,901</b>
Khi-deux approximé		1619,524
Test de sphéricité de Bartlett	ddl	153
Signification de Bartlett		,000

Nous regardons maintenant comment les items se regroupent sur les 4 facteurs extraits. Nous avons aussi vérifié la validité des échelles en calculant un alpha de Cronbach pour chaque facteur. Nous considérons que la consistance interne de l'échelle est suffisante lorsque la valeur de l'alpha est supérieure à .70.

**Matrice des types<sup>a</sup>**

	Facteur			
	1	2	3	4
<i>CONDf3D3</i> 28- J'ai les connaissances nécessaires pour consulter les procédures utilisant de la 3D	<u>1,017</u>	-,124	,015	,048
<i>CONDf3D1</i> 26- Je dispose des ressources nécessaires pour utiliser les procédures utilisant de la 3D	<u>,414</u>	,092	-,043	,002
<i>UT3D5</i> 5-L'utilisation de procédures incluant des animations 3D pourrait augmenter ma productivité	,003	<u>,932</u>	-,042	-,034
<i>UT3D3</i> 3-L'utilisation de procédures incluant des animations 3D me permettrait d'accomplir les tâches plus rapidement dans mon travail	,010	<u>,896</u>	-,005	-,030
<i>Fac3D2</i> 9-Je serais plus efficace à l'aide de procédures de travail incluant des animations 3D	-,051	<u>,571</u>	-,161	,262
<i>UT3D7</i> 7-L'utilisation de procédures incluant des animations 3D, faciliterait mon travail	,090	<u>,437</u>	-,021	,352
<i>UT3D1</i> 1-Je trouverais utile dans mon travail l'utilisation de procédures incluant des animations 3D	,088	<u>,405</u>	-,060	,307
<i>NS3D2</i> 24- Mon responsable hiérarchique direct m'encouragerait à utiliser les procédures incluant des animations 3D	-,043	-,055	<u>-1,003</u>	,030
<i>NS3D1</i> 23- Mes collègues de travail m'encourageraient à utiliser des procédures incluant des animations 3D	-,100	,093	<u>-,797</u>	,037
<i>NS3D3</i> 25- Je pense que la direction de mon entreprise pourrait soutenir la mise en place de procédures incluant des animations 3D	,180	-,015	<u>-,795</u>	-,075
<i>Fac3D4</i> 11-L'utilisation de procédures incluant des animations 3D me faciliterait le repérage des éléments	-,028	-,132	-,056	<u>,869</u>
<i>UT3D2</i> 2-Je trouve les procédures incluant des animations 3D plus simples à comprendre que du texte	-,006	,072	,073	<u>,808</u>
<i>Fac3D6</i> 13-L'utilisation de procédures incluant des animations 3D faciliterait ma compréhension des informations	-,075	,109	,022	<u>,803</u>
<i>Fac3D18</i> 8-L'utilisation des procédures incluant des animations 3D me paraît claire et compréhensible	-,012	-,023	-,065	<u>,797</u>
<i>UT3D6</i> 6-L'utilisation de procédures incluant des animations 3D permettrait de réduire l'interprétation des informations	,100	,019	,029	<u>,649</u>
<i>Fac3D5</i> 12-Apprendre à consulter les procédures incluant des animations 3D serait facile pour moi	,137	,059	-,062	<u>,516</u>
<i>UT3D4</i> 4-L'utilisation de procédures incluant des animations 3D permettrait de renforcer la sécurité (des machines et des hommes)	,119	,128	-,028	<u>,383</u>
<i>Fac3D3</i> 10-Je trouverais les procédures utilisant des animations 3D faciles à utiliser	,216	,308	-,127	<u>,313</u>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.

a. La rotation a convergé en 7 itérations.

Ainsi, 4 facteurs sont extraits. Le premier facteur appelé « Conditions facilitatrices » comprend 2 items. La consistance interne de cette dimension est insuffisante (.590). Le deuxième facteur « utilité perçue » comprend 5 items, il présente un alpha de .904 qui est excellent. Le troisième facteur « influence sociale » présente un alpha de .899. Le dernier facteur correspond à la facilité d'utilisation présente un alpha de .894.

Facteurs	Items	Alpha	Titre du facteur
Facteur 1	<i>CONDf3D3</i> 28- J'ai les connaissances nécessaires <i>CONDf3D1</i> 26- Je dispose des ressources nécessaires pour utiliser	.590	Conditions facilitatrices
Facteur 2	<i>UT3D1</i> : 1- utile <i>UT3D3</i> : 3- d'accomplir les tâches plus rapidement dans mon travail <i>UT3D5</i> : 5- pourrait augmenter ma productivité <i>UT3D7</i> : 7- faciliterait mon travail <i>Fac3D2</i> : 9-Je serais plus efficace	.904	Utilité perçue
Facteur 3	<i>NS3D2</i> : 24- Mon responsable hiérarchique direct m'encouragerait à utiliser <i>NS3D3</i> : 25- Je pense que la direction de mon entreprise pourrait soutenir la mise en place <i>NS3D1</i> : 23- Mes collègues de travail m'encourageraient à utiliser	.899	Influence sociale
Facteur 4	<i>UT3D2</i> : 2-plus simples à comprendre que du texte <i>UT3D4</i> : 4- permettrait de renforcer la sécurité <i>UT3D6</i> : 6- permettrait de réduire l'interprétation des informations <i>Fac3D1</i> : 8- me paraît claire et compréhensible <i>Fac3D3</i> : 10- faciles à utiliser <i>Fac3D4</i> : 11- faciliterait le repérage des éléments <i>Fac3D5</i> : 12-Apprendre à consulter facile pour moi <i>Fac3D6</i> : 13- faciliterait ma compréhension des informations	.894	Facilité d'utilisation

## 2) Analyse factorielle Attitude

Nous avons vérifié que les items de l'attitude se regroupent bien en un seul facteur. Nous avons réalisé une analyse factorielle exploratoire.

### → 1ere analyse factorielle exploratoire

2 facteurs sont extraits qui expliquent 58,333% de la variance totale expliquée.

Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	3.347	41.838	41.838	2.923	36.537	36.537	2.478
2	1.320	16.495	<b>58.333</b>	.681	8.518	45.055	1.517
3	.974	12.171	70.504				
4	.714	8.931	79.435				
5	.600	7.502	86.937				
6	.487	6.083	93.021				
7	.344	4.304	97.325				
8	.214	2.675	100.000				

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

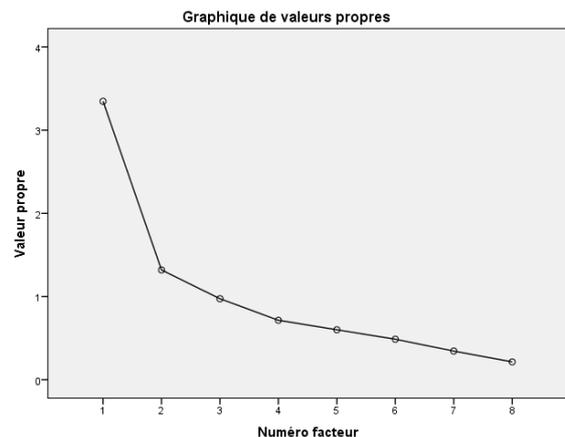
a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnées pour obtenir une variance totale.

L'indice KMO est moyen (.752). Le test de Bartlett étant significatif, nous rejetons l'hypothèse nulle, les corrélations ne sont pas toutes égales à 0.

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	<b>.752</b>
Khi-deux approximé	357.15
ddl	6
Test de sphéricité de Bartlett	28
Signification de Bartlett	<b>.000</b>

	Initial	Extraction
Att3D1recod	.484	.593
Att3D2	.398	.421
<b>Att3D3</b>	<b>.191</b>	<b>.176</b>
Att3D4	.359	.314
Att3D5	.647	.733
Att3D6	.633	.735
<b>Att3D7</b>	<b>.067</b>	<b>.011</b>
Att3D8recod	.431	.621

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.



La qualité de représentation est insuffisante (<.20) pour deux items (ATT3D3 et ATT3D7).

Nous avons regardé comment les items se regroupent. L'item ATT3D7 ne sature sur aucun facteur, nous décidons donc de retirer cet item.

Matrice des types<sup>a</sup>

	Facteur	
	1	2
Att3D6	.795	-.202
Att3D5	.708	-.364
Att3D2	.651	.009
Att3D4	.554	-.029
Att3D3	.419	.165
Att3D8recod	.173	-.736
Att3D1recod	.316	-.644
<b>Att3D7</b>	<b>-.033</b>	<b>-.108</b>

Nous avons réitéré les analyses en effectuant une analyse factorielle confirmatoire à 2 facteurs.

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.  
Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.  
a. La rotation a convergé en 8 itérations.

→ 2eme analyse factorielle confirmatoire à 2 facteurs

Les deux facteurs extraits expliquent 65,559% de la variance totale expliquée.

Variance totale expliquée

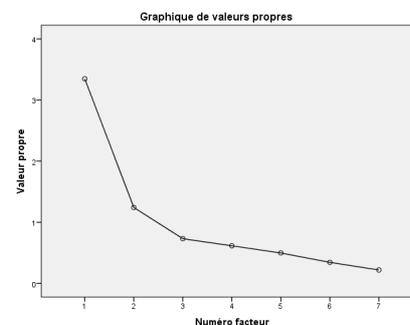
Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Somme des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	3.347	47.809	47.809	2.922	41.746	41.746	2.318
2	1.242	17.750	<b>65.559</b>	.664	9.482	51.228	2.138
3	.732	10.455	76.014				
4	.616	8.794	84.808				
5	.498	7.117	91.925				
6	.345	4.928	96.853				
7	.220	3.147	100.000				

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.  
a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnées pour obtenir une variance totale.

L'indice KMO est méritoire. Le test de Bartlett est significatif, nous rejetons l'hypothèse nulle.

Indice KMO et test de Bartlett

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	<b>.768</b>
Khi-deux approximé	348.8
Test de sphéricité de Bartlett	53
ddl	21
Signification de Bartlett	<b>.000</b>



Nous vérifions comment les items se regroupent sur les deux facteurs extraits. L'item Att3D5 sature sur les deux facteurs. Nous décidons donc de retirer cet item de l'analyse.

### Matrice des types<sup>a</sup>

	Facteur	
	1	2
<i>Att3D6</i> 20-L'utilisation d'animations 3D dans les procédures de travail serait un outil précieux dans l'accomplissement de mes tâches	<u>.710</u>	-.283
<i>Att3D2</i> 16-L'utilisation d'animations 3D dans les procédures rendrait le travail plus intéressant.	<u>.625</u>	-.053
<i>Att3D5</i> 19-J'aimerais travailler avec les procédures utilisant des animations 3D.	<u>.569</u>	<b>-.457</b>
<i>Att3D4</i> 18-Travailler avec les procédures utilisant des animations 3D serait ludique	<u>.526</u>	-.077
<i>Att3D3</i> 17-Je pense que l'animation 3D seule me suffirait pour réaliser les tâches attendues.	<u>.442</u>	.129
<i>Att3D8recod</i> 22-L'utilisation d'animations 3D dans les procédures serait nuisible à l'accomplissement de mes tâches	-.050	<u>-.799</u>
<i>Att3D1recod</i> 15-L'utilisation d'animations 3D dans les procédures serait une mauvaise idée	.099	<u>-.734</u>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.

a. La rotation a convergé en 7 itérations.

Le premier facteur que nous nommons attitude spécifique contient 4 items. Sa consistance interne de .688 est correcte. Nous décidons de retirer l'item Att3D3 car cela améliore la fiabilité de notre échelle qui présente désormais un alpha de .727. Le deuxième facteur appelé « attitude spécifique » est composé de deux items. Sa consistance est bonne (.754).

Facteurs	Items	Alpha	Titre du facteur
Facteur 1	Att3D2 : 16-L'utilisation rendrait le travail plus intéressant. Att3D3 : 17- animation 3D seule me suffirait Att3D4 18- serait ludique Att3D6 20-un outil précieux dans l'accomplissement de mes tâches	.688 <b>.727 sans Att3D3</b>	Attitude positive
Facteur 2	Att3D8recod 22- serait nuisible à l'accomplissement de mes tâches Att3D1recod : 15- serait une mauvaise idée	.754	Attitude négative

### 3) Analyse factorielle Intention

Nous avons vérifié comment les items de l'intention d'utilisation se regroupent. Nous avons réalisé une analyse factorielle exploratoire.

→ 1ere analyse factorielle exploratoire

2 facteurs sont extraits et expliquent 87,209 % de la variance totale expliquée.

#### Variance totale expliquée

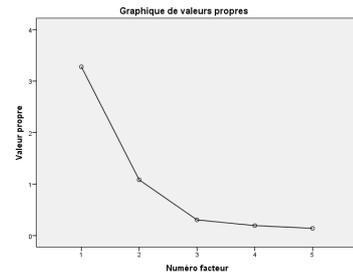
Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	3.278	65.553	65.553	3.048	60.970	60.970	2.879
2	1.083	21.656	<b>87.209</b>	.914	18.286	79.256	2.111
3	.305	6.092	93.301				
4	.194	3.880	97.182				
5	.141	2.818	100.000				

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnées pour obtenir une variance totale.

L'indice KMO est moyen et le test de Bartlett est significatif. Nous rejetons l'hypothèse nulle, les corrélations ne sont pas toutes égales à 0.

Indice KMO et test de Bartlett		
Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		<b>.774</b>
	Khi-deux approximé	466.591
Test de sphéricité de Bartlett	ddl	10
	Signification de Bartlett	<b>.000</b>



La matrice des types indique comment les items saturent sur les deux facteurs extraits.

Matrice des types <sup>a</sup>		
	Facteur	
	1	2
INT3D2 32- Si j'avais accès aux procédures incluant des animations 3D, je pense que je les utiliserais à chaque réalisation d'une opération de maintenance	<u>.931</u>	-.018
INT3D1 31- En supposant la mise en place de procédures incluant de la 3D, j'ai l'intention de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance	<u>.904</u>	.007
INT3D4 34- En supposant la mise en place de procédures incluant de la 3D, je prévois de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance	<u>.895</u>	.000
INT3D3 33- J'ai l'intention d'utiliser les procédures incluant des animations 3D uniquement pour des maintenances complexes	.080	<u>.997</u>
INT3D5 35- J'ai l'intention d'utiliser les procédures incluant des animations 3D uniquement pour des maintenances que je ne connais pas	-.098	<u>.686</u>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.

a. La rotation a convergé en 4 itérations.

Le premier facteur appelé « Intention d'utilisation au quotidien » compte trois items. Sa consistance interne est excellente au vu de l'alpha de Cronbach de .936. Le second facteur « Intention d'utilisation dans des cas particulier » présente aussi une très bonne consistance interne (.821).

Facteurs	Items	Alpha	Titre du facteur
Facteur 1	INT3D2 : Si j'avais accès, je pense que je les utiliserais à chaque réalisation d'une opération de maintenance INT3D1 : En supposant la mise en place, j'ai l'intention de les utiliser à chaque réalisation INT3D434-En supposant la mise en place je prévois de les utiliser à chaque réalisation	.936	Intention d'utilisation au quotidien
Facteur 2	INT3D3 33-uniquement pour des maintenances complexes INT3D5 35-uniquement pour des maintenances que je ne connais pas	.821	Intention d'utilisation cas particulier

## Analyse factorielle animation 2D

Nous réitérons les analyses factorielles effectuées pour le média animation 2D.

### 1) Analyse des facteurs utilité, facilité, conditions facilitatrices et influence sociale

Nous commençons par une analyse factorielle exploratoire.

#### → 1ere analyse factorielle exploratoire

6 facteurs sont extraits qui expliquent 69,686 % de la variance totale expliquée.

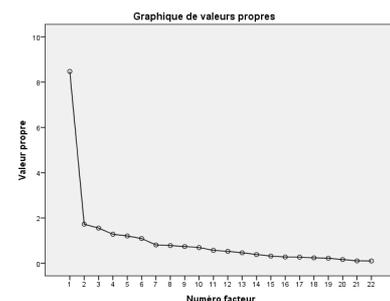
Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	8.474	38.517	38.517	6.832	31.055	31.055
2	1.724	7.837	46.353	1.357	6.170	37.225
3	1.555	7.066	53.419	2.043	9.287	46.512
4	1.281	5.822	59.241	.826	3.754	50.266
5	1.206	5.480	64.721	.837	3.807	54.073
6	1.092	4.965	<b>69.686</b>	.675	3.070	57.143
7	.808	3.672	73.358			
8	.781	3.548	76.907			
9	.740	3.365	80.272			
10	.694	3.153	83.425			
11	.571	2.597	86.021			
12	.527	2.394	88.415			
13	.463	2.105	90.520			
14	.386	1.753	92.273			
15	.317	1.443	93.716			
16	.275	1.249	94.965			
17	.270	1.229	96.194			
18	.242	1.098	97.292			
19	.221	1.004	98.296			
20	.165	.749	99.045			
21	.107	.486	99.532			
22	.103	.468	100.000			

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

L'indice KMO est méritoire (.861). La signification de Bartlett est significative, nous rejetons donc l'hypothèse nulle. Toutes les corrélations ne sont pas toutes égales à 0.

#### Indice KMO et test de Bartlett

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		<b>.861</b>
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-deux approximé	1698.77
	ddl	231
	Signification de Bartlett	<b>.000</b>



Deux items présentent une qualité de représentation insuffisante (<.20).

Qualité de représentation <sup>a</sup>		
	Initial	Extraction
UT2D1	.653	.709
UT2D2	.621	.673
UT2D3	.739	.746
UT2D4	.354	.279
UT2D5	.820	.999
UT2D6	.384	.317
UT2D7	.761	.764
Fac2D1	.682	.650
Fac2D2	.668	.658
Fac2D3	.734	.725
Fac2D4	.643	.727
Fac2D5	.620	.746
Fac2D6	.706	.794
<b>Fac2D7recod</b>	<b>.172</b>	<b>.123</b>
NS2D1	.716	.669
NS2D2	.820	.999
NS2D3	.681	.642
CONDf2D1	.381	.315
CONDf2D2recod	.332	.330
CONDf2D3	.431	.366
CONDf2D4recod	.274	.289
<b>CONDf2D5</b>	<b>.164</b>	<b>.052</b>

La rotation n'ayant pas convergé, nous n'avons pas pu sortir la matrice des types. Cependant nous décidons de retirer les items CONDF2D5 et FAC2D7 qui ont une qualité de représentation faible. Nous faisons une analyse factorielle confirmatoire à 4 facteurs.

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

→ 1ere analyse factorielle confirmatoire à 4 facteurs

Les 4 facteurs extraits expliquent 64,225 % de la variance totale expliquée.

Facteur	Variance totale expliquée						
	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	8.471	42.353	42.353	4.511	22.556	22.556	4.973
2	1.643	8.216	50.569	4.894	24.471	47.027	6.762
3	1.476	7.382	57.952	.986	4.931	51.957	4.881
4	1.255	6.273	<b>64.225</b>	.704	3.520	55.477	2.176
5	1.075	5.373	69.598				
6	.791	3.957	73.554				
7	.754	3.771	77.325				
8	.705	3.525	80.850				
9	.650	3.252	84.102				
10	.538	2.688	86.790				
11	.518	2.588	89.379				
12	.397	1.986	91.365				
13	.322	1.612	92.976				
14	.280	1.401	94.377				
15	.273	1.364	95.741				
16	.246	1.232	96.973				
17	.224	1.119	98.092				
18	.166	.832	98.924				
19	.110	.550	99.474				
20	.105	.526	100.000				

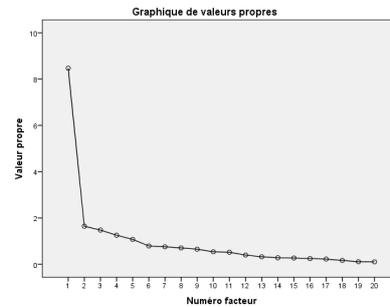
Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnées pour obtenir une variance totale.

L'indice KMO est méritoire (.870). Le test de Bartlett est significatif, nous rejetons l'hypothèse nulle.

**Indice KMO et test de Bartlett**

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		<b>.870</b>
	Khi-deux approximé	1661.34
		8
Test de sphéricité de Bartlett	ddl	190
	Signification de Bartlett	<b>.000</b>



La matrice des types indique 4 items qui ne saturent sur aucun facteur (CONDf2D4recod et CONDF2D1). Nous décidons de retirer ces items des analyses.

**Matrice des types<sup>a</sup>**

	Facteur			
	1	2	3	4
NS2D2	<u>1.048</u>	-.072	-.024	-.021
NS2D3	<u>.798</u>	-.029	.040	-.061
NS2D1	<u>.741</u>	.103	.007	.057
UT2D3	.130	<u>.885</u>	-.175	.003
UT2D5	-.054	<u>.848</u>	.135	-.033
Fac2D2	.151	<u>.735</u>	.015	-.060
UT2D2	.054	<u>.646</u>	-.028	.284
UT2D7	.035	<u>.603</u>	.350	-.064
Fac2D1	.090	<u>.506</u>	.145	.324
UT2D1	.263	<u>.476</u>	.122	.033
Fac2D3	.091	<u>.475</u>	.150	.454
CONDf2D2recod	.032	<u>.302</u>	.083	-.281
<b>CONDf2D4recod</b>	<b>-.004</b>	<b>.283</b>	<b>.112</b>	<b>.000</b>
<b>CONDf2D1</b>	<b>.116</b>	<b>.158</b>	<b>-.017</b>	<b>.156</b>
Fac2D4	.168	-.139	<u>.823</u>	.014
Fac2D6	-.029	.209	<u>.774</u>	-.048
UT2D6	.009	.166	<u>.332</u>	.194
UT2D4	.048	.235	<u>.254</u>	.165
Fac2D5	.035	.058	.418	<u>.495</u>
CONDf2D3	.060	.034	.102	<u>.486</u>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.

a. La rotation a convergé en 10 itérations.

Nous voyons que le facteur 4 présente une consistance interne insuffisante. Nous décidons de refaire une analyse confirmatoire à 3 facteurs.

Facteurs	Items	Alpha
Facteur 1	NS2D2 NS2D3 NS2D1	.894
Facteur 2	UT2D1 UT2D3 UT2D5 UT2D2 Fac2D2 Fac2D1 UT2D7 Fac2D3	.925
Facteur 3	UT2D4 UT2D6 Fac2D6 Fac2D4	.824 Sans UT 6 : .853
<b>Facteur 4</b>	<b>CONDf2D3</b> <b>Fac2D5</b>	<b>.642</b>

→ 2eme analyse factorielle confirmatoire à 3 facteurs

3 facteurs extraits expliquent 62,813% de la variance totale expliquée.

Variance totale expliquée

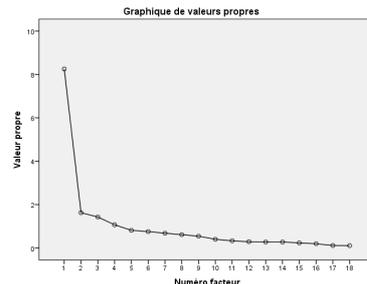
Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	8.252	45.845	45.845	4.427	24.597	24.597	4.673
2	1.627	9.036	54.882	4.693	26.075	50.671	6.071
3	1.428	7.931	<b>62.813</b>	.987	5.482	56.153	5.986
4	1.068	5.934	68.747				
5	.814	4.522	73.269				
6	.755	4.195	77.464				
7	.681	3.785	81.250				
8	.613	3.407	84.657				
9	.544	3.024	87.681				
10	.402	2.231	89.912				
11	.329	1.829	91.740				
12	.289	1.605	93.345				
13	.274	1.524	94.869				
14	.273	1.519	96.388				
15	.233	1.297	97.685				
16	.195	1.086	98.771				
17	.114	.632	99.403				
18	.107	.597	100.000				

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnées pour obtenir une variance totale.

L'indice KMO est méritoire. Le test de Bartlett est significatif, nous rejetons l'hypothèse nulle.

Indice KMO et test de Bartlett

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	<b>.884</b>
Khi-deux approximé	1575.9
Test de sphéricité de Bartlett	10
ddl	153
Signification de Bartlett	<b>.000</b>



La matrice des types présente le regroupement des items sur les trois facteurs extraits.

Matrice des types<sup>a</sup>

	Facteur		
	1	2	3
NS2D2 59- Mon responsable hiérarchique direct m'encouragerait à utiliser les procédures incluant des animations 2D	<u>1.028</u>	-.027	-.037
NS2D3 60- Je pense que la direction de mon entreprise pourrait soutenir la mise en place de procédures incluant des animations 2D	<u>.777</u>	.008	.006
NS2D1 58- Mes collègues de travail m'encourageraient à utiliser des procédures incluant des animations 2D	<u>.727</u>	.105	.065
UT2D3 38- L'utilisation de procédures incluant des animations 2D me permettrait d'accomplir les tâches plus rapidement dans mon travail	.134	<u>.858</u>	-.083
UT2D5 40- L'utilisation de procédures incluant des animations 2D pourrait augmenter ma productivité	-.075	<u>.795</u>	.213
Fac2D2 44- Je serais plus efficace à l'aide de procédures de travail incluant des animations 2D	.138	<u>.694</u>	.074
UT2D7 42- L'utilisation de procédures incluant des animations 2D, faciliterait mon travail	-.007	<u>.534</u>	.415
UT2D2 37- Je trouve les procédures incluant des animations 2D plus simples à comprendre que du texte	.059	<u>.524</u>	.261
UT2D1 36- Je trouverais utile dans mon travail l'utilisation de procédures incluant des animations 2D	.241	<u>.421</u>	.230
CONDf2D2recood 62-Les procédures incluant des animations 3D ne seraient pas compatibles avec les contraintes physiques du travail (travail en hauteur, zone difficile d'accès, opération salissante...)	.014	<u>.326</u>	-.058

Fac2D4 46- L'utilisation de procédures incluant des animations 2D me faciliterait le repérage des éléments	.090	-.154	<u>.809</u>
Fac2D6 48- L'utilisation de procédures incluant des animations 2D faciliterait ma compréhension des informations	-.095	.191	<u>.730</u>
Fac2D5 47- Apprendre à consulter les procédures incluant des animations 2D serait facile pour moi	.018	-.041	<u>.713</u>
UT2D6 41- L'utilisation de procédures de travail incluant des animations 3D permettrait de réduire l'interprétation des informations	-.023	.073	<u>.523</u>
Fac2D3 45- Je trouverais les procédures utilisant des animations 2D faciles à utiliser	.097	.337	<u>.493</u>
Fac2D143- L'utilisation des procédures incluant des animations 2D me paraît claire et compréhensible	.083	.379	<u>.441</u>
UT2D4 39- L'utilisation de procédures de travail incluant des animations 3D permettrait de renforcer la sécurité (des machines et des hommes)	.025	.164	<u>.408</u>
CONDf2D3 63- J'ai les connaissances nécessaires pour consulter les procédures de travail utilisant de la 3D	.071	-.050	<u>.390</u>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.

a. La rotation a convergé en 10 itérations.

Le premier facteur extrait appelé « Influence sociale » présente une très bonne consistance interne (.894). Le deuxième facteur nommé « utilité perçue » présente une très bonne consistance interne (.912). Le troisième facteur présente un alpha de Cronbach de .853. Ce dernier facteur est appelé « facilité d'utilisation ».

Facteurs	Items	Alpha	
Facteur 1	NS3D2 : 59- Mon responsable hiérarchique direct m'encouragerait à utiliser NS3D3 : 60- Je pense que la direction de mon entreprise pourrait soutenir la mise en place NS3D1 : 58- Mes collègues de travail m'encourageraient à utiliser	.894	Influence sociale
Facteur 2	UT2D136- utile dans mon travail UT2D2 37- plus simples à comprendre que du texte UT2D3 38-d'accomplir les tâches plus rapidement UT2D5 40- augmenter ma productivité UT2D7 : 42- faciliterait mon travail Fac2D2 44- Je serais plus efficace CONDf2D2recod 62- pas compatibles avec les contraintes physiques du travail	<b>.868</b> <b>Sans</b> <b>cond2 :</b> <b>.912</b>	Utilité perçue
Facteur 3	Fac2D1 :43- me paraît claire et compréhensible Fac2D3 45- faciles à utiliser Fac2D4 : 46- faciliterait le repérage des éléments Fac2D5 47- Apprendre à consulter serait facile pour moi Fac2D6 48- faciliterait ma compréhension des informations UT2D4 39- permettrait de renforcer la sécurité UT2D6 41- réduire l'interprétation des informations CONDf2D3 63- J'ai les connaissances nécessaires	.847 <b>Sans</b> <b>cond3 .853</b>	Facilité d'utilisation

## 2) Analyse factorielle Attitude

### → 1ere analyse factorielle exploratoire

Nous avons effectué une analyse factorielle exploratoire. 2 facteurs sont extraits et expliquent 58,285 % de la variance totale expliquée.

### Variance totale expliquée

Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	3.113	38.913	38.913	2.678	33.476	33.476	2.276
2	1.550	19.372	<b>58.285</b>	.931	11.633	45.109	1.561
3	.960	12.000	70.285				
4	.677	8.465	78.750				
5	.532	6.649	85.399				
6	.487	6.084	91.483				
7	.444	5.551	97.034				
8	.237	2.966	100.000				

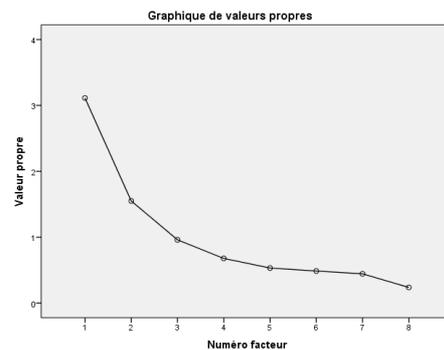
Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnées pour obtenir une variance totale.

L'indice KMO et le test de Bartlett présente des conditions acceptables.

### Indice KMO et test de Bartlett

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	<b>.749</b>
Khi-deux approximé	323.28
Test de sphéricité de Bartlett	2
ddl	28
Signification de Bartlett	<b>.000</b>



La matrice des types montre que l'item ATT2D7 ne sature sur aucun facteur. L'item Att2D5 sature sur les deux facteurs. Nous retirons aussi cet item.

### Matrice des types<sup>a</sup>

	Facteur	
	1	2
Att2D6	.726	-.325
Att2D4	.671	.055
Att2D2	.651	-.092
Att2D5	<b>.624</b>	<b>-.495</b>
Att2D3	.516	.291
Att2D1recod	.128	-.709
Att2D8recod	.107	-.580
<b>Att2D7</b>	<b>-.074</b>	<b>-.273</b>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.

a. La rotation a convergé en 10 itérations.

## → 2eme analyse factorielle confirmatoire à 2 facteurs

Nous avons effectué une analyse confirmatoire à 2 facteurs. Les facteurs extraits expliquent 64,840 % de la variance totale expliquée.

### Variance totale expliquée

Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	2,468	41,136	41,136	1,980	32,995	32,995	1,710
2	1,422	23,703	<b>64,840</b>	,898	14,971	47,966	1,363
3	,732	12,202	77,042				
4	,529	8,813	85,854				
5	,459	7,651	93,505				
6	,390	6,495	100,000				

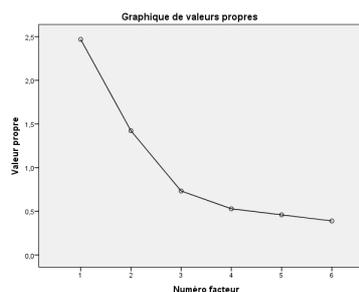
Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnées pour obtenir une variance totale.

Les deux tests (KMO et Bartlett) sont bons.

### Indice KMO et test de Bartlett

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	<b>,699</b>
Khi-deux approximé	186,93
ddl	2
Test de sphéricité de Bartlett	15
Signification de Bartlett	<b>,000</b>



### Matrice des types<sup>a</sup>

	Facteur	
	1	2
Att2D2 51- L'utilisation d'animations 2D dans les procédures de travail rendrait le travail plus intéressant.	<u>.684</u>	-,180
Att2D4 53- Travailler avec les procédures de travail utilisant des animations 2D serait ludique	<u>.665</u>	-,025
Att2D6 55-L'utilisation d'animations 2D dans les procédures de travail serait un outil précieux dans l'accomplissement de mes tâches	<u>.614</u>	-,369
Att2D3 52- Je pense que l'animation 2D seule me suffirait pour réaliser les tâches attendues.	<u>.531</u>	,223
Att2D1recod 50- L'utilisation d'animations 2D dans les procédures serait une mauvaise idée	,008	<u>-,805</u>
Att2D8recod 57- L'utilisation d'animations 2D dans les procédures serait nuisible à l'accomplissement de mes tâches	,018	<u>-,586</u>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser. a. La rotation a convergé en 7 itérations

Le premier facteur « attitude spécifique » compte 4 items et présente un alpha de .708. Nous décidons de retirer l'item Att2D3 car cela améliore la fiabilité de l'échelle (.746). Le deuxième facteur « attitude générale » compte 3 items et sa consistance interne est suffisante (.639).

Facteurs	Items	Alpha	
Facteur 1	Att2D4 53- serait ludique Att2D6 55- outil précieux dans l'accomplissement de mes tâches Att2D2 51- rendrait le travail plus intéressant Att2D3 52- l'animation 2D seule me suffirait	.708 sans <b>Att2D3</b> <b>.746</b>	Attitude positive
Facteur 2	Att2D1recood 50- mauvaise idée Att2D8recood 51 serait nuisible à l'accomplissement de mes tâches	.639	Attitude négative

### 3) Analyse factorielle Intention

#### → 1ere analyse factorielle exploratoire

Les 2 facteurs extraits expliquent 91,683 % de la variance totale expliquée.

#### Variance totale expliquée

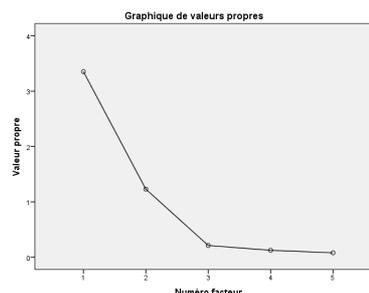
Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	3.354	67.084	67.084	2.119	42.385	42.385	2.193
2	1.230	24.599	<b>91.683</b>	2.207	44.139	86.525	3.014
3	.212	4.241	95.924				
4	.125	2.491	98.416				
5	.079	1.584	100.000				

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnées pour obtenir une variance totale.

L'indice KMO et le test de Bartlett sont bons.

#### Indice KMO et test de Bartlett

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	<b>.739</b>
Khi-deux approximé	629.65
ddl	8
Test de sphéricité de Bartlett	10
Signification de Bartlett	<b>.000</b>



#### Matrice des types<sup>a</sup>

	Facteur	
	1	2
INT2D3 68- J'ai l'intention d'utiliser les procédures incluant des animations 2D uniquement pour des maintenances complexes	<u>1.022</u>	.051
INT2D5 70- J'ai l'intention d'utiliser les procédures incluant des animations 2D uniquement pour des maintenances que je ne connais pas	<u>.777</u>	-.052
INT2D2 67- Si j'avais accès aux procédures incluant des animations 2D, je pense que je les utiliserais à chaque réalisation d'une opération de maintenance	.032	<u>.981</u>
INT2D1 66- En supposant la mise en place de procédures incluant de la 2D, j'ai l'intention de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance	.006	<u>.952</u>
INT2D4 69- En supposant la mise en place de procédures incluant de la 2D, je prévois de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance	-.045	<u>.900</u>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser. a. La rotation a convergé en 3 itérations.

Le premier facteur extrait compte deux items. Nous appelons ce facteur « Intention d'utilisation dans des cas particuliers ». Sa consistance interne est très bonne (.887). Le deuxième facteur compte 3 items et présente une consistance interne excellente (.962).

Facteurs	Items	Alpha	
Facteur 1	INT2D3 68- J'ai l'intention d'utiliser pour des maintenances complexes INT2D5 70- J'ai l'intention d'utiliser pour des maintenances que je ne connais pas	.887	Intention cas particulier
Facteur 2	INT2D2 67- Si j'avais accès je pense que je les utiliserais à chaque réalisation d'une opération de maintenance INT2D1 66- En supposant la mise en place, j'ai l'intention de les utiliser à chaque réalisation d'une opération INT2D4 69- En supposant la mise en je prévois de les utiliser à chaque réalisation d'une opération	.962	Intention quotidien

## Analyse factorielle photos

Nous avons refait les analyses pour le média photo.

### 1) Analyse des facteurs utilité, facilité, condition facilitatrice et influence sociale

#### → 1ere analyse factorielle exploratoire

Les 5 facteurs extraits expliquent 64,628% de la variance totale expliquée.

#### Variance totale expliquée

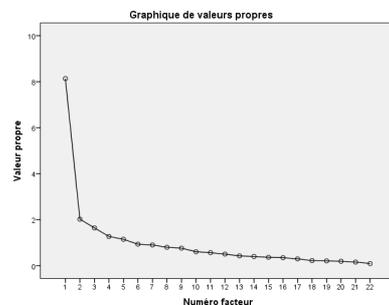
Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	8.133	36.967	36.967	4.392	19.963	19.963	4.446
2	2.021	9.188	46.155	4.819	21.906	41.869	5.668
3	1.643	7.470	53.625	1.036	4.709	46.577	3.907
4	1.272	5.780	59.406	1.163	5.286	51.863	1.214
5	1.149	5.222	<b>64.628</b>	.591	2.689	54.552	4.748
6	.934	4.246	68.874				
7	.902	4.098	72.972				
8	.800	3.635	76.607				
9	.763	3.469	80.076				
10	.607	2.758	82.834				
11	.565	2.568	85.402				
12	.503	2.287	87.690				
13	.426	1.939	89.628				
14	.400	1.820	91.448				
15	.365	1.659	93.107				
16	.348	1.581	94.687				
17	.296	1.344	96.031				
18	.222	1.008	97.039				
19	.208	.947	97.987				
20	.191	.870	98.856				
21	.158	.717	99.573				
22	.094	.427	100.000				

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnées pour obtenir une variance totale.

Les indices KMO et Bartlett sont bons.

#### Indice KMO et test de Bartlett

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		<b>.877</b>
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-deux approximé	1615.64
	ddl	3
	Signification de Bartlett	<b>.000</b>



**Matrice des types<sup>a</sup>**

	Facteur				
	1	2	3	4	5
NSILL2	<u>1.056</u>	-.097	-.060	.012	-.030
NSILL1	<u>.939</u>	-.017	-.036	-.035	-.065
NSILL3	<u>.615</u>	.076	.075	.078	.109
UTILL5	<u>.029</u>	<u>.913</u>	-.077	-.021	.051
UTILL3	.096	<u>.702</u>	.108	-.096	.098
FacILL2	.040	<u>.674</u>	.192	.011	.143
UTILL7	.086	<u>.550</u>	-.112	.087	.448
UTILL4	.040	<u>.498</u>	<b>.323</b>	-.071	-.041
FacILL5	.015	-.015	<u>.718</u>	-.025	.134
CONDfILL3	.024	.075	<u>.545</u>	.055	-.111
FacILL3	.138	.017	<u>.457</u>	.064	.351
FacILL1	.044	.318	<u>.413</u>	-.049	.222
CONDfILL1	.100	.122	<u>.315</u>	<u>.311</u>	-.086
CONDfILL4recod	.104	-.054	-.015	<u>.739</u>	.057
CONDfILL2recod	-.051	-.006	.115	<u>.378</u>	.196
FacILL7recod	-.006	-.080	.025	<u>.345</u>	-.050
CONDfILL5	-.005	-.139	.150	<u>-.341</u>	.212
UTILL1	.099	.137	.048	.005	<u>.654</u>
FacILL4	.043	.227	-.081	-.021	<u>.625</u>
FacILL6	.117	.246	.154	.107	<u>.508</u>
UTILL2	.174	.115	.159	-.207	<u>.399</u>
UTILL6	.145	.216	.121	-.085	<u>.325</u>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser. a. La rotation a convergé en 13 itérations.

Nous voulons vérifier comment les items se regroupent si nous forçons les analyses à 4 facteurs.

→ **2eme analyse factorielle confirmatoire à 4 facteurs**

Les 4 facteurs extraits expliquent 59,406 % de la variance totale expliquée.

**Variance totale expliquée**

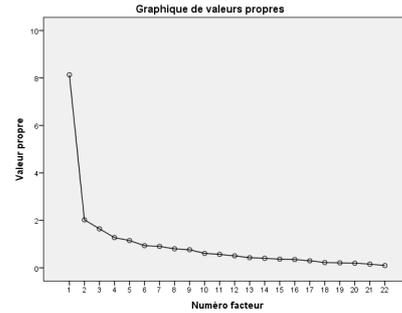
Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	8.133	36.967	36.967	3.986	18.117	18.117
2	2.021	9.188	46.155	5.147	23.395	41.511
3	1.643	7.470	53.625	1.018	4.628	46.140
4	1.272	5.780	<b>59.406</b>	1.058	4.808	50.947
5	1.149	5.222	64.628			
6	.934	4.246	68.874			
7	.902	4.098	72.972			
8	.800	3.635	76.607			
9	.763	3.469	80.076			
10	.607	2.758	82.834			
11	.565	2.568	85.402			
12	.503	2.287	87.690			
13	.426	1.939	89.628			
14	.400	1.820	91.448			
15	.365	1.659	93.107			
16	.348	1.581	94.687			
17	.296	1.344	96.031			
18	.222	1.008	97.039			
19	.208	.947	97.987			
20	.191	.870	98.856			
21	.158	.717	99.573			
22	.094	.427	100.000			

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

Les indices KMO et Bartlett remplissent les conditions d'inclusion.

### Indice KMO et test de Bartlett

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		<b>.877</b>
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-deux approximé	1615.64
	ddl	3
	Signification de Bartlett	<b>.000</b>



Les analyses ne convergent pas. Nous regardons les corrélations inter items qui peuvent nous donner des indications sur les items qui peuvent poser problème.

3 items ne corrèlent avec aucun autre : FAC7, COND 4 et COND 5. Nous décidons de retirer ces derniers des analyses et de refaire une analyse factorielle confirmatoire à 4 facteurs.

### → 2eme analyse factorielle confirmatoire à 4 facteurs

Les 4 facteurs extraits expliquent 65,274 % de la variance totale.

#### Variance totale expliquée

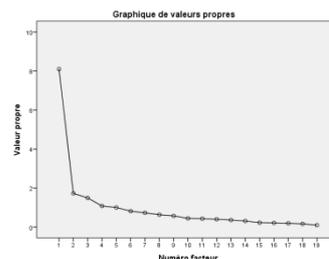
Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	8.102	42.640	42.640	4.452	23.432	23.432	4.281
2	1.727	9.089	51.728	4.678	24.621	48.053	6.101
3	1.495	7.869	59.598	.947	4.982	53.035	3.987
4	1.078	5.676	<b>65.274</b>	.745	3.923	56.958	4.842
5	1.002	5.273	70.546				
6	.815	4.292	74.838				
7	.730	3.840	78.678				
8	.634	3.337	82.016				
9	.573	3.018	85.034				
10	.446	2.345	87.378				
11	.431	2.268	89.646				
12	.400	2.105	91.751				
13	.361	1.899	93.650				
14	.311	1.634	95.284				
15	.226	1.189	96.473				
16	.213	1.122	97.595				
17	.196	1.030	98.625				
18	.165	.867	99.492				
19	.097	.508	100.000				

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnées pour obtenir une variance totale.

Les indices KMO et Bartlett remplissent les conditions d'inclusion.

### Indice KMO et test de Bartlett

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		<b>.893</b>
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-deux approximé	1530.80
	ddl	0
	Signification de Bartlett	<b>.000</b>



La matrice des types révèle un item qui ne sature sur aucun item.

Matrice des types<sup>a</sup>

	Facteur			
	1	2	3	4
NSILL2 94- Mon responsable hiérarchique direct m'encouragerait à utiliser les procédures incluant des photos	<u>1.050</u>	-.093	-.063	-.003
NSILL1 93- Mes collègues de travail m'encourageraient à utiliser des procédures incluant des photos	<u>.930</u>	-.011	-.057	.024
NSILL3 95- Je pense que la direction de mon entreprise pourrait soutenir la mise en place procédures incluant des photos	<u>.610</u>	.086	.101	-.084
UTILL5 75- L'utilisation de procédures incluant des photos pourrait augmenter ma productivité	.010	<u>.979</u>	-.132	.001
UTILL3 73- L'utilisation de procédures incluant des photos me permettrait d'accomplir les tâches plus rapidement dans mon travail	.068	<u>.726</u>	.044	-.110
FacILL2 79- Je serais plus efficace à l'aide de procédures de travail incluant des photos	.020	<u>.679</u>	.158	-.149
UTILL7 77- L'utilisation de procédures incluant des photos, faciliterait mon travail	.077	<u>.562</u>	-.076	-.376
UTILL4 74- L'utilisation de procédures incluant des photos permettrait de renforcer la sécurité (des machines et des hommes)	.013	<u>.534</u>	.285	.058
FacILL5 82- Apprendre à consulter les procédures incluant des photos serait facile pour moi	-.013	-.050	<u>.714</u>	-.184
CONDfILL3 98- J'ai les connaissances nécessaires pour consulter les procédures utilisant des photos	.013	.050	<u>.571</u>	.103
FacILL3 80- Je trouverais les procédures utilisant des photos faciles à utiliser	.120	-.038	<u>.497</u>	-.388
CONDfILL1 96- Je dispose des ressources nécessaires pour utiliser les procédures utilisant des photos	.120	.110	<u>.405</u>	.162
FacILL1 78- L'utilisation des procédures incluant des photos me paraît claire et compréhensible	.016	.285	<u>.384</u>	-.282
<b>CONDfILL2recod 97- Les procédures incluant des photos ne seraient pas compatibles avec les contraintes physiques du travail (travail en hauteur, zone difficile d'accès, opération salissante...)</b>	<b>-.022</b>	<b>-.006</b>	<b>.225</b>	<b>-.078</b>
UTILL1 71- Je trouverais utile dans mon travail l'utilisation de procédures incluant des photos	.079	.075	.067	<u>-.713</u>
FacILL4 81- L'utilisation de procédures incluant des photos me faciliterait le repérage des éléments	.022	.225	-.063	<u>-.601</u>
UTILL2 72- Je trouve les procédures incluant des photos plus simples à comprendre que du texte	.136	.090	.109	<u>-.481</u>
FacILL6 83- L'utilisation de procédures incluant des photos faciliterait ma compréhension des informations	.104	.246	.203	<u>-.448</u>
UTILL6 76- L'utilisation de procédures incluant des photos permettrait de réduire l'interprétation des informations	.120	.211	.104	<u>-.345</u>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.  
a. La rotation a convergé en 13 itérations.

Facteurs	Items	Alpha	Titre facteur
Facteur 1	NSILL2 94- Mon responsable hiérarchique direct m'encouragerait à utiliser NSILL1 93- Mes collègues de travail m'encourageraient NSILL3 95- la direction de mon entreprise pourrait soutenir	.893 sans NS 3 : .943	Influence sociale
Facteur 2	UTILL3 73- accomplir les tâches plus rapidement dans mon travail UTILL4 74- renforcer la sécurité UTILL5 75- augmenter ma productivité UTILL7 77- faciliterait mon travail FacILL2 79- Je serais plus efficace	.898 sans UT 4 : .911	
Facteur 3	FacILL1 78- me paraît claire et compréhensible FacILL3 80- faciles à utiliser FacILL5 82- Apprendre à serait facile pour moi CONDfILL1 96- Je dispose des ressources nécessaires CONDfILL3 98- J'ai les connaissances nécessaires pour consulter	.732 sans <b>COND1 : .756 Sans COND 3 : .790</b>	
Facteur 4	UTILL1 71- Je trouverais utile UTILL2 72- plus simples à comprendre que du texte UTILL6 76- permettrait de réduire l'interprétation des informations FacILL4 81- me faciliterait le repérage des éléments FacILL6 83- faciliterait ma compréhension des informations	.831	

Nous remarquons que, tout comme pour l'animation 3D et l'animation 2D, les items « conditions facilitatrices » sont retirés des analyses. Nous décidons donc de refaire une analyse exploratoire à 3 facteurs.

→ **3eme analyse factorielle confirmatoire à 3 facteurs**

Les trois facteurs extraits expliquent 68,624% de la variance totale expliquée.

Facteur	Variance totale expliquée						
	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	
1	7.066	50.469	50.469	3.034	21.671	21.671	3.201
2	1.461	10.434	60.903	4.838	34.557	56.228	5.739
3	1.081	7.721	<b>68.624</b>	.835	5.967	62.195	5.286
4	.849	6.065	74.689				
5	.717	5.121	79.809				
6	.595	4.252	84.062				
7	.431	3.079	87.141				
8	.423	3.021	90.162				
9	.339	2.419	92.581				
10	.299	2.136	94.718				
11	.248	1.771	96.488				
12	.213	1.520	98.009				
13	.177	1.264	99.273				
14	.102	.727	100.000				

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnées pour obtenir une variance totale.

Les deux indices remplissent les conditions d'inclusion.

**Indice KMO et test de Bartlett**

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	<b>.897</b>
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-deux approximé 1237.121
	ddl 91
	Signification de Bartlett <b>.000</b>

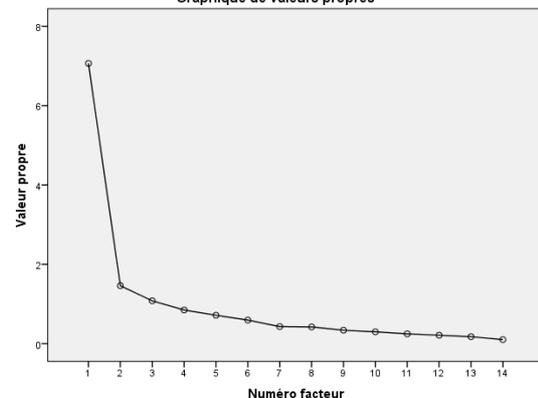
**Matrice des types<sup>a</sup>**

	Facteur		
	1	2	3
NSILL2	<u>1.018</u>	.002	.052
NSILL1	<u>.891</u>	-.014	-.025
FacILL3	.071	<u>.778</u>	.099
FacILL5	-.036	<u>.726</u>	.118
UTILL1	.013	<u>.666</u>	-.115
FacILL1	-.017	<u>.637</u>	-.190
FacILL6	.064	<u>.569</u>	-.230
UTILL2	.084	<u>.541</u>	-.085
FacILL4	-.025	<u>.458</u>	-.271
UTILL6	.088	<u>.407</u>	-.195
UTILL5	.038	-.112	<u>-.986</u>
UTILL3	.073	.149	<u>-.705</u>
FacILL2	.017	.299	<u>-.629</u>
UTILL7	.056	.264	<u>-.587</u>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.  
Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.

a. La rotation a convergé en 14 itérations.

Graphique de valeurs propres



Le premier facteur compte deux items. Nous le nommons « Influence sociale » et sa consistance interne est excellente (.943). Le deuxième facteur « facilité d'utilisation » compte 8 items et sa consistance est très bonne (.874). Le dernier facteur « utilité perçue » compte 4 items et présente une consistance interne excellente (.911).

Facteurs	Items	Alpha	Titre facteur
Facteur 1	NSILL2 94- Mon responsable hiérarchique direct m'encouragerait à utiliser NSILL1 93- Mes collègues de travail m'encourageraient	.943	Influence sociale
Facteur 2	UTILL1 71- Je trouverais utile UTILL2 72- plus simples à comprendre que du texte UTILL6 76- permettrait de réduire l'interprétation des informations FacILL1 78- me paraît claire et compréhensible FacILL3 80- faciles à utiliser FacILL4 81- me faciliterait le repérage des éléments FacILL5 82- Apprendre à serait facile pour moi FacILL6 83- faciliterait ma compréhension des informations	.874	Facilité d'utilisation
Facteur 3	UTILL3 73- accomplir les tâches plus rapidement dans mon travail UTILL5 75- augmenter ma productivité UTILL7 77- faciliterait mon travail FacILL2 79- Je serais plus efficace	.911	Utilité perçue

## 2) Analyse factorielle Attitude

### → 1ere analyse factorielle exploratoire

Les 2 facteurs extraits expliquent 55,737% de la variance totale expliquée.

#### Variance totale expliquée

Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	2.957	36.958	36.958	1.433	17.918	17.918	1.129
2	1.502	18.779	<b>55.737</b>	2.102	26.274	44.191	2.440
3	.899	11.237	66.974				
4	.737	9.207	76.181				
5	.692	8.654	84.835				
6	.515	6.435	91.270				
7	.411	5.135	96.405				
8	.288	3.595	100.000				

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnées pour obtenir une variance totale.

#### Indice KMO et test de Bartlett

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	<b>.720</b>
Test de sphéricité de Khi-deux approximé	274.665
Bartlett	28
Signification de Bartlett	<b>.000</b>

La matrice des types révèle que l'item ATTILL7 ne sature aucun facteur. Les corrélations inter items révèlent que l'item ATTILL3 ne corrèle avec aucun autre item. Nous décidons donc de retirer ces deux items des analyses.

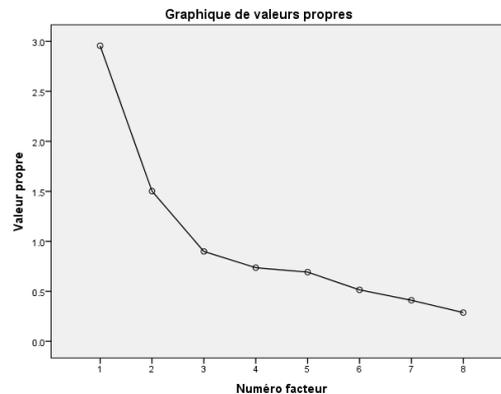
**Matrice des types<sup>a</sup>**

	Facteur	
	1	2
AttILL8recod	<u>.929</u>	.253
AttILL3	<u>-.336</u>	.175
AttILL6	-.148	<u>.810</u>
AttILL5	-.035	<u>.797</u>
AttILL4	-.081	<u>.619</u>
AttILL2	-.052	<u>.570</u>
AttILL1recod	.271	<u>.527</u>
<b>AttILL7</b>	<b>.138</b>	<b>.217</b>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.

a. La rotation a convergé en 9 itérations.



→ **2eme analyse factorielle exploratoire**

Les 2 facteurs extraits expliquent 66,406% de la variance totale expliquée.

**Variance totale expliquée**

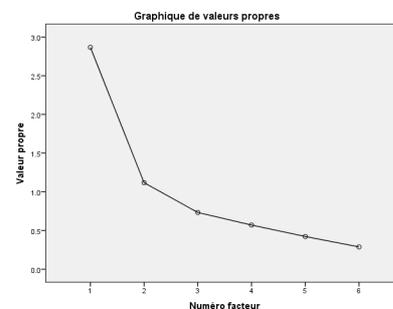
Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	2.867	47.778	47.778	1.700	28.326	28.326	1.668
2	1.118	18.629	<b>66.406</b>	1.487	24.786	53.112	2.258
3	.733	12.222	78.629				
4	.571	9.511	88.139				
5	.423	7.053	95.192				
6	.288	4.808	100.000				

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnées pour obtenir une variance totale.

**Indice KMO et test de Bartlett**

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	<b>.719</b>
Khi-deux approximé	239.202
Test de sphéricité de ddl	15
Bartlett	Signification de <b>.000</b>



### Matrice des types<sup>a</sup>

	Facteur	
	1	2
AttILL1recod 85- L'utilisation de photos dans les procédures serait une mauvaise idée	<u>.991</u>	.019
AttILL8recod 92- L'utilisation de photos dans les procédures serait nuisible à l'accomplissement de mes tâches	<u>.424</u>	.003
AttILL5 89- J'aimerais travailler avec les procédures utilisant des photos	.030	<u>.785</u>
AttILL6 90- L'utilisation de photos dans les procédures serait un outil précieux dans l'accomplissement de mes tâches	.040	<u>.784</u>
AttILL2 86- L'utilisation de photos dans les procédures rendrait le travail plus intéressant	-.090	<u>.623</u>
AttILL4 88- Travailler avec les procédures utilisant des photos serait ludique	.102	<u>.561</u>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.

a. La rotation a convergé en 3 itérations.

Le premier facteur appelé « Attitude positive » compte deux items. Sa consistance interne est insuffisante (.564) Le deuxième facteur « Attitude négative » compte 4 items et présente une consistance interne suffisante (.791).

Facteurs	Items	Alpha	Titre du facteur
Facteur 1	AttILL1recod 85- serait une mauvaise idée AttILL8recod 92- serait nuisible à l'accomplissement de mes tâches	.564	Attitude positive
Facteur 2	AttILL6 90- serait un outil précieux AttILL5 89- J'aimerais travailler avec AttILL4 88- serait ludique AttILL2 86- rendrait le travail plus intéressant	.791	Attitude négative

### 3) Analyse factorielle Intention

→ **1ere analyse factorielle exploratoire**

2 facteurs extraits : NE CONVERGENT PAS

→ **1ère analyse factorielle confirmatoire à 2 facteurs**

NE CONVERGE PAS

Compte tenu que les analyses factorielles en maximum de vraisemblance ne donnent pas la matrice de structure, nous décidons de réaliser une analyse en composantes principales (ACP). Cette analyse est une méthode très utilisée, elle est basée sur la variance spécifique de chaque variable et permet d'extraire un nombre de facteurs minimum qui explique la plus grande partie de la variance totale.

→ **1ère analyse en composantes principales rotation oblmin à deux facteurs**

Nous forçons à deux facteurs car, lors de l'analyse de l'animation 3D et de l'animation 2D, nous avons trouvé deux sous-facteurs à la dimension de l'intention d'utilisation. Ainsi, deux facteurs sont extraits et expliquent 90.227 % de la variance totale.

### Variance totale expliquée

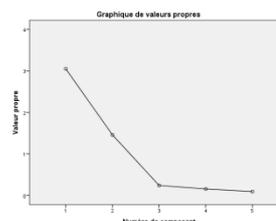
Composante	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	3,052	61,038	61,038	3,052	61,038	61,038	2,867
2	<b>1,459</b>	<b>29,189</b>	<b>90,227</b>	1,459	29,189	90,227	2,034
3	,241	4,812	95,039				
4	,155	3,107	98,146				
5	,093	1,854	100,000				

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales. a. Lorsque les composantes sont corrélées, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnées pour obtenir une variance totale.

L'indice KMO est insuffisant mais le test de sphéricité de Bartlett est non significatif.

### Indice KMO et test de Bartlett

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		<b>,688</b>
Test de sphéricité de Bartlett	Khi-deux approximé	552,699
	ddl	10
	Signification de Bartlett	<b>,000</b>



La matrice des types indiquent que tous les items présentent de bonnes saturations sur les facteurs extraits.

### Matrice des types<sup>a</sup>

	Composante	
	1	2
INTILL2 102- Si j'avais accès aux procédures de travail incluant une des photos, je pense que je les utiliserais à chaque réalisation d'une opération de maintenance	,963	
INTILL1 101- En supposant la mise en place de procédures de travail incluant des photos, j'ai l'intention de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance	,947	
INTILL4 104- En supposant la mise en place de procédures de travail incluant des photos, je prévois de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance	,939	
INTILL3 103- J'ai l'intention d'utiliser les procédures de travail incluant des photos uniquement pour des maintenances complexes		,964
INTILL5 105- J'ai l'intention d'utiliser les procédures de travail incluant des photos uniquement pour des maintenances que je ne connais pas		,932

Méthode d'extraction : Analyse en composantes principales. Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.  
a. La rotation a convergé en 3 itérations.

Le premier facteur appelé « Intention d'utilisation cas particulier » comprend deux items et présente une fiabilité haute (.889). Le deuxième facteur appelé « Intention d'utilisation au quotidien » compte trois items et présente un alpha de .945 ce qui est particulièrement haut. Nous pouvons nous demander si les items ne sont pas trop proches les uns des autres.

Facteurs	Items	Alpha	
Facteur 1	INTILL3 103- J'ai l'intention d'utiliser les procédures de travail incluant des photos uniquement pour des maintenances complexes INTILL5 105- J'ai l'intention d'utiliser les procédures de travail incluant des photos uniquement pour des maintenances que je ne connais pas	.889	Intention cas particulier
Facteur 2	INTILL2 102- Si j'avais accès aux procédures de travail incluant une des photos, je pense que je les utiliserais à chaque réalisation d'une opération de maintenance INTILL1 101- En supposant la mise en place de procédures de travail incluant des photos, j'ai l'intention de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance INTILL4 104- En supposant la mise en place de procédures de travail incluant des photos, je prévois de les utiliser à chaque réalisation d'une opération de maintenance	.945	Intention quotidien

## Annexe 3 : Etude 2 - Répartition des participants en fonction du format et du niveau d'expérience des techniciens

Age	Participant	Sexe	Nationalité	Ancienneté	Spécialité	Nombre de réalisations de la carte de travail	Expérience	Niveau d'anglais
23 ans	Stagiaire	Femme	Français	9 jours	Electrique	0	Inexpérimenté	A2
22 ans	Stagiaire	Homme	Français	1 an (12 mois)	Mécanique	0	Inexpérimenté	B2
18 ans	Etudiant Alternance	Homme	Français	5 mois	Mécanique	0	Inexpérimenté	B1
24 ans	Technicien	Homme	Français	1 mois	Mécanique	Souvent mais pas sur cette machine	Peu Expérimenté	A2
43 ans	Instructeur	Homme	Français	2 mois	Mécanique	0 sur cette machine	Peu expérimenté	B2
70 ans	Instructeur	Homme	Français	25 ans (300 mois)	Mécanique	De nombreuses fois	Expérimenté	B2
29 ans	Technicien	Homme	Chinois	6 ans (72 mois)	Mécanique	Une dizaine	Expérimenté	B1
33 ans	Technicien	Homme	Français	6 ans (72 mois)	Mécanique	Une dizaine	Expérimenté	B1

### Caractéristiques des participants utilisant la procédure de référence 3D

Age	Participant	Sexe	Nationalité	Ancienneté	Spécialité	Nombre de réalisations de la carte de travail	Expérience	Niveau d'anglais
54 ans	Responsable avionique	Homme	Anglais	10 ans (120 mois)	Avionique	0	Inexpérimenté	Langue maternelle
34 ans	Technicien	Homme	Chinois	3ans (36 mois)	Avionique	0	Inexpérimenté	B1
20 ans	Etudiant stagiaire	Homme	Français	1 semaine	Mécanique	0	Inexpérimenté	B1
25 ans	Technicien	Homme	Français	4 ans ½ (54 mois)	Mécanique	3 fois	Peu expérimenté	B2
49 ans	Technicien	Homme	Chinois	19 ans (228 mois)	Mécanique	Très souvent	Expérimenté	B2
49 ans	Assistant ingénieur	Homme	Chinois	22 ans (264 mois)	Mécanique	Très souvent	Expérimenté	C1

### Caractéristiques des participants utilisant le format animation 3D

Age	Participants	Sexe	Nationalité	Ancienneté	Spécialité	Nombre de réalisation de la carte de travail	Expérience	Niveau d'anglais
58ans	Instructeur	Homme	Français	11 ans (132 mois)	Electrique Electronique	De nombreuses fois	Expérimenté	C1
61ans	Instructeur	Homme	Français	26 ans (312 mois)	Avionique	Aucune	Inexpérimenté	C2
23 ans	Stagiaire	Femme	Français	10 jours	Electrique	Aucune	Inexpérimenté	A2
22 ans	Stagiaire	Homme	Français	2 jours	Mécanique structure	Aucune	Inexpérimenté	B2
22 ans	Stagiaire	Homme	Français	1 an (12 mois)	Mécanique structure	Aucune	Inexpérimenté	B2
42 ans	Technicien	Homme	Français	4 ans (48 mois)	Electricien	De nombreuses fois	Expérimenté	B1
47ans	Responsable	Homme	Français	13 ans (156 mois)	Avionique	Une quinzaine de fois	Expérimenté	A2

**: Caractéristiques des participants utilisant la procédure de référence 2D**

Age	Participant	Sexe	Nationalité	Ancienneté	Spécialité	Nombre de réalisations de la carte de travail	Expérience	Niveau d'anglais
31 ans	Technicien	Homme	Chinois	8 ans (96 mois)	Avionique	Aucune	Inexpérimenté	A1
42 ans	Assistant ingénieur	Homme	Chinois	6 jours	Avionique	Aucune	Inexpérimenté	C1
34 ans	Ingénieur	Homme	Chinois	2 ans (24 mois)	Mécanique	Aucune	Inexpérimenté	C1
27 ans	Technicien	Homme	Chinois	6 ans (72 mois)	Avionique	Plusieurs autres machines	Expérimenté	A1
31 ans	Technicien	Homme	Chinois	4 ans (48 mois)	Avionique	Beaucoup sur d'autres machines	Expérimenté	A1
42 ans	Technicien	Homme	Chinois	15 ans (180 mois)	Avionique	Très souvent	Expérimenté	C1
47 ans	Technicien	Homme	Français	1 an (12 mois)	Avionique	5-6 fois	Expérimenté	B1

**Caractéristiques des participants utilisant la procédure animation 2D**

Age	Participant	Sexe	Nationalité	Ancienneté	Spécialité	Nombre de réalisations de la carte de travail	Expérience	Niveau d'anglais
24 ans	Technicien	Homme	Français	2 mois	Mécanique	Aucune	Inexpérimenté	A2
23 ans	Technicien	Homme	Français	6 ans et demi (78 mois)	Mécanique	3-4 fois ancienne version	Peu Expérimenté	B2
23 ans	Technicien	Homme	Français	1 an (12 mois)	Mécanique	6 fois	Peu Expérimenté	B2
39 ans	Technicien	Homme	Français	2 ans et demi (28 mois)	Mécanique	Entre 5 et 10 fois	Peu Expérimenté	B1
53 ans	Technicien	Homme	Français	20 ans (240 mois)	Mécanique	3	Expérimenté	A1
49 ans	Technicien	Homme	Français	26 ans (312 mois)	Mécanique	Très très souvent	Expérimenté	A2

### Caractéristiques des participants utilisant la procédure de référence photos

Age	Participant	Sexe	Nationalité	Ancienneté	Spécialité	Nombre de réalisations de la carte de travail	Expérience	Niveau d'anglais
22 ans	Technicien	Homme	Chinois	1 an (12 mois)	Avionique	Aucune	Inexpérimenté	C2
26 ans	Technicien	Femme	Canadienne	4 ans (48 mois)	Avionique	Aucune	Inexpérimenté	Langue maternelle
30 ans	Technicien	Homme	Français	2 ans (24 mois)	Mécanique	5-6	Peu expérimenté	A2
28 ans	Technicien	Homme	Chinois	3 ans (36 mois)	Mécanique	4-5	Peu expérimenté	C1
53 ans	Chef atelier	Homme	Français	24 ans (288 mois)	Mécanique	30-40	Expérimenté	A2
54ans	Technicien	Homme	Français	34 ans (408 mois)	Mécanique	Très souvent	Expérimenté	B2
55 ans	Ingénieur	Homme	Chinois	6 ans (72 mois)	Mécanique	Très souvent	Expérimenté	Langue maternelle

### Caractéristiques des participants utilisant la procédure incluant des photos

## Annexe 4 : Etude 2 - Grille d'observation systématique

- **Date :**
- **Lieu :**

<b>Description de la procédure de travail :</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type de procédure de travail (texte, 3D...) :</li> <li>- Nombre de mots :</li> <li>- Nombre de pages :</li> <li>- Nombre de renvois à d'autres procédures :</li> <li>- Nombre de « NOTE » :</li> <li>- Nombre de « ATTENTION » :</li> </ul>

<b>Pré-questionnaire</b>	
<p><b>1-</b> Vous êtes : <input type="radio"/> Un homme    <input type="radio"/> Une femme</p> <p><b>2-</b> Quel est votre âge ?</p> <p><b>3-</b> Quelle est votre fonction actuelle ?</p> <p><b>4-</b> Pour quelle entreprise travaillez-vous ?</p> <p><b>5-</b> Quelle est votre formation initiale (étude) ?</p> <p><b>6-</b> Depuis combien de temps travaillez-vous au sein de votre entreprise (en mois / année ou date d'entrée) ?</p> <p><b>7-</b> Quel est votre parcours professionnel ?</p> <p><b>8-</b> Avez-vous une spécialité (ex : mécanique, électronique...) ?</p> <p><b>9-</b> Avez-vous une spécialité concernant le type d'appareil ?</p>	<p><b>10-</b> Quel est votre niveau d'anglais :</p> <p><input type="radio"/> A1</p> <p><input type="radio"/> A2</p> <p><input type="radio"/> B1</p> <p><input type="radio"/> B2</p> <p><input type="radio"/> C1</p> <p><input type="radio"/> C2</p> <p><b>11-</b> Sur quels types d'appareils réalisez-vous de la maintenance ?</p> <p><b>12-</b> Avez-vous déjà utilisé cette procédure de travail pour réaliser la maintenance de ce type de matériel :</p> <p><input type="radio"/> Oui    <input type="radio"/> Non</p> <p>Si oui combien ?</p> <p><b>13-</b> Avez-vous l'habitude d'utiliser des technologies (ordinateurs, tablette tactile...) dans la vie de tous les jours ? Au travail ?</p> <p><b>14-</b> Habituellement dans quelle langue sont les procédures de travail que vous utilisez ?</p> <p><b>15-</b> Environnement de travail (pays, atelier...)</p>

## Grille d'observation

### Première réaction:

#### 1. Efficacité

- 1.1. Réussite de la tâche :
- 1.2. Temps mis pour réaliser la tâche :
- 1.3. Temps passé sur la procédure :
- 1.4. Pour nouveaux formats : mode d'utilisation :
- 1.5. Erreur commise (type + temps passé) :

### Déroulement de la maintenance (description)

#### 2. Manifestation cognitive

- 2.1. Marque d'hésitation :
- 2.2. Demandes d'aides :
- 2.3. Marque d'incompréhension :
- 2.4. Nombre de fois qu'un utilisateur exprime de la frustration ou de la satisfaction + verbalisations :
- 2.5. Remarques positives et / ou commentaires négatifs :
- 2.6. Attitudes physiques favorables / défavorables de l'utilisateur (gestes, mimiques, paroles) :

#### 3. Efficience

- 3.1. Présence des ressources nécessaires pour atteindre les objectifs (matériels...) :
- 3.2. Comptabiliser le nombre de modes opératoires effectués pour accomplir une tâche donnée :
- 3.3. Nombre de fois où l'utilisateur se réfère à la procédure :
- 3.4. Nombre d'aller-retour entre les pages / nombre de visionnage :
- 3.5. Repérage des éléments réalisés (temps + verbalisations) :

#### 4. Facilité d'utilisation

- 4.1. Possibilité d'utiliser la procédure lors de la réalisation de la maintenance :
- 4.2. Mode d'utilisation de la procédure (imprimé, aller-retour...) :
- 4.3. Prise en compte des NOTE, attentions, renvois à procédure de travail :
- 4.4. Pictogramme utilisé :
- 4.5. Fonctionnement des animations :
- 4.6. Caractère intuitif des animations :
- 4.7. Utilisation de la procédure dans ses déplacements :

### Déplacement du technicien :

## Post-questionnaire / entretien :

### 1. Données générales :

- 1.1. Que pouvez-vous me dire sur le déroulement de cette tâche ?
- 1.2. Est-ce une situation normale ou perturbée ?
- 1.3. Que pensez-vous du temps que vous avez mis pour réaliser la tâche ?

### 2. Présentation de l'information:

- 2.1. Que pensez-vous de la présentation des procédures de travail ? Pensez-vous qu'il y a trop, pas assez ou juste ce qu'il faut de texte ? Où (montrer sur procédure) ? Pourquoi ?
- 2.2. Que pouvez-vous me dire sur l'emplacement des informations ?
- 2.3. Quelles différences faites-vous entre les NOTE et les CAUTION et WARNING ?
- 2.4. Trouvez-vous les messages attention visibles ?
- 2.5. Qu'évoque pour vous les pictogrammes suivants (montrer les pictogrammes)



### 3. Facilité d'utilisation :

- 3.1. Trouvez-vous que les procédures de travail actuelles sont faciles à utiliser ?
- 3.2. Trouvez-vous la procédure de travail que vous avez utilisée facile à utiliser ?
- 3.3. Trouvez-vous les procédures de travail facile à comprendre ?
- 3.4. Avez-vous trouvé la procédure de travail utilisée dans le test facile à comprendre ?
- 3.5. Y a-t-il des termes ou des éléments visuels qui ne vous ont pas paru clairs ?

### 4. Efficacité / Utilité :

- 4.1. Pensez-vous que les procédures de travail actuelles répondent à vos besoins pour réaliser les tâches attendues ?
- 4.2. Pourquoi utilisez-vous les procédures de cette façon (aller-retour, imprimée...) ?
- 4.3. Trouvez-vous les enchaînements des informations clairs ?
- 4.4. Percevez-vous un apport ou inconvénient par rapport à l'existant (procédure de travail classique).
- 4.5. Pensez-vous que ce type de procédure de travail permet de renforcer la sécurité (des machines mais aussi des hommes) ?

### 5. Efficience :

- 5.1. Pensez-vous que les procédures de travail actuelles sont adaptées aux contraintes physiques du travail (travail en hauteur, étroit...)
- 5.2. Pensez-vous que la procédure de travail utilisée pour le test est adaptée aux contraintes physiques du travail (travail en hauteur, étroit...)
- 5.3. La procédure de travail vous aide-t-elle dans le repérage des éléments ?
- 5.4. Avez-vous repéré où se situe les titres des étapes ?
- 5.5. Avez-vous utilisé le menu ?
- 5.6. Qu'en pensez-vous ?

### 6. Satisfaction / attitude :

- 6.1. Comment percevez-vous les procédures de travail actuelles vis-à-vis de votre travail ?
- 6.2. Que pensez-vous de l'idée d'améliorer les procédures de travail ?
- 6.3. Que pouvez-vous me dire sur l'ergonomie visuelle de cette procédure (couleur, emplacement des informations...) ?
- 6.4. Préférez-vous cette présentation ou la procédure classique ? Pourquoi ?
- 6.5. Si cette présentation était mise en place, l'utiliserez-vous à la place des anciennes ?

## Annexe 5 : Etude 3 - Questionnaire sur la perception et l'utilisation du logiciel de gestion de procédures

---

L'Université Pierre Mendès France mène un travail sur l'utilisation des technologies dans les organisations. A ce titre, nous nous intéressons au logiciel de gestion de procédure mis en place dans les ateliers de maintenance. Une première étude a eu lieu il y a 2 ans. Avec cette nouvelle étude nous souhaitons approfondir les connaissances acquises grâce à ce premier travail.

Sophie Laffage, étudiante en master 1 de psychologie, réalise un travail de recherche sur ce sujet. Votre opinion sur le logiciel nous intéresse pour nous permettre de mieux comprendre la portée et les usages qui sont faits de ce logiciel, vos réponses sont donc très importantes. C'est votre opinion personnelle qui nous intéresse. Vos réponses seront anonymes et tenues confidentielles.

Il est important que vous répondiez à toutes les questions, même si vous avez l'impression que certaines se ressemblent. Les réponses à ce questionnaire vous prendront environ 30 minutes. Merci de nous accorder ce temps.

**Ce questionnaire est anonyme et confidentiel :** seules Sophie Laffage et Emma Cippelletti auront accès aux données brutes. Si vous avez une question, n'hésitez pas à les poser directement à Sophie Laffage. Un retour sur les résultats de cette étude vous sera communiqué ultérieurement.

Nous vous remercions de votre collaboration.

Emma Cippelletti et Sophie Laffage

## Partie 1 : Le logiciel et votre travail

Vous trouverez ci-dessous une liste d'affirmations concernant votre perception du logiciel sur différents aspects vis-à-vis de votre travail.

Veuillez indiquer sur une échelle en 7 points votre degré d'accord avec les affirmations proposées, allant de 1 « Pas du tout d'accord » à 7 « Tout à fait d'accord ».

**Une seule réponse par affirmation.**

	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
1- L'utilisation du logiciel me permet d'accomplir mes tâches plus rapidement	1	2	3	4	5	6	7
2- L'utilisation du logiciel augmente ma productivité	1	2	3	4	5	6	7
3- Je trouve le logiciel utile pour mon travail	1	2	3	4	5	6	7
4- L'utilisation du logiciel facilite mon travail	1	2	3	4	5	6	7
5- L'utilisation du logiciel améliore mon efficacité au travail	1	2	3	4	5	6	7
6- L'utilisation du logiciel améliore la qualité de mon travail	1	2	3	4	5	6	7
7- La plupart des informations dont j'ai besoin pour réaliser mon travail sont disponibles sur le logiciel	1	2	3	4	5	6	7
8- En général, l'utilisation du logiciel est une aide pour mon travail	1	2	3	4	5	6	7
9- L'utilisation du logiciel me permet de mieux contrôler le résultat de mon travail	1	2	3	4	5	6	7
10- L'utilisation du logiciel me permet de vérifier les opérations que je fais	1	2	3	4	5	6	7
11- J'ai une meilleure maîtrise de mon travail avec l'utilisation du logiciel	1	2	3	4	5	6	7
12- Apprendre à utiliser le logiciel a été facile pour moi	1	2	3	4	5	6	7
13- L'utilisation du logiciel est claire et compréhensible	1	2	3	4	5	6	7
14- Je trouve le logiciel facile à utiliser	1	2	3	4	5	6	7
15- L'utilisation du logiciel me demande beaucoup d'effort mental	1	2	3	4	5	6	7
16- Je trouve l'utilisation du logiciel rigide (peu interactif)	1	2	3	4	5	6	7
17- Les problèmes techniques rendent difficile l'utilisation du logiciel	1	2	3	4	5	6	7
18- Utiliser le logiciel est compatible avec tous les aspects de mon travail	1	2	3	4	5	6	7
19- L'utilisation du logiciel s'accorde avec ma façon de travailler	1	2	3	4	5	6	7
20- Je pense que l'utilisation du logiciel cadre bien avec la façon dont j'aime travailler	1	2	3	4	5	6	7
21- L'utilisation du logiciel est compatible avec le type de maintenance que je réalise	1	2	3	4	5	6	7
22- L'utilisation du logiciel dans mon travail est une bonne idée	1	2	3	4	5	6	7
23- L'utilisation du logiciel rend mon travail plus intéressant	1	2	3	4	5	6	7
24- J'aime travailler avec le logiciel	1	2	3	4	5	6	7
25- Travailler avec le logiciel est plaisant	1	2	3	4	5	6	7

	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
<b>26-</b> Mes collègues de travail m'encouragent à utiliser le logiciel au quotidien	1	2	3	4	5	6	7
<b>27-</b> Mes collègues de travail pensent que je devrais utiliser le logiciel au quotidien	1	2	3	4	5	6	7
<b>28-</b> Mon responsable hiérarchique direct m'encourage à utiliser le logiciel à chaque maintenance	1	2	3	4	5	6	7
<b>29-</b> Mon responsable hiérarchique pense que je devrais utiliser le logiciel au quotidien	1	2	3	4	5	6	7
<b>30-</b> Mon supérieur direct s'attend à ce que j'utilise le logiciel pour réaliser mon travail	1	2	3	4	5	6	7
<b>31-</b> Mon utilisation du logiciel est volontaire	1	2	3	4	5	6	7
<b>32-</b> Mon responsable n'exige pas de moi que j'utilise le logiciel pour mon travail	1	2	3	4	5	6	7
<b>33-</b> Bien qu'il puisse être utile, l'utilisation du logiciel n'est pas obligatoire dans mon travail	1	2	3	4	5	6	7
<b>34-</b> Le logiciel n'est pas compatible avec d'autres logiciels que j'utilise (PRJ, ISM...)	1	2	3	4	5	6	7
<b>35-</b> J'ai les connaissances nécessaires pour utiliser le logiciel	1	2	3	4	5	6	7
<b>36-</b> J'ai les ressources matérielles nécessaires pour utiliser le logiciel	1	2	3	4	5	6	7
<b>37-</b> Une personne du service « logiciel » est disponible pour m'assister en cas de difficultés avec l'utilisation du logiciel	1	2	3	4	5	6	7
<b>38-</b> Je n'ai pas le temps d'utiliser le logiciel pour mon travail	1	2	3	4	5	6	7
<b>39-</b> J'ai une bonne connaissance de l'utilisation du logiciel	1	2	3	4	5	6	7
<b>40-</b> Une formation est disponible pour m'aider à améliorer mon utilisation du logiciel	1	2	3	4	5	6	7
<b>41-</b> La direction me fournit l'aide et les ressources nécessaires pour utiliser le logiciel	1	2	3	4	5	6	7
<b>42-</b> J'ai l'intention de continuer à utiliser le logiciel dans mon travail de temps en temps	1	2	3	4	5	6	7
<b>43-</b> J'aimerais utiliser le logiciel dans mon travail le plus souvent possible	1	2	3	4	5	6	7
<b>44-</b> J'ai l'intention de continuer à utiliser le logiciel dans mon travail tous les jours	1	2	3	4	5	6	7
<b>45-</b> Je prévois d'accroître mon utilisation du logiciel dans le futur	1	2	3	4	5	6	7
<b>46-</b> Si j'avais accès à plus de procédures, j'utiliserais davantage le logiciel dans mon travail	1	2	3	4	5	6	7

## Partie 2 :

### Utilisation du logiciel et des nouvelles technologies

Dans cette partie, nous souhaitons connaître votre utilisation du logiciel, ainsi que votre rapport aux technologies en général.

Usage du logiciel
47- Depuis combien de temps utilisez-vous le logiciel ? .....
48- Avez-vous eu une formation pour utiliser le logiciel ? <input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON Si oui, par qui ? .....
49- En général, combien de temps passez-vous sur le logiciel chaque semaine (heure par semaine)? ..... .....
50- En général, combien de procédures différentes utilisez-vous dans votre travail (donnez une estimation)? ..... .....
51- En général, par semaine j'utilise le logiciel :  <input type="checkbox"/> Tous les jours <input type="checkbox"/> Une fois par semaine <input type="checkbox"/> 2-3 fois par semaine <input type="checkbox"/> 4 à 6 fois par semaine <input type="checkbox"/> Moins d'une fois par semaine <input type="checkbox"/> Je ne l'utilise pas <input type="checkbox"/> Je l'utilise davantage, précisez : .....
52- En général, par jour, je suis amené à scanner des interventions sur le logiciel :  <input type="checkbox"/> Une fois par jour <input type="checkbox"/> Deux fois par jour <input type="checkbox"/> Trois fois par jour <input type="checkbox"/> Quatre fois par jour <input type="checkbox"/> Cinq fois par jour <input type="checkbox"/> Je ne l'utilise pas <input type="checkbox"/> Je l'utilise davantage, précisez : .....
53- J'utilise le logiciel :  <input type="checkbox"/> A chaque maintenance (lorsque la procédure existe), <input type="checkbox"/> Pour des maintenances préventives, <input type="checkbox"/> Pour des maintenances correctives (recherche de panne),

Je n'utilise pas le logiciel,  
 Autre, précisez : .....

54- En règle générale, dans l'atelier où je travaille les procédures sont :

de niveau 5 (très détaillées)  
 de niveau 3 (niveau intermédiaire de détail)  
 de niveau 1 (aucun détail dans les différentes étapes)  
 il existe très peu de procédures

55- Avez-vous déjà participé à la conception ou l'amélioration d'une procédure :  
 OUI                       NON

56- Si oui, combien de fois environ : .....

57- Pour quel atelier : .....

58- Etes-vous autorisé à mettre le mode dérogation sur le logiciel ?  
 OUI                       NON                       Je ne connais pas ce mode

59- Si non : A qui vous adressez-vous si vous en avez besoin ? .....

### Usage des technologies

60- Avez-vous l'habitude d'utiliser des technologies (ordinateur, tablette tactile...) dans la vie de tous les jours ?  
 OUI                       NON

61- Si oui, lesquelles : .....

62- Avez-vous l'habitude d'utiliser des technologies (ordinateur, tablette tactile...) au travail ?  
 OUI                       NON

63- Si oui, lesquelles : .....

Veillez indiquer sur une échelle en 7 points votre degré d'accord avec les affirmations proposées, allant de 1 « Pas du tout d'accord » à 7 « Tout à fait d'accord »

**Une seule réponse par affirmation.**

	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
64- Si j'entends parler d'une nouvelle technologie, j'ai souvent envie de l'essayer	1	2	3	4	5	6	7
65- Parmi mes collègues, je suis souvent le premier à essayer de nouvelles technologies	1	2	3	4	5	6	7
66- En général, je suis hésitant à essayer de nouvelles technologies	1	2	3	4	5	6	7
67- J'aime découvrir les nouvelles technologies	1	2	3	4	5	6	7

## Partie 3 : Caractéristiques du logiciel

Dans cette partie, nous souhaitons maintenant avoir des informations plus précises sur le contenu du logiciel.

<b>68-</b> D'après-vous, pour quel(s) type(s) d'opération(s) de maintenance le logiciel est le plus utile : (Veuillez indiquer sur une échelle en 7 points votre degré d'accord avec les affirmations proposées. <b>Une seule réponse par affirmation.</b> )	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
Démontage simple d'un matériel	1	2	3	4	5	6	7
Remontage simple d'un matériel	1	2	3	4	5	6	7
Démontage complexe d'un matériel	1	2	3	4	5	6	7
Remontage complexe d'un matériel	1	2	3	4	5	6	7
Nettoyage simple d'un matériel	1	2	3	4	5	6	7
Nettoyage complexe d'un matériel	1	2	3	4	5	6	7
Recherche de panne	1	2	3	4	5	6	7
Test de l'état de fonctionnement du matériel	1	2	3	4	5	6	7
Critère d'acceptabilité d'une pièce	1	2	3	4	5	6	7
Utilisation d'outil spécifique	1	2	3	4	5	6	7
Opération pouvant avoir un impact sur la sécurité	1	2	3	4	5	6	7
Localisation de pièce sur un matériel	1	2	3	4	5	6	7
Aucune	1	2	3	4	5	6	7
Autres, précisez : .....							
.....							
.....							

<b>69-</b> Concernant le logiciel vis-à-vis de mon travail, je serais intéressé par : (Veuillez indiquer sur une échelle en 7 points votre degré d'accord avec les affirmations proposées. <b>Une seule réponse par affirmation.</b> )	Pas du tout d'accord	Pas d'accord	Plutôt pas d'accord	Neutre	Plutôt d'accord	D'accord	Tout à fait d'accord
Plus de texte dans les procédures	1	2	3	4	5	6	7
Plus de visuel dans les procédures (animations 3D, vidéo...)	1	2	3	4	5	6	7
Plus de documentation technique (plan constructeur, manuel de maintenance...)	1	2	3	4	5	6	7
Plus de procédures disponibles	1	2	3	4	5	6	7
Plus de liberté de navigation (accès rapide à une étape, possibilité de revenir en arrière ou de sauter des étapes...)	1	2	3	4	5	6	7
Plus d'interactivité (champ à remplir, commentaire...)	1	2	3	4	5	6	7
L'accès à l'historique des interventions	1	2	3	4	5	6	7
Autres, précisez : .....							
.....							
.....							

70- Pour quel(s) autres(s) usages(s) auriez-vous l'intention d'utiliser le logiciel dans votre travail ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

71- Je serais intéressé par un mode expert me donnant uniquement les informations essentielles :

Oui  Non

Si oui, selon vous, quelles seraient les informations « essentielles » que devrait comporter ce mode expert ? .....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

72- Quelles difficultés rencontrez-vous avec le logiciel ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

73- D'après vous, comment pourrait-on améliorer le logiciel pour qu'il soit plus adapté à votre travail ? (réponse libre)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## Partie 4 : Questions générales

Pour terminer, nous vous présentons des questions générales vous concernant.

74- Vous êtes : <input type="checkbox"/> Un homme <input type="checkbox"/> Une femme
75- Age :
76- Fonction: <input type="checkbox"/> Technicien(ne) <input type="checkbox"/> Opérateur(trice) <input type="checkbox"/> Stagiaire / Apprentissage <input type="checkbox"/> Autre :.....
77- Depuis combien de temps travaillez-vous au sein de l'entreprise ?
78- De quel service / activité faites-vous partie ?
79- Depuis combien de temps travaillez-vous dans l'atelier / le service auquel vous appartenez ?

<p><b><u>Commentaire(s) libre(s) : Dans cet espace, vous avez la possibilité d'exprimer votre opinion sur le questionnaire ainsi que d'ajouter des commentaires</u></b></p>
---

**Merci pour votre participation**

## Annexe 6 : Etude 3 - Analyses factorielles

### Première étape de l'analyse factorielle: Utilité, facilité d'utilisation, compatibilité et contrôle (item 1 à 21)

#### → Analyse factorielle exploratoire

Nous avons commencé par réaliser une analyse factorielle exploratoire maximum de vraisemblance avec rotation oblimum pour voir comment les items se regroupent. 5 facteurs sont extraits qui expliquent 68.494% de la variance totale expliquée.

Facteur	Variance totale expliquée					
	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	6.603	31.442	31.442	2.393	11.397	11.397
2	3.073	14.633	46.075	3.599	17.140	28.538
3	1.895	9.023	55.098	2.753	13.108	41.646
4	1.608	7.658	62.755	2.293	10.918	52.564
5	1.205	5.739	<b>68.494</b>	1.525	7.261	59.824
6	.989	4.712	73.206			
7	.776	3.693	76.899			
8	.736	3.504	80.403			
9	.722	3.439	83.842			
10	.593	2.826	86.667			
11	.521	2.482	89.150			
12	.420	2.002	91.152			
13	.387	1.841	92.993			
14	.305	1.454	94.447			
15	.290	1.380	95.827			
16	.192	.916	96.743			
17	.186	.888	97.631			
18	.167	.793	98.424			
19	.140	.666	99.090			
20	.129	.614	99.704			
21	.062	.296	100.000			

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

Nous avons vérifié l'indice KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) qui indique jusqu'à quel point l'ensemble de variables retenues est un ensemble cohérent et permet de constituer une ou des mesures adéquates de concepts. L'Indice KMO doit tendre vers 1. Pour juger de l'indice de KMO, on peut utiliser l'échelle suivante (Durand, 2003) :

- 0,50 et moins est misérable
- entre 0,60 et 0,70, c'est médiocre
- entre 0,70 et 0,80 c'est moyen
- entre 0,80 et 0,90 c'est méritoire
- et plus 0,9 c'est merveilleux

L'indice KMO est moyen (.704).

#### Indice KMO et test de Bartlett

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		<b>.704</b>
Test de Khi-deux	684.	
sphéricité de ddl	128	
Bartlett	210	
Signification de Bartlett		<b>.000</b>

### Qualité de représentation<sup>a</sup>

	Initial	Extraction
UT1	.813	.928
UT2	.805	.777
UT3	.787	.744
UT4	.765	.734
UT5	.810	.753
UT6	.638	.514
UT7	.712	.999
UT8	.682	.534
CONT1	.539	.375
CONT2	.505	.354
CONT3	.719	.605
FAC1	.708	.666
FAC2	.638	.619
FAC3	.813	.817
<b>FAC4</b>	<b>.421</b>	<b>.128</b>
FAC5	.476	.298
FAC6	.442	.228
COMP1	.517	.426
COMP2	.730	.985
COMP3	.686	.585
COMP4	.619	.494

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

Le test de sphéricité de Bartlett vérifie l'hypothèse nulle que toutes les corrélations sont égales à 0 : le test doit donc être significatif :  $<.001$ . Le test de Bartlett est significatif ( $<.001$ ), on rejette l'hypothèse nulle. Les corrélations ne sont pas toutes égales à 0.

La qualité de la représentation c'est la variance de chaque variable qui peut être expliquée par l'ensemble des autres variables. On considère que la qualité de la représentation doit être minimum de .20. Nous remarquons qu'un item présente une qualité de représentation insuffisante : FAC4 (.128).

Nous examinons maintenant comment les items saturent sur les dimensions. Comme critère d'inclusion nous considérons valables les items  $> .3$  et qui sont associés à au moins un facteur.

### . Matrice factorielle<sup>a</sup>

	Facteur				
	1	2	3	4	5
UT7	<u>.999</u>	-.019	.000	-.002	-.002
UT8	<u>.556</u>	.275	.200	-.247	.219
CONT2	<u>.397</u>	.174	.196	-.209	.289
COMP2	<u>.251</u>	<u>.945</u>	-.168	-.007	-.022
COMP3	.129	<u>.690</u>	.226	-.008	.202
UT5	.176	<u>.584</u>	<u>.532</u>	-.215	.227
CONT3	.195	<u>.511</u>	<u>.481</u>	-.125	.243
COMP4	<u>.438</u>	<u>.499</u>	-.104	.068	.195
COMP1	<u>.304</u>	<u>.494</u>	-.168	.245	-.024
UT1	.103	<u>.439</u>	<u>.777</u>	.220	-.270
UT2	.095	<u>.554</u>	<u>.647</u>	.204	.018
UT4	.141	<u>.402</u>	<u>.577</u>	-.149	<u>.445</u>
UT6	.272	<u>.320</u>	<u>.510</u>	.130	.248
FAC3	.286	-.042	-.284	<u>.779</u>	.213
FAC2	.192	-.134	-.070	<u>.743</u>	.084
FAC1	.158	-.057	-.223	<u>.616</u>	<u>.457</u>
FAC5	.204	.136	.113	<u>.470</u>	.066
FAC4	.051	-.093	.015	<u>.338</u>	-.047
UT3	<u>.420</u>	<u>.339</u>	<u>.404</u>	-.183	<u>.506</u>
CONT1	.131	.166	.325	-.085	<u>.467</u>
FAC6	.002	.268	.101	.131	<u>-.359</u>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

a. 5 facteurs extraits. 17 itérations requises.

Nous remarquons que plusieurs items saturent sur plusieurs facteurs. Nous allons donc réaliser une analyse factorielle confirmatoire à 4 facteurs car nous avons construit notre

questionnaire selon quatre dimensions issues de la littérature (Utilité perçue, facilité d'utilisation, compatibilité et contrôle).

→ **Analyse factorielle confirmatoire à 4 facteurs**

Les quatre facteurs extraits expliquent 62.755% de la variance totale expliquée.

**Variance totale expliquée**

Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% variance	% cumulés	Total	% variance	% cumulés
1	6.603	31.442	31.442	4.109	19.568	19.568
2	3.073	14.633	46.075	3.349	15.949	35.517
3	1.895	9.023	55.098	2.542	12.104	47.621
4	1.608	7.658	<b>62.755</b>	1.484	7.064	54.685
5	1.205	5.739	68.494			
6	.989	4.712	73.206			
7	.776	3.693	76.899			
8	.736	3.504	80.403			
9	.722	3.439	83.842			
10	.593	2.826	86.667			
11	.521	2.482	89.150			
12	.420	2.002	91.152			
13	.387	1.841	92.993			
14	.305	1.454	94.447			
15	.290	1.380	95.827			
16	.192	.916	96.743			
17	.186	.888	97.631			
18	.167	.793	98.424			
19	.140	.666	99.090			
20	.129	.614	99.704			
21	.062	.296	100.000			

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

L'indice KMO et le test de Bartlett sont identiques. Nous examinons maintenant comment les items se regroupent sur les 4 facteurs extraits. L'item FAC4 est retiré des analyses car il ne sature sur aucun facteur.

**Matrice factorielle<sup>a</sup>**

	Facteur			
	1	2	3	4
COMP2-L'utilisation du logiciel s'accorde avec ma façon de travailler	<u>.985</u>	-.118	-.035	-.008
COMP3-Je pense que l'utilisation du logiciel cadre bien avec la façon dont j'aime travailler	<u>.687</u>	.289	.056	.034
COMP4-L'utilisation du logiciel est compatible avec le type de maintenance que je réalise	<u>.610</u>	-.030	.219	.249
COMP1-Utiliser le logiciel est compatible avec tous les aspects de mon travail	<u>.566</u>	-.180	.249	-.036
UT8-En général, l'utilisation du logiciel est une aide pour mon travail	<u>.412</u>	.318	.047	.375
UT4-L'utilisation du logiciel facilite mon travail	<u>.399</u>	<u>.676</u>	.077	.256
UT1-L'utilisation du logiciel me permet d'accomplir mes tâches plus rapidement	<u>.399</u>	<u>.649</u>	.157	-.471
UT5-L'utilisation du logiciel améliore mon efficacité au travail	<u>.585</u>	<u>.633</u>	-.056	.113
UT2-L'utilisation du logiciel augmente ma productivité	<u>.522</u>	<u>.619</u>	.225	-.308
CONT3-J'ai une meilleure maîtrise de mon travail avec l'utilisation du logiciel	<u>.523</u>	<u>.571</u>	.045	.126
UT6-L'utilisation du logiciel améliore la qualité de mon travail	<u>.360</u>	<u>.554</u>	.307	.023
UT3-Je trouve le logiciel utile pour mon travail	<u>.429</u>	<u>.550</u>	.158	.477
CONT1-L'utilisation du logiciel me permet de mieux contrôler le résultat de mon travail	<u>.187</u>	<u>.435</u>	.138	.317
FAC3-Je trouve le logiciel facile à utiliser	<u>.056</u>	-.367	<u>.824</u>	.012
FAC2-L'utilisation du logiciel est claire et compréhensible	-.072	-.187	<u>.751</u>	-.168
FAC1- Apprendre à utiliser le logiciel a été facile pour moi	.007	-.245	<u>.712</u>	.221
FAC5- Je trouve l'utilisation du logiciel rigide (peu interactif)	.182	.045	<u>.500</u>	-.099
<b>FAC4- L'utilisation du logiciel me demande beaucoup d'effort mental</b>	<b>-.079</b>	<b>-.067</b>	<b>.297</b>	<b>-.129</b>
CONT2-L'utilisation du logiciel me permet de vérifier les opérations que je fais	<u>.272</u>	.302	.052	<u>.436</u>
FAC6- Les problèmes techniques rendent difficile l'utilisation du logiciel	<u>.245</u>	.003	-.017	<u>-.353</u>
UT7-La plupart des informations dont j'ai besoin pour réaliser mon travail sont disponibles sur le logiciel	<u>.259</u>	.047	.331	<u>.348</u>

Ainsi, quatre facteurs sont extraits. Le premier facteur appelé «compatibilité perçue » comprend 5 items. La consistance interne de cette dimension est bonne (.804) qui passe à .810 sans l'item UT8. Nous décidons de conserver cet item car l'apport est faible. De plus, l'item présente une bonne corrélation à l'échelle (.439).

**Statistiques de total des éléments**

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Carré de la corrélation multiple	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
COMP1	15.79	27.837	.582	.401	.769
COMP2	15.38	25.905	.775	.634	.708
COMP3	15.72	28.271	.587	.454	.767
COMP4	14.80	28.094	.576	.380	.771
<b>UT8</b>	<b>14.97</b>	<b>30.999</b>	<b>.439</b>	<b>.209</b>	<b>.810</b>

La matrice de corrélation inter-item montre que tous les items de cette dimension sont corrélés entre eux (> .300) excepté l'item UT8 qui présente une corrélation non significative avec l'item COMP1 (268).

**Matrice de corrélation inter-items**

	COMP1	COMP2	COMP3	COMP4	UT8
COMP1	1.000	<b>.607</b>	<b>.419</b>	<b>.493</b>	<b>.268</b>
COMP2	.607	1.000	<b>.663</b>	<b>.574</b>	<b>.415</b>
COMP3	.419	.663	1.000	<b>.356</b>	<b>.371</b>
COMP4	.493	.574	.356	1.000	<b>.351</b>
UT8	.268	.415	.371	.351	1.000

Le deuxième facteur « utilité perçue » comprend 8 items, il présente un alpha de .890. En retirant l'item CONT1 nous passons à .896. Cependant, nous conservons aussi cet item. Sa corrélation à l'échelle est aussi satisfaisante (.464).

**Statistiques de total des éléments**

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Carré de la corrélation multiple	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
UT1	26.42	75.869	.596	.698	.883
UT2	26.69	77.457	.673	.713	.876
UT3	24.83	76.316	.670	.643	.876
UT4	25.20	71.751	.754	.690	.867
UT5	25.61	71.483	.768	.655	.865
UT6	25.66	74.159	.672	.504	.875
CONT3	25.19	74.189	.742	.587	.869
<b>CONT1</b>	<b>25.17</b>	<b>79.798</b>	<b>.464</b>	<b>.356</b>	<b>.896</b>

La matrice de corrélation inter-item montre que tous les items de cette dimension sont corrélés entre eux (> .300) excepté l'item CONT1 qui présente une corrélation non significative avec l'item UT1 (.136) et UT2 (.214).

**Matrice de corrélation inter-items**

	UT1	UT2	UT3	UT4	UT5	UT6	CONT3	CONT1
UT1	1.000	<b>.807</b>	<b>.330</b>	<b>.501</b>	<b>.497</b>	<b>.457</b>	<b>.519</b>	<b>.136</b>
UT2	.807	1.000	<b>.429</b>	<b>.553</b>	<b>.474</b>	<b>.497</b>	<b>.587</b>	<b>.214</b>
UT3	.330	.429	1.000	<b>.765</b>	<b>.617</b>	<b>.453</b>	<b>.549</b>	<b>.400</b>
UT4	.501	.553	.765	1.000	<b>.611</b>	<b>.476</b>	<b>.596</b>	<b>.458</b>
UT5	.497	.474	.617	.611	1.000	<b>.640</b>	<b>.693</b>	<b>.472</b>
UT6	.457	.497	.453	.476	.640	1.000	<b>.564</b>	<b>.472</b>
CONT3	.519	.587	.549	.596	.693	.564	1.000	<b>.384</b>
CONT1	.136	.214	.400	.458	.472	.472	.384	1.000

Le troisième facteur « Facilité d'utilisation » présente un alpha de .772. En retirant l'item FAC nous obtenons un alpha de .800. Cet item présente une corrélation bonne à l'échelle (.415). Nous décidons de conserver cet item.

**Statistiques de total des éléments**

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Carré de la corrélation multiple	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
FAC1	14.53	13.202	.617	.483	.707
FAC2	15.33	9.921	.610	.411	.710
FAC3	14.93	11.860	.737	.586	.644
<b>FAC5</b>	<b>16.80</b>	<b>13.146</b>	<b>.415</b>	<b>.193</b>	<b>.800</b>

La matrice de corrélation inter-item montre que tous les items de cette dimension sont corrélés entre eux (> .300) excepté l'item FAC5 qui présente une corrélation non significative avec l'item FAC1 (.298).

**Matrice de corrélation inter-items**

	FAC1	FAC2	FAC3	FAC5
FAC1	1.000	<b>.527</b>	<b>.682</b>	<b>.298</b>
FAC2	.527	1.000	<b>.618</b>	<b>.347</b>
FAC3	.682	.618	1.000	<b>.427</b>
FAC5	.298	.347	.427	1.000

Pour finir, le dernier facteur comprend trois items et présente un alpha de .334. Ce facteur est difficilement nommable car il comprend des items issus de différentes dimensions. Nous décidons de retirer ce facteur des analyses car il présente un alpha très bas.

**Statistiques de total des éléments**

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Carré de la corrélation multiple	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
CONT2	6.92	5.910	.260	.177	.153
UT7	7.98	3.716	.325	.181	-.104 <sup>a</sup>
FAC6	9.20	<b>6.161</b>	.033	.016	<b>.557</b>

a. La valeur est négative en raison d'une covariance moyenne négative parmi les éléments. Par conséquent, les hypothèses du modèle de fiabilité ne sont pas respectées. Vous pouvez vérifier les codages des éléments.

La matrice de corrélation inter-item montre que seulement l’item UT7 et CONT2 sont corrélés entre eux (.412).

**Matrice de corrélation inter-items**

	CONT2	UT7	FAC6
CONT2	1.000	.412	-.051
UT7	.412	1.000	.083
FAC6	-.051	.083	1.000

Facteurs	Items	Alpha	Titre du facteur
<b>Facteur 1</b>	COMP2-L’utilisation du logiciel s’accorde avec ma façon de travailler COMP3-Je pense que l’utilisation du logiciel cadre bien avec la façon dont j’aime travailler COMP4-L’utilisation du logiciel est compatible avec le type de maintenance que je réalise COMP1-Utiliser le logiciel est compatible avec tous les aspects de mon travail UT8-En général, l’utilisation du logiciel est une aide pour mon travail	.804 sans UT8 .810	Compatibilité perçue
<b>Facteur 2</b>	UT4-L’utilisation du logiciel facilite mon travail UT1-L’utilisation du logiciel me permet d’accomplir mes tâches plus rapidement UT5-L’utilisation du logiciel améliore mon efficacité au travail UT2-L’utilisation du logiciel augmente ma productivité CONT3-J’ai une meilleure maîtrise de mon travail avec l’utilisation du logiciel UT6-L’utilisation du logiciel améliore la qualité de mon travail UT3-Je trouve le logiciel utile pour mon travail CONT1-L’utilisation du logiciel me permet de mieux contrôler le résultat de mon travail	.890 Sans CONT1 .896	Utilité perçue
<b>Facteur 3</b>	FAC3-Je trouve le logiciel facile à utiliser FAC2-L’utilisation du logiciel est claire et compréhensible FAC1- Apprendre à utiliser le logiciel a été facile pour moi FAC5- Je trouve l’utilisation du logiciel rigide (peu interactif)	.772 sans FAC5 .800	Facilité d’utilisation perçue
<b>Facteur 4</b>	CONT2-L’utilisation du logiciel me permet de vérifier les opérations que je fais FAC6- Les problèmes techniques rendent difficile l’utilisation du logiciel UT7-La plupart des informations dont j’ai besoin pour réaliser mon travail sont disponibles sur	.334 sans FAC6 .557	Facteur autre

Nous réalisons maintenant les analyses concernant le deuxième bloc qui concerne l’influence sociale.

## Deuxième étape de l'analyse factorielle: Influence sociale (4 items)

### → Analyse factorielle exploratoire

Nous avons commencé par réaliser une analyse factorielle exploratoire maximum de vraisemblance avec rotation *Oblimin* pour voir comment les items se regroupent. Deux facteurs semblent être le plus probable et expliquent 94.223% de la variance totale expliquée. Cependant, nous remarquons que quatre facteurs sont extraits, nous supposons donc qu'il y a un problème avec cette dimension de l'influence sociale.

Facteur	Valeurs propres initiales		
	Total	% de la variance	% cumulés
1	2.403	60.078	60.078
2	1.366	34.145	<b>94.223</b>
3	.144	3.600	97.822
4	.087	2.178	100.000

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

L'indice KMO est très faible (.529) ce qui indique que cette dimension présente une cohérence interne faible.

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	.529
Test de Khi-deux	184.495
Test de sphéricité de ddl	6
Bartlett Signification de Bartlett	.000

Le test de sphéricité de Bartlett vérifie l'hypothèse nulle que toutes les corrélations sont égales à 0 : le test doit donc être significatif :  $<.001$ . Le test de Bartlett est significatif ( $<.001$ ), on rejette l'hypothèse nulle. Les corrélations ne sont pas toutes égales à 0.

### Qualité de représentation

	Initial
IS1	.824
IS2	.829
IS3	.748
IS4	.754

Méthode d'extraction maximum de vraisemblance.

La qualité de la représentation c'est la variance de chaque variable qui peut être expliquée par l'ensemble des autres variables. On considère que la qualité de la représentation doit être minimum de .20.

Nous n'avons pas pu obtenir une matrice factorielle. Nous décidons donc de réitérer les analyses en forçant à 1 facteur afin de voir comment les items se regroupent.

→ **Analyse factorielle confirmatoire à 1 facteur**

Le facteur extrait explique 60,078% de la variance totale expliquée.

**Variance totale expliquée**

Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	2.403	60.078	<b>60.078</b>	1.980	49.489	49.489
2	1.366	34.145	94.223			
3	.144	3.600	97.822			
4	.087	2.178	100.000			

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

**Indice KMO et test de Bartlett**

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	<u>.529</u>
Test de Khi-deux de approximité de ddl	184.4956
Bartlett Signification de Bartlett	<b>.000</b>

L'indice KMO est très faible (.529). Le test de Bartlett est significatif nous rejetons donc l'hypothèse nulle, les corrélations ne sont pas toutes égales à 0.

**Qualité de représentation<sup>a</sup>**

	Initial	Extraction
IS1	.824	<b>.834</b>
IS2	.829	<b>.983</b>
IS3	.748	<u>.073</u>
IS4	.754	<u>.089</u>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

La qualité de représentation fait ressortir deux items qui présentent une qualité insuffisante (IS3 et IS4)

La matrice factorielle montre bien qu'il existe deux facteurs car les deux premiers items saturent sur le facteur alors que les deux autres non. Cependant, les analyses ne permettent pas de mettre en exergue ces deux sous-dimensions. Nous remarquons cependant, que les deux premiers items (IS1 et IS2) concernent les collègues de travail alors que les deux derniers items concernent la hiérarchie (IS3 et IS4).

**Matrice factorielle<sup>a</sup>**

	Facteur
	1
IS2-Mes collègues de travail pensent que je devrais utiliser le logiciel au quotidien	<b>.991</b>
IS1-Mes collègues de travail m'encouragent à utiliser le logiciel au quotidien	<b>.913</b>
IS4-Mon responsable hiérarchique pense que je devrais utiliser le logiciel au quotidien	<u>.299</u>
IS3-Mon responsable hiérarchique direct m'encourage à utiliser le logiciel à chaque maintenance	<u>.271</u>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

a. Tentative d'extraction de 1 facteur. Plus de 25 itérations requises. (Convergence=.006). L'extraction a été interrompue.

Nous décidons de vérifier la consistance interne des facteurs présumés. Nous remarquons que les deux facteurs présentent une très bonne consistance interne ( $\alpha > .9$ ). Nous décidons de garder la dimension de l'influence sociale avec deux sous facteurs : l'influence des pairs et l'influence de la hiérarchie.

**Statistiques de total des éléments**

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Carré de la corrélation multiple	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
IS1	3.02	3.516	.906	.820	.
IS2	3.02	2.983	.906	.820	.

**Statistiques de total des éléments**

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Carré de la corrélation multiple	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
IS3	5.18	2.517	.862	.743	.
IS4	5.36	2.668	.862	.743	.

Les matrices de corrélation inter-item confirment la présence de deux facteurs. L'item IS1 et IS2 sont fortement corrélés (.906) et non corrélés aux items IS3 et IS4. Ces deux derniers items présentent une corrélation forte (.862).

**Matrice de corrélation inter-items**

	IS1	IS2	IS3	IS4
IS1	1.000	<b>.906</b>	.240	.236
IS2	.906	1.000	.265	.296
IS3	.240	.265	1.000	<b>.862</b>
IS4	.236	.296	.862	1.000

Facteurs	Items	Alpha	Titre du facteur
<b>Facteur 1</b>	IS2-Mes collègues de travail pensent que je devrais utiliser le logiciel au quotidien IS1-Mes collègues de travail m'encouragent à utiliser le logiciel au quotidien	.949	Influence des pairs
<b>Facteur 2</b>	IS4-Mon responsable hiérarchique pense que je devrais utiliser le logiciel au quotidien IS3-Mon responsable hiérarchique direct m'encourage à utiliser le logiciel à chaque maintenance	.926	Influence de la hiérarchie

Nous examinons maintenant le troisième bloc d'analyse qui concerne la dimension « conditions facilitatrices ».

### Troisième bloc d'analyse : Conditions facilitatrices (8 items)

→ Analyse factorielle exploratoire

Nous avons commencé par réaliser une analyse factorielle exploratoire maximum de vraisemblance pour voir comment les items se regroupent. Nous avons créé des items spécifiques à notre terrain de recherche, nous voulons donc vérifier qu'ils mesurent bien ce qu'ils sont censés mesurer.

Quatre facteurs sont extraits qui expliquent 71.599% de la variance totale expliquée.

**Variance totale expliquée**

Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	2.138	26.723	26.723	1.554	19.427	19.427
2	1.401	17.511	44.234	1.228	15.352	34.779
3	1.118	13.972	58.206	.524	6.553	41.332
4	1.071	13.393	<b>71.599</b>	.363	4.536	45.867
5	.742	9.270	80.869			
6	.613	7.657	88.526			
7	.606	7.572	96.098			
8	.312	3.902	100.000			

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

**Indice KMO et test de Bartlett**

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	.554
Khi-deux	65.3
Test de approximité	42
sphéricité de ddl	28
Bartlett Signification de Bartlett	<b>.000</b>

Nous avons vérifié l'indice KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) qui indique jusqu'à quel point l'ensemble de variables retenu est un ensemble cohérent et permet de constituer une ou des mesures adéquates de concepts. Ainsi, l'indice KMO est très faible (.554). Le test de sphéricité de Bartlett vérifie l'hypothèse nulle que toutes les corrélations sont égales à 0 : le test doit donc être significatif :  $<.001$ . Le test de Bartlett est significatif ( $<.001$ ), on rejette l'hypothèse nulle. Les corrélations ne sont pas toutes égales à 0.

**Qualité de représentation<sup>a</sup>**

	Initial	Extraction
CF1	.058	.100
CF2	.444	.999
CF3	.196	.308
CF4	.140	.423
CF5	.066	.076
CF6	.447	.472
CF7	.188	.435
CF8	.318	.857

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

La qualité de la représentation représente la variance de chaque variable qui peut être expliquée par l'ensemble des autres variables. On considère que la qualité de la représentation doit être minimum de .20. Nous remarquons que 2 items ont une qualité de représentation insuffisante CF1 (.100) et CF5 (.076).

Nous regardons maintenant comment les items saturent sur les dimensions. Comme critère d'inclusion nous considérons valable les items  $> .3$  et qui sont associés à au moins un facteur. Nous remarquons que les deux items précédemment repérés (CF1 et CF5) ne saturent sur aucun facteur. Nous décidons donc de retirer ces items des analyses.

**Matrice factorielle<sup>a</sup>**

	Facteur			
	1	2	3	4
CF2	<b>.999</b>	-.002	.000	.000
CF6	<b>.582</b>	.327	-.160	-.006
CF3	<b>.394</b>	.016	.013	.390
CF8	.177	<b>.906</b>	-.069	.020
CF5	<u>-.022</u>	<u>.238</u>	<u>-.122</u>	<u>-.058</u>
CF4	.095	.279	<b>.537</b>	.219
CF7	.071	.400	<b>.436</b>	-.283
CF1	<u>.125</u>	<u>.072</u>	<u>-.024</u>	<u>-.280</u>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

a. Tentative d'extraction de 4 facteurs. Plus de 25 itérations requises. (Convergence=.009). L'extraction a été interrompue.

Nous allons maintenant réaliser une analyse en factorielle confirmatoire à 3 facteurs car au vu de l'analyse factorielle exploratoire trois sous-dimensions semblent émerger.

### → Première analyse factorielle confirmatoire à 3 facteurs

Les trois facteurs extraits expliquent 73,740% de la variance totale expliquée.

**Variance totale expliquée**

Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation <sup>a</sup>
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total
1	2.123	35.390	35.390	1.566	26.107	26.107	1.636
2	1.365	22.748	58.138	1.057	17.611	43.718	1.179
3	.936	15.603	<b>73.740</b>	.863	14.381	58.099	1.043
4	.635	10.584	84.325				
5	.618	10.293	94.617				
6	.323	5.383	100.000				

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

a. Lorsque les facteurs sont corrélés, les sommes des carrés chargés ne peuvent pas être additionnés pour obtenir une variance totale.

L'indice KMO est toujours faible (.568). Le test de Bartlett est significatif nous rejetons donc l'hypothèse nulle, les corrélations ne sont pas toutes égales à 0.

**Indice KMO et test de Bartlett**

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		<b>.568</b>
	Khi-deux approximé	61.062
Test de sphéricité de Bartlett	ddl	15
	Signification de Bartlett	<b>.000</b>

La qualité de la représentation est bonne ( $> .20$ ).

**Qualité de représentation<sup>a</sup>**

	Initial	Extraction
CF2	.425	<b>.416</b>
CF3	.180	<b>.999</b>
CF4	.130	<b>.225</b>
CF6	.443	<b>1.000</b>
CF7	.191	<b>.451</b>
CF8	.297	<b>.396</b>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. a. Une ou plusieurs estimations de communalité supérieures à 1 ont été trouvées lors des itérations. La solution résultante doit être interprétée avec prudence.

Nous regardons maintenant comment les items se regroupent sur les 2 facteurs extraits. Nous avons aussi vérifié la validité des échelles en calculant un alpha de Cronbach pour chaque facteur.

**Matrice des types<sup>a</sup>**

	Facteur		
	1	2	3
J'ai une bonne connaissance de l'utilisation du logiciel	<b>1.023</b>	-.104	-.006
j'ai les connaissances nécessaires pour utiliser le logiciel	<b>.549</b>	.229	-.011
j'ai les ressources matérielles nécessaires pour utiliser le logiciel	.048	<b>.985</b>	.017
Une formation est disponible pour m'aider à améliorer mon utilisation du logiciel	-.026	-.109	<b>.674</b>
La direction me fournit l'aide et les ressources nécessaires pour utiliser le logiciel	.307	-.034	<b>.486</b>
Une personne du service « logiciel » est disponible pour m'assister en cas de difficultés avec l'utilisation du logiciel	-.059	.103	<b>.470</b>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser. a. La rotation a convergé en 4 itérations.

Ainsi, 3 facteurs sont extraits. Le premier facteur appelé « connaissances » comprend 2 items. La consistance interne de cette dimension est suffisante (.711).

**Statistiques de total des éléments**

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Carré de la corrélation multiple	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
CF2	5.31	2.118	.579	.336	.
CF6	6.07	1.129	.579	.336	.

La matrice de corrélation montre une corrélation significative entre les deux items de ce facteur.

**Matrice de corrélation inter-items**

	CF2	CF6
CF2	1.000	<b>.579</b>
CF6	.579	1.000

Le deuxième facteur « ressources matérielles » comprend 1 item, nous n'avons pas la possibilité de calculer l'alpha sur un seul item.

Le troisième facteur « support à l'utilisation » comprend 3 items et présente un alpha insuffisant de .560.

### Statistiques de total des éléments

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Carré de la corrélation multiple	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
CF4	7.89	7.737	.329	.110	.526
CF7	9.44	7.617	.413	.175	.390
CF8	8.48	8.220	.370	.148	.459

Les corrélations inter items sont tous non significatifs (<.300) ce qui permet d'appuyer le retrait de ce facteur des analyses.

### Matrice de corrélation inter-items

	CF4	CF7	CF8
CF4	1.000	.298	.244
CF7	.298	1.000	.357
CF8	.244	.357	1.000

L'alpha général à la dimension conditions facilitatrice est de .592 ce qui est insuffisant.

Facteurs	Items	Alpha	Titre du facteur
<b>Facteur 1</b>	CF6- J'ai une bonne connaissance de l'utilisation du logiciel CF2- J'ai les connaissances nécessaires pour utiliser le logiciel	.711	Connaissances
<b>Facteur 2</b>	CF3- J'ai les ressources matérielles nécessaires pour utiliser le logiciel	-	Ressources matérielle
<b>Facteur 3</b>	CF7- Une formation est disponible pour m'aider à améliorer mon utilisation du logiciel CF8- La direction me fournit l'aide et les ressources nécessaires pour utiliser le logiciel CF4'- Une personne du service « logiciel » est disponible pour m'assister en cas de difficultés avec l'utilisation du logiciel	.560	Support à l'utilisation
<b>Général</b>		.592 Sans CF3 .599	Conditions facilitatrices

Nous voulons à présent vérifier comment se regroupent les facteurs 1 et 2. En effet, dans la littérature (Taylor et Todd, 1995) les conditions facilitatrices reflètent la disponibilité des ressources nécessaires pour s'engager dans un comportement, comme le temps, l'argent ou d'autres ressources spécialisées. L'item CF3 sur les ressources matérielles nous paraît important à considérer lorsqu'on étudie les nouvelles technologies.

### → Deuxième analyse factorielle confirmatoire à 3 facteurs

Un facteur est extrait et explique 60,131% de la variance totale expliquée.

### Variance totale expliquée

Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	1.804	60.131	<b>60.131</b>	1.490	49.655	49.655
2	.814	27.132	87.263			
3	.382	12.737	100.000			

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

L'indice KMO est toujours faible (.554). Le test de Bartlett est significatif nous rejetons donc l'hypothèse nulle, les corrélations ne sont pas toutes égales à 0.

### Indice KMO et test de Bartlett

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	.554
Khi-deux approximé	33.615
Test de sphéricité de Bartlett ddl	3
Signification de Bartlett	.000

### Qualité de représentation<sup>a</sup>

	Initial	Extraction
CF2	.415	.999
CF3	.155	.155
CF6	.336	.336

L'item CF3 présente une qualité d'extraction de .155 ce qui est faible (<.20).

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

Les trois items saturent sur le facteur extrait (>.300).

### Matrice factorielle<sup>a</sup>

	Facteur
	1
CF2- J'ai les connaissances nécessaires pour utiliser le logiciel	.999
CF6- J'ai une bonne connaissance de l'utilisation du logiciel	.580
CF3- J'ai les ressources matérielles nécessaires pour utiliser le logiciel	.393

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

a. 1 facteurs extraits. 8 itérations requises.

Nous vérifions maintenant la fiabilité de l'échelle en calculant l'alpha de Cronbach.

L'alpha de Cronbach est moyen.

### Statistiques de fiabilité

Alpha de Cronbach	Alpha de Cronbach basé sur des éléments normalisés	Nombre d'éléments
.612	.659	3

Nous remarquons qu'en enlevant l'item CF3 nous améliorons la consistance de l'échelle (.711). Cependant nous décidons de vérifier les corrélations inter-items.

### Statistiques de total des éléments

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Carré de la corrélation multiple	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
CF2	10.74	5.963	.617	.415	.334
<b>CF3</b>	<b>11.38</b>	<b>5.039</b>	<b>.318</b>	<b>.155</b>	<b>.711</b>
CF6	11.49	5.387	.413	.336	.523

### Matrice de corrélation inter-items

	CF2	CF3	CF6
CF2	1.000	<b>.393</b>	<b>.579</b>
CF3	.393	1.000	<b>.203</b>
CF6	.579	.203	1.000

Les items CF3 et CF6 ne corrèlent pas (<.300).

Au vu des différentes analyses factorielles réalisées, nous décidons de conserver une seule dimension regroupant les connaissances et les ressources matérielles car cela se rapproche davantage des concepts développés dans la littérature sur les conditions facilitatrices.

### Quatrième étape de l'analyse factorielle : attitude envers la technologie (4 items)

→ Analyse factorielle exploratoire

Nous avons commencé par réaliser une analyse factorielle exploratoire maximum de vraisemblance pour voir comment les items se regroupent.

Un facteur est extrait qui expliquent 76.6% de la variance totale expliquée.

### Variance totale expliquée

Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	3.064	76.600	<b>76.600</b>	2.777	69.427	69.427
2	.462	11.556	88.156			
3	.331	8.286	96.442			
4	.142	3.558	100.000			

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

L'indice KMO est moyen (.800).

Le test de sphéricité de Bartlett est significatif (<.001), on rejette l'hypothèse nulle. Les corrélations ne sont pas toutes égales à 0.

### Indice KMO et test de Bartlett

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.		<b>.800</b>
	Khi-deux approximé	156.493
Test de sphéricité de Bartlett	ddl	6
	Signification de Bartlett	<b>.000</b>

**Qualité de représentation**

	Initial	Extraction
ATT1	.474	<b>.485</b>
ATT2	.571	<b>.601</b>
ATT3	.777	<b>.893</b>
ATT4	.738	<b>.798</b>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

La qualité de la représentation est la variance de chaque variable qui peut être expliquée par l'ensemble des autres variables. On considère que la qualité de la représentation doit être minimum de .20.

Nous regardons maintenant comment les items saturent la dimension. Comme critère d'inclusion, nous considérons valable les items  $> .3$  et qui sont associés à au moins un facteur.

**Matrice factorielle<sup>a</sup>**

	Facteur
	1
ATT3- J'aime travailler avec le logiciel	<b>.945</b>
ATT4- Travailler avec le logiciel est plaisant	<b>.893</b>
ATT2- L'utilisation du logiciel rend mon travail plus intéressant	<b>.775</b>
ATT1- L'utilisation du logiciel dans mon travail est une bonne idée	<b>.697</b>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

a. 1 facteurs extraits. 5 itérations requises.

Nous avons aussi vérifié la validité des échelles en calculant un alpha de Cronbach pour chaque facteur. Nous considérons que la consistance interne de l'échelle est suffisante lorsque la valeur de l'alpha est supérieure à .70. Ainsi, le facteur extrait appelé « Attitude » comprend 4 items. La consistance interne de cette dimension est bonne (.895). Nous voyons que tous les items de ce facteur attitude sont corrélés entre eux.

**Statistiques de total des éléments**

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Carré de la corrélation multiple	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
<b>ATT1</b>	<b>10.30</b>	<b>25.011</b>	<b>.670</b>	<b>.474</b>	<b>.898</b>
ATT2	11.39	20.109	.754	.571	.876
ATT3	11.10	21.257	.858	.777	.831
ATT4	11.18	21.650	.812	.738	.848

La matrice des corrélations montre que tous les items sont corrélés entre eux.

**Matrice de corrélation inter-items**

	ATT1	ATT2	ATT3	ATT4
ATT1	1.000	<b>.593</b>	<b>.668</b>	<b>.579</b>
ATT2	.593	1.000	<b>.718</b>	<b>.706</b>
ATT3	.668	.718	1.000	<b>.848</b>
ATT4	.579	.706	.848	1.000

Facteurs	Items	Alpha	Titre du facteur
<b>Facteur 1</b>	ATT3- J'aime travailler avec le logiciel	.895	Attitude envers le logiciel
	ATT4- Travailler avec le logiciel est plaisant	Sans ATT1 :	
	ATT2- L'utilisation du logiciel rend mon travail plus intéressant	.898	
	ATT1- L'utilisation du logiciel dans mon travail est une bonne idée		

Nous allons maintenant réaliser une analyse factorielle sur le dernier bloc d'analyse qui concerne la variable dépendante de nos hypothèses.

### Cinquième bloc d'analyse : Intention comportementale (5 items)

→ Analyse factorielle exploratoire

Nous avons commencé par réaliser une analyse factorielle exploratoire maximum de vraisemblance pour voir comment les items se regroupent.

Deux facteurs sont extraits qui expliquent 71.74% de la variance totale expliquée.

Facteur	Valeurs propres initiales			Extraction Sommes des carrés des facteurs retenus		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	2.552	51.039	51.039	1.405	28.097	28.097
2	1.035	20.701	<b>71.740</b>	1.610	32.204	60.301
3	.560	11.204	82.944			
4	.507	10.143	93.087			
5	.346	6.913	100.000			

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

L'indice KMO est moyen (.700).

Le test de sphéricité de Bartlett vérifie l'hypothèse nulle que toutes les corrélations sont égales à 0 : le test doit donc être significatif : <.001. Le test de Bartlett est significatif (<.001), on rejette l'hypothèse nulle. Les corrélations ne sont pas toutes égales à 0.

Mesure de précision de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin.	<b>.700</b>
Khi-deux approximé	76.243
Test de sphéricité de Bartlett ddl	10
Signification de Bartlett	<b>.000</b>

**Qualité de représentation<sup>a</sup>**

	Initial	Extraction
INT1	.319	<b>.999</b>
INT2	.411	<b>.513</b>
INT3	.403	<b>.461</b>
INT4	.411	<b>.634</b>
INT5	.319	<b>.407</b>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

**Matrice factorielle<sup>a</sup>**

	Facteur	
	1	2
INT1	<b>.999</b>	-.001
INT4	.028	<b>.796</b>
INT2	.358	<b>.621</b>
INT5	.236	<b>.593</b>
INT3	.470	<b>.490</b>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance.

a. 2 facteurs extraits. 10 itérations requises.

La qualité de la représentation c'est la variance de chaque variable qui peut être expliquée par l'ensemble des autres variables. On considère que la qualité de la représentation doit être minimum de .20.

Nous regardons maintenant comment les items saturer sur la dimension. Comme critère d'inclusion nous considérons valable les items > .3 et qui sont associés à au moins un facteur.

Afin de vérifier ces résultats et pour avoir une meilleure lecture des données, nous réalisons une analyse factorielle confirmatoire à 2 facteurs avec rotation oblimin. Les résultats confirment la présence de deux facteurs.

**Matrice des types<sup>a</sup>**

	Facteur	
	1	2
INT1-J'ai l'intention de continuer à utiliser le logiciel dans mon travail de temps en temps	<b>.991</b>	.027
INT4-Je prévois d'accroître mon utilisation du logiciel dans le futur	-.239	<b>.833</b>
INT2-J'aimerais utiliser le logiciel dans mon travail le plus souvent possible	.147	<b>.659</b>
INT5-Si j'avais accès à plus de procédures, j'utiliserais davantage le logiciel dans mon travail	.036	<b>.627</b>
INT3-J'ai l'intention de continuer à utiliser le logiciel dans mon travail tous les jours	.302	<b>.526</b>

Méthode d'extraction : Maximum de vraisemblance. Méthode de rotation : Oblimin avec normalisation de Kaiser.

a. La rotation a convergé en 5 itérations.

Nous avons aussi vérifié la validité des échelles en calculant un alpha de Cronbach pour chaque facteur. Nous considérons que la consistance interne de l'échelle est suffisante lorsque la valeur de l'alpha est supérieure à .70. Ainsi, le facteur extrait appelé « Intention d'utilisation régulière » comprend 4 items. La consistance interne de cette dimension est bonne (.767).

**Statistiques de total des éléments**

	Moyenne de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Variance de l'échelle en cas de suppression d'un élément	Corrélation complète des éléments corrigés	Carré de la corrélation multiple	Alpha de Cronbach en cas de suppression de l'élément
INT2	14.40	17.092	.606	.369	.690
INT3	13.12	19.596	.525	.280	.733
INT4	14.20	18.502	.586	.346	.702
INT5	13.18	17.745	.556	.313	.718

Nous voyons que tous les items de ce facteur sont corrélés entre eux.

**Matrice de corrélation inter-items**

	INT2	INT3	INT4	INT5
INT2	1.000	<b>.466</b>	<b>.502</b>	<b>.463</b>
INT3	.466	1.000	<b>.410</b>	<b>.395</b>
INT4	.502	.410	1.000	<b>.475</b>
INT5	.463	.395	.475	1.000

acteurs	Items	Alpha	Titre du facteur
<b>Facteur1</b>	INT1-J'ai l'intention de continuer à utiliser le logiciel dans mon travail de temps en temps	-	Intention d'utilisation ponctuelle
<b>Facteur 2</b>	INT4-Je prévois d'accroître mon utilisation du logiciel dans le futur INT2-J'aimerais utiliser le logiciel dans mon travail le plus souvent possible INT5-Si j'avais accès à plus de procédures, j'utiliserais davantage le logiciel dans mon travail INT3-J'ai l'intention de continuer à utiliser le logiciel dans mon travail tous les jours	.767	Intention d'utilisation régulière
<b>Général</b>		.755	Intention d'utilisation

Nous décidons de conserver les 5 items comme mesure de l'intention comportementale. L'alpha de Cronbach est bon (.755).

# Annexe 7: Etude 3 – Analyses de médiation

## 1) Effet de la facilité d'utilisation sur l'attitude médiatisé par l'utilité perçue (hypothèse 4)

### Matrice

Run MATRIX procedure:

```
*****
Preacher and Hayes (2008) SPSS Macro for Multiple Mediation. Written by Andrew F. Hayes, The
Ohio State University www.afhayes.com
For details, see Preacher, K. J., & Hayes, A. F. (2008). Asymptotic and resampling strategies
for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. Behavior Research
Methods, 40, 879-891. Also see Chapter 5 of Introduction to Mediation, Moderation, and
Conditional Analysis. New York: The Guilford Press. http://www.guilford.com/p/hayes3
*****
```

Dependent, Independent, and Proposed Mediator Variables:

DV = ATTC  
 IV = FACC  
 MEDS = UTC

Sample size  
 57

IV to Mediators (a paths)

	Coeff	se	t	p
UTC	,1777	,1572	1,1303	,2632

Direct Effects of Mediators on DV (b paths)

	Coeff	se	t	p
UTC	,7300	,1258	5,8044	,0000

Total Effect of IV on DV (c path)

	Coeff	se	t	p
FACC	,4816	,1852	2,6007	,0119

Direct Effect of IV on DV (c' path)

	Coeff	se	t	p
FACC	,3518	,1483	2,3718	,0213

Model Summary for DV Model

	R-sq	Adj R-sq	F	df1	df2	p
	,4516	,4313	22,2375	2,0000	54,0000	,0000

\*\*\*\*\*

#### BOOTSTRAP RESULTS FOR INDIRECT EFFECTS

Indirect Effects of IV on DV through Proposed Mediators (ab paths)

	Data	Boot	Bias	SE
TOTAL	,1297	,1308	,0011	,1106
UTC	,1297	,1308	,0011	,1106

Percentile Confidence Intervals

	Lower	Upper
TOTAL	-,0692	,3820
UTC	-,0692	,3820

\*\*\*\*\*

Level of Confidence for Confidence Intervals:

95

Number of Bootstrap Resamples:

1000

\*\*\*\*\* NOTES \*\*\*\*\*

----- END MATRIX -----

**2) Effet de l'utilité et de la facilité d'utilisation sur l'attitude à travers la compatibilité (hypothèse 5)**

**✓ Test de la médiation de l'effet de l'utilité perçue sur l'attitude par la compatibilité (Hypothèse 5a)**

Dependent, Independent, and Proposed Mediator Variables:

DV = ATTC  
 IV = UTC  
 MEDS = COMPC

Sample size  
 57

IV to Mediators (a paths)

	Coeff	se	t	p
COMPC	,5690	,1173	4,8493	,0000

Direct Effects of Mediators on DV (b paths)

	Coeff	se	t	p
COMPC	,7836	,1057	7,4159	,0000

Total Effect of IV on DV (c path)

	Coeff	se	t	p
UTC	,7749	,1294	5,9863	,0000

Direct Effect of IV on DV (c' path)

	Coeff	se	t	p
UTC	,3290	,1099	2,9946	,0041

Model Summary for DV Model

R-sq	Adj R-sq	F	df1	df2	p
,7000	,6889	63,0062	2,0000	54,0000	,0000

\*\*\*\*\*

BOOTSTRAP RESULTS FOR INDIRECT EFFECTS

Indirect Effects of IV on DV through Proposed Mediators (ab paths)

	Data	Boot	Bias	SE
TOTAL	,4459	,4425	-,0034	,0984
COMPC	,4459	,4425	-,0034	,0984

Percentile Confidence Intervals

	Lower	Upper
TOTAL	,2561	,6453
COMPC	,2561	,6453

\*\*\*\*\*

Level of Confidence for Confidence Intervals:

95

Number of Bootstrap Resamples:

1000

\*\*\*\*\* NOTES \*\*\*\*\*

----- END MATRIX -----

✓ **Test de la médiation de l'effet de la facilité perçue sur l'attitude par la compatibilité (Hypothèse 5b)**

Dependent, Independent, and Proposed Mediator Variables:

DV = ATTC  
 IV = FACC  
 MEDS = COMPC

Sample size  
 57

IV to Mediators (a paths)

	Coeff	se	t	p
COMPC	,2151	,1628	1,3211	,1919

Direct Effects of Mediators on DV (b paths)

	Coeff	se	t	p
COMPC	,9161	,0917	9,9878	,0000

Total Effect of IV on DV (c path)

	Coeff	se	t	p
FACC	,4816	,1852	2,6007	,0119

Direct Effect of IV on DV (c' path)

	Coeff	se	t	p
FACC	,2845	,1125	2,5294	,0144

Model Summary for DV Model

R-sq	Adj R-sq	F	df1	df2	p
,6873	,6757	59,3323	2,0000	54,0000	,0000

\*\*\*\*\*

BOOTSTRAP RESULTS FOR INDIRECT EFFECTS

Indirect Effects of IV on DV through Proposed Mediators (ab paths)

	Data	Boot	Bias	SE
TOTAL	,1970	,1938	-,0032	,1549
COMPC	,1970	,1938	-,0032	,1549

Percentile Confidence Intervals

	Lower	Upper
TOTAL	-,1422	,4922
COMPC	-,1422	,4922

\*\*\*\*\*

Level of Confidence for Confidence Intervals:

95

Number of Bootstrap Resamples:

1000

\*\*\*\*\* NOTES \*\*\*\*\*

----- END MATRIX -----

**3) Effet de l'utilité, de la facilité d'utilisation et de la compatibilité sur l'intention à travers l'attitude (Hypothèse 6)**

**✓ Test de la médiation de l'effet de l'utilité sur l'intention par l'attitude (hypothèse 6a)**

Dependent, Independent, and Proposed Mediator Variables:

DV = INT  
 IV = UTC  
 MEDS = ATTC

Sample size  
 58

IV to Mediators (a paths)

	Coeff	se	t	p
ATTC	,8077	,1330	6,0712	,0000

Direct Effects of Mediators on DV (b paths)

	Coeff	se	t	p
ATTC	,5299	,1143	4,6359	,0000

Total Effect of IV on DV (c path)

	Coeff	se	t	p
UTC	,3774	,1330	2,8381	,0063

Direct Effect of IV on DV (c' path)

	Coeff	se	t	p
UTC	-,0505	,1465	-,3449	,7315

Model Summary for DV Model

R-sq	Adj R-sq	F	df1	df2	p
,3714	,3485	16,2469	2,0000	55,0000	,0000

\*\*\*\*\*

BOOTSTRAP RESULTS FOR INDIRECT EFFECTS

Indirect Effects of IV on DV through Proposed Mediators (ab paths)

	Data	Boot	Bias	SE
TOTAL	,4279	,4225	-,0055	,0999
ATTC	,4279	,4225	-,0055	,0999

Percentile Confidence Intervals

	Lower	Upper
TOTAL	,2514	,6355
ATTC	,2514	,6355

\*\*\*\*\*

Level of Confidence for Confidence Intervals:

95

Number of Bootstrap Resamples:

1000

\*\*\*\*\* NOTES \*\*\*\*\*

----- END MATRIX -----

✓ **Test de la médiation de l'effet de la compatibilité sur l'intention par l'attitude  
(hypothèse 6c)**

Dependent, Independent, and Proposed Mediator Variables:

DV = INT  
IV = COMPC  
MEDS = ATTC

Sample size  
58

IV to Mediators (a paths)

	Coeff	se	t	p
ATTC	,9050	,0985	9,1891	,0000

Direct Effects of Mediators on DV (b paths)

	Coeff	se	t	p
ATTC	,4418	,1403	3,1491	,0026

Total Effect of IV on DV (c path)

	Coeff	se	t	p
COMPC	,4950	,1113	4,4470	,0000

Direct Effect of IV on DV (c' path)

	Coeff	se	t	p
COMPC	,0952	,1637	,5817	,5632

Model Summary for DV Model

R-sq	Adj R-sq	F	df1	df2	p
,3739	,3511	16,4210	2,0000	55,0000	,0000

\*\*\*\*\*

BOOTSTRAP RESULTS FOR INDIRECT EFFECTS

Indirect Effects of IV on DV through Proposed Mediators (ab paths)

	Data	Boot	Bias	SE
TOTAL	,3998	,3970	-,0028	,1150
ATTC	,3998	,3970	-,0028	,1150

Percentile Confidence Intervals

	Lower	Upper
TOTAL	,1778	,6420
ATTC	,1778	,6420

\*\*\*\*\*

Level of Confidence for Confidence Intervals:

95

Number of Bootstrap Resamples:

1000

\*\*\*\*\* NOTES \*\*\*\*\*

----- END MATRIX -----

# Annexe 8: Etude 4 – Formulaire de consentement

---

**Titre de la recherche :** Aide à la conception, test d'usage et d'acceptation d'un logiciel de maintenance

**Chercheur :** Emma CIPPELLETTI

**Directeur de recherche :** Dongo Rémi Kouabenan / Aurélie Landry

## A) RENSEIGNEMENTS AUX PARTICIPANTS

### 1. Objectifs de la recherche

Ce projet de thèse fait suite à un stage réalisé en Master 2 Psychologie du Travail et des Organisations. L'objectif de cette précédente étude était de comprendre et d'analyser la perception que les salariés avaient du logiciel.

Suite à cela, les résultats ont été restitués à l'ensemble des techniciens participants sur les différents sites, et un projet de thèse a été mis en place au sein de l'entreprise en collaboration avec l'Université Pierre Mendès France (Grenoble 2). L'objectif est d'aider les concepteurs du logiciel à l'améliorer pour qu'il soit plus adapté et plus accepté par les utilisateurs.

Ce projet se déroule sur 3 ans (2012-2015) avec plusieurs phases et études nécessitant la participation des salariés.

### 2. Objectif de l'étude 1a

L'objectif de l'étude 1a est double et s'effectue via des observations du travail des salariés afin de :

- comprendre l'activité des techniciens et l'utilisation faite du logiciel.
- étudier l'impact de l'expérience sur la création des procédures et l'utilisation du logiciel.

### 3. Participation à la recherche

Le responsable d'activité s'engage à dégager du temps de travail au salarié volontaire afin que le participant puisse collaborer à toutes les phases de l'étude.

Les phases se présentent ainsi :

- observations filmées de deux procédures réalisées par le salarié;
- entretiens d'auto-confrontation: visionnage de la vidéo avec le salarié (maximum une demi journée).

### 4. Confidentialité

Toutes les données recueillies dans le cadre de cette thèse sont confidentielles et à destination exclusive d'Emma Cippelletti et des professeurs référents (Mr Kouabenan et Mme Landry) de l'Université Pierre Mendès France. L'anonymat du participant est garanti.

Les données seront analysées en garantissant l'anonymat des participants. Leur diffusion est également garante de confidentialité et d'anonymat : la publication des données sera collective, non pas individuelle.

Il n'y aura aucune exploitation commerciale de l'image de chaque participant.

## 5. Droit de retrait

A tout moment le participant peut exercer un droit de retrait concernant sa participation à l'étude.

### B) CONSENTEMENT

Je déclare avoir pris connaissance des informations ci-dessus, avoir obtenu les réponses à mes questions sur ma participation à la recherche et comprendre le but et la nature de cette recherche.

Après réflexion, je consens librement à prendre part à cette recherche. J'ai conscience de pouvoir me retirer en tout temps, sans aucun préjudice, sur simple avis écrit et sans devoir justifier ma décision.

Signature : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_  
Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Je déclare avoir pris connaissance des informations ci-dessus, avoir obtenu les réponses à mes questions sur la participation des salariés à la recherche et comprendre le but, la nature de cette recherche et consens à dégager du temps pour que \_\_\_\_\_ puisse participer à toutes les phases de la recherche.

Signature du responsable : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_  
Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Je déclare avoir expliqué le but, la nature de l'étude et avoir répondu au meilleur de ma connaissance aux questions posées.

Signature du chercheur (ou de son représentant) : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_  
Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Pour toute question relative à la recherche ou demande d'entrevue, vous pouvez communiquer avec Emma Cippelletti (doctorante en Psychologie du Travail) à l'adresse courriel : emma.cippelletti@40-30.fr

**Un exemplaire du formulaire d'information et de consentement signé doit être remis au participant**

Fait en deux exemplaires, le \_\_\_\_\_ à \_\_\_\_\_

## Annexe 9 : Etude 4 - Informations sociodémographiques

---

### Observation

Du

<b>Caractéristique du participant :</b>
Sexe:
Age :
Ancienneté :
Parcours :
Diplôme:
Site :
Atelier:

<b>Caractéristique du matériel :</b>	<b>Caractéristique de la procédure :</b>
Nom:	Numéro:
Numéro:	Niveau de détail:
Fréquence:	Nombre d'étape / sous-étape:
Nombre de réalisation par le sujet:	

<b>Caractéristique de l'observation :</b>	<b>Conditions d'observation :</b>
Temps de réalisation :	Situation normale ou dégradée:
Matériel utilisé:	Perturbation extérieur:

## Annexe 10 : Etude 4 - Entretien semi-directif

---

### **Questions générales**

- Qui est votre responsable hiérarchique ?
- Comment définissez-vous votre travail ?  
(Quelles sont vos tâches quotidiennes ?)

### **Logiciel**

- Que pouvez-vous me dire sur le logiciel? (Quelle utilisation au jour le jour en faites-vous ?)
- Pour la maintenance que vous venez de faire, comment le logiciel vous a-t-il aidé ?
- Quelles ont été les informations manquantes ?
- Est-ce que vous pensez que la direction ou votre responsable utilisent les données issues du logiciel ? Comment ?
- Quel intérêt peut-on trouver à ce logiciel dans votre métier ?  
(Dans un idéal comment il pourrait être amélioré ?)

### **Procédures**

- Que pouvez-vous me dire sur les procédures incluses dans le logiciel ?
- Que pouvez-vous me dire de la procédure que vous venez de faire ?  
(Quelles sont selon vous les informations indispensables ? les informations inutiles ?)
- A quoi selon vous sert les procédures, est ce obligatoire et nécessaire ?
- Que faites-vous lorsque vous remarquez des erreurs sur les procédures ?
- Que pensez-vous des procédures sous ce format (informatique) ? Par rapport aux procédures papiers ?

### **Organisation**

- Que pouvez-vous me dire sur le fonctionnement de la société ?
- Que pouvez-vous me dire de la communication autour du logiciel ?

## Annexe 11 : Etude 4 - Détail des actions pour chaque catégorie d'observable

Observations Type d'action	RF expérimenté	RF inexpérimenté	Electronique expérimenté	Electronique inexpérimenté	Métrieologie expérimenté	Métrieologie moyennement expérimenté	Cleaning expérimenté	Cleaning moyennement expérimenté
<b>Action Informatique (logiciel)</b>	Valide une étape Passe un écran Se déconnecte Se connecte	Valide une étape Passe un écran Reviens en arrière Se déconnecte Se connecte Mode dérogation	Valide une étape Passe un écran Reviens en arrière Mode dérogation actif		Valide une étape Passe un écran Se déconnecte Se connecte Relance le logiciel		Passe un écran Valide une étape Se connecte	
<b>Action informatique (Ordinateur)</b>	Remplit un fichier Excel concernant le matériel	-	-	-	Remplit les données (relevé de mesure, numéro de matériel...)	Remplit les données (relevé de mesure, numéro de matériel...)	-	-
<b>Prise information sur le matériel</b>	Regarde pièce ou matériel (réfléchi, vérifie...)		Regarde pièce ou matériel (réfléchi, vérifie...)	Regarde pièce ou matériel (réfléchi, vérifie...) Recherche pièce du regard	Regarde pièce ou matériel (réfléchi, vérifie...)		Regarde pièce ou matériel (réfléchi, vérifie...)	
<b>Prise d'information sur le logiciel</b>	-	Regarde écran (prend de l'information)	-	Regarde écran (prend de l'information)	Regarde écran (prend de l'information)	Regarde écran (prend de l'information)	Regarde écran (prend de l'information)	-
<b>Action technique</b>	Agit sur le matériel (dévisse, visse, démonte, test...)				Agit sur le matériel (tourne la molette, règle le matériel...) Remplit fiche de production		Agit sur le matériel (manipule la pièce, frotte la pièce...)	
	Remplit fiche de production				Réalise action sur un autre matériel Conditionne le matériel	Conditionne le matériel		
<b>Travail collectif</b>	Discute avec son responsable ou un collègue d'un autre matériel	Emet une demande à son collègue expérimenté (pose une question, demande de vérification, de compréhension...)	Discute avec un collègue sur un matériel pour un projet en cours	Emet une demande à son collègue expérimenté (pose une question, demande de vérification, de compréhension...)  Parle d'un autre matériel avec collègue	Discute avec son responsable sur un autre matériel et sur matériel en cours	-	Emet une demande à son collègue pour porter pièce	-
<b>Déplacement</b>	Va chercher un outil / un matériel	Va chercher un outil / un matériel Va imprimer un document sur l'ordinateur Va voir un collègue de travail Change de bureaux	Va chercher un outil / un matériel	Va chercher une pièce ou matériel	Va chercher un outil / un matériel Va jeter quelque chose à la poubelle	Va chercher un outil / un matériel S'occupe d'un deuxième matériel (autre poste)	Va chercher un outil / un matériel Change de gant	

## Annexe 12 : Etude 4 - Récapitulatif des verbatim des techniciens

### 1. Evaluation de l'utilisabilité du logiciel par les techniciens

#### 1.1. Les éléments liés au contenu des procédures

Technicien expérimenté (1) :	<p>« Donc, euh, si on regarde les slides ils sont euh, c'est les mêmes pour tous les types de matériel alors qu'il y en a plusieurs types »</p> <p>« D'accord. Euh oui parce que du coup la procédure pour ce matériel là en particulier, euh, celle qui est actuellement active est pas du tout, euh, enfin conforme aux matériels qu'on répare et à la façon qu'on le répare »</p> <p>« Voilà, parce que toutes les informations qu'on a que ce soit les schémas électrique, comment câbler tel truc pour le piloter, c'est pas mis sur le logiciel systématiquement pour chaque matos »</p> <p>« Ça (une étape), c'est plus d'actualité du tout »</p> <p>« Procédure qui n'était pas très juste »</p>
Technicien inexpérimenté (2)	<p>« Ben moi, je les trouve assez bien faites »</p> <p>« Ben en fait la procédure elle n'est que pour un seul modèle j'ai l'impression... Parce que tu vois, ça c'est le modèle. Il y a des 292 et un autre modèle encore, et là 279 que j'avais moi. Je crois que c'est différent, enfin je ne sais pas exactement quel modèle. Voilà, c'est pour ça que j'ai galéré à trouver »</p> <p>« Ouais, elle est fausse la photo »</p>
Technicien expérimenté (3)	<p>« Elles sont pas mal faites pour (son atelier). Moi je trouve que c'est suffisant »</p>
Technicien moyennement expérimenté (4) :	<p>« Et ben ça je vais revenir à la même chose. Pour des travaux vachement mécaniques du genre : démontage, remontage et tout, je trouve ça très très bien. Après pour (son travail) là en l'occurrence je ne trouve pas que ce soit très adapté... »</p> <p>« Les étapes sur les interventions elles ne sont pas plus détaillées que ça donc euh sur l'étape ça va te dire, ben, « faites les réglages ». Donc voilà les réglages même si tu sais pas quoi en faire, tu as les docs, ce n'est pas écrit sur le logiciel. Quelque fois tu as les docs sur le logiciel »</p>
Technicien expérimenté (5) :	<p>« Mais ça (la recherche de panne), déjà, c'est pas compris dans le logiciel »</p> <p>« Et en plus, au bout d'un moment, ben ouais, si tu prends le truc pour mettre la tape, si tu vas sur les autres photos, ben les autres photos des fois elle n'y est pas la tape »</p> <p>« Parce qu'elle n'a jamais été, on a dit de changer, ça n'a jamais été changé »</p>
Technicien inexpérimenté (6) :	<p>« Ouais, honnêtement (dans son atelier) j'ai jamais de procédure. Les X (matériel réparé lors de l'observation), c'est vrai, c'est vachement détaillé tout ça. Mais moi je n'ai jamais eu une procédure. Ça m'a jamais avancé ou quoi que ce soit. Bon on nous dit « mettez le logiciel, machin », nous ça ne nous avance pas. Il y aurait des infos sur les pannes, bien sûr on irait sur le logiciel »</p> <p>« Ben, elle est bien développée, bien développée, quelques erreurs mais bon (rire)... »</p> <p>« Ben non parce que là, la vue elle n'est pas évidente. Elle est droite la pièce, que tu n'as pas notion de ce qu'il y a derrière donc bon ben non, je n'ai pas fait le lien entre les deux photos. C'est la prise de vue est toute différente donc »</p> <p>« Parce que je crois que le matos il est complètement démonté à ce moment-là. Et là on tombe sur un matériel tout monté »</p>
Technicien expérimenté (7) :	<p>« Alors il (une partie de pièce) n'y est plus ». « Elle (la procédure) n'est plus à jour »</p>

## 1.2. Les éléments liés aux fonctionnalités du logiciel

Technicien inexpérimenté (2) :	« Euh à part çaaa, ben à part ça, ça me paraît assez complet » « C'est complètement débile. Ca me fait chier (la minute par étape) parce que moi je ne l'utilise que pour finir les procédures donc je fais que valider. Je dois attendre une minute tous les soirs tac tac tac, je ne vois pas l'intérêt de ça »
Technicien expérimenté (3) :	« C'est trop rigide, il est trop rigide »
Technicien moyennement expérimenté (4) :	« Non, je ne sais pas. On en parlait de rentrer des choses sur le logiciel et tout après, est ce que... je ne sais pas si tu peux faire autant de chose qu'avec Excel »
Technicien expérimenté (5) :	« Sinon, quand je la mets en dérogation, c'est vraiment que ben, je ne sais pas. Par exemple, je récupère l'affaire de quelqu'un qui l'avait fini, il fallait que je la remonte, si à la fin par exemple, il faut que je le re-démonte parce que la panne elle n'était pas faite ben, tu ne peux pas revenir en arrière en fait »
Technicien inexpérimenté (6) :	« Ben c'est assez simple, c'est..., Moi, je trouve c'est assez intuitif quand même »
Technicien moyennement expérimenté (8) :	« En fait, c'est pas compliqué la manière de procéder sur l'ordi, elle est facile on va dire » « Ben pas d'un seul trait. Je peux choisir genre, si je choisis (une étape), ça va mettre (cette étape), et après il va falloir que je remette « quitter », que je recommence et que je refasse (l'autre étape) »

## 1.3. Les éléments liés au support matériel du logiciel

Technicien expérimenté (1) :	« Non le format informatique, comme ça, est pas mal parce que du coup format papier, tu aurais ça. Euh on connaît tous le problème, ça va être bien pendant aller quelques mois après tout le monde aura écrit des trucs dessus le papier. Ça, ça sera arraché. Il manquera des pages ou alors il faudrait que ce soit, si tu entends format papier, dans un classeur plastifié mais euh » « Voilà, ça coûterait cher. Et puis euh, il faudrait de la place parce que s'il faut un classeur à chaque matos, euh, sur une armoire ça va, ça présenterait bien mais ça serait un peu lourd quoi. »
Technicien inexpérimenté(2) :	« Donc c'est surtout au niveau matériel, le choix du PC. Ben windows, le choix du matériel ça a été un mauvais choix parce qu'une barre de défilement avec les doigts, c'est super compliqué »
Technicien expérimenté (3) :	« Ouais c'est bien, ça évite qu'on ait des feuilles de papier et tout » « Ouais mais quand tu vois comme ça marche, tu prends peur quoi. Rien que pour marquer des fois le test de fuite tu as le tableau, tu as le test de fuite. Des fois tu appuies sur le chiffre, ça met quatre secondes à te marquer le 1 »
Technicien expérimenté (5) :	« Mais déjà par exemple pour le test du détecteur par rapport au test de fuite final, déjà le logiciel, c'est pas à côté de toi »
Technicien expérimenté (7) :	« Ben, comme je te dis les bugs sont quand même assez fréquents. Ça, c'est vrai que c'est un peu récurrent quand tu travailles »

## 2. Evaluation de l'utilité du logiciel par les techniciens

### 2.1. Eléments favorisant l'usage du logiciel

Technicien inexpérimenté (2) :	« Ben, c'est utile pour quand tu commences dans la société au début »
Technicien moyennement expérimenté (4) :	« Pour moi, il est très bien pour te former »
Chercheur	« Quelles sont, pour toi, les informations qui sont indispensables dans les procédures? »
Technicien expérimenté (5)	« Les photos »
Technicien inexpérimenté (6)	« Ouais je pense que c'est nécessaire mais pas obligatoire. Ben c'est important, c'est important d'en avoir » « Non mais là, oui, c'est clair qu'il a été utile à ce moment-là sur du matériel que tu ne connais pas »
Technicien expérimenté (7) :	« A mettre l'opérateur sur le bon chemin, à le guider » « Aussi ouais hum hum. Ben parce qu'il faut bien qu'on s'en réfère à quelque chose. Donc euh voilà c'est clair que pour moi c'est important »
Chercheur : Technicien expérimenté (7) :	« Est-ce que tu vois des informations manquantes plutôt ? » « De ce qu'on a vu, je ne pense pas »

### 2.2. Eléments défavorisant l'usage du logiciel

Technicien expérimenté (1) :	« Ah c'est, euh, toujours sur ce matos-là, euh. C'est vrai que je n'en ai pas besoin concrètement je n'en ai pas besoin »
Technicien expérimenté (3) :	« Moi, je n'ai aucun intérêt. Le logiciel moi, me fais perdre plus de temps ou m'énerve parce qu'il plante donc euh, c'est plus une gêne pour moi »
Technicien moyennement expérimenté (4) :	« Ouais, ben quand tu connais bien comme là, ce matériel, je le connais par cœur parce que des étapes il y en a 5 à faire, 5 ou 6. Tu connais, tu fais toujours la même chose donc il ne t'apporte rien le logiciel, il t'amène pas d'informations supplémentaires par contre il faut que tu penses à passer les étapes, à la valider, à le bipper et... donc... » « Ça prend du temps, tout ce qui est ordinateur et après ça représente bien que le logiciel c'est vrai que je ne m'en sers pas plus que ça pour les matériel »
Technicien expérimenté (5)	« Ça ne va pas m'aider, ça ne va même pas moi je n'ai même pas de schéma en fait » « Le problème actuel il est là un peu. On n'a pas tendance à mettre les génériques. Et on les met pas parce que c'est pas un support pour nous donc tu n'y penses pas à y mettre. Ce n'est pas de la mauvaise volonté ou quoi c'est... » « Après générique ça montre peut-être que tu as un suivi du produit : lui il est en entrée, tu le declares, il est plus en entrée, là il passe en travaux finis. C'est vrai, c'est le seul avantage enfin que je vois »
Technicien inexpérimentés (6)	Hummm franchement je n'en voit pas l'utilité en fait « Ben, parce que moi, c'est tout le temps des procédures génériques donc j'ai tout le temps démontage / contrôle / remontage / test. Voilà un truc comme ça : tout le temps les quatre ou cinq étapes » « Des fois, c'est pas assez précis je trouve »

### 2.3. Evaluation du processus de rédaction des procédures de travail

Technicien inexpérimenté (2) :	« J'ai l'impression qu'il y a que un certain nombre de groupes qui, un petit groupe, qui les fait et c'est tout quoi. Nous par exemple de notre côté, on nous entraine pas » « J'ai l'impression que les gens qui ont fait les procédures, c'est pas ceux qui les réparent d'habitude »
Technicien moyennement expérimenté (4) : Chercheur : Technicien moyennement expérimenté (4) :	« Ouais on a un cahier. On a un cahier donc on note procédure euh 632, ben là, à cet endroit-là, tu as une flèche qui est mal mise. [...] »  « Et ça vous le faites remonter après ? »  « Après on faisait remonter à X (le rédacteur technique) ou quelqu'un comme ça »  « On se donnait un rendez-vous, on la faisait ensemble. On la faisait, on revoyait mais ce n'est pas quelque chose qui voilà... C'est pareil, ça serait mieux d'avoir, voilà chaque mois ou tous les deux mois et tu fais un retour sur les problèmes que tu as eu » et tu... »
Technicien expérimenté (6) :	« Ben là, tu as vu je le fais remonter à (son collègue expérimenté) quoi, vu que je sais que c'est un peu lui qui a travaillé sur cette procédure... ou je ne sais pas ce qu'il a, s'il l'a fait entièrement »
Technicien expérimenté (7) :	« Et je pense même qu'il faudrait s'aider des opérateurs. Tu vois, je pense des gens qui ont des connaissances pour pouvoir les établir correctement »