

Implantation des Environnements de Données Commun dans
l'industrie française de la construction –
Le cas KROQI

par

Marin BEDOISEAU

RAPPORT DE PROJET PRÉSENTÉ À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE
SUPÉRIEURE COMME EXIGENCE PARTIELLE À L'OBTENTION DE
LA MAÎTRISE AVEC PROJET EN GENIE DE LA CONSTRUCTION
M. ING.

MONTREAL, LE 3 DECEMBRE 2021

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



Marin Bedoiseau, 2021



Cette licence [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) signifie qu'il est permis de diffuser, d'imprimer ou de sauvegarder sur un autre support une partie ou la totalité de cette œuvre à condition de mentionner l'auteur, que ces utilisations soient faites à des fins non commerciales et que le contenu de l'œuvre n'ait pas été modifié.

PRÉSENTATION DU JURY

CE RAPPORT DE PROJET A ETE EVALUE

PAR UN JURY COMPOSE DE :

M. Conrad Botton, directeur de projet
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

Mme Ivanka Iordanova, professeure
Département de génie de la construction à l'École de technologie supérieure

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout d'abord mon directeur de recherche, M. Conrad BOTON, pour m'avoir guidé durant ce projet. Ses conseils et son expertise m'ont permis d'orienter mon travail, tout en restant libre dans mon évolution. Je le remercie pour ce riche enseignement.

Je remercie les membres du comité d'éthique de la recherche de l'ÉTS Montréal d'avoir su répondre rapidement aux besoins de l'enquête.

Je remercie également tous les professionnels de l'industrie de la construction française qui ont pris le temps de participer à ce projet, et qui ont été indispensables dans l'avancée de cette recherche.

Implantation des Environnements de Données Commun dans l'industrie française de la construction – Le cas KROQI

Marin BEDOISEAU

RÉSUMÉ

L'implémentation d'Environnement de Données Communs (EDC) – en anglais Common Data Environment (CDE) – dans l'industrie de la construction, paraît essentiel pour organiser et gérer efficacement le flux d'informations important au sein des projets de la construction. Cependant on observe que l'investissement et les coûts de mise en place de tels environnements sont souvent dissuasifs, particulièrement auprès des petites et moyennes entreprises (PME).

En lançant le Plan BIM 2022 (PB2022) en 2017, le gouvernement français vise à lutter contre la fracture digitale naissant entre grandes et petites entreprises de la construction. Au cœur de ce plan financé par l'État, se trouve le développement d'une plateforme collaborative de type CDE nommée KROQI. Gratuite, elle propose des outils de collaboration clefs en mains ayant pour vocation d'accompagner en particulier les PME dans leur transition numérique.

À une année de la fin du PB2022, l'objectif de cette recherche a été d'évaluer concrètement la réception et la satisfaction globale de la plateforme KROQI directement auprès des utilisateurs, de mesurer l'adaptabilité de son environnement aux besoins du secteur, et d'en identifier les barrières potentielles ainsi que des pistes d'améliorations. L'étude du sujet s'est faite par le biais d'une enquête en ligne et d'entretiens semi-dirigés auprès de professionnels de la construction utilisateurs de KROQI.

Les résultats ont montré que, si l'initiative du gouvernement est largement louée et que les utilisateurs sont convaincus des bienfaits de l'implémentation d'un CDE pour leurs projets, dans les faits, de nombreux problèmes techniques limitent la plateforme KROQI. Cette dernière apparaît, en l'état, être un outil de collaboration limité à une utilisation simple et légère. Si le plan est très ambitieux, la plateforme ne permet à ce stade que des premiers pas BIM, ce qui ne satisfait globalement pas ses utilisateurs.

Mots-clés : CDE, Collaboration, Construction, PME, BIM, Barrières, KROQI

TABLE DES MATIÈRES

	Page
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 REVUE DE LITTÉRATURE	4
1.1 Introduction.....	4
1.2 Collaboration au sein du secteur de la construction.....	5
1.2.1 Particularités des projets de construction.....	5
1.2.2 Building Information Modeling.....	6
1.2.2.1 Définition	6
1.2.2.2 Niveaux de maturité du BIM	6
1.2.2.3 Bénéfices.....	8
1.2.3 Common Data Environment	10
1.2.3.1 Définition	10
1.2.3.2 Critères.....	11
1.2.3.3 Matrice d'analyse.....	12
1.2.4 Obstacles	14
1.2.4.1 Divers facteurs	14
1.2.4.2 Particularité pour les petites entreprises	15
1.2.4.3 Normalisation.....	16
1.3 Contexte de l'industrie de la construction Française	17
1.3.1 Poids de l'industrie de la construction	17
1.3.2 Contexte du BIM.....	18
1.3.2.1 Introduction.....	18
1.3.2.2 Plan de Transition Numérique du Bâtiment.....	19
1.3.2.3 Plan BIM 2022.....	20
1.4 La plateforme KROQI	23
1.4.1 Présentation.....	23
1.4.2 Fonctionnalités	24
1.4.3 Positionnement en tant que CDE	25
1.4.4 Modèle économique.....	27
CHAPITRE 2 MÉTHODOLOGIE	30
2.1 Objectifs	30
2.2 Questionnaire	31
2.2.1 Choix de méthode et outil	31
2.2.2 Conception du questionnaire.....	31
2.2.3 Distribution et collecte de données	32
2.3 Entrevues semi-dirigées	33
2.3.1 Profils des participants.....	33
2.3.2 Déroulement.....	34
2.3.3 Axes des entrevues.....	34

CHAPITRE 3 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	36
3.1 Profil des répondants.....	36
3.1.1 Catégories d'entreprises.....	36
3.1.2 Profil individuel	40
3.2 Profil d'utilisation de KROQI.....	43
3.3 Enquête de satisfaction	48
3.3.1 Communication.....	48
3.3.2 Coordination	50
3.3.3 Coopération.....	51
3.3.4 Support.....	53
3.3.5 Générale	54
CHAPITRE 4 INTERPRÉTATION	58
4.1 Perception et adoption.....	58
4.2 Les barrières.....	59
4.3 Retour sur le statut de CDE	61
4.4 Pistes d'amélioration.....	62
4.5 Discussion et limites	63
CONCLUSION.....	65
ANNEXE I VERSION IMPRIMABLE DE L'ENQUÊTE.....	69
ANNEXE II RECAPITULATION DES COMMENTAIRES LIBRES EN REPONSE DE L'ENQUÊTE	85
BIBLIOGRAPHIE.....	91

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 1.1 : Bénéfices du BIM au long du cycle de vie du Bâtiment.....	9
Tableau 1.2 : Plan d’actions du Plan BIM 2022 – Axe 1	20
Tableau 1.3 : Plan d’actions du Plan BIM 2022 – Axe 2	21
Tableau 2.1 : Présentation des participants à l’entrevue semi-dirigées	33

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1.1 : Niveaux de maturité du BIM (Bew & Richards, 2008)	7
Figure 1.2 : Matrice d'analyse et de comparaison des CDE (Martin, 2021)	13
Figure 1.3 : Le trèfle fonctionnel d'Ellis	24
Figure 3.1 : Répartition des domaines d'expertise	37
Figure 3.2 : Répartition du nombre d'employés.....	38
Figure 3.3 : Répartition du chiffre d'affaires.....	38
Figure 3.4 : Répartition des catégories d'entreprises	39
Figure 3.5 : Répartition des postes occupés.....	40
Figure 3.6 : Expérience des répondants dans la construction	41
Figure 3.7 : Rapport au concept de "plateforme collaborative"	42
Figure 3.8 : Plateforme collaborative antérieure à KROQI	42
Figure 3.9 : Connaissance des CDE.....	43
Figure 3.10 : Période d'implémentation de KROQI	44
Figure 3.11: Facteurs d'implémentation de KROQI.....	45
Figure 3.12 : Types de formation à l'utilisation de KROQI.....	45
Figure 3.13 : Exclusivité d'utilisation de KROQI.....	46
Figure 3.14 : Nombre de profils utilisateurs	47
Figure 3.15 : Espace de stockage KROQI nécessaire.....	47
Figure 3.16 : Utilisation des outils de communication KROQI.....	48
Figure 3.17 : Satisfaction des outils de communication	49

Figure 3.18 : Utilisation des outils de coordination KROQI	50
Figure 3.19 : Satisfaction des outils de coordination.....	51
Figure 3.20 : Utilisation des outils de coopération KROQI.....	51
Figure 3.21 : Satisfaction des outils de coopération	52
Figure 3.22 : Satisfaction du support de KROQI.....	53
Figure 3.23 : Regard sur la transition numérique et la digitalisation des processus	54
Figure 3.24 : Impact de KROQI sur la performance des projets	55
Figure 3.25 : Pertinence de la plateforme KROQI face aux besoins des utilisateurs	55
Figure 3.26 : Intentions futures quant à l'utilisation de KROQI	56

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

ADNC	Association pour le Développement Numérique de la Construction
BIM	Building Information Modeling
BSI	British Standards Institution
CA	Chiffre d’Affaires
CAO	Conception Assistée par Ordinateur
CDE	Common Data Environment
CGU	Conditions Générales d’Utilisation
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
EDC	Environnement de Données Commun
ETI	Entreprise de Taille Intermédiaire
GED	Gestion Électronique de Documents
Go	Giga octet
ID	Identifiant
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
ISO	International Organization for Standardization
JOUE	Journal Officiel de l’Union Européenne
LaRTIC	Laboratoire de Recherche sur les Technologies de l’Information en Construction
MIC	Microentreprise
PB2022	Plan BIM 2022
PME	Petite ou moyenne entreprise

XVIII

PTNB	Plan de Transition Numérique du Bâtiment
TCE	Tous Corps d'État
2D	2 Dimensions
3D	3 Dimensions

INTRODUCTION

Le contexte particulier des chantiers, organisés notamment autour de nombreuses parties prenantes, génère un flux d'informations très important. Dans un secteur où la digitalisation est en croissance continue, les méthodes et outils de travail doivent s'adapter pour assurer une bonne collaboration et une meilleure performance des projets. L'implémentation d'Environnement de Données Communs (EDC) – en anglais Common Data Environment (CDE) – dans l'industrie de la construction, paraît alors essentiel pour organiser et gérer efficacement ce flux d'informations au sein des projets. Cependant l'investissement et les coûts de mise en place de tels environnements peuvent être dissuasifs, particulièrement auprès des petites et moyennes entreprises (PME), possédant moins de moyens financiers.

En France, afin de lutter contre la fracture digitale naissant entre grandes et petites entreprises de la construction, le gouvernement a lancé en 2017 le Plan BIM 2022 (PB2022). Ce plan financé par l'État vise à démocratiser l'utilisation du BIM au sein de l'industrie, notamment en mettant gratuitement à disposition des outils numériques aux entreprises françaises de la construction. Au cœur de ce plan, se trouve le développement d'une plateforme collaborative de type CDE nommée KROQI, possédant des outils de collaboration clefs en mains ayant pour vocation d'accompagner en particulier les PME dans leur transition numérique.

Si les CDE ont fait l'objet de nombreuses études théoriques, à ce jour il existe peu d'études de cas concret de CDE sur le terrain, un aspect qu'il est primordial de considérer en particulier dans l'industrie construction.

L'objectif de cette recherche, à une année de la fin du PB2022, est d'évaluer la satisfaction globale de la plateforme KROQI directement par le retour d'expérience d'utilisateurs, de mesurer l'adaptabilité de son environnement aux besoins du secteur, et d'en identifier les barrières potentielles ainsi que des pistes d'améliorations, tout en contribuant à l'avancement de la connaissance du domaine.

Ce rapport est organisé comme suit. Le premier chapitre est une revue de la littérature scientifique établissant un état de l'art des connaissances relatif aux sujets abordés. Le deuxième chapitre vise à expliquer la méthodologie de la recherche. Le troisième chapitre se concentre sur la présentation des résultats qui seront finalement analysés et interprétés dans le quatrième chapitre.

CHAPITRE 1

REVUE DE LITTÉRATURE

1.1 Introduction

L'objectif de cette revue de littérature est de cerner les bases et la progression en matière de connaissance des concepts clés de ce projet de recherche.

Dans cette optique, nous tacherons premièrement de comprendre l'enjeu particulier de la collaboration au sein des projets de construction, pour ensuite présenter la solution qu'apporte les CDE, après avoir introduit le BIM et ses concepts. Les bénéfices qu'apportent ces technologies seront présentés avant d'en soulever les obstacles, en particulier pour les plus petites entreprises de la construction.

Ensuite nous nous focaliserons en particulier sur la situation de la construction en France, en introduisant son Plan BIM 2022, ainsi que le contexte dans lequel il est né et évolue.

Finalement, nous décrirons l'objet qui réside au cœur de ce projet : la plateforme KROQL.

1.2 Collaboration au sein du secteur de la construction

1.2.1 Particularités des projets de construction

Les projets de construction sont caractérisés par l'intervention de nombreux acteurs, issus de milieux professionnels aux cultures différentes, travaillant autour d'un flux d'informations très dense. En plus de cette fragmentation des intervenants, le contexte du chantier rend cette industrie unique notamment par son environnement non contrôlé, changeant continuellement d'un projet de construction à un autre ; chaque projet est un prototype. Tout au long de son cycle de vie, une quantité énorme de fichiers et de documents sont donc échangés entre une grande variété de parties prenantes. Cela rend la collaboration avancée nécessaire pour le bon déroulement des projets, avec pour but de briser le travail en silos.

Pour que la structure des projets fonctionne efficacement, une bonne collaboration et une bonne communication entre chaque participant sont indispensables. Le travail collaboratif est essentiel dans la construction, et la gestion de l'information en est la clé (Beauchamp, 2020).

Avec la naissance de nouveaux outils informatiques toujours plus puissants, de nombreuses méthodes et approches informatiques pour faciliter la collaboration ont été développées, notamment sur la dernière décennie. Le caractère unique de chaque projet pourrait expliquer le retard ou même la réticence de l'industrie dans l'automatisation et l'utilisation des nouvelles technologies (Bourgault et al., 2021). Cependant, si le secteur du bâtiment reste encore un des moins numérisés (McKinsey&Company, 2017), il se tourne de plus en plus vers le Building Information Modeling (BIM) et des solutions comme les Common Data Environment (CDE), que nous allons présenter par la suite.

1.2.2 Building Information Modeling

1.2.2.1 Définition

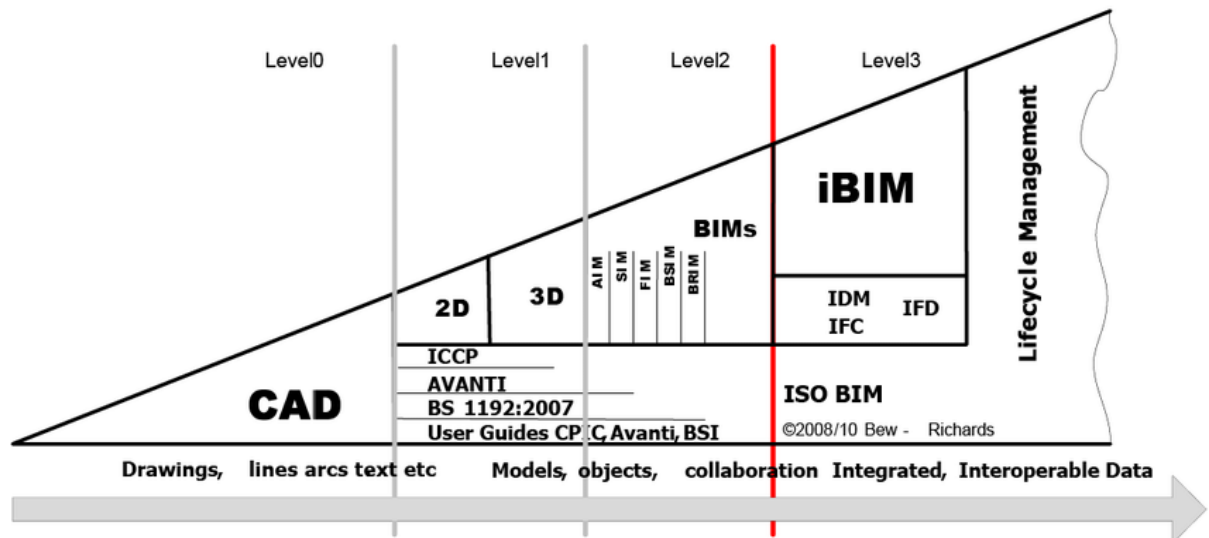
Le secteur de la construction s'est orienté vers une démarche BIM au cours des deux dernières décennies. Le BIM signifie Building Information Modeling, c'est-à-dire la modélisation des informations d'un bâtiment, et permet d'améliorer les performances en réduisant les malfaçons, en améliorant la productivité et en augmentant la collaboration entre les parties prenantes du projet (Abanda et al., 2018).

Le BIM est souvent réduit à tort à un logiciel ou à une technologie, mais il est de fait bien plus que cela; c'est une suite de processus ou méthodes de travail utilisées toute au long de la conception, de la construction et de l'utilisation d'un bâtiment. Le BIM c'est toute une façon de travailler (Chelbab & Rahmouni, 2019), il inclut des processus et outils qui définissent qui fait quoi, comment, et à quel moment. L'implémentation du BIM sur un projet offre, entre autres, la visualisation de la conception, la création rapide de conceptions alternatives, l'examen automatique de la fiabilité du modèle, la production de rapports et la prévision de la performance du bâtiment (Abanda et al., 2018). En plus d'être un outil d'aide à la décision durant le cycle de vie d'un projet, le BIM sert de plateforme de partage de connaissances et de données tout au long de la chaîne de valeur de la construction (Bourgault et al., 2021).

1.2.2.2 Niveaux de maturité du BIM

Différents niveaux de collaboration et de partage BIM sont identifiés, ce sont les niveaux de maturité de BIM. Au fur et à mesure que l'on monte de niveaux, la coopération entre les différentes parties s'intensifie. Les niveaux de maturité vont du niveau 0 au niveau 3 et au-delà, définissant les critères d'accès (Succar, 2009). Le modèle développé par Mark Bew et Mervyn Richards (2008) a été un diagramme utile pour comprendre et illustrer ces niveaux.

Figure 1.1 : Niveaux de maturité du BIM (Bew & Richards, 2008)



Au niveau de maturité 0, il y a une conception assistée par ordinateur (CAO) non gérée, comprenant des dessins 2D, et des échanges d'information par texte papier ou électronique, mais sans normes ni processus communs. Il s'agit essentiellement d'un tableau à dessin numérique.

Le niveau 1 correspond à une modélisation orientée-objet (Succar, 2009). Les représentations bidimensionnelles traditionnelles du niveau 0 sont remplacées par des modèles tridimensionnels orientés-objet. Ces modèles permettent à leur auteur d'automatiser la génération de documents 2D (plans, coupes, etc.) et 3D (perspectives, simulations, etc.), mais ne sont pas partagés entre les membres de l'équipe de projet. À ce niveau d'autres logiciels "non-BIM" sont encore utilisés en support, comme notamment des plates-formes de gestion de projet (Botton & Kubicki, 2014).

Le niveau 2 correspond à une collaboration basée sur des modèles orientés-objet. Les paramètres des objets 3D sont contrôlés en termes de niveau de détail attendu en fonction des phases du projet (Botton & Kubicki, 2014). Un environnement 3D est géré avec données jointes, mais créé à partir de modèles distincts propres à chaque discipline. Ces modèles distincts sont assemblés pour former un modèle fédéré, mais ne perdent pas leur identité ni

leur intégrité. Les données peuvent comprendre des renseignements sur le séquençage de la construction (4D) et le coût (5D), apportés par des logiciels dit "non-BIM".

Le niveau 3 correspond à l'utilisation collaborative d'un seul modèle intégré orienté-objet et partagé via un réseau. Ce modèle en ligne prend en compte les informations sur le séquençage de la construction (4D), le coût (5D) et des informations sur le cycle de vie du projet (6D). Chaque acteur peut se connecter pour alimenter le modèle en fonction de son rôle opérationnel (Botton & Kubicki, 2014). C'est la version de maturité qui vise à obtenir de meilleurs résultats opérationnels.

1.2.2.3 Bénéfices

Aujourd'hui, l'implémentation du BIM est largement reconnue comme bénéfique, et de nombreuses études se sont employées à lister ces bénéfices :

Eastman et al., 2011, Azhar et al., 2011, Deshpande and Whitman, 2014, Husain et al., 2014, Latiffi et al., 2016, EU BIM Task Group, 2016, Kjartansdottir et al., 2017, Khosrowshahi, 2017, Enshassi et al., 2018, Ullah et al., 2019.

Les notions qui reviennent principalement sont le fait que l'utilisation du BIM améliore et optimise les processus, augmente la productivité, et cela tout en réduisant les coûts.

Cependant les bénéfices sont variés et présents tout au long du cycle de vie du bâtiment.

Ullah et al. (2019) ont proposé de les répartir entre les phases de pré-construction, construction, et post-construction comme présenté dans le Tableau 1.1 ci-dessous.

Tableau 1.1 : Bénéfices du BIM au long du cycle de vie du Bâtiment

Étape	Bénéfices du BIM
Pré-construction	<ul style="list-style-type: none"> • Meilleure conception et étude de préféabilité (Eastman et al., 2011) • Analyse efficace du site pour comprendre les problèmes liés à l'environnement et aux ressources (Azhar et al., 2011b) • Améliore l'efficacité et l'exactitude de la documentation sur les conditions existantes (Kjartansdottir et al., 2017) • Examinations efficaces de la conception menant à une plus grande durabilité du projet (Khosrowshahi, 2017) • Amélioration de l'efficacité énergétique (Eastman et al., 2011) • Résoudre les conflits de conception plus tôt en visualisant le modèle (Latiffi et al., 2016) • Permet une estimation des coûts plus précise et plus rapide (Khosrowshahi, 2017)
Construction	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation des complexités de chantier pour améliorer les solutions, les alternatives, les ressources, et le calendrier (Kjartansdottir et al., 2017) • Gestion efficace du stockage et de l'approvisionnement des ressources du projet (Eastman et al., 2011) • Fabrication efficace de divers composants hors site en utilisant le modèle de conception comme base (Enshassi et al., 2018) • Permet une meilleure utilisation et optimisation du site de construction (Deshpande and Whitman, 2014) • Réduit la congestion du site et améliore la santé et la sécurité (Khosrowshahi, 2017)
Post-construction	<ul style="list-style-type: none"> • Aide à prendre des décisions concernant les opérations, la maintenance, réparation et remplacement d'une installation (Kjartansdottir et al., 2017) • Rend la gestion des actifs plus rapide, plus juste et plus précise (Husain et al., 2014) • Capacité de planifier la maintenance et d'accéder facilement à l'information pendant l'entretien (Enshassi et al., 2018)

La liste est donc nombreuse, et si la plupart sont le résultat d'une bonne collaboration, communication, et gestion de l'information, nombre de ces bénéfices découlent directement ou indirectement de l'utilisation d'un Common Data Environment (CDE).

1.2.3 Common Data Environment

1.2.3.1 Définition

Le Common Data Environment (CDE), ou Environnement de Données Commun (EDC), est défini par l'ISO 19650-1: 2018 comme une « source convenue d'information pour un projet ou un actif désigné, utilisée pour collecter, gérer et diffuser chaque conteneur d'information par le biais d'un processus géré » (ISO, 2018).

Un Environnement de Données Commun comprend une "solution CDE", un outil, et un "flux de travail CDE". Ce flux de travail CDE organise le flux et la gestion de l'information tout au long du cycle de vie d'un bien. La "solution CDE", est une technologie basée sur un serveur ou dans le cloud, avec des fonctions de gestion de base de données, de transmission, de suivi des problèmes et des fonctions connexes qui prennent en charge le flux de travail CDE (*BIM Dictionary*, 2021).

Le CDE peut être utilisé dans divers domaines et n'est pas propre à celui de la construction. Un CDE sert donc de source unique d'informations pour le stockage, le partage et la gestion des documents, et il encourage les parties à utiliser les mêmes systèmes et plateformes pour travailler en collaboration. Les données de projet dans différents emplacements et formats peuvent être visionnées et téléchargées depuis une seule source fédérée. L'organisation peut donc interagir entre les équipes de projet et collaborer plus efficacement, en évitant les confusions, les omissions, les répétitions et les erreurs (Abanda et al., 2018).

Le CDE est largement classé comme un outil permettant d'amener la maturité BIM au niveau 2, notamment par le PAS1192-2: 2013, où les sorties de conception de projets sont produites dans des modèles 3D et sont gérées par différentes plateformes professionnelles (British Standards Institution, 2013).

1.2.3.2 Critères

S'il n'existe pas de guide général normalisé permettant d'attribuer ou non la qualification de CDE, une liste non exhaustive de critères, qu'un CDE se doit de remplir, peut tout de même être établie.

La norme PAS1192-2 publiée par le British Standards Institution (2013), propose certaines spécificités concernant les CDE, notamment sur la structure de données en définissant quatre états de la donnée ;

- **WIP, Work In Progress (Travaux en cours)** : les données sont en cours de création et/ou de modification, elles sont en attente d'approbation.
- **Shared (Partagé)** : les données sont revues, partagées entre collaborateurs, elles peuvent alors servir de références.
- **Published (Publié)** : les données ont été validées et publiées.
- **Archived (Archivé)** : les données ne relèvent plus de l'actualité et/ou contiennent des informations importantes pouvant être requises dans le futur.

(British Standards Institution, 2013)

Le PASS1192-2 :2013 évoque aussi une procédure de vérification entre chacun de ces états de cycle de vie de la donnée, en indiquant que chaque donnée doit être vérifiée et approuvée par signature afin de passer à l'état suivant. De plus, l'espace de travail WIP doit être propre à chaque groupe de parties prenantes, et le client ne peut accéder qu'aux données aux statuts « publiées ». La modification d'une donnée doit pouvoir être attribuable à un auteur (British Standards Institution, 2013).

La partie 2 de l'ISO19650 :2018 donne également des détails sur la qualification d'un CDE. On peut y lire tout d'abord que le CDE doit « répondre à la totalité des exigences du projet et assurer la production collaborative de l'information » (ISO, 2018). De plus il doit permettre d'affecter un identifiant (ID) unique, basé sur une convention convenue préalablement, à chaque conteneur d'information.

Entre autres le CDE doit aussi permettre d'enregistrer, à chaque modification d'une donnée, le nom de l'utilisateur ayant apporté des révisions ou modifications, ainsi que la date de modification. L'accès à chaque conteneur d'information doit également pouvoir être contrôlé (ISO, 2018).

1.2.3.3 Matrice d'analyse

Pour définir les CDE en allant plus loin que l'ISO19650 :2018 ou le PASS1192-2 :2013, une étude par Martin (2021), encadrée par le Laboratoire de Recherche sur les Technologies de l'Information en Construction (LaRTIG), a proposé une matrice d'analyse et de comparaison des environnements de données communs.

Figure 1.2 : Matrice d'analyse et de comparaison des CDE (Martin, 2021)

	Gestion Documentaire	Coordination	Communication	Production BIM
Niveau 3	Modèle unique pluridisciplinaire contenant toute la documentation du projet	Coordination synchrone au modèle (via serveur)	Communication synchrone et intégrée Communication vocal intégrée (VOIP)	Création et modification des modèles et des documents
Niveau 2	Fédération des modèles et des documents du projet	Gestion des versions Flux de travail formalisé Coordination multidisciplinaire 3D	Communication asynchrone intégrée Outils de communication BIM (BCF)	Possibilité d'édition des modèles BIM sur la plateforme
Niveau 1	Gestion électronique de documents	Convention de nommage formalisée Zones de travail convenues	Via courriels, ou autre moyen externe à la plateforme Outils génériques	Aucune possibilité de création, d'édition des modèles BIM sur la plateforme Fichiers de modèles BIM stockés sur la plateforme
Niveau 0 Pré - CDE	Gestion papier, manuelle des documents	Coordination adhocratique Aucune coordination particulière pour les documents	Via courriels, ou autre moyen externe à la plateforme Outils génériques	Création, édition de modèles via les logiciels CAO et/ou BIM

Cette matrice se décompose en quatre axes d'orientation pour décrire l'environnement de données commun : l'axe de gestion documentaire ; l'axe de coordination ; l'axe de communication ; et l'axe de production BIM.

Sur chaque axe sont définis quatre niveaux ; du niveau 0, correspondant à un niveau "Pré-CDE", jusqu'au niveau 3, étant le niveau le plus élevé auquel un CDE pourrait prétendre. Les critères correspondants à chaque niveau selon les axes sont décrits dans cette matrice à double entrées. Le CDE de niveau 3 est interconnecté et est propice à l'utilisation collaborative, ainsi qu'au partage via réseau, du modèle intégré orienté-objet du BIM de niveau 3.

1.2.4 Obstacles

Malgré les nombreux avantages potentiels du BIM, son taux de mise en œuvre a été lent en raison de divers obstacles que nous allons voir ici (Walasek & Barszcz, 2017).

1.2.4.1 Divers facteurs

Que ce soit pour l'implémentation du BIM ou plus spécifiquement pour la mise en place de CDE, les freins sont multiples et ont fait l'objet de nombreuses recherches.

Si aujourd'hui les bénéfices du BIM et des CDE, correctement mis en place, sont globalement de plus en plus reconnus, Latiffi et al. (2016), suivit de Gerges et al. (2017), présentaient le manque de sensibilisation aux avantages du BIM comme une des barrières principales à son implémentation. De surcroît, la résistance au changement dans la culture actuelle de l'industrie de la construction a souvent été mise en évidence et contribue à ces facteurs (Ganah and John, 2015) (Sahil, 2016).

Ce manque de connaissances général se répercute et entraîne un manque d'intérêt de la part des clients (Sahil, 2016), un manque de demande de la part des entrepreneurs (Gerges et al., 2017), et un scepticisme des sous-traitants qui ne sont pas intéressés par l'utilisation du BIM (Hosseini et al., 2016).

De ce manque d'intérêt et d'investissements en découle un manque général d'experts du BIM (McAuley et al., 2017), des formations insuffisantes ou inadaptées sur l'utilisation du BIM (Eadie et al., 2014) (Park and Kim, 2017), et donc des erreurs et malfaçons qui rendent le processus plus long car plus de temps est requis pour développer le modèle (Ismail et al., 2017).

L'aspect financier est beaucoup évoqué. Eadie et al. (2014), soulignaient les doutes persistant de l'industrie du bâtiment à propos du retour investissement de l'implémentation du BIM, en particulier car celle-ci requiert initialement des coûts de mis en place relativement élevés (Ismail et al., 2017).

Différentes barrières aux tenants techniques et légaux comme l'interopérabilité et la compatibilité entre les logiciels, ou encore la propriété des données, reviennent également souvent (Park and Kim, 2017).

Il est important de noter qu'aucun de ces obstacles n'est seul responsable de la non-adoption du BIM et des CDE. Plutôt, la possibilité que ces obstacles puissent avoir une incidence sur l'adoption est spécifique à chaque projet, et varie de l'un à l'autre (Walasek & Barszcz, 2017).

1.2.4.2 Particularité pour les petites entreprises

Les obstacles exposés précédemment sont globalement observés dans toute l'industrie, mais ils sont d'autant plus présents chez les petites entreprises de la construction.

En effet, M. Kouch et al. (M. Kouch et al., 2018), lors de leur étude sur les facteurs clés de l'implémentation d'une structure BIM, ont montré que les coûts d'investissement sont d'autant plus freinant pour les petites entreprises. Les plus faibles moyens de ces entreprises entraînent un manque de formation accentué, des outils non adaptés et des besoins non satisfaits. Sans matériel approprié et logiciel requis, le BIM ne peut pas être correctement implémenté.

Une étude sur les défis critiques de l'adoption du BIM pour les petites entreprises en Chine par Li et al. (Li et al., 2019) insiste aussi sur le fait que cette dernière est d'autant plus compliquée avec d'autant plus de facteurs d'influence divers en cause.

Les freins ne doivent pas être négligés, et si la principale difficulté est due à un investissement important en matériels, logiciels et formations, c'est particulièrement vrai pour les plus petites entreprises. Ces dernières, manquant de ressources financières, craignent que le BIM n'accroisse leur écart avec les grands groupes et perturbe les équilibres locaux (Ministère de la Transition écologique, 2018). Cet écart de développement BIM entre petites et grandes entreprises est également pointé du doigt par Ghaffarianhoseini et al. (Ghaffarianhoseini et al., 2016) lors de leur étude des entreprises de construction au Royaume-Uni.

1.2.4.3 Normalisation

Une enquête menée par Enterprise Ireland, insistait sur l'indisponibilité d'outils et de protocoles normalisés parmi les obstacles à l'adoption du BIM (McAuley et al., 2017). Cette même idée de normalisation est rejointe par Radl et Kaiser (2019) à propos des CDE : « Le niveau de définition de CDE est lacunaire dans les formats concrets d'échange de données et la définition des documents nécessaires à la réalisation de l'opération de construction. » (Radl & Kaiser, 2019). Ils suggèrent même ensuite que les gouvernements prennent l'initiative de normaliser cet environnement en ce qui concerne la nature de chaque projet.

On retrouve dans la littérature scientifique de ces dernières années une dénonciation de ce manque général d'action et de support des gouvernements (Enshassi et al., 2016), et ce manque d'outils et de protocoles standardisés (McAuley et al., 2017). On note cependant que de plus en plus de pays se lancent dans des politiques globales ou locales de support d'implémentation du BIM ; c'est notamment le cas en France.

1.3 Contexte de l'industrie de la construction Française

1.3.1 Poids de l'industrie de la construction

Le secteur de la construction en France est en croissance, l'institut officiel de la statistique de la Commission européenne (Eurostat, 2021) rapporte qu'en 2010, on y dénombrait 31 872 entreprises spécialisées dans la construction de bâtiments, contre 45 975 en 2018 ; soit une augmentation de 44,25% en l'espace de 8 ans.

L'industrie Française de la construction est la plus importante d'Europe, et est polarisée entre les trois sociétés : Vinci, Bouygues et Eiffage. De 2018 à 2019, ces trois entreprises figuraient, avec les entreprises espagnoles ACS (Actividades de Construcción y Servicios), parmi les quatre plus importantes entreprises européennes de construction, avec des chiffres d'affaires respectifs – en milliards de dollars US – de : 53,79 ; 42,46 ; et 20,93. Ce qui représente près de 40% du chiffre d'affaires total de l'industrie Française de la construction sur cette période (Eurostat, 2021).

Pourtant, dans son édition de 2019 sur les entreprises en France, l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE) rapporte que 99,9%, soit la quasi-totalité des entreprises de la construction, sont des petites et moyennes entreprises (PME). De plus, parmi ces PME, 93,48% sont des microentreprises (MIC), qui rassemblent respectivement avec les PME 33 % et 38 % des salariés des entreprises de la construction (INSEE, 2019).

Pour rappel, le décret du 18 décembre 2008 – relatif aux critères permettant de déterminer la catégorie d'appartenance d'une entreprise pour les besoins de l'analyse statistique et économique – définit les PME et MIC comme suit :

Les PME sont celles qui, d'une part, occupent moins de 250 personnes, d'autre part, ont un chiffre d'affaires annuel n'excédant pas 50 millions d'euros ou un total de bilan n'excédant pas 43 millions d'euros. Parmi elles, les MIC occupent moins de 10 personnes, et ont un chiffre d'affaires annuel ou un total de bilan n'excédant pas 2 millions d'euros (Décret n° 2008-1354, 2008).

1.3.2 Contexte du BIM

1.3.2.1 Introduction

Avec les États-Unis, le Royaume-Uni, Singapour et la Finlande, la France peut être considérée comme un des leaders mondiaux en matière d'adoption du BIM (Bourgault et al., 2021). Et cela est dû en partie aux actions du gouvernement qui tendent à vouloir pousser l'industrie de la construction vers une numérisation. En effet, en 2015 le gouvernement français lance le Plan de Transition Numérique du Bâtiment (PTNB), et la France devient alors un des seuls pays à mettre en place un plan de transition financé directement par l'État (Ministère de la Transition écologique, 2018).

À la suite du PTNB, prévu sur 4 ans, le Plan BIM 2022 a ensuite vu le jour en 2018. Il s'inscrit dans la continuité de son prédécesseur ; visant à démocratiser l'utilisation du BIM au sein des professionnels de la construction Française.

Pour le moment, la France n'a pas choisi d'imposer le BIM dans ses marchés publics, préférant soutenir les initiatives volontaires, contrairement au Royaume-Uni qui l'a instauré dès 2016 ou à l'Allemagne en 2020. Et pourtant, selon le benchmark Européen des niveaux de maturité du BIM dans le rapport final du PTNB (Ministère de la Transition écologique, 2018), la France figurait en tête pour le nombre d'appels d'offre de marchés publics incluant un volet BIM passés et publiés dans le Journal Officiel de l'Union Européenne (JOUE). Dans ce classement, elle était immédiatement suivie par l'Allemagne et le Royaume-Uni. Une première place sans doute due au nombre très important de grands chantiers de construction en valeur absolue lancés sur le territoire Français.

1.3.2.2 Plan de Transition Numérique du Bâtiment

Annoncé en 2014 par le ministre Français en charge du logement, le Plan de Transition Numérique du Bâtiment répondait aux attentes exprimées par l'ensemble des acteurs professionnels du secteur ; le numérique étant alors considéré par tous comme un élément clé de modernisation des pratiques de conception, construction, rénovation et d'exploitation des bâtiments avec des objectifs significatifs d'amélioration de la qualité des projets et de productivité des équipes (Delcambre et al., 2016).

De 2015 à 2018, les priorités de ce plan, qui bénéficiait d'une mobilisation générale des organisations professionnelles, étaient destinés à embarquer tous les acteurs dans le numérique, et notamment les PME, qui constituent l'essentiel du tissu économique du monde du bâtiment.

Le rapport sur le PTNB (Ministère de la Transition écologique, 2018) propose un bilan des trois axes d'actions du plan, à savoir : *Axe A – Convaincre et donner envie* ; *Axe B – Accompagner la montée en compétences et développer des outils adaptés* ; et *Axe C – Apporter de la confiance dans le numérique*. À travers les 80 projets qu'il a soutenus en région, le PTNB y est présenté comme ayant favorisé une importante montée en compétence des territoires. Ce bilan ouvre également sur le développement positif des outils, avec une offre logicielle fortement développée au cours du plan, mais en indiquant néanmoins qu'il restait à l'adapter aux attentes des PME, notamment en matière d'ergonomie et de coût.

1.3.2.3 Plan BIM 2022

Le Plan BIM 2022 s'inscrit donc dans la continuité du PTNB en visant à démocratiser l'utilisation du BIM au sein des professionnels de la construction Français. Il a surtout vocation à s'adresser aux PME, qui comme présenté précédemment, font face à des barrières plus importantes et ont le plus besoin d'assistance dans cette transition numérique.

À son lancement en 2017 par l'État Français, c'est plus d'une cinquantaine d'acteurs de la filière du bâtiment Français qui signent la charte « Objectif BIM 2022 » qui les engage vers une construction numérique. Il vise alors à concrétiser la transition numérique du bâtiment, en accompagnant les professionnels grâce au développement de méthodes et d'outils concrets articulés autour de 8 actions réparties sur deux axes principaux, présentées dans le tableau suivant (Ministère de la Cohésion des territoires, 2020).

Tableau 1.2 : Plan d'actions du Plan BIM 2022 – Axe 1

Axe 1 : Généraliser la commande en BIM dans l'ensemble du bâtiment	
Action 1 –	Fiabiliser et sécuriser la commande et les contrats BIM.
Action 2 –	Simplifier le contrôle et l'autocontrôle du projet.
Action 3 –	Définir et assurer la prise en compte des besoins de la filière dans les travaux sur les normes BIM, les accélérer et faire converger.
Action 4 –	Observatoire du BIM dans le bâtiment.

Tableau 1.3 : Plan d’actions du Plan BIM 2022 – Axe 2

Axe 2 : Déployer le BIM dans les territoires et pour tous, grâce aux outils adaptés.

Action 5 –	Développer les outils de formations accessibles au plus près des territoires.
Action 6 –	Évaluer sa maturité en BIM et la faire reconnaître par tous.
Action 7 –	Constituer un écosystème dynamique permettant à l’ensemble des acteurs d’échanger au niveau local.
Action 8 –	Permettre aux acteurs de collaborer concrètement en BIM avec la plate-forme publique KROQI et son écosystème d’outils simples et adaptés aux professionnels.

De nombreux acteurs de la construction sont au cœur de la gouvernance et du pilotage du plan, et ces huit actions en particulier sont supervisées par deux porteurs d’opération ; l’Association pour le Développement Numérique de la Construction (ADNC) qui a été créée en juin 2017 dans le but de porter les 7 premières actions, et le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), qui est un établissement public français fondé en 1947, désigné pour porter l’action 8.

L’axe 1 du plan BIM 2022 se base et se concentre sur le fait que, faute de pouvoir s’appuyer sur un écosystème de confiance suffisamment abouti, beaucoup d’acteurs de la filière se trouvent freinés dans leur envie d’utiliser le BIM. Le travail collaboratif et itératif beaucoup plus resserré permis par le BIM transforme la définition des besoins de chacun ainsi que les rapports entre les acteurs, et interroge également sur les questions de responsabilité, de propriété et d’assurance.

Les actions du premier axe visent donc à accompagner et structurer les évolutions des processus et relations entre les acteurs induits par les nouvelles représentations et courant de pensées du BIM. Il porte sur la formulation des demandes et des prescriptions de la maîtrise d'ouvrage, les réponses de l'ensemble de la chaîne de l'acte de construire, ainsi que les relations entre les acteurs en y associant des outils de contrôle et d'autocontrôle pour renforcer la qualité des projets BIM. Il a également pour but de soutenir le développement de formats BIM ouverts et donc partageables par l'ensemble des acteurs qui ne répondent pas encore à l'ensemble des besoins (Ministère de la Cohésion des territoires, 2020).

Selon le Ministère de la cohésion des territoires, le succès de la transformation numérique du secteur du bâtiment se mesure à sa capacité à impliquer tous les acteurs de la filière, en particulier les PME et les entreprises artisanales. Monter en compétences en BIM et s'approprier son potentiel est un enjeu majeur pour l'accès au marché. Elle repose sur le développement des bons outils de formation qui nécessite de définir les compétences requises au regard des besoins et d'avoir un bilan partagé des compétences (Ministère de la Cohésion des territoires, 2020).

L'axe 2 du plan BIM 2022 part du postulat que « tous les acteurs de la construction doivent également être en mesure de s'approprier concrètement les outils numériques et de collaborer sur des projets sans barrière à l'entrée » (Kroqi, 2021). Cet axe compte donc sur le bon développement de la plateforme KROQI pour fournir aux acteurs un environnement pertinent pour permettre le travail en BIM à tous, partout, quel que soit le projet (Ministère de la Cohésion des territoires, 2020).

Pour mener à bien le Plan BIM 2022, un budget de 10 M€ a été octroyé par l'État, dont la moitié est consacrée à l'action 8 pour le développement de la plateforme publique KROQI, que nous allons présenter par la suite.

1.4 La plateforme KROQI

1.4.1 Présentation

Déjà pensée et mise en développement dans le PTNB, la plateforme KROQI, développée par le CSTB, est présentée par le Ministère de la Cohésion des Territoires (2018) comme un outil d'échange et de collaboration pour les entreprises de la filière, « gratuite d'accès, simple d'utilisation, compatible et interopérable avec de nombreux logiciels métiers, proposant des fonctionnalités de stockage, de gestion, de partage et de vérification des données à tous les acteurs désireux d'appréhender le BIM ».

KROQI a pour vocation d'accompagner en particulier les PME dans leur transition numérique pour « lutter contre la fracture digitale entre grands et petits » (S. Soubra, 2021). Si la plateforme s'adresse donc principalement aux PME de la construction, elle vise parmi elles une vaste catégorie de domaines d'expertise, décrivant vouloir s'adresser « aux professionnels de la construction et de l'aménagement, aux maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études, architectes, entreprises de gros œuvre ou de second œuvre, contrôleurs techniques, assureurs, et plus encore » (Kroqi, 2021).

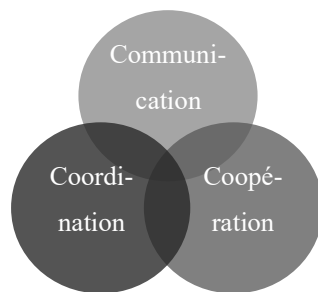
La plateforme est téléchargeable directement en ligne depuis son site internet, où elle propose également des vidéos explicatives du type tutoriels pour présenter son fonctionnement, ainsi qu'un forum de question participatif.

Le 24 juin 2021, lors du forum BIM World à Paris, S. Soubra, directeur de la plateforme KROQI au CSTB, annonçait que la plateforme cumulait alors 100 000 utilisateurs, dont plus de 20 000 connectés de manière régulière.

1.4.2 Fonctionnalités

Une classification fonctionnelle de KROQI peut s'articuler autour du principe du trèfle fonctionnel et du modèle des 3C d'Ellis ; qui indique que les outils de travail collaboratif répondent globalement à trois fonctions essentielles : la communication, la coordination, et la coopération (Ellis, 1994).

Figure 1.3 : Le trèfle fonctionnel d'Ellis



L'espace de communication offre aux acteurs la possibilité d'échanger des informations, et, au-delà de cela, des connaissances formelles mais aussi informelles (Bernard et al., 2004). Ici la communication entre les acteurs, les collaborateurs, est assurée grâce à certains outils intégrés de la plateforme. KROQI comprend en effet un outil de discussion instantanée nommé Chat, ainsi qu'un outil de visioconférence nommé AirTime .

L'espace de coordination définit les acteurs et permet d'identifier les activités et les tâches, cet espace permet de définir la collaboration dans le temps (Bernard et al, 2004). En ce qui concerne la coordination des activités donc, la plateforme propose son propre agenda électronique en gestion partagé, un gestionnaire de tâches, et un système de suivi des validations. Ces fonctionnalités de l'écosystème KROQI sont liées entre elles dans une démarche de recherche d'efficacité et de simplicité d'utilisation.

L'espace de coopération désigne les objets qui résultent de l'activité de groupe, ils sont accessibles par tout le monde pour visualisation et modification (Bernard et al, 2004). En ce sens le système d'arborescence des fichiers sur la plateforme compose l'espace de coopération ; il permet de partager, gérer, visualiser, et vérifier des fichiers et maquettes numériques BIM. KROQI propose en plus un outil permettant la synchronisation automatique de fichiers locaux sur la plateforme ; KROQI Drive. Pour la coopération, ou l'exercice des métiers et travail en 3D, KROQI est lié au visualisateur de maquettes EveBIM. Le logiciel EveBIM est aussi développé par le CSTB et permet donc la visualisation de maquettes numériques, l'exploitation des informations qu'elles contiennent et leur enrichissement (*CGU - Kroqi*, 2020).

1.4.3 Positionnement en tant que CDE

D'après l'article 1 des conditions générales d'utilisations de la plateforme, la suite collaborative intégrée à la plateforme KROQI dispose tout d'abord d'un service de Gestion Électronique de Documents (GED) fournissant à la plateforme KROQI :

- L'interface utilisateur ;
- L'hébergement des données projet et leur partage entre utilisateurs de l'espace de travail ;
- La gestion des droits au sein de l'espace de travail.

La hiérarchie des profils utilisateurs et la gestion des droits d'accès permet de définir les projets auxquels les différents profils ont accès, comme préconisé par la partie 2 de l'ISO19650 :2018 pour les CDE. On peut également identifier chez KROQI la structure de données en quatre états avec les statuts de 'Travaux en cours', 'Partagé', 'Publié', et 'Archivé' du PASS1192-2 :2013.

Aussi, afin d'assurer la confidentialité et l'intégrité des échanges et des données au sein des espaces de travail, Kroqi utilise « des certificats numériques basés sur une technologie SSL » et annonce que ces certificats « permettent de crypter les données lors des échanges [...]». Avec un stockage des données réparti sur deux datacenters situés en France et géré par l'hébergeur français Scaleway » (Kroqi, 2021). La plateforme apparaît donc comme sécurisée.

Ainsi, en croisant la description des fonctionnalités faite par la plateforme avec les critères des CDE établies par le PASS1192 et l'ISO19650 vus précédemment, on peut bien considérer KROQI comme un Environnement de Données Commun.

De plus, en se fiant à sa description, KROQI se hisse même à hauteur de CDE de niveau 2 sur tous les axes de la matrice de Martin (2021) présentée précédemment. Avec une « fédération des modèles et des documents de projet » sur la gestion documentaire ; la possibilité d'avoir une « gestion des versions, flux de travail formalisé, coordination multidisciplinaire » pour l'axe de coordination ; une « communication asynchrone et des outils de communication intégrés » concernant l'axe de communication ; et la « possibilité d'édition de modèles BIM sur la plateforme ».

1.4.4 Modèle économique

KROQI est donc au cœur du Plan BIM 2022, et le facteur économique étant déterminant pour les entreprises qu'il cible, sa gratuité est un aspect majeur.

Et si le Ministère de la cohésion des territoires présentait ; « le maintien d'un accès gratuit jusqu'en 2022 est un enjeu majeur pour l'atteinte de l'objectif de généralisation du BIM à l'horizon 2022 » (2018), en novembre 2020, KROQI annonçait un changement dans les Conditions Générales d'Utilisation (CGU) mettant fin à la gratuité générale de la plateforme. À la place, un périmètre de gratuité est maintenu sous les conditions suivantes :

À compter du 15 novembre 2020, l'utilisation de la Plateforme KROQI est gratuite dès lors que :

(i) un Utilisateur Initial, administrateur d'un Espace de travail :

- invite moins de 20 Utilisateurs Courants, lorsque l'Utilisateur Initial a créé son Espace de travail sur la Plateforme KROQI avant le 15 novembre 2020
- invite moins de 10 Utilisateurs Courants, lorsque l'Utilisateur Initial crée son Espace de travail sur la Plateforme KROQI à compter du 15 novembre 2020

Et

(ii) la taille de l'Espace de travail de l'Utilisateur Initial est inférieure ou égale :

- à 15 Go pour les Espaces de travail existants avant le 15 novembre 2020
- à 10 Go pour les Espaces de travail créés à compter du 15 novembre 2020

Et

(iii) un Utilisateur Initial, administrateur d'un Espace de travail, ne souhaite pas bénéficier d'un périmètre fonctionnel plus étendu que celui de l'offre gratuite.

Lorsque l'une de ces trois conditions n'est pas remplie l'utilisation de la Plateforme KROQI devient payante.

(CGU - Kroqi, 2020)

En dehors de ce périmètre de gratuité, il faut compter 12€ht /mois pour l'ajout d'un profil utilisateur et de cinq profils invités. Les profils invités étant ceux des contributeurs externes à l'organisation principale utilisatrice de KROQI (clients, prospects, fournisseurs, prestataires, consultants, partenaires, experts externes etc.). Ils bénéficient des fonctionnalités qui leur sont permises par les utilisateurs.

Annoncé initialement comme gratuit jusqu'en 2022, le changement voit sa cause dans la crise sanitaire de la COVID-19. La France ayant pris de premières mesures de confinement en hiver 2020, un pic d'inscription sur la plateforme a amené à y limiter son accès gratuit, notamment suite à des exigences trop importantes de stockages de données.

Cette décision a fait beaucoup de bruit parmi les utilisateurs de la plateforme et reste à ce jour le sujet le plus de vues et commenté sur le forum KROQI (KROQI forum, 2020).

Cependant, le directeur de la plateforme KROQI au CSTB, S. Soubra, annonçait en juin 2021, lors du forum BIM World à Paris, que 80% des utilisateurs de KROQI restaient alors dans le périmètre de gratuité.

CHAPITRE 2

MÉTHODOLOGIE

2.1 Objectifs

Ici l'objectif est d'évaluer la réception et la satisfaction de la plateforme collaborative du PLAN BIM 2022, par le retour d'expérience des professionnels de l'industrie du bâtiment.

Dans ce but il a donc été choisi de cibler et de s'adresser directement aux utilisateurs actifs de KROQI, annoncés en mai 2020 au nombre de 25 000 (« BIM », 2020). Cela permet également d'être complémentaire avec les données de l'observatoire du BIM, mis en place dans le cadre de l'action 4 du PLAN BIM 2022, ayant lui pour objectif de mesurer l'atteinte générale de l'objectif BIM 2022, auprès de principaux acteurs de la filière.

Un questionnaire en ligne a donc été mis en place et nous apporte des données quantitatives et qualitatives sur le sujet. Aussi, deux entrevues semi-dirigées avec des utilisateurs de la plateforme ont été enregistrées pour davantage approfondir l'aspect qualitatif de la recherche.

2.2 Questionnaire

2.2.1 Choix de méthode et outil

Murray et Fisher (2002, p. 10) nous indiquent que le sondage en ligne est le meilleur moyen de collecter des informations auprès de professionnels hautement qualifiés d'entreprises, sans perturber leur temps de travail. C'est cette approche qui a donc ici été retenue et l'outil de sondage en ligne LimeSurvey a été choisi.

Les étapes ont été : d'effectuer une revue de littérature pour préparer les questions ; identifier les questions ; tester et modifier les questions si nécessaire ; distribuer le sondage en ligne ; collecter les réponses ; et enfin analyser les données.

2.2.2 Conception du questionnaire

La méthode de conception du questionnaire a été faite en s'appuyant sur le document de *Méthodes et pratiques d'enquête* (Gouvernement du Canada, 2021).

Le questionnaire est composé de plusieurs types de questions : ouvertes ; non ouvertes ; à choix multiples ; ou à choix unique. Les questions ouvertes sont nombreuses et ont été choisies surtout dans le but de ne pas influencer le répondant et donc d'évaluer correctement sa perception. Aussi, le soin a été mis d'ajouter à une majorité de questions une zone de commentaire facultative, afin de laisser le plus possible la place à l'expression du répondant. Au sein du questionnaire on trouve aussi des questions à échelle de Likert où la signification de l'échelle est toujours précisée.

Le questionnaire est composé de cinq parties qui sont les suivantes :

- Informations sur l'entreprise et le répondant
- Profil KROQI
- Rapport aux fonctionnalités et outils KROQI
- Bilan et intentions futures
- Autorisations

Le questionnaire compte 43 questions au total et peut être rempli entre 15 et 20 minutes, et ceux de façon volontaire et anonyme.

2.2.3 Distribution et collecte de données

Le sondage a été distribué sous forme de lien ouvert à des professionnels d'entreprises de construction française, ciblés utilisateurs, en encourageant le partage. Après avoir collectés les réponses, les données ont ensuite été exportées de LimeSurvey vers Microsoft Excel où elles ont été ensuite mises en forme pour être exploitées. Avec notamment une conception de tableaux et graphiques dynamiques s'actualisant avec l'ajout de données au fur et à mesure de l'enquête.

Sur un nombre total de 39 réponses, on en décompte 14 partielles et 15 complètes. Une réponse est comptabilisée si le répondant a répondu à au moins une réponse en dehors de la première partie. Le questionnaire ayant été distribué via un lien ouvert, nous ne comptabilisons pas les réponses ayant répondu uniquement à la partie « Information sur l'entreprise et le répondant », et n'ayant donc répondu à aucune question spécifique à l'utilisation de KROQI.

Par la suite, pour chaque présentation des résultats d'une question, le nombre de répondants est indiqué par « N = ».

2.3 Entrevues semi-dirigées

2.3.1 Profils des participants

L'envoi du sondage en ligne était accompagné d'une demande d'entretien volontaire, où le répondant pouvait indiquer s'il était potentiellement favorable à être recontacter pour de plus amples information et/ou clarifications. Requête qu'il était également possible de renseigner dans l'ultime partie « Autorisations » de l'enquête en ligne.

Nous avons donc pu sélectionner deux participants volontaires à une entrevue semi-dirigées, axée sur leur utilisation de la plateforme KROQI, afin de venir compléter les résultats obtenus par l'enquête quantitative.

À des fins de simplifications, nous en ferons référence par la suite au masculin, et en les codifiant arbitrairement Participant A et Participant B. Les deux profils sont résumés dans le tableau 2.1 ci-dessous :

Tableau 2.1 : Présentation des participants à l'entrevue semi-dirigée

	• PARTICIPANT A	• PARTICIPANT B
Profil / Poste	Ingénieur, Pilote d'opérations	Conducteur de travaux
Expérience professionnelle	4 ans	11 ans
Secteur	MOex (Maîtrise d'œuvre d'exécution)	MOex
Type d'entreprise	PME	MIC
Localisation	78200 (Région Parisienne)	Île-de-France
Début d'utilisation de KROQI	Octobre 2019	Avril 2019

2.3.2 Déroutement

Les deux entrevues se sont déroulées à distance, via un appel en visio-conférence sur la plateforme Zoom pour le Participant A, et par le biais d'un appel téléphonique pour le Participant B.

Ces appels ont eu lieu selon la disponibilité des deux participants sollicités et se sont développés chacun sur une durée d'environ 30 à 45 minutes.

2.3.3 Axes des entrevues

Si le fil de la discussion été laissé un maximum aux répondants, avec un minimum d'interventions, le discours des personnes interrogées a tout de même été orienté en partie autour de différents thèmes définis au préalable. Ces axes sont les suivants :

- Attentes et utilisations de la plateforme KROQI au sein de l'entreprise ;
- Ressenti et satisfaction du participant vis-à-vis de la plateforme ;
- Utilisation à l'avenir ;
- Pistes d'améliorations, comment rapprocher plus KROQI aux besoins du participant et de l'entreprise.

CHAPITRE 3

PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

3.1 Profil des répondants

Le profil des répondants a été recueilli et établi à partir des deux premières parties du sondage en ligne.

Pour chaque présentation de résultats, le code des questions correspondantes est indiqué entre parenthèses. On peut retrouver ces codes sur la version imprimable du sondage disponible en annexe I. Les résultats sont présentés ici de manière objective d'après les données quantitatives. On peut retrouver un récapitulatif des commentaires libres écrits par les répondants en annexe II.

3.1.1 Catégories d'entreprises

Domaine d'expertise (A1)

Les entreprises des répondants couvrent des domaines divers du secteur de la construction, avec une majorité d'Entreprises de Travaux et d'Entreprises Générales TCE (Tout Corps d'État), toutes deux représentées à 21%. Viennent ensuite les entreprises du domaine de l'architecture (14%), suivi des industriels (10%). Le domaine de l'éducation/formation est également représenté par 14% des répondants.

À noter qu'il était possible pour les répondants d'indiquer plusieurs domaines d'expertise en réponse de cette question.

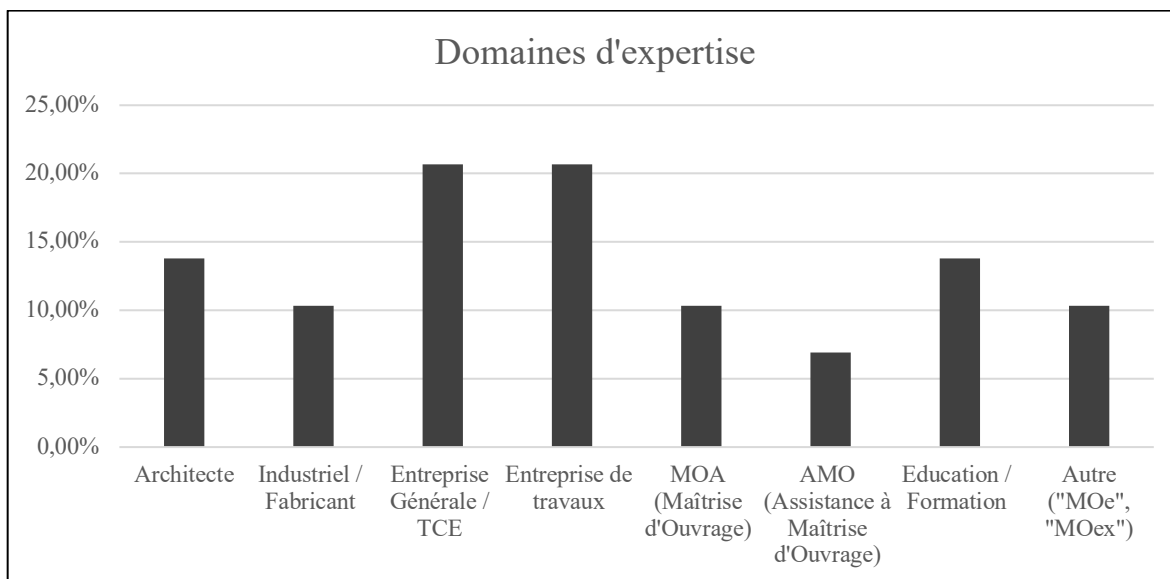


Figure 3.1 : Répartition des domaines d'expertise

Structure de l'entreprise (A2, A3, A4)

Les entreprises des répondants comptent en majorité (28%) un nombre d'employés situé entre 11 et 25. Les structures de 1 à 5 employés sont représentées à 18%, tout comme celle comptant entre 51 et 250 employés. Les structures de 6 à 10, et de 26 à 50 sont représentées chacune par 14% des répondants. Seulement deux répondants ont indiqué appartenir à des entreprises comprenant plus de 1000 employés (9%).

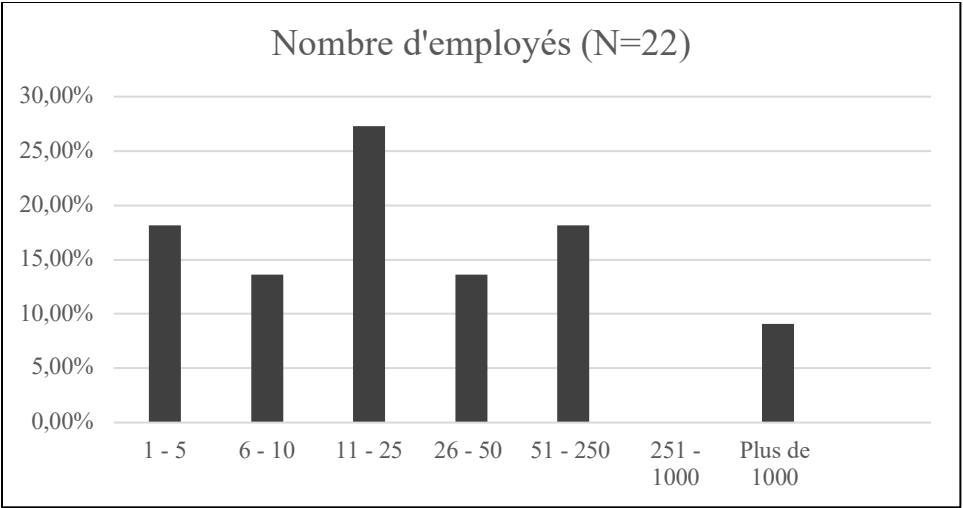


Figure 3.2 : Répartition du nombre d'employés

Une grande majorité de répondants (37%) a présenté le chiffre d’affaires de leur entreprise comme étant inférieur à 2 M€. Ensuite, 9% ont indiqué se situer entre 2 et 10 M€, et les fourchettes de 10-25, 25-50 et 50-500 M€ sont chacune représentée par 4% des répondants. Deux répondants ont également indiqué un CA supérieurs à 1 milliard d’euros, et 32% ont indiqué ne pas savoir ou ne pas souhaiter répondre à cette question.

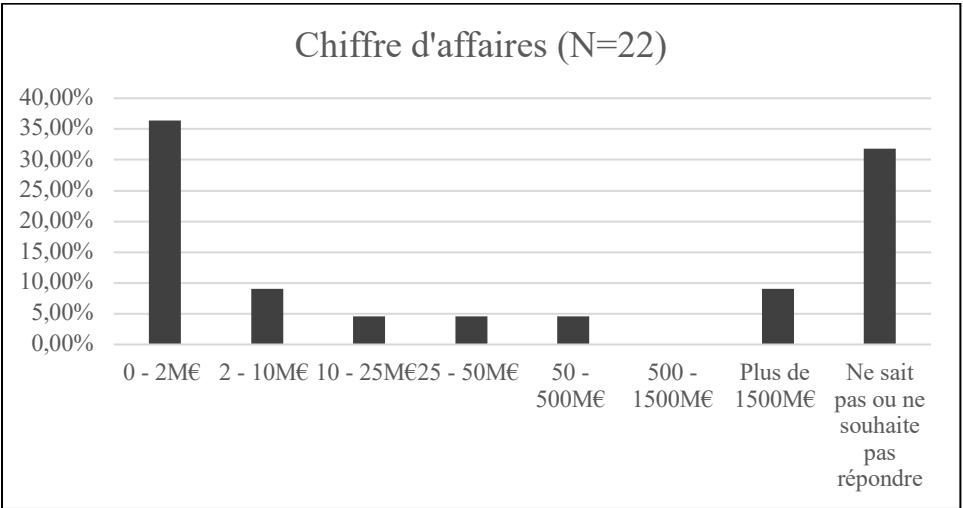


Figure 3.3 : Répartition du chiffre d'affaires

D'après les définitions précédemment établies des petites et moyennes entreprises ainsi que des microentreprises, on peut voir que 87% des entreprises des répondants sont des PME. De plus, parmi ces PME, 30% sont des MIC. À noter que pour les répondants n'ayant pas indiqué le chiffre d'affaires, on ne se base que sur la taille de l'effectif des employés de la structure. Le 13% restant représente donc des entreprises intermédiaires (ETI) ou des grandes entreprises (GE). Aussi, tous les répondants ont indiqué la France comme pays du siège social de leur entreprise.

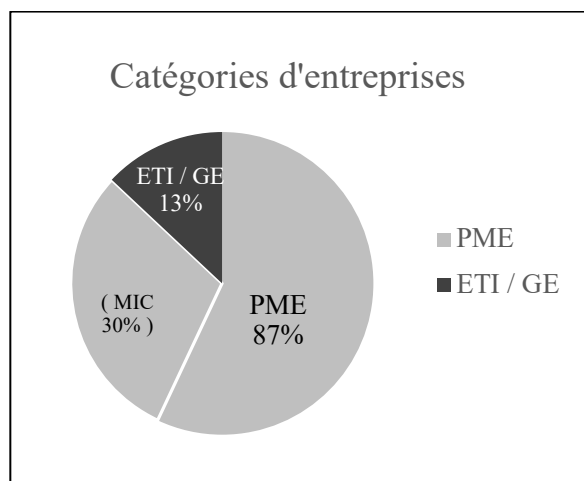


Figure 3.4 : Répartition des catégories d'entreprises

3.1.2 Profil individuel

Postes occupés (A5)

Les postes occupés par les répondants au sein de leurs entreprises sont variés comme on peut le voir sur la figure ci-dessous. Il était là aussi permis aux répondants d'indiquer plusieurs réponses. Les ingénieurs sont les plus représentés (28%), suivis des architectes (18%) et des conducteurs de travaux (18%). Les postes de gestionnaire (14%), coordonnateur (7%), chef de chantier (6%), directeur (3%), et maître compagnon (3%) sont aussi présentés. On note également la présence d'apprentis et/ou stagiaires (12%).

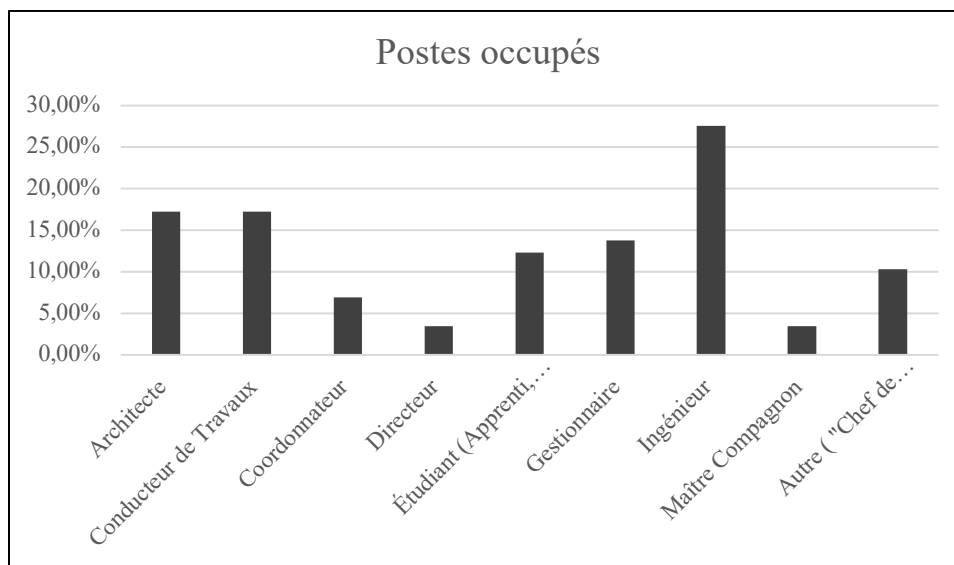


Figure 3.5 : Répartition des postes occupés

Expérience professionnelle (A6)

Les répondants ayant entre 10 et 20 ans d'expérience dans la construction sont les plus représentés (32%), suivi de ceux en ayant entre 5 et 10 (27%), puis 1 et 5 (18%). Un seul répondant indique avoir entre 20 et 30 ans d'expérience dans le domaine, et il en est de même pour la catégorie '30 ans et plus'. On remarque aussi que 13% des répondants sont assez novices dans l'industrie de la construction avec moins d'un an d'expérience.

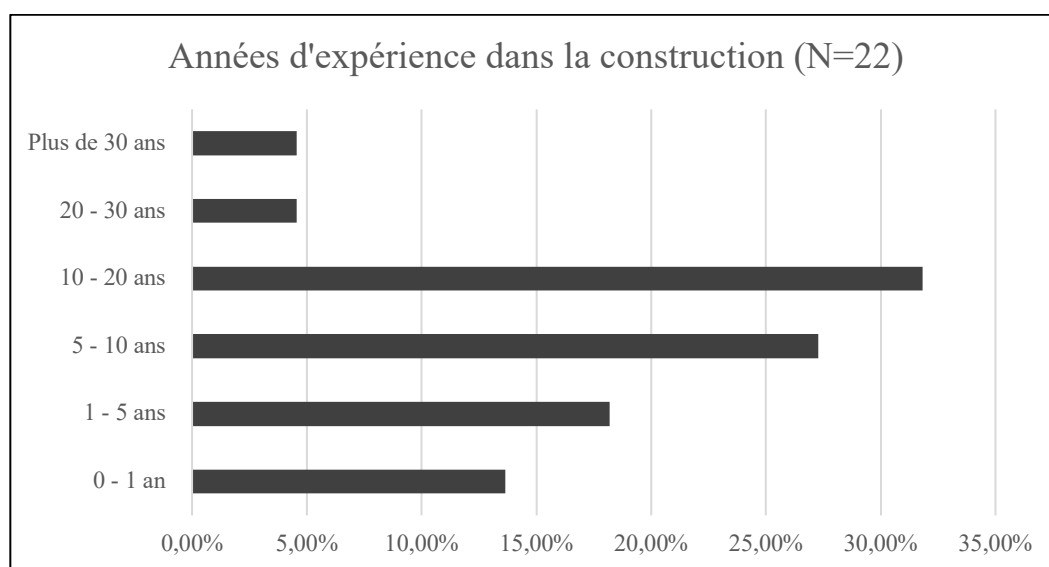


Figure 3.6 : Expérience des répondants dans la construction

Expérience avec des plateformes collaboratives (B7, B8, B9)

Une grande majorité des répondants (64%) à la question ; « Êtes-vous familier avec le concept de "plateforme collaborative" ? », ont indiqué avoir une idée de ce qu'il signifiait, tandis qu'aucun n'est expert dans le domaine. Ensuite, 18% des participants indiquent en avoir entendu parler sans savoir vraiment ce que cela signifie, et 18% également affirment n'en avoir jamais entendus parler.

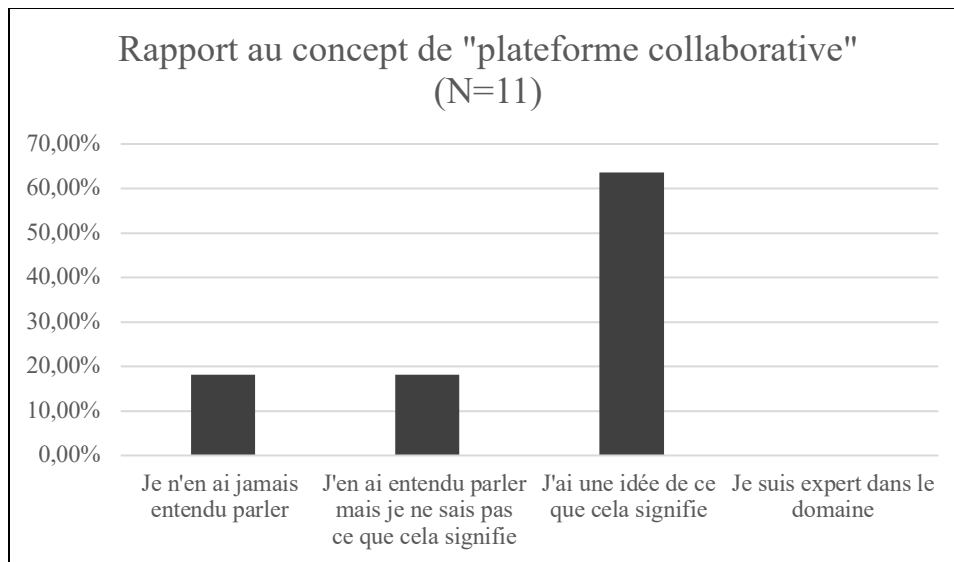


Figure 3.7 : Rapport au concept de "plateforme collaborative"

Parmi les répondants, 45% ont indiqué avoir déjà travaillé avec une plateforme collaborative avant KROQI ; 18% indiquent que KROQI est leur première plateforme collaborative, et 37% disent ne pas savoir. Dans l'espace commentaire où il était demandé d'indiquer les noms des éventuelles autres plateformes, on peut lire les réponses suivantes : « google drive / onedrive », « outils microsoft », « revit », « whatsapp et les messageries ».

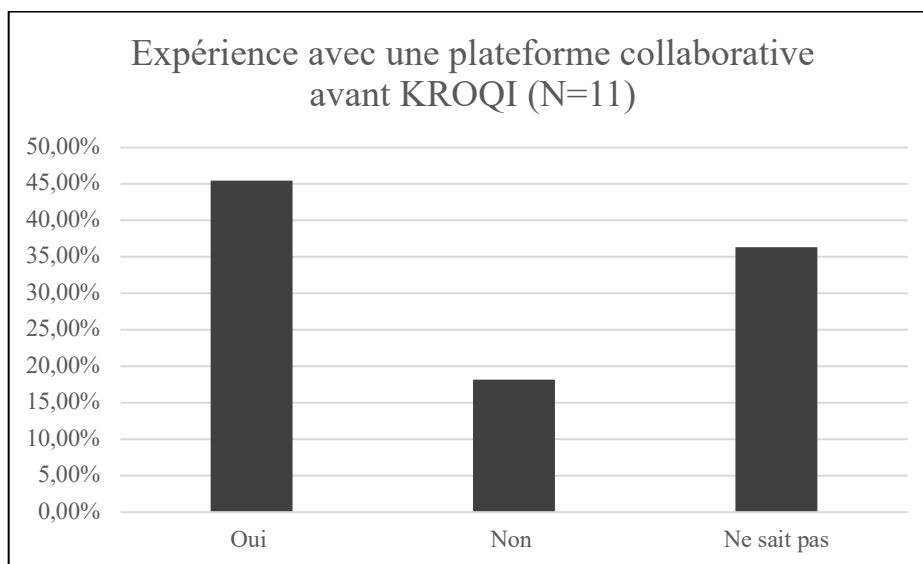


Figure 3.8 : Plateforme collaborative antérieure à KROQI

Aussi, autant de participants ont indiqué être familier avec le concept d'Environnements de Données Communs, que de participant indiquant ne pas en connaître le sens.

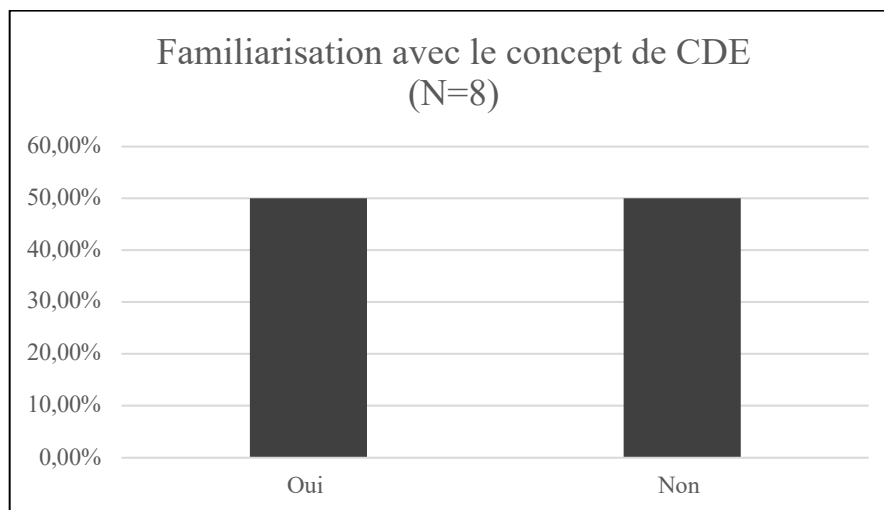


Figure 3.9 : Connaissance des CDE

3.2 Profil d'utilisation de KROQI

Implémentation de KROQI (B1, B5, B6)

Si un grand pourcentage (27%) indique ne pas savoir quand leur entreprise a commencé à utiliser la plateforme KROQI, une majorité (33%) identifie la période de janvier à juin 2020 comme correspondant à la période d'implémentation. Les périodes janvier-juin 2019, juillet-décembre 2019, juillet-décembre 2021, représentent respectivement 20%, 13% et 7% des réponses.

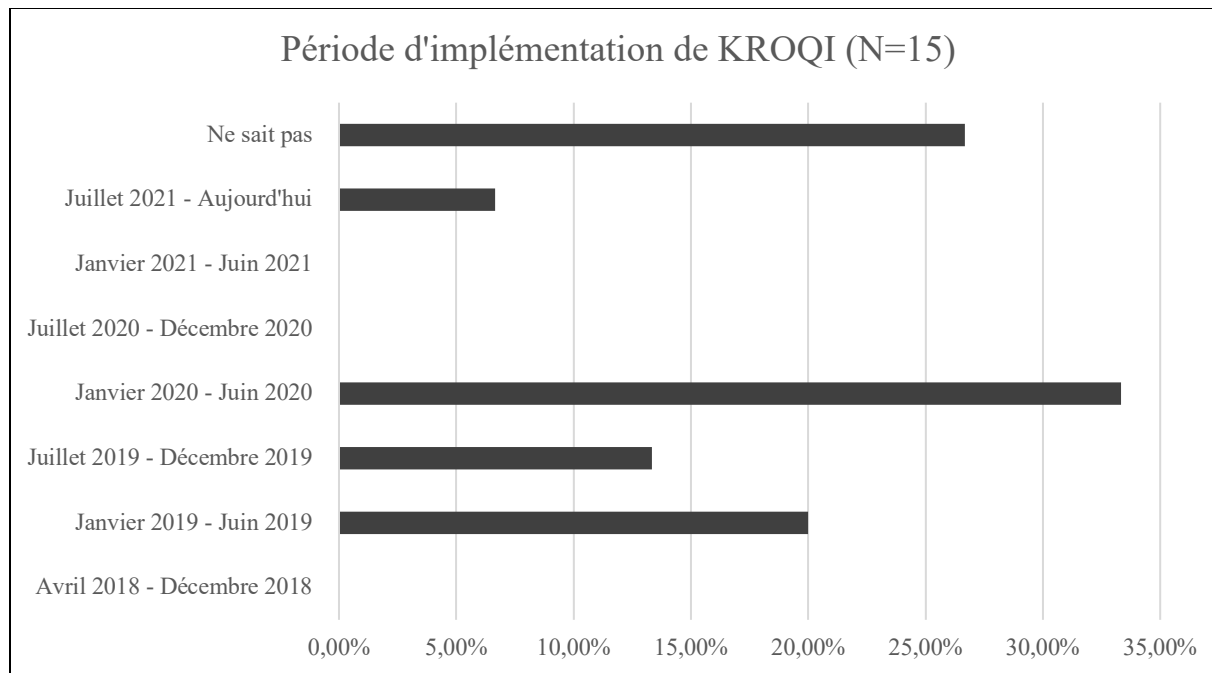


Figure 3.10 : Période d'implémentation de KROQI

De plus, 67% des répondants ont indiqué l'aspect de gratuité comme étant, à leur connaissance, un facteur déterminant ayant mené leurs entreprises à implémenter KROQI. Parmi ces facteurs on retrouve ensuite le besoin de numérisation des processus, indiqué par 40% des répondants. La simplicité d'accès (27%), le besoin d'outils de coordination (27%), le besoin d'outils de coopération (20%), les recommandations externes (13%), le besoin d'outils de communication (13%), la campagne du PB2022 (6%), les demandes contractuelles (6%), ou encore une démarche de suppression du papier (6%) sont aussi des facteurs indiqués comme ayant mené les répondants vers KROQI.

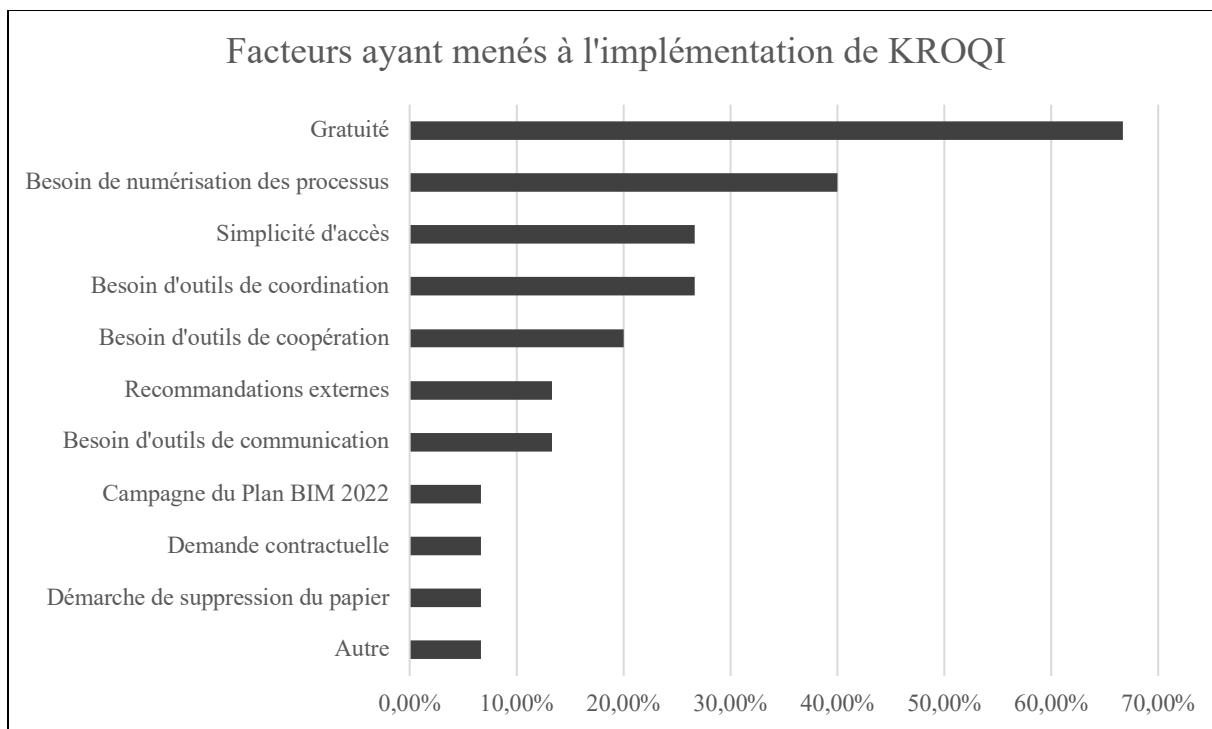


Figure 3.11: Facteurs d'implémentation de KROQI

Concernant l'initiation des répondants à l'usage de KROQI, 36% indiquent ne pas avoir reçu d'initiation, tandis que l'auto-formation est indiquée à 36%, et la formation en interne à 21%. Aucune formation externe n'est observée parmi les répondants.

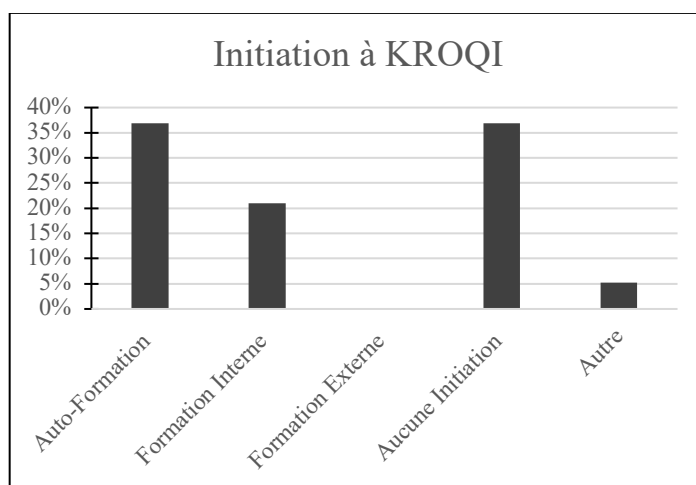


Figure 3.12 : Types de formation à l'utilisation de KROQI

Profil d'utilisateur KROQI (B2, B3, B4)

En ce qui concerne l'utilisation perpétuelle de KROQI au sein des entreprises, il y a le même pourcentage de participants (40%) qui indiquent qu'ils utilisent la plateforme sur tous leurs projets, que de participants qui ne l'utilisent pas sur tous leurs projets. 20% des répondants indiquent ne pas savoir.

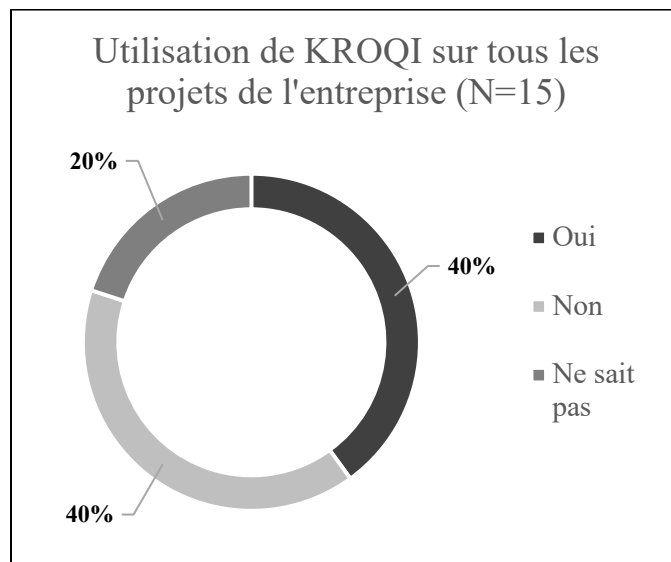


Figure 3.13 : Exclusivité d'utilisation de KROQI

Le nombre de profils utilisateurs KROQI, ainsi que l'espace de stockage sur la plateforme nécessaire à l'utilisation des répondants ont été demandé, et les options de réponses ont été proposés suivant les critères de tarification de KROQI. Ces informations sont généralement peu connues des répondants, 53% ont répondu ne pas connaître le nombre de profils ni la capacité de stockage.

Pour le nombre de profils utilisateurs KROQI, les fourchettes entre 1 et 5, 6 et 10, et 11 et 20, sont respectivement représentées par 13%, 7% et 7% des répondants. 20% des répondants indiquent un nombre de 30 et plus.

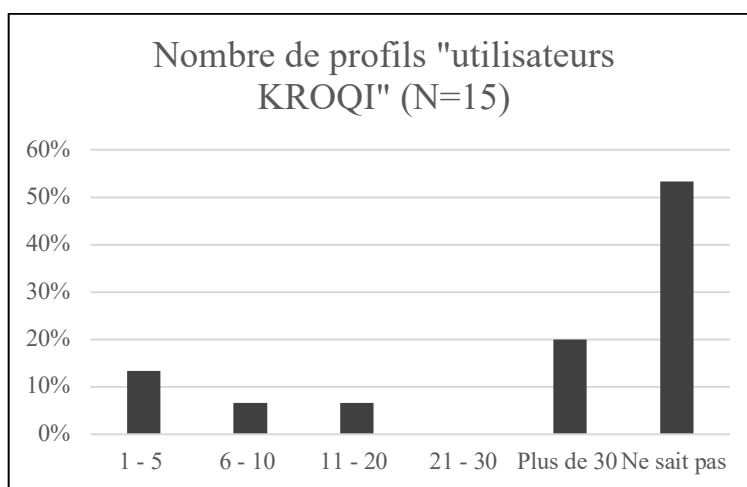


Figure 3.14 : Nombre de profils utilisateurs

Pour l'espace de stockage, 27% indiquent avoir besoin d'un espace allant jusqu'à 500 Go, 7% jusqu'à 15 Go, et 14% jusqu'à 10 Go. À noter que, dans la zone commentaire, trois participants nous indiquent que ces données peuvent sensiblement varier d'un projet à un autre, en fonction de l'utilisation réservée à la plateforme.

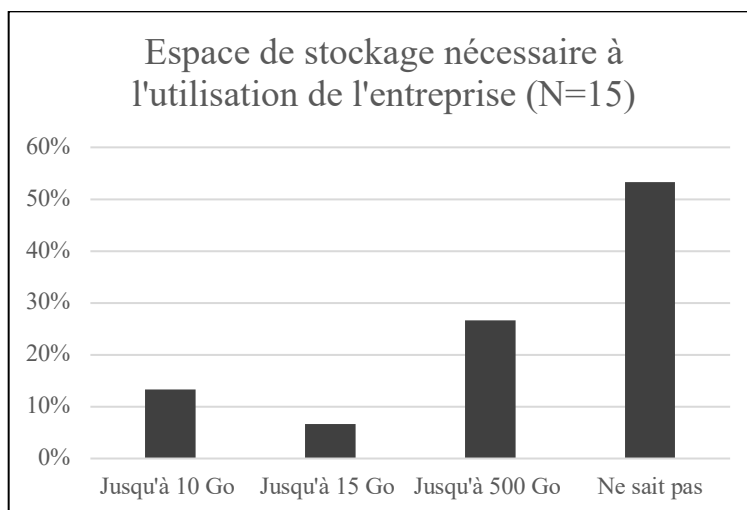


Figure 3.15 : Espace de stockage KROQI nécessaire

3.3 Enquête de satisfaction

3.3.1 Communication

Utilisation et satisfaction des outils de communication (C1, C2 , C3, C4, C5)

Une majorité des répondants (67%) a indiqué utiliser la messagerie instantanée Chat de KROQI, alors que, parmi les 15 répondants à cette question, aucun n'a indiqué utiliser l'outil de visioconférence AirTime intégré à la plateforme. En commentaire, des outils comme 'Zoom' ou 'Facetime' sont notamment indiqués comme étant utilisés en substitution. En parallèle de la messagerie de KROQI, plusieurs répondants (20%) indiquent utiliser encore principalement les courriels et le téléphone mobile.

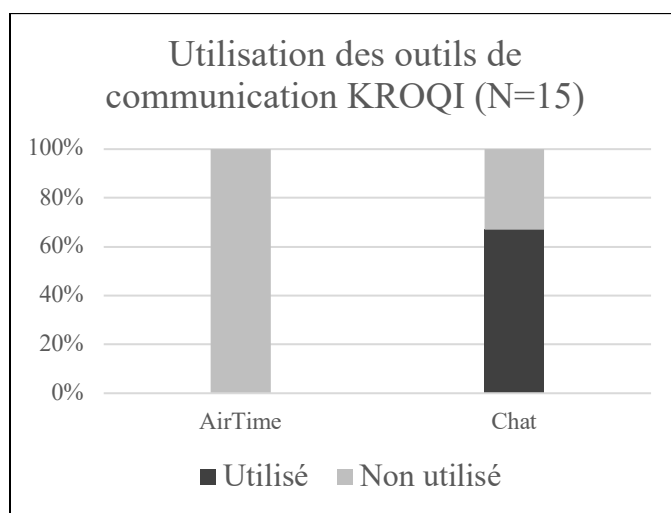


Figure 3.16 : Utilisation des outils de communication KROQI

Les répondants se sont vu proposer une évaluation de leur satisfaction vis-à-vis des outils de communication avec une échelle de Likert proposant les options 'très satisfait' ; 'plutôt satisfait' ; 'neutre' ; 'plutôt satisfait' ; 'très satisfait'.

Concernant l'outil de visioconférence AirTime, la moitié des participants ayant répondu à cette question indiquent être très insatisfaits, un quart indique être plutôt insatisfait, et le dernier quart est neutre. Pour la messagerie instantanée Chat, une majorité (44%) indiquent être plutôt satisfait, 33% des répondants sont neutres, et 22% indiquent être plutôt insatisfaits.

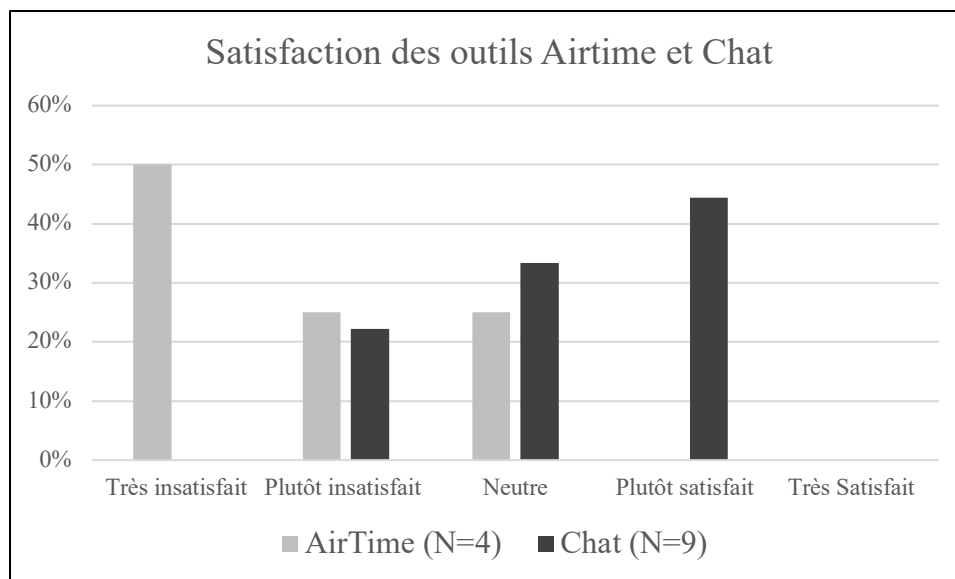


Figure 3.17 : Satisfaction des outils de communication

3.3.2 Coordination

Utilisation et satisfaction des outils de coordination (C6, C7, C8, C9)

Les outils de coordination, composés de l'agenda électronique de la plateforme, du gestionnaire des tâches, et du système de validation, sont utilisés par une grande majorité (73%) des répondants.

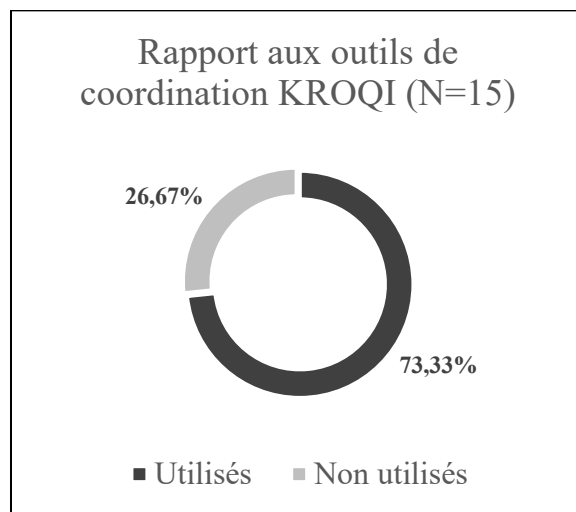


Figure 3.18 : Utilisation des outils de coordination KROQI

Les répondants sont globalement enthousiastes à propos de l'outil Agenda. Les taux de plutôt satisfait (40%) et de très satisfait (10%) associés à l'agenda sont bien supérieurs à ceux des outils Tâches et Validations (plutôt satisfait (13%), très satisfait (0%)).

Concernant l'outil Tâches, la moitié des répondants indiquent une satisfaction neutre, et 38% indiquent être plutôt insatisfaits. L'outils Validations obtient un plus grand taux de réponses (38%) dans la case 'très insatisfait'.

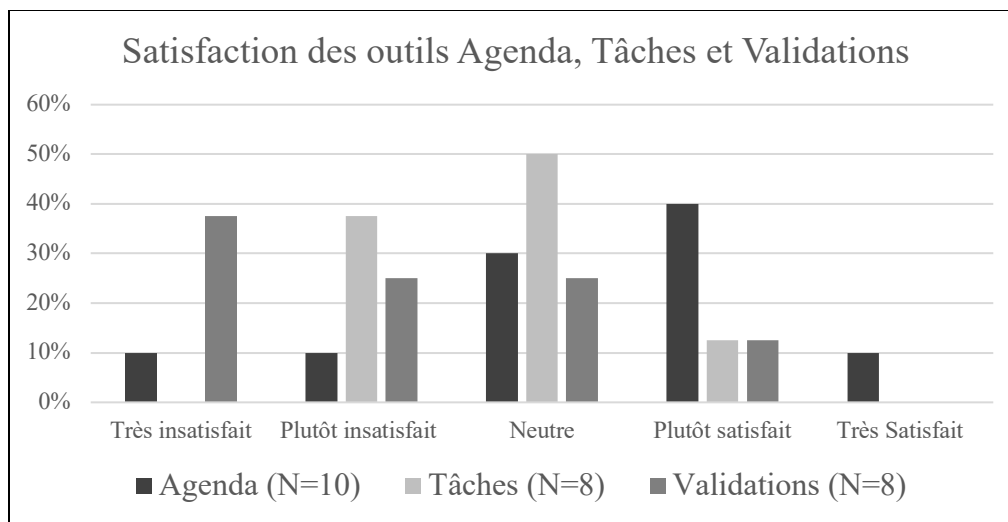


Figure 3.19 : Satisfaction des outils de coordination

3.3.3 Coopération

Utilisation et satisfaction des outils de coopération (C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16)

En ce qui concerne les outils de coopération, 7 répondants sur 10 indiquent ne pas utiliser KROQI Drive, et 9 répondants sur 10 n'utilisent pas EveBIM. Seulement une minorité de répondants (33%) utilise des modèles 3D dans le cadre de leurs projets.

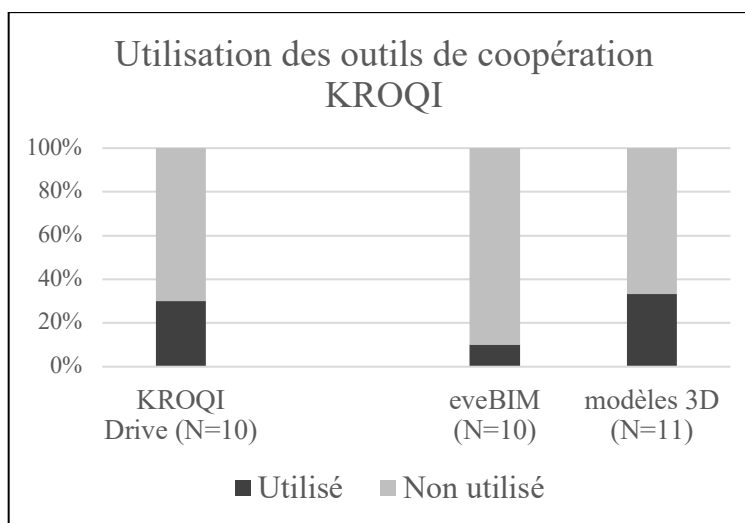


Figure 3.20 : Utilisation des outils de coopération KROQI

Les participants ayant répondu à la question de satisfaction sur EveBIM se répartissent entre 'neutre' et 'plutôt satisfait'. Concernant KROQI Drive, une majorité (60%) est 'neutre', suivie (10%) de 'plutôt satisfait', et (10%) de 'plutôt insatisfait'.

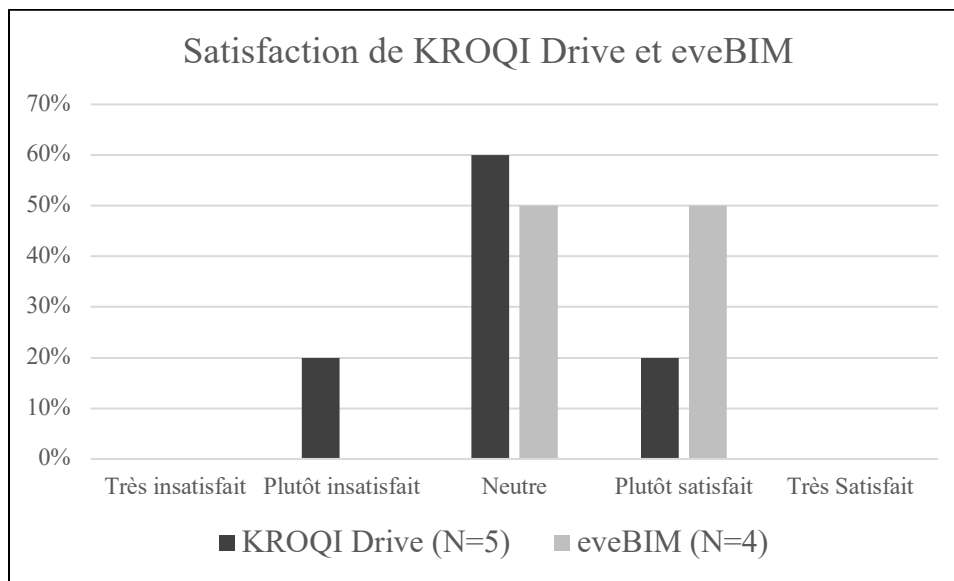


Figure 3.21 : Satisfaction des outils de coopération

3.3.4 Support

Satisfaction des solutions de supports proposées par KROQI (C17, C18, C19)

Une forte tendance d'insatisfaction se dégage concernant le Forum KROQI avec 67% des répondants 'très insatisfait', 17% 'plutôt insatisfait', et 17% 'neutre'. Les vidéos explicatives du types tutoriels de la plateforme KROQI suscitent de leur côté une réponse 'neutre' à 75%, et 25% de 'plutôt satisfait'.

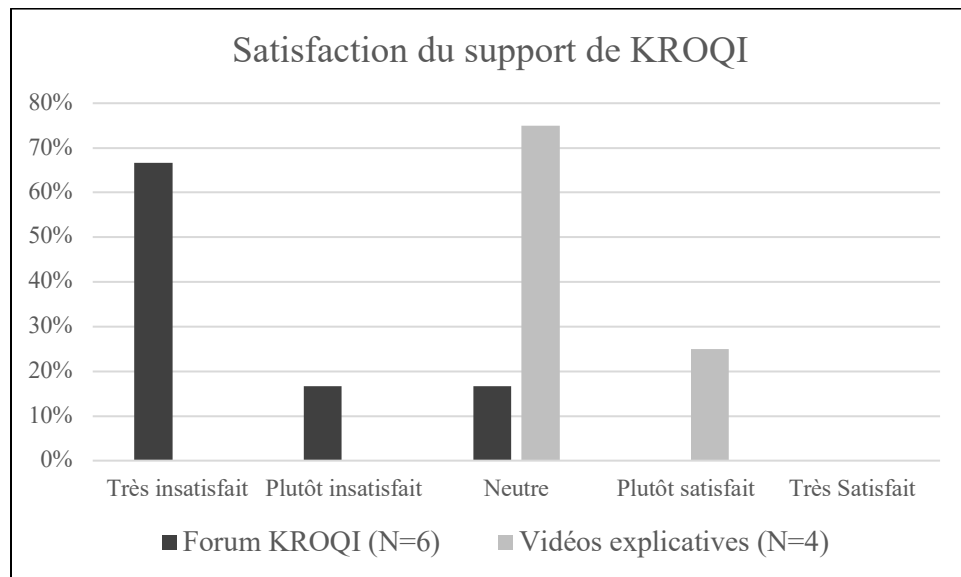


Figure 3.22 : Satisfaction du support de KROQI

3.3.5 Générale

Appréciation générale de la plateforme (D1, D2, D3, D4, D5, D6)

Si une grande majorité (92%) des répondants indiquent être convaincus des bienfaits de la transition numérique et de la digitalisation des processus pour leurs projets, un pourcentage plus faible, mais toujours en majorité (58%), trouve que l'utilisation de KROQI améliore effectivement la performance des projets.

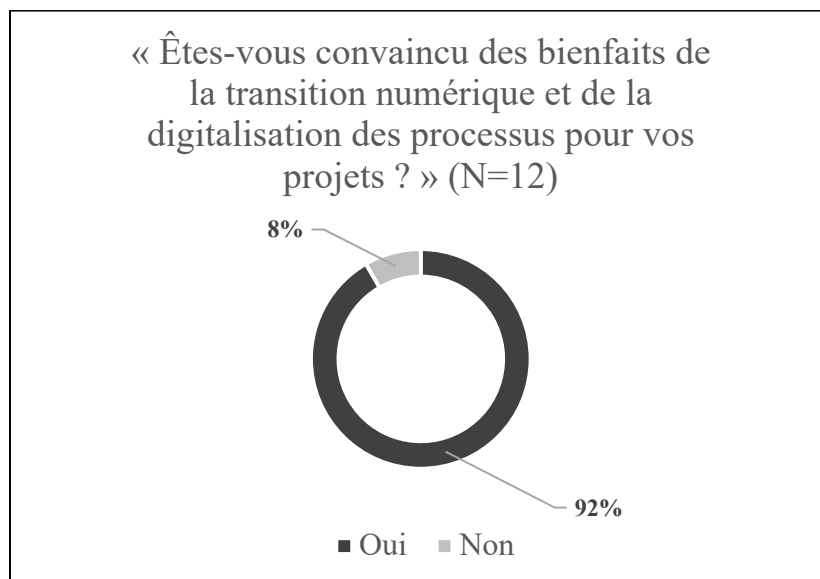


Figure 3.23 : Regard sur la transition numérique et la digitalisation des processus

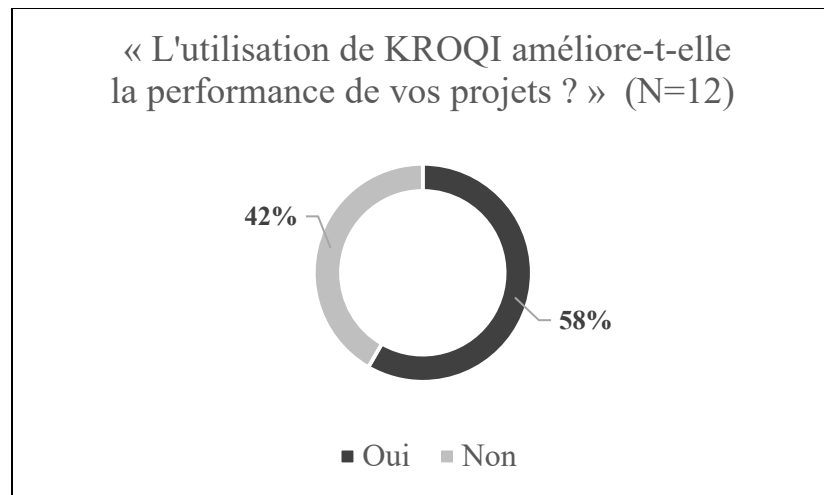


Figure 3.24 : Impact de KROQI sur la performance des projets

À la question « Considérez-vous que la plateforme KROQI soit adaptée à vos besoins ? », les répondants se répartissent également entre positifs (50%) et négatifs (50%).

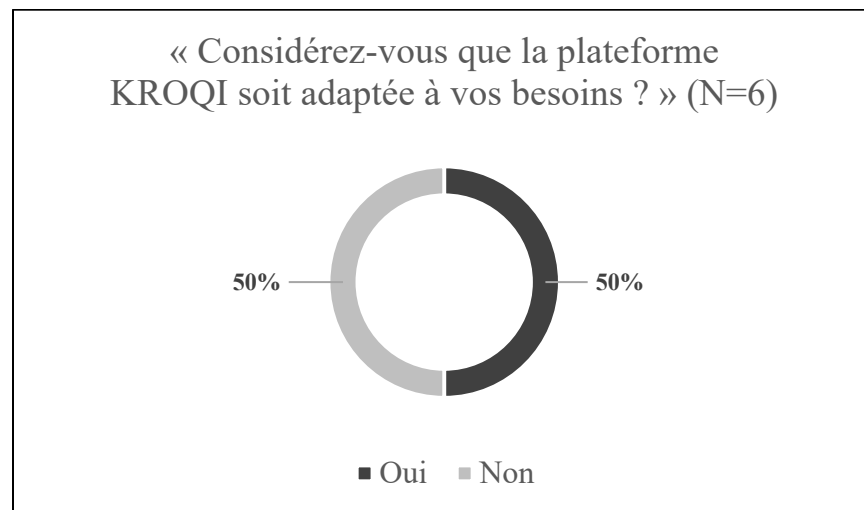


Figure 3.25 : Pertinence de la plateforme KROQI face aux besoins des utilisateurs

Enfin, concernant les intentions futures des utilisateurs de KROQI interrogés, au terme de la période de gratuité, 45% ne sait pas encore si leur entreprise continuera à travailler avec la plateforme. Et s’il n’y a pas de réponse catégorique d’un côté ou de l’autre, 36% se positionne en ‘plutôt non’, contre 18% en ‘plutôt oui’.

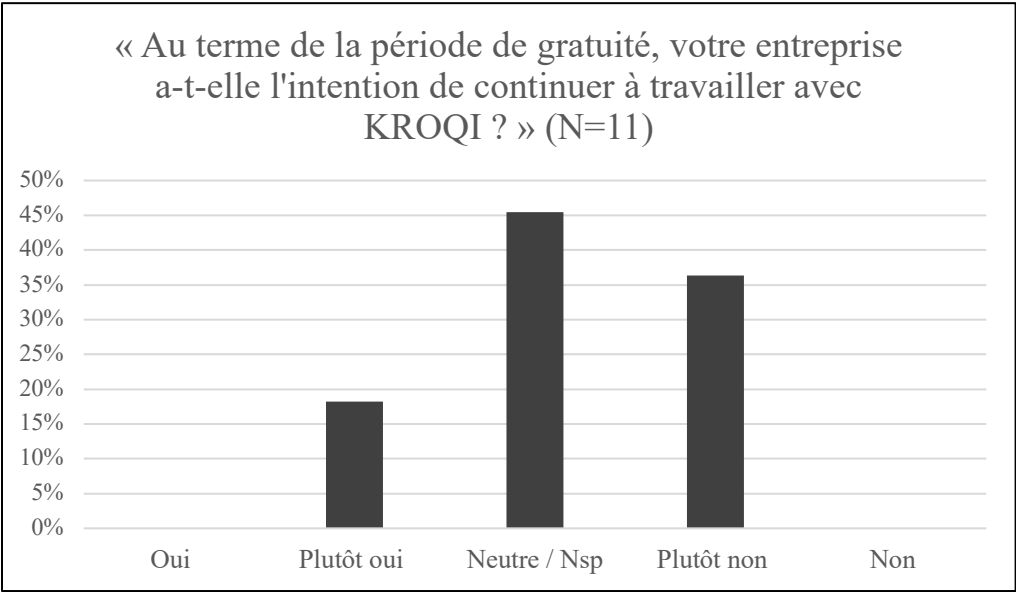


Figure 3.26 : Intentions futures quant à l’utilisation de KROQI

CHAPITRE 4

INTERPRÉTATION

4.1 Perception et adoption

Si les utilisateurs de KROQI interrogés ici viennent de domaines d'expertise très variés au sein de l'industrie de la construction, leurs entreprises sont presque exclusivement des PME. L'intention du PB2022 de s'adresser aux plus petites entreprises du bâtiment apparaît bien appropriée et respectée dans les faits.

Parmi les utilisateurs interrogés, on constate bien un pic d'affluence sur la plateforme faisant suite à la pandémie mondiale de COVID-19, une majorité des répondants ayant implémenté l'utilisation de KROQI à cette période. Et si le besoin de numérisation des processus est largement cité comme un facteur ayant mené vers KROQI, la gratuité de la plateforme apparaît comme le plus important des aspects. Une importance qui a été confirmée également par les participants aux entrevues semi-dirigées.

Les interrogés ne sont pas experts en BIM, et si quelques-uns indiquent avoir de l'expérience dans le domaine des plateformes collaboratives, la plupart des outils cités en exemple ne se qualifient pas vraiment comme telle. Néanmoins, les bienfaits de la transition numérique et de la digitalisation des processus sont largement reconnus par les participants. La résistance au changement, en ce qui concerne l'utilisation de nouvelles technologies, ne se fait pas ici ressentir. Ce qui n'est finalement pas surprenant, car s'adressant à des utilisateurs de plateforme CDE, on s'adresse à des professionnels a priori déjà convaincus des bénéfices de la numérisation.

En revanche, les réponses sont plus mitigées quant aux propositions de solutions apportées par KROQI aux besoins des entreprises. En effet, on constate déjà que parmi tous les utilisateurs interrogés, aucun n'utilise tous les outils de la plateforme. Les outils de communication et de coopération sont largement délaissés par rapport à ceux de coordination. L'aspect clefs en mains de la plateforme n'apparaît donc pas comme une réussite, et cela est expliqué notamment par la présence de plusieurs barrières.

4.2 Les barrières

Parmi ces barrières, on en retrouve principalement de nombreuses que l'on pourrait qualifier de barrières techniques.

Ces barrières sont tout d'abord très présentes concernant les outils de communication, qui sont les outils les moins utilisés par les utilisateurs interrogés, et en particulier l'outil de visioconférence. En effet, un répondant nous indique déjà que le partage d'écran n'est pas fonctionnel sur AirTime, et que « le nombre de participant est limité à un petit nombre ». De plus, il précise que l'outil « ne permet pas de convier une personne non inscrite sur l'espace de travail », ce qui ne permet pas d'étendre l'utilisation en dehors de l'interne si les autres parties prenantes ne sont pas sur KROQI.

Les barrières techniques s'observent aussi dans la coordination et la gestion de documentation. Le Participant B indique que la coédition de fichiers sur la plateforme ne lui était pas disponible jusqu'à fin 2020. De plus, certains outils sont en développement encore aujourd'hui en 2021, et les participants aux entrevues regrettaient tous deux de ne toujours pas avoir d'application KROQI fonctionnelle. Application qui était déjà prévue lors de leur implémentation de la plateforme dans leurs processus métiers. Ce manque d'application mobile se ressent également dans les commentaires de certains répondants au sondage.

Si l'arborescence de travail est appréciée par les participants, la limitation de la gestion de l'espace de stockage est décriée, notamment par un répondant indiquant que « la taille des fichiers supportés par KROQI ne peut pas dépasser 2 Go ». Et cette limitation de l'espace de stockage ne s'arrange pas avec l'instauration du périmètre de gratuité. Le Participant A regrette des « plafonds fixés, notamment de stockage, [qui] sont largement inférieurs aux plafonds précédents », alors que son entreprise lie ses processus sur KROQI en se basant sur les promesses initiales.

L'annonce de la modification de la gratuité a également entraîné un « scepticisme de la part des sous-traitants », et des répondants déplorent aussi cette gestion. Le Participant A aurait notamment souhaité que les annonces concernant la fin de la période gratuite ne soient visibles que par les administrateurs et non par les invités, ce qui aurait selon lui permis d'éviter une certaine panique et le scepticisme envers KROQI de la part des sous-traitants.

Ces défauts de communication font écho avec la faible satisfaction des répondants par rapport au support apporté par KROQI. En particulier à propos du forum, qui a recueilli une grande majorité d'appréciations négatives. En commentaire du sondage, un participant regrette que le forum KROQI soit passé uniquement en lecture seule depuis l'annonce de la fin de gratuité, dénonçant même une « censure ».

La connectivité internet sur les chantiers est également évoquée, mais ce problème n'est pas propre à KROQI, et relève plutôt d'une des barrières à la source notables des CDE.

4.3 Retour sur le statut de CDE

Les barrières identifiées par le retour des utilisateurs nous permettent d'observer que la plateforme n'est pas adaptée à la modélisation 3D. Il n'y a pas possibilité d'éditer des modèles BIM sur la plateforme, mais seulement de les visualiser. De plus, la mémoire de stockage est trop réduite pour gérer de tels modèles. KROQI ne permet donc pas vraiment d'accéder à la modélisation orientée-objet du BIM de niveau 1.

La limitation des formats des fichiers et de la capacité de stockage fait aussi que l'environnement KROQI ne permet pas de fédérer les modèles et documents des projets ; la gestion documentaire est réduite à une gestion électronique limitée de documents.

Aussi, les utilisateurs interrogés n'indiquent pas les outils de communication intégrés de la plateforme comme outils préconisés pour la communication, y préférant les outils génériques comme les courriers électroniques.

Ainsi, en se référant à nouveau à la matrice d'analyse et de comparaison des CDE de (Martin, 2021) présentée précédemment, la plateforme KROQI se rapproche plus à un CDE de niveau 1 sur l'ensemble des quatre axes ; gestion documentaire, coordination, communication, production BIM.

4.4 Pistes d'amélioration

Plus de la moitié des répondants indiquent que l'utilisation de KROQI améliore la performance de leurs projets, mais on a vu qu'il y a tout de même de nombreuses limites et barrières, et les utilisateurs ont apporté de nombreuses propositions d'améliorations.

Globalement, les pistes d'améliorations se basent sur un aspect technique. Car si les intentions de la plateforme sont adoptées sur le papier, pour affirmer son statut de CDE et convaincre les utilisateurs il faut que les performances techniques se hissent au niveau annoncé.

On peut retrouver dans l'annexe II des pistes d'amélioration technique concrètes, proposées par les répondants. Ces idées sont d'autant plus importantes qu'elles ont été détectées directement grâce au retour d'utilisateur et reflète donc un réel besoin qu'il est primordial de prendre en compte.

Certains utilisateurs souhaiteraient plus de souplesse quant à la gestion des types de profils, souhaitant la possibilité notamment de partage de réunion ou de pièces du projet, sans avoir besoin de créer un profil invité au destinataire. KROQI n'étant pas encore une évidence chez tous les professionnels de la construction, cela permettrait d'initier et d'en montrer les avantages plus aisément. En gardant en esprit que, si la plateforme est limitée à une utilisation en interne, elle perd de son potentiel et donc de son intérêt.

Un aspect très intéressant réside dans l'instauration de ponts avec des logiciels ou outils déjà établis, notamment pour les outils de communication, à l'image de ce qui est déjà fait avec le visualisateur de maquette EveBIM. L'ambition de développer certains outils qui existent déjà gratuitement sur le marché n'est peut-être en effet pas si intéressante, et cela permettrait de recentrer ces ressources et moyens investis sur d'autres aspects.

Rendre contractuelle l'utilisation de la plateforme est également une piste qui est évoquée et qui pourrait mener à une amélioration. Cependant pour en arriver là il faudrait plus de garantis sur la performance de l'outil, ce qui paraît un peu prématuré à ce stade.

4.5 Discussion et limites

Les résultats ont bien permis d'apprécier l'expérience des utilisateurs de la plateforme. Cependant ces résultats auraient été d'autant plus fiables et représentatifs avec un plus grand panel de répondants et d'entretiens.

Les utilisateurs sont ici convaincus des bienfaits de la transition numérique et saluent l'initiative du PB2022 et de KROQI. Les obstacles ne résident pas dans les mentalités mais bel et bien dans les limites techniques de la plateforme. Ces résultats ont amené à se questionner sur l'ambition du plan qui a peut-être visé trop haut par rapport à ses moyens. Finalement, le développement d'une plateforme du bâtiment collaborative de gestion électronique de document sécurisée fonctionnelle, aurait pu être déjà très bénéfique pour les PME de la construction, sans forcément se concentrer sur l'aspect de modélisation 3D.

Compte tenu de l'axe de portée de KROQI envers les PME, une étude de son implémentation selon des régions géographique serait aussi intéressante.

CONCLUSION

Face à l'évolution de l'industrie de la construction, le gouvernement français a compris la direction à adopter. Le Plan BIM 2022 a été lancé en 2017 avec pour intention de lutter contre la fracture digitale naissante, aidant le développement des PME pour une transition numérique globale de l'industrie, avec au cœur de l'initiative le développement d'un Environnement de Données Communs ; KROQI.

À une année du terme du PB2022 une enquête a ici été menée, évaluant l'adoption et la satisfaction des utilisateurs vis-à-vis de la plateforme.

On a vu que l'initiative du gouvernement est globalement saluée par les entreprises ciblées, et que KROQI, dans les intentions, se positionne bien comme un CDE avancé. Cependant, dans les faits, des limitations et des problèmes techniques ne lui permettent pas encore de s'y dresser totalement. La satisfaction des utilisateurs est mitigée, et KROQI apparaît en l'état être un outil de collaboration limité à une utilisation simple et légère. Si le plan est très ambitieux, la plateforme ne permet à ce stade que des premiers pas BIM qui ne satisfont globalement pas ses utilisateurs.

Cette étude a permis de faire une première approche d'étude de terrain concrète sur le sujet et a également tenté d'apporter quelques pistes d'améliorations. Un développement futur quant à l'avenir et les moyens réservés à la plateforme KROQI, avec l'arrivée à échéance du Plan BIM 2022, serait intéressant.

ANNEXE I

VERSION IMPRIMABLE DE L'ENQUÊTE



La plateforme numérique KROQI, soutenue par le Plan BIM 2022, a été lancée en 2018 avec pour but d'accompagner la filière de la construction Française, en particulier les TPE/PME, dans la transition numérique et la digitalisation des processus métiers.

L'objectif de ce questionnaire est de recueillir et d'évaluer la réception et satisfaction globale de la plateforme par le retour d'expérience d'utilisateurs professionnels de l'industrie du bâtiment.

La collecte de données à travers ce questionnaire contribuera à l'avancement de la connaissance du domaine. Elle est organisée dans le cadre d'un projet de recherche à l'École de Technologie Supérieure (ÉTS) de Montréal.

Toutes les informations sur les participants resteront confidentielles.

Le questionnaire est composé de 5 sections et prendra environ 15 - 20 minutes à remplir.

Merci pour votre temps et collaboration.

Partie A: Informations sur l'entreprise et le répondant

A1. Domaine d'expertise de l'entreprise :

- | | |
|---|--------------------------|
| Architecte | <input type="checkbox"/> |
| Bureau d'études | <input type="checkbox"/> |
| Industriel / Fabricant | <input type="checkbox"/> |
| Entreprise Générale / TCE (Tous Corps d'État) | <input type="checkbox"/> |
| Entreprise de travaux | <input type="checkbox"/> |
| MOA (Maîtrise d'Ouvrage) | <input type="checkbox"/> |
| AMO (Assistance à Maîtrise d'Ouvrage) | <input type="checkbox"/> |
| Bureau de contrôle | <input type="checkbox"/> |



Education / Formation		<input type="checkbox"/>
Autre		<input type="checkbox"/>
Autre		<input type="checkbox"/>
<div></div>		

A2. Nombre d'employés :

1 - 5

6 - 10

11 - 25

26 - 50

51 - 250

251 - 1000

Plus de 1000

Ne sait pas

☐

☐

☐

☐

☐

☐

☐

☐

A3. Chiffre d'affaires :

0 - 2M€

2 - 10M€

10 - 25M€

25 - 50M€

50 - 500M€

500 - 1500M€

Plus de 1500M€

Ne sait pas ou ne souhaite pas répondre

☐

☐

☐

☐

☐

☐

☐

☐

A4. Pays du siège social :

France

Autre

☐

☐

Autre

**A5. Poste occupé au sein de l'entreprise :**Architecte ☐Conducteur de Travaux ☐Coordonnateur ☐Directeur ☐Étudiant (Apprenti, Stagiaire...) ☐Gestionnaire BIM ☐Gestionnaire ☐Ingénieur ☐Maître Compagnon ☐Autre ☐

Autre

A6. Expérience personnelle dans la construction :0 - 1 an ☐1 - 5 ans ☐5 - 10 ans ☐10 - 20 ans ☐20 - 30 ans ☐Plus de 30 ans ☐

**Partie B: Profil KROQI****B1. À quelle période l'entreprise a-t-elle commencé à utiliser KROQI ?**Avril 2018 - Décembre 2018 ☐Janvier 2019 - Juin 2019 ☐Juillet 2019 - Décembre 2019 ☐Janvier 2020 - Juin 2020 ☐Juillet 2020 - Décembre 2020 ☐Janvier 2021 - Juin 2021 ☐Juillet 2021 - Aujourd'hui ☐Ne sait pas ☐**B2. Utilisez-vous KROQI sur tous vos projets ?**Oui ☐Non ☐Ne sait pas ☐**B3. Combien de profils "utilisateurs KROQI" utilisez-vous dans l'entreprise ?***Attention ici on ne parle pas des profils "invités".*1 - 5 ☐6 - 10 ☐11 - 20 ☐21 - 30 ☐Plus de 30 ☐Ne sait pas ☐



B4. Mémoire d'espace de stockage sur la plateforme nécessaire à votre utilisation :

Jusqu'à 10 Go ☐

Jusqu'à 15 Go ☐

Jusqu'à 500 Go ☐

Autre ☐

Autre

B5. Veuillez cocher dans la liste suivante le (ou les) facteur(s) qui, à votre connaissance, ont mené l'entreprise vers la plateforme KROQI :

Besoin de numérisation des processus ☐

Commentaire

Besoin d'outils de communication ☐

Commentaire

Besoin d'outils de coordination ☐

Commentaire

Besoin d'outils de coopération ☐

Commentaire

Campagne du Plan BIM 2022 ☐

Commentaire

Demande contractuelle ☐

Commentaire



Démarche de suppression du papier



Commentaire

Gratuité



Commentaire

Recommandations externes



Commentaire

Simplicité d'accès



Commentaire

Autre



Autre

B6. Comment avez-vous été initié(e) à l'usage de KROQI au sein de votre entreprise ?

Auto-Formation

☐

Formation Interne

☐

Formation Externe

☐

Aucune Initiation

☐

Autre



Autre



B7. Êtes-vous familier avec le concept de "plateforme collaborative" ?

Je n'en ai jamais entendu parler ☐

J'en ai entendu parler mais je ne sais pas ce que cela signifie ☐

J'ai une idée de ce que cela signifie ☐

Je suis expert dans le domaine ☐

B8. Avant KROQI, aviez-vous déjà travaillé avec une plateforme collaborative ?

Veillez indiquer en commentaire le (ou les) nom(s) de ces éventuelles plateformes.

Oui ☐

Non ☐

Ne sait pas ☐

B9. Avez-vous déjà entendu parlé du concept de CDE (Common Data Environment) ?

En français : EDC (Environnement de Données Commun).

Oui ☐

Non ☐



Partie C: Rapport aux fonctionnalités et outils KROQI

Cette section est divisée en 4 parties. Les 3 premières ont pour but d'évaluer les outils et fonctionnalités KROQI répartis entre les domaines de communication, coordination, et coopération. La 4ème se concentre sur le support et l'assistance de KROQI.

I) COMMUNICATION – AirTime, Chat.

- AirTime : Interface de conférences audio et vidéo.
- Chat : Messagerie instantané de la plateforme.

II) COORDINATION – Agenda, Tâches, Validations.

Disponibles dans l'onglet "Mon Travail" de l'interface KROQI.

- Agenda : Agenda électronique de la plateforme.
- Tâches : Gestionnaire de tâches, opérations à effectuer.
- Validations : Suivi des validations de documents.

III) COOPERATION - KROQI Drive, eveBIM.

- KROQI Drive : Outils permettant la synchronisation automatique de fichiers locaux sur la plateforme.
- eveBIM : Visualisateur de maquette BIM.

IV) SUPPORT - Forum, Tutoriels vidéos.

Depuis l'interface KROQI, les sources d'assistance disponibles sont : le forum KROQI, et des liens de vidéos explicatives.

C1. COMMUNICATION : AirTime.

Évaluez votre rapport d'utilisation à l'outil de visioconférence intégré de KROQI.

Merci d'indiquer en commentaire le nom des éventuels outils de visioconférence utilisés en parallèle ou en substitution.

Utilisé ☐

Non utilisé ☐


C2. COMMUNICATION : Chat.

Évaluez votre rapport d'utilisation à l'outil de messagerie intégré de KROQI.

Merci d'indiquer en commentaire le nom des éventuels outils de messagerie utilisés en parallèle ou en substitution.

Utilisé ☐

Non utilisé ☐

C3. COMMUNICATION : AirTime & Chat.

Évaluez votre satisfaction globale des outils AirTime et Chat.

Avec 1 = Très INSATISFAIT ; 2 = Plutôt INSATISFAIT ; 3 = Neutre ; 4 = Plutôt SATISFAIT ; et 5 = Très SATISFAIT.

	1	2	3	4	5
AirTime	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

C4. COMMUNICATION : AirTime & Chat.

Pourquoi êtes-vous satisfait des outils de communication intégrés de KROQI ?

Veuillez répondre uniquement si la question s'applique à votre cas.



C8. COORDINATION : Agenda, Tâches, Validations.

Pourquoi êtes-vous satisfait des outils de coordination intégrés de KROQI ?

Veillez répondre uniquement si la question s'applique à votre cas.

C9. COORDINATION : Agenda, Tâches, Validations.

Pourquoi êtes-vous insatisfait des outils de coordination intégrés de KROQI ?

Veillez répondre uniquement si la question s'applique à votre cas.

C10. COOPERATION : KROQI Drive.

Évaluez votre utilisation du service KROQI Drive.

Merci d'indiquer en commentaire le nom des éventuels plateformes utilisées en parallèle ou en substitution.

Utilisé ☐

Non utilisé ☐

C11. COOPERATION : eveBIM.

Évaluez l'utilisation de maquettes numériques dans le cadre de votre activité.

Si vous utilisez un autre visualisateur de maquette numérique, merci d'en indiquer le nom dans la case "Autre".

J'utilise des modèles 3D ☐

Je n'utilise pas de modèles 3D ☐

J'utilise eveBIM ☐



Je n'utilise pas eveBIM ☐

Autre ☐

Autre

C12. COOPERATION : KROQI Drive, eveBIM.

Évaluez votre satisfaction globale des outils KROQI Drive et eveBIM.

Avec 1 = Très INSATISFAIT ; 2 = Plutôt INSATISFAIT ; 3 = Neutre ; 4 = Plutôt SATISFAIT ; et 5 = Très SATISFAIT.

	1	2	3	4	5
KROQI Drive	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
eveBIM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

C13. COOPERATION : KROQI Drive.

Pourquoi êtes-vous satisfait du service KROQI Drive ?

Veillez répondre uniquement si la question s'applique à votre cas.

C14. COOPERATION : KROQI Drive.

Pourquoi êtes-vous insatisfait du service KROQI Drive ?

Veillez répondre uniquement si la question s'applique à votre cas.


C15. COOPERATION : eveBIM.

Pourquoi êtes-vous satisfait de l'outil eveBIM ?

Veillez répondre uniquement si la question s'applique à votre cas.

C16. COOPERATION : eveBIM.

Pourquoi êtes-vous insatisfait de l'outil eveBIM ?

Veillez répondre uniquement si la question s'applique à votre cas.

C17. SUPPORT : Forum, Tutoriels Vidéos.

Évaluez votre satisfaction du support offert par KROQI.

Avec 1 = Très INSATISFAIT ; 2 = Plutôt INSATISFAIT ; 3 = Neutre ; 4 = Plutôt SATISFAIT ; et 5 = Très SATISFAIT.

	1	2	3	4	5
Forum KROQI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vidéos explicatives	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Satisfaction globale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

C18. SUPPORT : Forum, Tutoriels Vidéos.

Pourquoi êtes-vous satisfait du service d'assistance KROQI ?

Veillez répondre uniquement si la question s'applique à votre cas.

**C19. SUPPORT : Forum, Tutoriels Vidéos.**

Pourquoi êtes-vous insatisfait du service d'assistance KROQI ?

Veuillez répondre uniquement si la question s'applique à votre cas.

Partie D: Bilan & Intentions futures

D1. Selon vous, l'utilisation de KROQI améliore-t-elle la performance de vos projets ?

Oui ☐

Non ☐

D2. Comment l'utilisation de KROQI améliore-t-elle la performance de vos projets ?

Veuillez répondre uniquement si la question s'applique à votre cas.

D3. Êtes-vous convaincu des bienfaits de la transition numérique et de la digitalisation des processus pour vos projets ?

Oui ☐

Non ☐



D4.	Considérez-vous que la plateforme KROQI soit adaptée à vos besoins ?
	<div>Oui <input type="checkbox"/></div> <div>Non <input type="checkbox"/></div> <div></div>
D5.	Qu'aimeriez-vous voir améliorer sur la plateforme ?
	<div></div>
D6.	KROQI a récemment annoncé la fin de sa période de gratuité en présentant ses nouveaux tarifs. À ce jours votre entreprise a-t-elle l'intention de continuer avec KROQI ?
	<div>Les commentaires sont les bienvenus.</div> <div>Oui <input type="checkbox"/></div> <div>Plutôt oui <input type="checkbox"/></div> <div>Neutre <input type="checkbox"/></div> <div>Plutôt non <input type="checkbox"/></div> <div>Non <input type="checkbox"/></div>



Partie E: AUTORISATIONS

E1.

Nous autorisez-vous à vous contacter pour de plus amples informations et/ou clarifications ?

Oui

☐

Non

☐

E2.

Nom de l'entreprise ?

E3.

Contact du répondant ?

NOM Prénom :

Email :

Numéro de téléphone :

MERCI de votre participation. Toutes les informations sur les participants resteront confidentielles. Les résultats du questionnaire seront disponibles sur demande.

ANNEXE II

RECAPITULATION DES COMMENTAIRES LIBRES EN REPONSE DE L'ENQUÊTE

Code question	Commentaire en réponse de l'enquête
B4	Peut varier bcp d'un projet a un autre en fonction de l'utilisation (exclusive ou non des stockages de pièces marchés par exemple/ archivage des démarches...)
B6	Intuitif pas nécessaire
B8	Google / onedrive
	Outils microsofts
	Nous avons fais développer un système de boite à plan interne
	Dessins de maquettes sur Revit notamment
C1	Nous utilisons les conférences zoom
	Facetime/appel/
C2	Courriles messages
	Messagerie
	Peu utilisé, surtout courriel, aussi téléphone
C4	Pratique d'avoir tout les contacts à disposition
	Ça fonctionne on ne demande pas plus
	Le chat est pratique pour communiquer avec la moe, moins fastidieux que courriels
C5	L'outil de création de réunion pourrait être très pratique, mais il ne permet pas de convier une personne non inscrite sur l'espace de travail. Il serait bien de pouvoir créer une fonction « partage » comme pour les dossiers qui permette de proposer des dates à des personnes externes.
	Le nombre de participant est limité à un petit nombre
C6	Calendrier outlook surtout
C8	Bon agenda

C11	Revit Revit autodesk pour les modèles 3D
C14	La taille des fichiers supportés par KROQI ne peut pas dépasser 2Go. KROQI online (coédition) arrivée très tard
C18	Non On nous ignore sur le Forum !
C19	Le forum est clos pas très pratique Jamais eu recours
D1	Utilisation demandé par la mae pour transmission des plans. Pas vraiment de changement de notre côté Plutôt oui
D2	Une référence pour tt le monde sur le projet, pratique on gagne du temps De ma bonne organisation en découle une bonne qualité globale..
D5	Plus de stockage pour pouvoir y ranger toutes les pièces Un accès depuis tablette Il serait bien de rajouter une option « non concerné », car je constate à l'usage qu'il est facile d'abuser de la fonction et de demander des validation à des gens qui ne sont pas nécessairement concernés ou compétents pour valider un document. Et utiliser la réponse « refuser » donne l'impression qu'il y a un problème avec le document. Pour les validations je trouverais très pratique d'avoir un menu résumant, de manière exhaustive, les chargements de fichiers en cours et passés (un peu à la manière d'un google drive), plutôt que les pastilles sur le côté droit de l'écran. En effet, quand on charge un grand nombre de fichier d'un coup, on ne voit que les derniers fichiers en cours de chargement. Je précise que nous n'avons pas tous la fibre optique, et que le débit internet est parfois chaotique ce qui induit parfois un très long temps de chargement pour certains gros fichiers !. Il serait donc intéressant de pouvoir suivre (avec un pourcentage ?) les chargements en cours. Nous souhaitons utiliser KROQI pour le suivi du chantier et l'affichage actuel décourage nos collaborateurs artisans. D'autre part, l'affichage des tâches dans le calendrier ne permet pas de voir le nom de la liste d'un premier coup d'oeil ce qui empêche au lot concerné (peintre, plombier, couvreur...) de s'identifier rapidement... Toujours pas l'application mobile J'avais imaginé la possibilité d'effectuer une demande de validation des documents de manière groupée et avoir une vision synthétique des documents refusés

BIBLIOGRAPHIE

- Abanda, F. H., Mzyece, D., Oti, A. H., & Manjia, M. B. (2018). A Study of the Potential of Cloud/Mobile BIM for the Management of Construction Projects. *Applied System Innovation, 1*(2), 9.
- Bernard, S., Cauvin, A., Veron, P., & Noblet, L. (2004). *Spécification d'un environnement d'ingénierie collaborative multisite*.
- BIM Dictionary. (2021). <https://bimdictionary.com/fr/common-data-environment/2>
- BIM : La plateforme Kroqi en plein boom. (2020, mai 25). *Observatoire des métiers du BTP*. <https://www.metiers-btp.fr/bim-la-plateforme-kroqi-en-plein-boom/>
- Boton, C., & Kubicki, S. (2014). Maturité des pratiques BIM : Dimensions de modélisation, pratiques collaboratives et technologies. *SCAN'14, 6ème Séminaire de Conception Architecturale Numérique*, 45-56.
- Bourgault, M., DANJOU, C., Pellerin, R., Perrier, N., Boton, C., FORGUES, D., IORDANOVA, I., POIRIER, E., RIVEST, L., & Joblot, L. (2021). Transformer le secteur de la construction par le numérique : Un chantier ambitieux et nécessaire. In *Le Québec économique 9 : Perspectives et défis de la transformation numérique* (p. 433-456). CIRANO.
- British Standards Institution. (2013). *PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling*.
- CGU - Kroqi. (2020, décembre). <https://kroqi.fr/cgu/>
- Chelbab, N., & Rahmouni, A. (2019). *L'interopérabilité Entre La Maquette Numérique Et Les Dimensions Du Processus Bim*. <https://www.theses-algerie.com>
- Décret n° 2008-1354 du 18 décembre 2008 relatif aux critères permettant de déterminer la catégorie d'appartenance d'une entreprise pour les besoins de l'analyse statistique et économique, 2008-1354 (2008).
- Delcambre, B., Romon, C., & Lamour, G. (2016). *Plan Transition Numérique dans le Batiment*. 54.

- Eurostat. (2021, mars 8). *Annual enterprise statistics for special aggregates of activities NACE Rev. 2*.
- Ghaffarianhoseini, A., Rehman, A. U., Doan, D. T., Zhang, T., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., & Tookey, J. (2016). *A BIM Readiness & Implementation Strategy for SME Construction Companies in the UK*. 12.
- Gouvernement du Canada, S. C. (2021, mai 31). *Méthodes et pratiques d'enquête, 2003001—ARCHIVÉ*.
- INSEE. (2019). *Les entreprises en France*.
- ISO. (2018). *ISO 19650 – Organisation et numérisation des informations relatives aux bâtiments et ouvrages de génie civil, y compris modélisation des informations de la construction (BIM)—Gestion de l'information par la modélisation des informations de la construction—Partie 1 : Concepts et principes*. ISO.
- Kroqi. (2021). *La plateforme collaborative des acteurs de la construction*. La plateforme collaborative des acteurs de la construction. <https://kroqi.fr/>
- KROQI forum. (2020, novembre 3). *FIN DE LA GRATUITE en période de confinement : Prise en otage? - Retours Utilisateurs*. Forum KROQI. <https://forum.kroqi.fr/t/fin-de-la-gratuite-en-periode-de-confinement-prise-en-otage/2588>
- Li, P., Zheng, S., Si, H., & Xu, K. (2019). Critical Challenges for BIM Adoption in Small and Medium-Sized Enterprises : Evidence from China. *Advances in Civil Engineering*, 2019, e9482350.
- M. Kouch, A., Illikainen, K., & Perälä, S. (2018). *Key Factors of an Initial BIM Implementation Framework for Small and Medium-sized Enterprises (SMEs)*.
- Martin, D. (2021). *Proposition d'une matrice d'analyse et de comparaison des environnements de données communs (CDE)*.
- McKinsey&Company. (2017). *REINVENTING CONSTRUCTION: A ROUTE TO HIGHER PRODUCTIVITY*.
- Ministère de la Cohésion des territoires. (2020, février 10). *Plan bim 2022 -Actions | Plan BIM 2022*. <https://plan-bim-2022.fr/actions/>
- Ministère de la Transition écologique. (2018). *PTNB - Rapport Final 2018_10.qxp_PTNB*. 68.

- Murray, D., & Fisher, J. (2002). The Internet : A Virtually Untapped Tool for Research. *Journal of Technology in Human Services*, 19, 5-18.
- Radl, J., & Kaiser, J. (2019). Benefits of Implementation of Common Data Environment (CDE) into Construction Projects. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 471, 022021.
- Succar. (2009). *Building information modelling framework : A research and delivery foundation for industry stakeholders*.
- Walasek, D., & Barszcz, A. (2017). Analysis of the Adoption Rate of Building Information Modeling [BIM] and its Return on Investment [ROI]. *Procedia Engineering*, 172, 1227-1234. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.144>

