



THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES DE GESTION À FINALITÉ SPÉCIALISÉE EN BUSINESS ANALYSIS & INTEGRATION

Evaluation de l'apport de l'architecture d'entreprise en soutien à transformation numérique

TRIKI, Sarah

Award date:
2024

Awarding institution:
Universite de Namur

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Evaluation de l'apport de l'architecture d'entreprise en soutien à transformation numérique



Sarah Triki

Directeur : Prof. C. Ponsard

Mémoire présenté en vue de l'obtention du titre de
Master 120 en sciences de gestion, à finalité spécialisée en Business Analysis and
Integration

ANNÉE ACADÉMIQUE : 2023-2024

Université de Namur, ASBL
Faculté des Sciences économiques, sociales et de gestion – Département des Sciences de gestion

Rempart de la Vierge 8, B-5000 Namur, Belgique, Tel. +32 [0]81 72 49 58/48 41

Résumé

La transformation numérique permet d'introduire au sein des entreprises des innovations technologiques en faisant aussi émerger de nouveaux modèles d'affaires. Ceci nécessite cependant une évolution de l'organisation et de ses processus métier. L'architecture d'entreprise malgré qu'elle soit originellement plus orientée IT s'aligne de plus en plus avec la stratégie métier via des approches collaboratives et agiles.

Dans ce contexte, ce mémoire explore comment l'architecture d'entreprise apporte un soutien à une démarche de transformation numérique d'une organisation. Le travail se base sur un état de l'art de la littérature sur ces sujets afin d'identifier les cadres structurant les plus utilisés et méthodes d'évaluation de maturité. Sur cette base, des facteurs de renforcement, des barrières ont été établis ou formulés sous forme d'hypothèses à valider. La suite du travail propose une enquête réalisée afin de d'identifier l'état des pratiques en Wallonie et de valider nos hypothèses sur leurs interactions. Nos résultats sont également discutés avec d'autres enquêtes similaires réalisées ailleurs. A la fin de ce mémoire des recommandations seront faites aux personnes impliquées dans un processus de transformation numérique et qui souhaitent s'appuyer sur une architecture d'entreprise efficace dans ce contexte.

Digital transformation makes it possible to introduce technological innovations into companies, while also enabling new business models. However, this requires the evolution of the organization and its business processes. Enterprise architecture, although generally more IT-oriented, is increasingly aligned with business strategy via collaborative and agile approaches.

In this context, this thesis explores how enterprise architecture can support an organization's digital transformation process. The work is based on a review of the literature on these subjects in order to identify the most widely used structuring frameworks and maturity assessment methods. On this basis, reinforcing factors and barriers have been identified or formulated in the form of hypotheses to be validated. The remainder of the work is based on a survey carried out to identify the state of practice in Wallonia in order to validate our hypotheses on the interactions between the two approaches. Our results are also discussed with other similar surveys carried out elsewhere. At the end of this thesis, a few recommendations are made for the people involved in a digital transformation process who wish to rely on an effective enterprise architecture in this context.

Remerciement

Je souhaite exprimer ma gratitude envers Christophe Ponsard, mon promoteur de mémoire, pour sa disponibilité et son soutien tout au long de mes recherches, analyses et rédaction. Mes remerciements s'étendent également à mes parents, mes frères et ma sœur, qui m'ont apporté un soutien précieux de près ou de loin. Un remerciement particulier à ma meilleure amie pour sa relecture assidue et nos nombreuses discussions. Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance envers l'Université de Namur.

Table des matières

Résumé.....	i
Remerciement	ii
Table des matières.....	iii
Liste des figures	v
Liste des tableaux.....	vi
Liste des annexes	vii
1. Introduction.....	1
2. Revue de la littérature	3
2.1. Transformation numérique.....	3
2.1.1. Définition de la transformation numérique.....	3
2.1.2. Business model digital	3
2.1.3. Difficultés des entreprises par rapport au numérique	5
2.1.4. Les leviers à l'adoption des technologies numériques.....	7
2.1.5. Comparaison des différents modèles de maturité digitale	9
2.1.6. Cadre de transformation digitale de l'entreprise retenu.....	12
2.2. Architecture d'entreprise	13
2.2.1. Définition de l'architecture de l'entreprise	13
2.2.2. Frameworks d'architecture d'entreprise pour une transformation digitale.....	13
a. TOGAF (ADM)	13
b. Zachman.....	15
c. COBIT	17
d. IT4IT	18
2.2.3. Comparaison des architectures d'entreprise	19
2.3. Synthèse de l'état de l'art et affinement de nos questions de recherche.....	19
3. Méthodologie de validation	21
3.1. Conception du questionnaire.....	22
3.2. Processus de collecte des données	23
4. Analyse des pratiques	23
4.1. Analyse par section	24

4.1.1. Caractérisation des entreprises.....	24
4.1.2. Principaux traits concernant la transformation numérique	24
4.1.3. Principaux traits concernant l'architecture d'entreprise	26
4.2. Validation des hypothèses à travers les réponses reçues	27
4.3 Confrontation avec d'autres enquêtes	31
4.3.1. Enquête sur les défis (Deloitte).....	31
4.3.2. Enquête sur les moyens d'analyse	32
4.3.3. Baromètre 2022 de maturité numérique des entreprises wallonnes :	33
4.4. Synthèse et recommandations de mise en œuvre.....	35
5. Conclusion	38
6. Bibliographie	40
7. Annexes	48

Liste des figures

Figure 1: Structure du mémoire	2
Figure 2: La matrice des 6 chantiers du HUB Institute	12
Figure 3: Cycle ADM - TOGAF.....	14
Figure 4: Le framework Zachman pour l'Architecture de l'entreprise (version 2011)	16
Figure 5: Modèle de référence du processus COBIT 5.....	18
Figure 6: Architecture de référence IT4IT	19
Figure 7: Objectifs pour la mise en oeuvre d'une architecture d'entreprise.....	28
Figure 8: Raisons qui retardent ou empêchent la mise en oeuvre d'outils aidant à la transformation numérique	29
Figure 9: Comparaison de maturité de l'architecture d'entreprise vs transformation numérique	30
Figure 10: Comparaison des différents défis entre Deloitte et notre enquête.....	32
Figure 11: Comparaison des moyens d'analyse de notre enquête et d'autres enquête	32
Figure 12: Digi Score de l'ensemble des entreprise wallonnes, (Adn, 2022).....	34

Liste des tableaux

Tableau 1: Comparaison des différents modèles de maturité digitale	11
Tableau 2. Positionnement de l'AE dans la feuille de route du Hub Institute.....	21

Liste des annexes

Annexe 1- Acronymes	48
Annexe 2- Compléments sur l'état de l'art	49
Annexe 3- Questionnaire	55
Annexe 4- Réponses collectées.....	65
Annexe 5- Enquêtes complémentaires.....	74

1. Introduction

Dans le contexte actuel d'un marché mondialisé très concurrentiel et en évolution perpétuelle, les entreprises doivent faire preuve d'une grande flexibilité et d'une capacité d'adaptation continue. Ceci amène une pression pour une l'innovation constante visant à optimiser l'utilisation des logiciels et des technologies numériques émergentes. La transformation numérique des entreprises résulte de changements induits par la technologie dans leurs processus, impliquant "l'utilisation d'artefacts, de systèmes et de symboles numériques au sein et autour de l'entreprise" (Bounfour, 2016). Plusieurs aspects d'une entreprise peuvent être touchés par cette transformation, notamment la structure organisationnelle, les processus métier, les systèmes d'information et l'infrastructure, qui forment ensemble une architecture d'entreprise (EA). Les technologies numériques ont profondément impacté la société actuelle, incitant les organisations à reconfigurer la manière dont elles offrent de la valeur à leurs clients. Cependant, de nombreuses entreprises n'ont pas encore défini de stratégie numérique claire et ne sont pas équipées pour faire face à une transformation numérique des processus et des produits. Bien que des outils tels que les cadres d'architecture d'entreprise soient déjà en place pour guider les changements structurels, leur utilisation n'est pas encore généralisée dans toutes les organisations (Goerzig et Bauernhansl, 2018).

La mise en place de la transformation numérique est un processus complexe qui requiert l'utilisation de méthodes et d'outils appropriés afin de maximiser les avantages tout en minimisant les obstacles potentiels. L'architecture d'entreprise sert fréquemment de cadre pour orienter l'évolution du système d'information, mettant particulièrement l'accent sur les exigences futures. Cela implique l'élaboration d'une stratégie informatique à long terme, englobant des objectifs pluriannuels, une planification des activités, et une anticipation des besoins en personnel afin de répondre de manière proactive à l'évolution des besoins et des intérêts de l'entreprise. En somme, l'architecture d'entreprise représente un levier essentiel dans le contexte de la transformation numérique.

Dans ce contexte, la question de recherche centrale se formule ainsi : "Comment une démarche d'architecture d'entreprise peut-elle soutenir efficacement la transformation numérique d'une organisation ?"

L'approche du mémoire suit une structure méthodique illustrée au niveau de la figure 1 pour explorer et analyser les concepts clés. La première étape consiste en une revue approfondie de la littérature, offrant une compréhension approfondie de la transformation numérique et de l'architecture d'entreprise. Ce premier travail établit les bases théoriques nécessaires pour la recherche ultérieure. Ensuite, le mémoire se penche sur l'analyse de la littérature, synthétisant les connaissances extraites des chapitres consacrés à la transformation numérique et à l'architecture d'entreprise. Cette analyse vise à identifier des facteurs cruciaux, des lacunes et des opportunités pour guider la suite de la recherche. Les hypothèses sont formulées en se basant sur cette analyse,

fournissant une base solide pour la conception du questionnaire qui permettra de réaliser une validation de terrain. L'étape suivante consiste à élaborer le questionnaire de manière méthodique afin de garantir une collecte de données pertinente et ciblée. La phase d'enquête met en œuvre le questionnaire quantitatif auprès de différentes personnes, fournissant des données empiriques pour étayer les hypothèses. Enfin, la discussion explore les apports de la recherche, met en lumière les écarts identifiés, et propose des recommandations pratiques pour soutenir la transformation numérique à travers une architecture d'entreprise efficace.

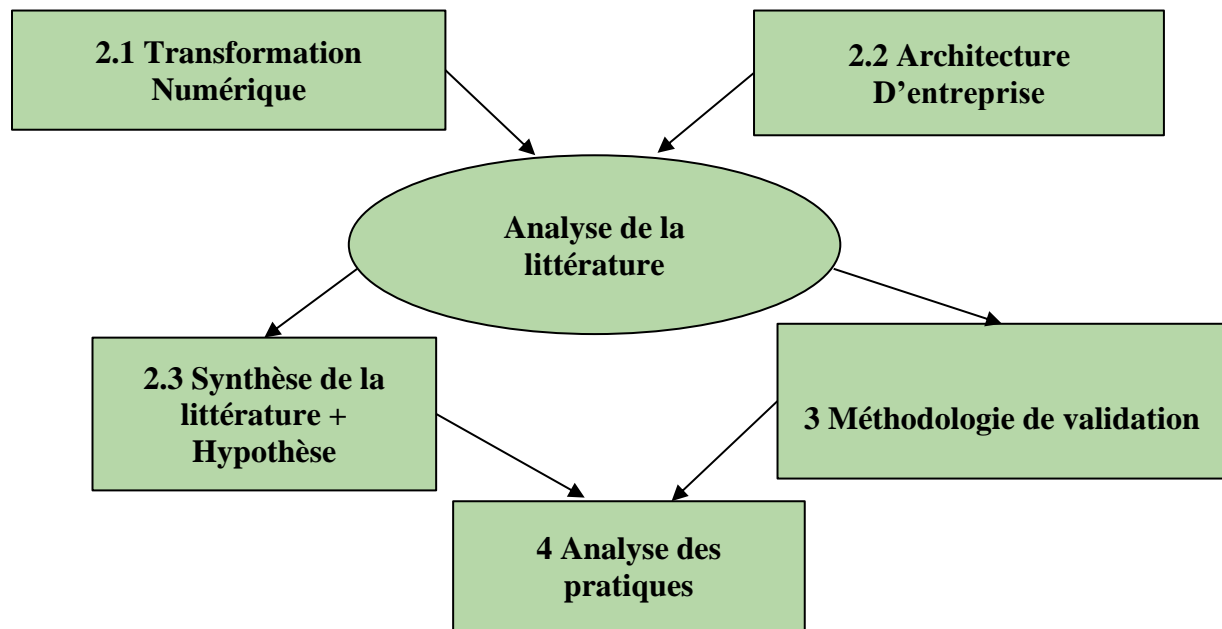


Figure 1: Structure du mémoire

Note au lecteur : un glossaire est disponible en annexe 1. Des figures complémentaires moins indispensables à la compréhension sont fournies en annexe et numérotées "Figure A.x".

2. Revue de la littérature

2.1. Transformation numérique

Dans cette section, nous examinerons de près la définition de la transformation numérique, explorerons les nuances du business model digital, identifierons les difficultés fréquemment rencontrées par les entreprises dans leur parcours numérique, comparerons divers modèles de maturité digitale, et présenterons le cadre spécifique retenu pour guider notre analyse approfondie de la transformation numérique. Nous nous appuyerons sur une série de référence de la littérature ainsi que du cours Digital Transformation and Governance [ELOIM431].

2.1.1. Définition de la transformation numérique

La littérature offre de multiples interprétations du concept de transformation digitale (Madouche et al., 2020). Nous adopterons comme définition que la Transformation Numérique (TN) consiste en un changement profond du fonctionnement d'une organisation (entreprise ou institutions publique), rendu possible par les technologies numériques, et se traduisant par un modèle opérationnel et commercial fondé sur l'exploitation des données et des réseaux. A un niveau global, il en résulte un changement de paradigme des activités économiques et sociales (Mergel et al., 2019).

2.1.2. Business model digital

La littérature récente montre que la transformation numérique se caractérise comme une modification de la façon dont une entreprise exploite les technologies numériques. Son objectif est de forger un nouveau modèle d'entreprise numérique, favorisant la création et l'appropriation accrue de valeur au sein de l'entreprise (Verhoef et al., 2021). Selon Veit et al. (2014) "un modèle d'entreprise est numérique si les changements dans les technologies numériques déclenchent des changements fondamentaux dans la façon dont le modèle d'entreprise est utilisé" (p. 48). De plus, le "numérique" dans le modèle d'entreprise numérique peut être considéré comme une meilleure optimisation des ressources grâce aux technologies numériques (Bican & Brem, 2020). Les auteurs (Schallmo & Williams, 2017) soutiennent que le niveau de transformation numérique implique à la fois des changements marginaux et fondamentaux du modèle d'entreprise. Cela signifie que, même si les clients restent une priorité centrale, la transformation numérique peut influencer divers aspects tels que la structure interne de l'entreprise, ses partenaires clés, ses concurrents, et d'autres éléments de sa configuration commerciale. Cette évolution du modèle d'entreprise en un modèle d'entreprise numérique a impliqué l'utilisation de nouvelles technologies (par exemple, big data) pour générer de nouvelles applications ou de nouveaux services (par exemple, prédiction à la demande). Cependant, ces outils et les nouvelles technologies mises en œuvre requièrent des compétences telles que la capacité d'analyser, de calculer et d'évaluer les options.

La littérature a abordé divers composants du modèle digital, Weill et Woerner's (2013) ont établi **trois piliers qui constituent la base de la proposition de valeur d'une entreprise numérique** (voir Figure A.2.1) : le contenu (ce qui s'est consommé), l'expérience client (ce que signifie d'être un client numérique de l'organisation) et la plateforme (un ensemble cohérent de processus métier, de données et d'infrastructure numérisés).

Bock et Winer (2017) ont élaboré une taxonomie comprenant **cinq dimensions clés des modèles d'affaires numériques**. La première dimension concerne l'offre numérique, décrivant les propositions de valeur sur le marché numérique. Ces offres peuvent être classées selon cinq caractéristiques : produits numériques, services numériques, services humains avec services numériques complémentaires, produits physiques avec services numériques complémentaires, ainsi que produits physiques avec intégration de technologies numériques (Clemons, 2009 ; Wirtz et al., 2010). La deuxième dimension concerne l'expérience numérique. Les plateformes numériques, formées par une architecture de valeur/réseau, représentent la troisième dimension. Ces plateformes comprennent des processus métiers, des données et des infrastructures numérisées, et sont caractérisées par cinq types d'intégration : interne, fournisseurs, partenaires, clients (entrante ou sortante). La quatrième dimension concerne l'analyse des données, représentant une capacité clé pour identifier des corrélations et des modèles significatifs dans les données structurées et non structurées, ainsi que pour les interpréter correctement (Loebbecke et Picot 2015). Enfin, la cinquième dimension concerne les technologies numériques.

En outre, Mashood (2020) a identifié des **éléments clés d'un modèle commercial numérique, notamment les processus numérisés et l'écosystème**. Les processus numérisés impliquent l'utilisation de l'analyse des données, soulignant la capacité cruciale d'identifier des corrélations et des modèles. L'écosystème numérique, défini comme une infrastructure facilitant la coopération, le partage de connaissances et les transactions commerciales numériques, est une version économique des écosystèmes naturels. **La numérisation rapproche les entreprises et renforce l'importance des interactions entre elles**. Les objectifs des écosystèmes numériques incluent la création de nouvelles valeurs, l'amélioration des flux d'informations entre les partenaires et l'optimisation de l'expérience client. Les entreprises au sein de ces écosystèmes ne sont pas simplement des clients et des fournisseurs, mais également des producteurs de produits complémentaires, des prestataires de services logistiques, des sous-traitants, des financiers, etc.

Afin de structurer la transformation numérique, deux modèles digitaux vont être présentés. Tout d'abord, Schallmo and Williams (2018) proposent un modèle en cinq phases (voir figure A.2.3), débutant par l'établissement de la "Digital Reality", où l'entreprise analyse son modèle d'affaires existant. Suivent les phases de "Digital Ambition" pour définir les objectifs de transformation digitale, "Digital Potential" pour établir les meilleures pratiques et les facilitateurs, "Digital Fit" pour évaluer les options de conception digitale, et enfin "Digital Implementation" pour finaliser et mettre en œuvre le modèle d'affaires digital.

De manière complémentaire, le modèle BMD2 (Varenne et Godé, 2021), illustré à la Figure A.2.2, est constitué de plusieurs blocs essentiels. Le bloc “maturité digitale” évalue le niveau de préparation des infrastructures informatiques de l'entreprise, considéré comme un prérequis indispensable pour déployer des technologies complexes. Le bloc "entrepreneur" se penche sur l'incertitude associée à la transformation, les défis organisationnels et technologiques, ainsi que l'alignement entre la technologie et le modèle commercial. La “conduite du changement” s'articule autour de l'accompagnement des utilisateurs pour intégrer la vision entrepreneuriale, faciliter l'adaptation aux changements et favoriser le dialogue entre les équipes opérationnelles et technologiques. Enfin, le bloc “plateforme” aborde la complexité de l'artefact numérique, de l'interfaçage avec le système d'information, et de la traduction du modèle d'affaires traditionnel en modèle digital. La plateforme représente la virtualisation du modèle commercial, automatisant et industrialisant les processus d'affaires.

En conclusion, la littérature explore de manière approfondie la notion de modèle d'entreprise numérique dans le contexte de la transformation numérique. Cette transformation est caractérisée par des changements fondamentaux dans la manière dont les entreprises exploitent les technologies numériques pour créer et approprier une valeur accrue. Les composants clés de ces modèles incluent l'offre numérique, l'expérience numérique, la plateforme, l'analyse des données, et les technologies numériques. Deux modèles de structuration de la transformation numérique, proposés par Schallmo and Williams ainsi que Varenne et Godé, offrent des perspectives complémentaires en se concentrant respectivement sur la séquence structurée des étapes et sur les blocs fondamentaux nécessaires à une vision holistique de la transition digitale qui forment également des éléments d'architecture d'entreprise investigués dans la section 2.2.

2.1.3. Difficultés des entreprises par rapport au numérique

Les entreprises font face à des défis majeurs dans leur transformation numérique. Ces défis incluent des ressources financières et humaines limitées, un manque de compétences numériques, la résistance au changement et le besoin d'une stratégie cohérente. De plus, les barrières techniques et les perturbations externes ajoutent une complexité supplémentaire à ce processus de transformation. Ces défis concernent les entreprises de toutes tailles et plus spécifiquement les PME. Ainsi, en Belgique, 66 % des PME interrogées ont signalé rencontrer des obstacles entravant leur processus de digitalisation (SPF économie., 2022).

Les ressources financières et humaines limitées concernent plus spécifiquement les PME et leur impose d'être prudentes dans la sélection et dans la mise en œuvre des technologies de l'information (Sarosa et Zowghi., 2003 ; SPF économie., 2022) et peut freiner l'adoption d'innovations numériques (à l'exception notable des start-ups technologiques). Elles ne perçoivent pas toujours immédiatement les avantages potentiels de la digitalisation et se heurtent à des obstacles plus difficiles à surmonter, tels que les coûts et les besoins en financement liés à

l'identification, au développement, à l'acquisition et à l'intégration de solutions TIC nécessaire à la mise en œuvre de la TN, y compris les dépenses connexes liées à la formation, et à l'innovation des processus (Taruté et al., 2018 ; OECD., 2017 ; SPF économie., 2023) De plus, les PME peinent à anticiper l'avenir au-delà de leur produits et mode de production actuels en raison de leur manque main-d'œuvre pour, ainsi qu'à leur incapacité à investir rapidement dans les nouvelles technologies sans risque financier; C'est en particulier le cas en Industrie 4.0 (Fallera et al., 2015).

Le manque de compétences est un obstacle majeur à la digitalisation des entreprises. Selon Matthew D et al., (2021) plus de 50% des entreprises ne possèdent pas les compétences numériques nécessaires. Cela inclut la programmation, l'ingénierie, la technologie et la gestion, essentielles pour évaluer les projets (Piat et al.,2021). Ici aussi, ceci concerne surtout les PME : la plupart des employés de ces entreprises manquent de ces compétences et sont souvent accaparés par les tâches quotidiennes, limitant leur disponibilité pour le développement de nouvelles solutions (Goerziga et al., 2018). La méconnaissance des avantages de la technologie et l'incertitude liée à sa mise en œuvre expliquent la réticence des petites entreprises à adopter de nouvelles technologies. De plus, l'indisponibilité d'experts, le manque d'expérience et l'absence d'infrastructure informatique sont des obstacles importants (Perdana et al., 2022 ; Y Ounar et al., 2021 ; Vogelsang et al., 2019). Selon le baromètre de maturité numérique de 2022, 74 % des entreprises wallonnes estiment que les compétences techniques sont essentielles pour la réussite de leurs projets de transformation numérique. Le manque de compétences numériques constitue un défi majeur, empêchant les PME d'embrasser pleinement la transformation numérique et de tirer parti des avantages des nouvelles technologies (Kilimis et al., 2019 ; SPF économie., 2022).

La résistance au changement entrave la digitalisation des entreprises de toute taille (Adn., 2022). La numérisation, induisant des changements majeurs, est souvent perçue comme une crise (Diogo Gouveia et al., 2022). La réticence des individus au changement constitue une barrière culturelle majeure souvent sous-estimée par les entreprises (Voselsang et al., 2019 ; Peillona et Dubruca., 2019). En somme, la résistance au changement est un défi majeur à surmonter pour les entreprises engagées dans la transformation numérique (Jones et al., 2021). Concernant les PME belges, le problème touche environ un quart d'entre elles, avec plus d'un cinquième signalant une résistance interne (SPF économie., 2022). Selon le baromètre numérique des entreprises wallonnes 2022, la gestion du changement est moins prioritaire pour les PME (23%) que pour les grandes entreprises (36%). Dans l'adoption de l'industrie 4.0, la gestion de la résistance organisationnelle devient cruciale (Arif Perdana., 2022). La faible sensibilisation des parties prenantes externes aux PME amplifie cette résistance. La préparation insuffisante des entreprises à la transformation numérique a des impacts à court et long termes, menaçant leur pérennité face aux perturbations externes (Yikilmaz, KOR., 2023 ; Miklosik et al., 2023).

La stratégie de transformation numérique, essentielle pour la réussite des entreprises sur le marché contemporain, se révèle comme un système complexe (Young Ki Park et al., 2020). Une

analyse documentaire sur 55 articles met en lumière l'absence d'une stratégie efficace et la rupture technologique comme principaux défis (Mohammad et al 2019, Jones et al., 2021). Il est crucial de souligner que la simple adoption de technologies ne suffit pas ; la clé réside dans la manière dont les technologies numériques sont intégrées et exploitées pour transformer l'activité de l'entreprise (Peillona et Dubruc., 2019). Par ailleurs, l'enquête de l'ADN (Adn., 2022) indique que 70 % des entreprises ne disposent pas d'un plan d'action formel pour leurs projets numériques. Ce manque de méthodologie, particulièrement répandu chez les petites entreprises, souligne la nécessité de formaliser les méthodes de gestion de projets et de les aligner sur une stratégie d'entreprise plus vaste (Adn., 2022). Ainsi, élaborer des stratégies commerciales numériques solides, équilibrant les capacités organisationnelles numériques et non-numériques, devient impératif pour relever ces défis (Young KI Park et Mithas., 2020).

Les barrières techniques et les perturbations externes posent des défis majeurs dans la transformation numérique des entreprises. Du côté des barrières techniques, la dépendance envers d'autres technologies, les préoccupations de sécurité des échanges de données, et les contraintes financières des PME entravent l'adoption efficace des technologies numériques (Vogelsang et al., 2019). L'intégration de ces technologies dans les offres de services et de produits des PME peut nécessiter une (re)conception spécifique (Peillona et Dubruc., 2019). Parallèlement, les perturbations externes, comme les incidents de cybersécurité, peuvent menacer la pérennité des entreprises, imposant parfois une refonte majeure (Erragragui, Aoufir., 2023). Celles-ci sont d'autant plus importantes à prendre en compte que la numérisation accroît la "surface" de l'entreprise exposée aux attaques et donc la nécessité de mettre en place des protections adéquates à la fois techniques et organisationnelles. Selon le SPF Économie 2022, le manque d'infrastructure TIC et les difficultés à appréhender les technologies sont des obstacles notables à la digitalisation des PME belges.

2.1.4. Les leviers à l'adoption des technologies numériques

Il existe divers moyens pour favoriser l'intégration des technologies numériques au sein des entreprises. La littérature a mis en évidence plusieurs facteurs de réussite, notamment la culture organisationnelle, le leadership, l'expérience client, la technologie et l'agilité.

La culture organisationnelle joue un rôle crucial dans la réussite de la transformation numérique au sein d'une entreprise, influençant des aspects clé tels que la créativité, le contrôle, la standardisation et les performances prévisibles, selon des chercheurs comme Ke et Wei (2005) et Martínez-Caro, et al. (2020) (Ben Dahane et al., 2023). Pour une transformation numérique réussie, il est essentiel de promouvoir une culture d'entreprise soutenant l'innovation, l'amélioration continue, l'acceptation du changement, l'acquisition de compétences en plus en mettant l'accent sur des valeurs telles que l'ouverture au changement et l'orientation client (Gamache et al., 2019 ; Osmundsen et al., 2018). Cette culture numérique est devenue cruciale pour transformer les opérations, améliorer les interactions avec les clients et les employés, la collaboration,

l'apprentissage continu, l'adaptabilité et une communication efficace (Mihu et al., 2023). De plus, une culture organisationnelle qui encourage la participation active des employés et des managers dans le processus de transformation numérique, en le percevant comme un effort nécessaire pour créer de la valeur d'entreprise, favorise son succès en la gérant de manière plus efficace (Ozguner., 2021).

Le leadership est central dans l'orientation d'une entreprise face aux évolutions du marché et de l'environnement (Gamache et al., 2019). Le soutien du propriétaire/gestionnaire est indispensable pour réussir l'adoption des technologies de l'information (Sarosa et Zowghi, 2003). Les dirigeants doivent ancrer les valeurs numériques dans la culture de l'entreprise, favorisant l'avant-gardisme, l'ouverture, l'acceptation de la technologie, l'esprit d'entreprise, et une approche similaire à celle des start-ups. La valeur de l'innovation numérique doit être pleinement intégrée pour atteindre le succès (Holotiuk et Beimborn., 2017). La transformation numérique nécessite un leadership fort, une volonté de changement, et les ressources nécessaires. Un leadership solide est essentiel pour communiquer la stratégie et la vision numériques, obtenir l'adhésion des parties prenantes et aligner les ressources en conséquence (Mihu et al., 2023). Les entreprises recherchent des dirigeants curieux et compétents en technologies numériques pour le succès de leur transformation, soulignant l'impact significatif de la participation de leaders familiers avec ces technologies (Ozguner., 2021). Pour guider la transformation digitale, les entreprises nomment des responsables de la digitalisation tels que le Chief Digital Officer (CDO). Ce rôle émerge avec des compétences spécifiques, concrétisant un concept abstrait et donnant une identité propre à la transformation digitale, alignée sur les valeurs de l'entreprise. Cette nomination va au-delà de l'administratif ; elle raconte l'histoire de l'organisation. En mettant en avant ce leader. L'objectif est de convaincre les acteurs internes et externes de l'entreprise de l'importance du virage digital. Il est crucial de désigner un responsable capable de piloter le projet sur le long terme et de coordonner les actions entre les différentes directions. La DSI, souvent occupée par la maintenance des outils existants, ne peut pleinement assumer ce rôle. Ainsi, la création d'un poste de CDO devient une nécessité pour mener à bien ce vaste chantier de transformation digitale (Dudézert., 2018 ; Ducrey et Vivier 2017).

L'expérience client occupe une place centrale dans le contexte de la numérisation, car la prédominance d'Internet permet aux clients d'être plus exigeants quant aux services qu'ils reçoivent. Les consommateurs en ligne disposent d'un pouvoir et d'un choix sans précédent, ce qui signifie qu'ils peuvent facilement opter pour une alternative si leur expérience client numérique avec une marque n'est pas satisfaisante (M. Persson, C. Grundstrom, K. Väyrynen., 2018) L'amélioration de l'expérience client est l'une des motivations les plus importantes pour les organisations lors de leur transformation numérique. Cette dimension client concerne l'ensemble du parcours d'interaction client avec l'organisation à travers la transformation numérique. Selon des enquêtes, l'amélioration des relations client est le domaine dans lequel les organisations réussissent le plus avec les technologies numériques, suivi de près par des moyens conviviaux pour

améliorer les produits et les services (Aghakhani., 2021). De plus, la transformation numérique est souvent déclenchée par l'évolution des comportements et des attentes des clients (Osmundsen et al., 2018). Les expériences clientes reflètent l'impact le plus évident de cette transformation (Fitzgerald et al., 2013). Une étude a révélé que l'orientation client, en particulier l'amélioration de l'expérience client, du service client et de la proposition de valeur client, est un facteur critique qui motive l'orientation vers la transformation numérique (Ntandoyethu S.M et al., 2018).

La technologie constitue le catalyseur essentiel de la transformation numérique (MIHU et al., 2023) reposant sur des bases éprouvées telles que les logiciels de gestion de la relation client et les ERP, ainsi que sur des technologies opérationnelles telles que les réseaux et les bases de données. Les cinq aspects cruciaux à considérer dans ce contexte sont issues de l'architecture d'entreprise et incluent les plates-formes, les fonctions, l'infrastructure, les applications et les canaux (Ghazaleh et al., 2021). L'émergence de technologies numériques telles que l'Internet des objets (IoT) et le Big Data devient incontournable pour conduire cette transformation (MIHU Cantemir et al., 2023). Des technologies telles que l'intelligence artificielle (IA) et l'IoT ont le potentiel de remodeler profondément les modèles commerciaux et les pratiques des PME, engendrant des impacts positifs sur diverses opérations de l'entreprise (Telukdariea et al., 2023). Finalement, l'utilisation efficace de l'information joue un rôle essentiel en stimulant l'innovation et la compétence numérique des employés, favorisant ainsi leur capacité à s'adapter aux évolutions technologiques dans une société de la connaissance en perpétuel changement (Ozguner, 2021).

L'agilité est cruciale pour toute organisation engagée dans la transformation numérique. La gestion efficace de processus simplifiés et d'infrastructures actualisées, associée à des activités d'innovation et à une stratégie numérique, est essentielle (Osmundsen et al., 2018). En termes de réussite, une agilité d'entreprise, avec un leadership adoptant un état d'esprit agile, joue un rôle déterminant. Cette approche, étendue à toute l'organisation, favorise la flexibilité et la capacité d'adaptation rapide aux changements environnementaux, impactant positivement le processus de transformation (Ozguer, 2021). De plus, l'agilité informatique, définie comme la capacité de la fonction informatique à s'adapter aux évolutions des besoins, est cruciale (Telukdariea et al., 2023). Selon McKinsey, l'adoption de l'agilité maximise la probabilité de dépasser les attentes de performance, avec les entreprises adoptant des pratiques agiles étant près de deux fois plus susceptibles de surpasser les attentes de performance dans la transformation numérique (Bughin et al., 2019)

2.1.5. Comparaison des différents modèles de maturité digitale

Les modèles de maturité, élaborés au fil des années pour guider les entreprises dans l'ère numérique, englobent des aspects tels que la stratégie numérique, les capacités numériques, le développement informatique, la collaboration, la transparence et l'agilité. Ces méthodologies complètes tracent la progression des organisations dans leur transformation numérique en définissant des étapes clés (Fischer et al., 2020 ; Teichert, 2019). La diversité des modèles de

maturité existants, qu'ils s'appliquent à des unités commerciales, des organisations ou des secteurs industriels, offre un moyen concret de mesurer l'avancement vers un état cible. La notion de maturité reflète le degré d'achèvement d'une transformation souhaitée, s'appliquant également au contexte spécifique de la transformation numérique des organisations (Lahrman et al., 2011). Ces modèles deviennent ainsi des outils essentiels pour évaluer et orienter la transformation numérique dans diverses dimensions.

Nous donnons ici une synthèse et analyse comparative de différents modèles de maturité numérique, mettant en lumière les dimensions spécifiques, les niveaux de maturité, les caractéristiques des stades de maturité, les méthodes de détermination du niveau de maturité, les cibles de ces modèles et, bien sûr, le lien avec l'architecture de l'entreprise. Nous examinerons plus en détail des modèles tels que Digi Score, Digital Maturity Model de Forrester, le modèle de maturité numérique de Capgemini, et le Digital Performance Model du Hub Institute. Chacun de ces modèles offre une perspective unique sur la manière dont les entreprises peuvent évaluer et améliorer leur maturité numérique, en intégrant des aspects tels que la gouvernance, la stratégie, les processus, la technologie, et la culture organisationnelle.

Une exploration approfondie de chaque modèle, des explications détaillées des dimensions spécifiques, des niveaux de maturité numérique et des caractéristiques du stade de maturité sont disponibles dans l'annexe 2.

Tableau 1: Comparaison des différents modèles de maturité digitale

Modèle	Dimensions spécifiques	Niveau de maturité numérique	Caractéristique du stade de maturité	Détermination du niveau de maturité	Lien avec l'architecture de l'entreprise	Cible
Digi score / Digital Wallonia	4 axes principales : 1. Infrastructure 2. Organisation, 3. Processus 4. Stratégies.	Evaluation basé sur 4 axes de maturité numérique.	Les entreprises évaluent leur maturité en utilisant le digi score, ce qui conduit à l'attribution de différents niveaux de maturité.	Le « Baromètre Entreprises » est une enquête quantitative basée sur la méthode d'échantillonnage par quotas.	Le digi score évalue la gouvernance, la stratégie, les processus et les technologies et les données, pour déterminer le niveau de maturité numérique d'une organisation.	PME, TPE (Wallonie)
Digital maturity model / Deloitte	5 dimensions : 1. Consommateur 2. Stratégie 3. Technology 4. Opérations 5. Organisation et culture	5 niveaux de maturité 1. Initiation 2. Émergent 3. Performant 4. Avancement 5. Leader	Exécuter : L'organisation offre des solutions pour la protection des données, la gestion des identités et le déploiement de changements organisationnels, favorisant ainsi la création de valeur et l'agilité commerciale durable.	Deloitte utilise un questionnaire afin d'évaluer la maturité numérique des entreprises, qui couvre les dimensions clés du modèle.	Ce modèle aide l'entreprise à repérer les domaines nécessitant des ajustements dans son architecture pour mieux répondre à ses besoins.	Grande entreprise
Digital maturity model 4.0 / Forrester	4 dimensions : 1. Culture 2. Technologie 3. Organisation 4. Connaissances	4 segments de maturité : 1. Sceptiques 2. Adoptants 3. Collaborateurs 4. Différenciateurs	Différenciateurs : petites entreprises, excellent en marketing et e-commerce, visent l'intégration physique-numérique, favorisent l'analyse en temps réel, étendent leur expertise, et unifient les aspects commerciaux et technologiques	Une approche quantitative est adoptée en calculant le niveau de maturité numérique est en fonction de celui le niveau est déterminé	Ce modèle guide dans les choix technologiques, la structure organisationnelle, et en favorisant une culture propice à l'innovation digitale.	PME Grande entreprise
MIT/Capgem ini	Intensité numérique" 1. Actifs stratégiques 2. Les opérations interne 3. Les capacités 4. Numérique	4 niveaux de maturité à savoir : 1. Débutants 2. Fashionistas 3. Conservateurs 4. Digiratis	Les Digirati excellent dans la création de valeur numérique grâce à une vision partagée, une gouvernance attentive, des investissements judicieux, une culture numérique adaptable et une amélioration continue de leur avantage concurrentiel.	Méthode quantitative basée sur une moyenne note moyenne résumée dérivé d'un questionnaire en ligne en ligne pour chaque dimension	L'architecture de l'entreprise est impactée par le positionnement de l'entreprise dans cette matrice, dictant les technologies adoptées, les structures organisationnelles, et la capacité globale à tirer parti des opportunités numériques en fonction de son niveau de maturité.	Non spécifié
Digital performance model / Hub Institute	6 dimensions : 1. Le leadership 2. La culture 3. L'organisation 4. La technologie 5. La gestion de la donnée 6. Le système de mesure 7. L'expérience client	4 niveaux Niveau 0. Inexistant Niveau 1. Artisanal. Niveau 2. Discipliné Niveau 3. Intégré. Niveau 4. Prévisible.	Niveau 4 Prévisible. Usage des données en temps réel dans les décisions et automatismes.	Méthode quantitative en calculant la performance numérique par rapport à différente dimension (moyenne)	Permet d'aligner les objectifs, intégrer les aspects technologiques, organisationnels et culturels, et optimiser la transformation digitale.	PME

2.1.6. Cadre de transformation digitale de l'entreprise retenu

Afin de mettre en œuvre la transformation digitale Vincent Ducrey et Emmanuel Vivier (2017) ont conçu la matrice de transformation digitale du HUB Institute. Cette dernière est composée de six chantiers et cinq étapes illustrés à la figure X. Nous allons aborder les chantiers un par un :

1. Le leadership : qui nécessite un management informé, visionnaire, volontaire et exemplaire
2. La culture et l'organisation qui vont devoir être repensées avec l'aide des RH en matière d'expertise, de formation et d'accompagnement au changement ;
3. La technologie qui va nécessiter une grande mise à jour et une nouvelle approche pour rester le plus agile, le plus performant et le plus innovant possible ;
4. La maîtrise des données qui deviennent le cœur des entreprises, mais nécessitent une plomberie complexe et subtile ;
5. Le marketing et l'expérience client qui doivent répondre aux nouvelles attentes du client connecté et gagner en efficacité et en réactivité ;
6. L'enjeu de la mesure de la performance à travers toute l'organisation.

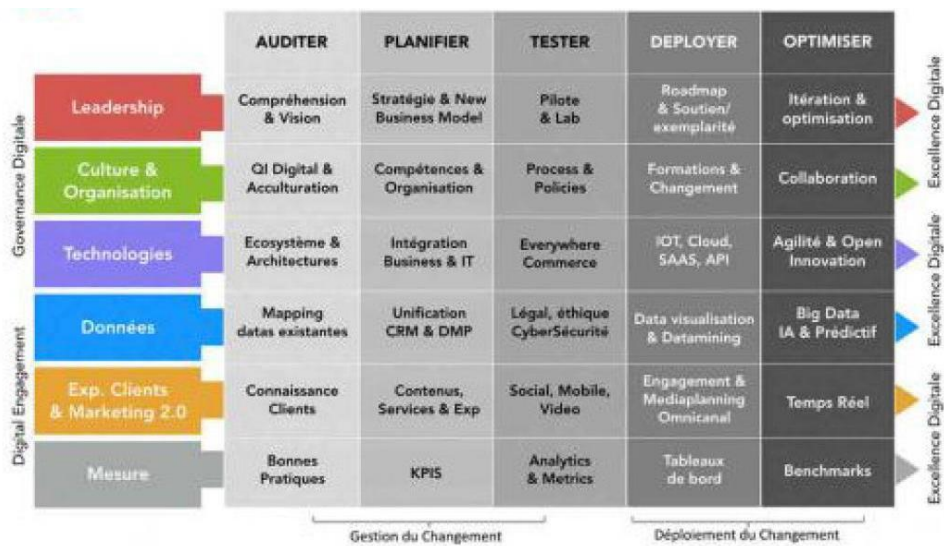


Figure 2: La matrice des 6 chantiers du HUB Institute

La matrice du Hub Institute a été choisie car c'est un cadre défini et très lisible pour comprendre la nature des différentes activités par chantier et étape afin de mettre en œuvre une transformation digitale. Chacun des six chantiers représente un aspect clé de cette transformation. Dans la suite du travail nous reviendrons à ce référentiel pour situer plus précisément les apports de l'architecture d'entreprise et d'autres facteurs influençant le succès de la transformation numérique.

2.2. Architecture d'entreprise

Cette section introduit la notion d'architecture d'entreprise puis présente plusieurs Framework répandus et présente les résultats d'une comparaison en prenant notamment en compte quelques impacts rapportés sur la transformation numérique.

2.2.1. Définition de l'architecture de l'entreprise

Il existe plusieurs définitions de l'architecture de l'entreprise. En examinant les diverses notions présentes dans la littérature, notre choix s'est porté sur une définition proposée par Gartner de l'architecture de l'entreprise qui s'adapte à un contexte de digitalisation.

L'architecture d'entreprise ("AE") est une discipline qui permet de diriger de manière proactive et holistique les réponses de l'entreprise aux forces perturbatrices en identifiant et en analysant l'exécution du changement vers la vision et les résultats souhaités pour l'entreprise. L'architecture d'entreprise apporte de la valeur en présentant aux dirigeants des entreprises et des services informatiques des recommandations prêtes à être signées pour ajuster les politiques et les projets afin d'obtenir des résultats commerciaux ciblés qui tirent parti des perturbations commerciales pertinentes (Gartner, s.d.).

2.2.2. Framework d'architecture d'entreprise pour une transformation digitale

Plusieurs initiatives de modélisation de l'architecture d'entreprise ont été créées dans le but de décrire le fonctionnement des organisations et la manière dont on peut mener une transformation en fonction de leur stratégie et de leurs objectifs. Pour ce faire, L'AE doit s'appuyer sur un cadre de représentation (Framework) qui est constitué d'un socle de référence théorique.

À ce stade, nous allons présenter quelques modèles bien connus et largement utilisés dans l'industrie : TOGAF, Zachman, IT4IT et COBIT. Ceci n'exclut pas d'autres modèles, notre travail se veut représentatif et pas exhaustif.

a. TOGAF (ADM)

TOGAF, également connu sous le nom The Open Group Architecture Framework, est un cadre d'architecture conçu pour simplifier l'acceptation, la création, l'utilisation et la maintenance de l'architecture d'entreprise en s'appuyant sur les meilleures pratiques et en offrant un ensemble d'actifs d'architecture réutilisables. En 2018, la dernière version de TOGAF, TOGAF 9.2, a été publiée par The Open Group. ArchiMate est aligné sur l'approche TOGAF de l'architecture d'entreprise et constitue un outil utile pour modéliser et visualiser les concepts architecturaux conformément aux principes et aux processus de TOGAF. De plus en plus entreprises de grandes tailles adoptent TOGAF pour guider leur démarche architecturale.

Le cœur de la norme TOGAF réside dans l'Architecture Development Method (ADM). Ce modèle de processus itératif propose une méthodologie pour concevoir et gérer le cycle de vie de l'architecture d'entreprise. En répondant aux exigences à la fois métier et informatiques d'une organisation, le TOGAF ADM offre un cadre structuré et cohérent pour le développement et la gestion de l'architecture d'entreprise.

L'annexe 6 représente un cycle ADM dynamique et itératif. Voici une brève explication des 9 phases interconnectées, chacune reliant sa sortie à l'entrée de la phase suivante :

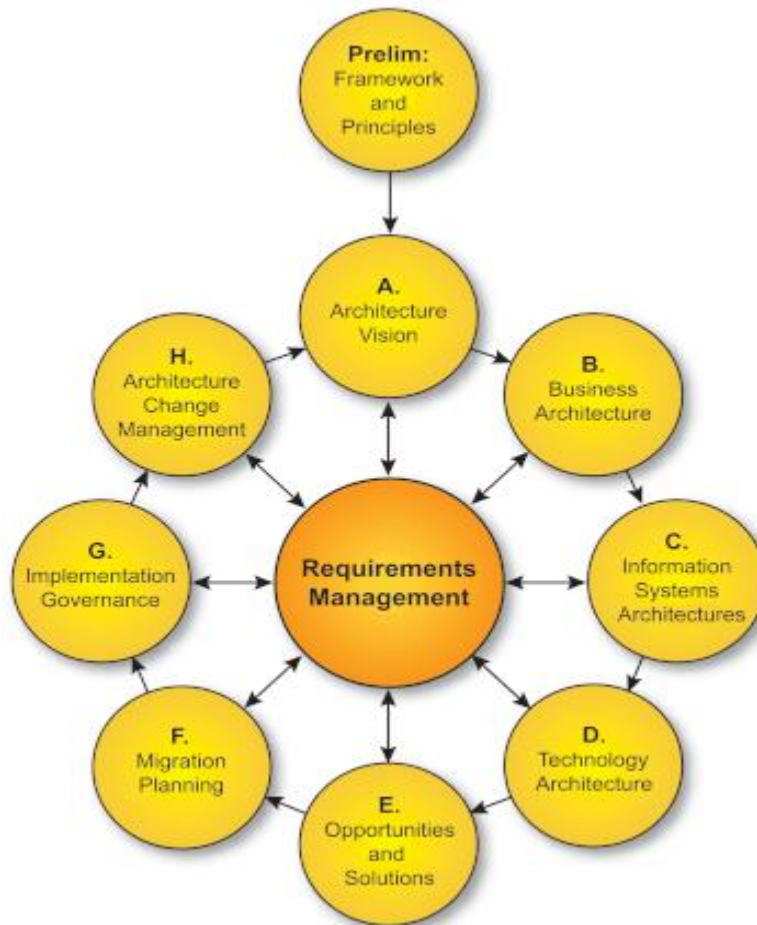


Figure 3: Cycle ADM - TOGAF

Phase préliminaire : permet d'identifier la capacité architecturale souhaitée en examinant l'environnement organisationnel, les éléments impactés, les méthodes existantes, et en fixant un objectif de maturité et de créer la capacité architecturale en élaborant des modèles organisationnels, des processus détaillés, des ressources pour la gouvernance, en mettant en place des outils de support, et en établissant des principes architecturaux.

Phase A : Vision architecturale : permet de déterminer la portée de l'architecture prévue afin d'atteindre les objectifs stratégiques à long terme.

Phase B : Architecture d'entreprise : permet de développer l'architecture d'entreprise cible à aligner le fonctionnement de l'entreprise sur ses objectifs stratégiques en répondant aux préoccupations des parties prenantes et à d'identifier la feuille de route de l'architecture.

Phase C : Architectures des systèmes d'information/des données : facilite le développement d'une architecture des données cible compréhensible par les parties prenantes.

Phase D : Architecture technologique : concevoir l'architecture technologique souhaitée afin de répondre aux besoins de l'entreprise, des données, des applications, et des parties prenantes

Phase E : Opportunités et solutions : créer la feuille de route architecturale initiale basée sur l'analyse des écarts des phases B, C et D et déterminer la pertinence d'une approche évolutive et le cas échéant, identifier les architectures de transition créant de la valeur pour l'entreprise.

Phase F : Planification de la migration : finaliser la feuille de route de l'architecture et de mise en œuvre et de migration, harmoniser la planification de mise en œuvre avec la stratégie de gestion du changement et assurer que les principales parties prenantes comprennent la valeur commerciale et les coûts associés aux architectures de transition.

Phase G : Gouvernance de la mise en œuvre : assurer la conformité avec l'architecture cible lors de la mise en œuvre des projets et gérer efficacement toute modification d'architecture liée à la phase de mise en œuvre en organisant la gouvernance nécessaire.

Phase H : Gestion du changement d'architecture : assurer le maintien du cycle de vie de l'architecture, l'exécution du cadre de gouvernance, et l'ajustement de la capacité de l'architecture d'entreprise à répondre aux exigences actuelles via des procédures de gestion des changements.

b. Zachman

Le Framework de Zachman a été conçu à l'origine par John Zachman chez IBM en 1987. La dernière version (3.0) a été proposée en 2011 avec toujours une influence majeure de son auteur. L'objectif du modèle de Zachman est de concevoir et de construire de manière méthodique, incrémentielle, tout en évitant la perte de valeur, l'augmentation des coûts d'exploitation et les obstacles au changement, en optimisant chaque composant sans sous-optimiser l'ensemble de l'objet. L'utilisation courante du Framework de Zachman permet la classification et de se concentrer sur des aspects spécifiques d'un objet sans perdre la perspective contextuelle. Le Framework de Zachman trouve des applications dans divers domaines notamment l'architecture des produits industriels tels que les bâtiments, les avions, les locomotives, les ordinateurs, car à l'ère industrielle, ce sont ces produits qui connaissaient une complexité croissante et des évolutions significatives. De plus, Zachman intègre UML, le langage de modélisation privilégié pour les systèmes d'information et basé sur un paradigme orienté objet, dans son cadre. Cela permet de créer des descriptions visuelles précises des éléments de l'architecture d'entreprise, tout en garantissant que cette architecture soit alignée sur les objectifs commerciaux et l'infrastructure informatique. Cette synergie entre le Framework de Zachman et UML offre une approche puissante pour concevoir et gérer une architecture d'entreprise cohérente et efficace.

La Figure 4 montre le Framework Zachman qui est un schéma d'intersection entre deux classifications formant une matrice 6x6 : les colonnes représentent différentes dimensions de mise en œuvre sous forme d'interrogation (quoi, comment, quand, qui...) tandis que les lignes représentent différentes perspectives du point de vue de divers rôles dans l'entreprise.

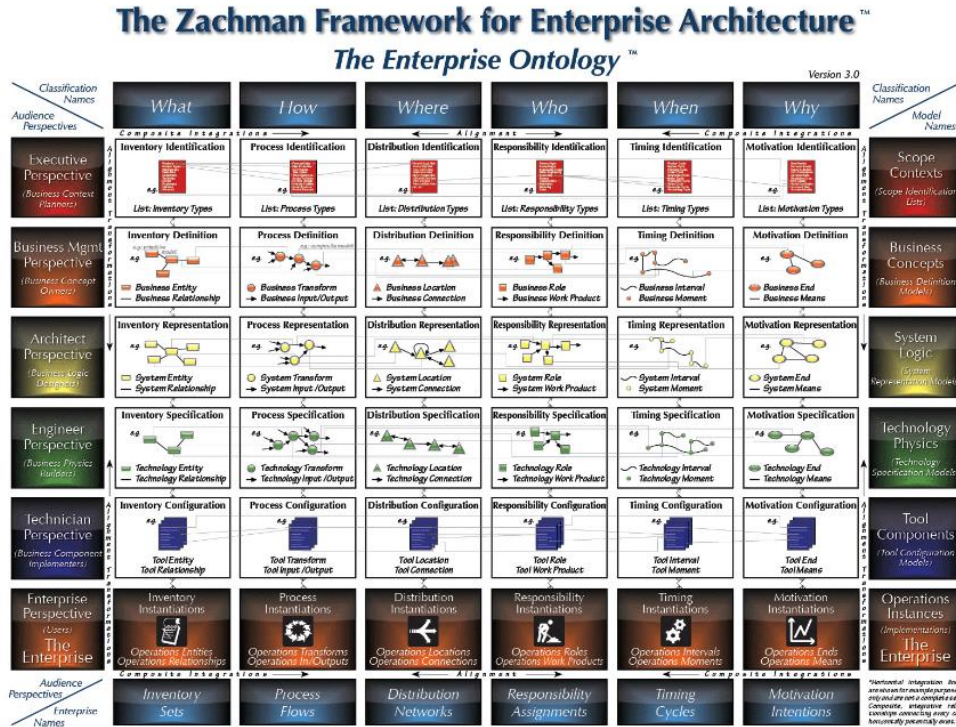


Figure 4: Le Framework Zachman pour l'Architecture de l'entreprise (version 2011)

Les colonnes représentent les principes fondamentaux de la communication ou les interrogations primitives à savoir : Quoi, Comment, Quand, Qui, Où et Pourquoi. Zachman spécifie une description pour chaque interrogation : "Quoi" se résume en un ensemble d'inventaires, le "Comment" en flux de processus, le Où en modèles ou réseaux de distribution, le Qui se traduit en modèles de workflow ou attributions de responsabilités, le Quand se traduit par le moment dans le cycle de timing et le pourquoi couvre l'intentionnalité (motivations et raisons). Les réponses à ces questions permettront à chaque rôle de décrire tous les aspects clés d'une perspective spécifique.

Les lignes montrent une série de perspectives organisée selon un processus de réification allant d'une description plus abstraite et externe du contexte et métier vers une réalisation de plus en plus concrète (logique système et technologies mises en œuvre) pour aboutir à un niveau opérationnel détaillé (composants et instances). A chaque niveau, un rôle spécifique est aussi identifié, notamment le stratège (niveau board), le dirigeant, l'architecte, l'ingénieur, le technicien et l'utilisateur. On peut en illustrer quelques-uns :

- Le point de vue du dirigeant établit le contexte, le cadre, et les objectifs tout en se concentrant sur la position de l'entreprise dans son domaine d'activité, délimitant ainsi les autres perspectives.
- L'architecte se concentre sur l'alignement des éléments logiques et technologiques pour créer un modèle du système d'information en conciliant les besoins du propriétaire et les possibilités techniques.
- Les ingénieurs transforment les éléments essentiels en exigences constructives et supervisent la mise en œuvre.
- Les techniciens se chargent de mettre en œuvre les conceptions constructives en traduisant les éléments en instructions techniques, clarifiant les rôles des responsables du développement des systèmes d'information.

En fin de compte, chaque intersection entre une colonne et une ligne offre une perspective unique de l'entreprise, permettant une description complète. La capacité du Framework Zachman à présenter visuellement l'organisation en un seul coup d'œil simplifie la gestion de la complexité et de la dynamique de l'entreprise à l'ère de l'information.

c. COBIT

COBIT 5 "Control Objectives for Information and Related Technology", constitue un cadre de référence exhaustif élaboré par l'ISACA. Sa version la plus récente de COBIT a été publiée en 2012. Ce système de gouvernance est applicable à des entreprises de toute taille, qu'elles soient des entités commerciales, des organisations sans but lucratif ou des acteurs du secteur public. Ses différents domaines d'applications couvrent des secteurs tels que les affaires, l'informatique, la gestion des risques, la sécurité et l'assurance. COBIT 5 soutient les entreprises dans l'accomplissement de leurs objectifs en matière de gouvernance et de technologie de l'information. En effet, il aide les organisations à maximiser l'utilisation des technologies de l'information en créant la valeur optimale tout en équilibrant la réalisation de gains, la gestion des risques et l'optimisation des ressources. S'il est ancré dans l'IT, COBIT 5 propose cependant une approche holistique de la gouvernance et de la gestion appliquée à l'ensemble de l'entreprise, permettant ainsi l'alignement de l'informatique sur les besoins de l'entreprise.

Le modèle de référence COBIT 5 englobe 37 processus qui couvrent l'ensemble du cycle de vie des activités informatiques liées à la gouvernance et à la gestion d'entreprise. Pour mieux comprendre la structuration de ces processus, le référentiel de COBIT 5 les classe en deux domaines majeurs : la gouvernance et la gestion. Ces deux domaines sont ensuite subdivisés en domaines de processus.

Le **domaine de gouvernance** comprend cinq processus qui intègrent les pratiques d'évaluation, de direction et de surveillance (EDS) pour gérer les accords avec les parties prenantes, optimiser les risques et les ressources du système d'information, englobant des activités telles que les évaluations

informatiques, la gestion des ressources et du personnel informatiques, ainsi que la surveillance globale des activités et des ressources informatiques.

Le **domaine de gestion**, illustré à la figure 3, englobe quatre domaines illustrés à la figure ci-dessous et liés à la planification (APO), à la création (BAI), à l'exécution (LSS) et à la surveillance (SEM) fournissant une couverture des IT de bout en bout. Ces catégories sont nommées sur base de leurs principales fonctions.



Figure 5: Modèle de référence du processus COBIT 5

Nous nous focaliserons sur le premier domaine Aligner, Planifier et Organiser (APO) illustré à la figure 5 qui contribue à aligner, planifier et organiser l'IT sur les objectifs commerciaux en couvrant la stratégie et les tactiques de l'organisation. Parmi ces sous-domaines, le plus appropriés pour mesurer la capacité au niveau de l'architecture d'entreprise est le sous-domaine APO03 (Gérer l'architecture d'entreprise) visant à concevoir une architecture globale efficace, en incluant des processus métier, des informations, des données, des applications et des couches technologiques. Il définit également des normes et des pratiques pour soutenir les objectifs organisationnels et informatiques.

d. IT4IT

"IT4IT" est une norme d'architecture développée par The Open Group, avec sa version la plus récente étant IT4IT 3.0. Elle englobe toutes les compétences et méthodes essentielles de gestion numérique nécessaires pour superviser le portefeuille de produits informatiques/numériques, dans le but ultime d'améliorer l'efficacité et d'optimiser les performances commerciales. A ce stade, on va se focaliser principalement sur l'architecture de référence et le flux de valeur IT4IT.

La norme Open Group IT4IT™, version 3.0, présentée en détail dans la figure 6, offre une architecture de référence pour la gestion complète des technologies de l'information (TI) et la gestion de bout en bout du cycle de vie des produits numériques.

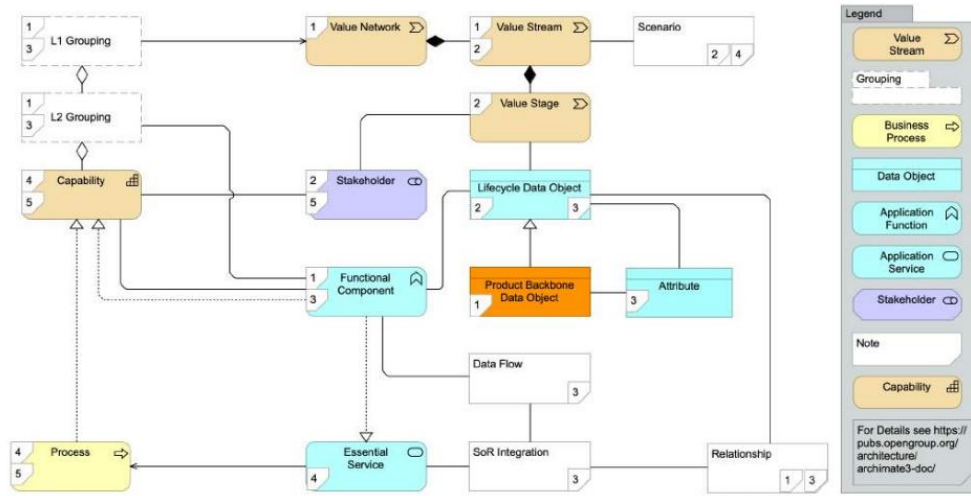


Figure 6: Architecture de référence IT4IT

Cette architecture d'entreprise numérique définit plusieurs niveaux d'abstraction permettant d'affiner progressivement la notion de chaîne de valeur. Le niveau 1 aperçu de bout en bout fournit un modèle holistique de l'architecture référence IT4IT contenant le réseau de valeur, le flux de valeur, capacité de gestion, composants fonctionnels, objets de données, et relations entre les données. Une présentation plus détaillée des 7 flux de valeurs est donnée en annexe 2. Le niveau 2 de documentation de la chaîne de valeur se focalise sur les flux de valeur, les scénarios, étapes de la chaîne de valeur et les parties prenantes. Le niveau 3 d'architectures indépendantes du fournisseur se concentre sur les attributs clé, la cardinalité, les flux de données, le système d'intégration d'enregistrement et le système d'intégration d'engagement. Le niveau 4 et 5 sont spécifiques aux fournisseurs et aux intégrateurs de système.

2.2.3. Comparaison des architectures d'entreprise

Une comparaison des cadres d'architecture d'entreprise présentés précédemment a été réalisée en évaluant les aspects principaux suivants : objectif, cible ; domaine d'application et liens avec la transformation numérique. Cette comparaison est disponible dans la table A.2.1 en annexe. Il en ressort que TOGAF, Zachman, COBIT, et IT4IT sont tous des cadres d'architecture qui visent à simplifier la création d'architecture d'entreprise, optimiser la gouvernance et la technologie de l'information et améliorer l'efficacité et d'optimiser les performances commerciales. La comparaison montre des spécificités quant à leur contribution à une démarche de transformation numérique que nous détaillerons à la section suivante.

2.3. Synthèse de l'état de l'art et affinement de nos questions de recherche

Dans la littérature, plusieurs aspects clés de l'architecture d'entreprise sont identifiés comme des facteurs essentiels pour orienter efficacement leur transformation numérique.

L'AE a intrinsèquement pour but de gérer une transformation et est donc naturellement amenée à jouer un rôle essentiel dans la TN à différents niveaux. Tout d'abord, en capturant le business model digital et en créant une vision claire de l'entreprise transformée. Cela inclut l'intégration de nouveaux services numériques dans la stratégie globale, assurant une orientation cohérente. Les cadres d'AE évaluent la situation actuelle, identifient les lacunes, et optimisent les processus existants pour mieux servir les objectifs numériques. Ils capturent également la feuille de route de mise en œuvre de la stratégie de transformation numérique, fournissant une orientation structurée. L'AE aligne les technologies avec les besoins de la TN, identifiant les risques et besoins spécifiques. Elle offre un suivi précis avec des indicateurs clés de performance, facilitant l'évaluation continue. L'AE intègre la gestion du changement pour faciliter l'adoption des nouvelles technologies, incluant la formation et la communication. En matière de sécurité, elle prend en compte la protection des données et la gestion des identités. Enfin, l'AE favorise l'agilité organisationnelle et facilite l'intégration des partenaires et des écosystèmes, assurant une guidance complète et cohérente pour la transformation numérique des entreprises.

Ces contributions à la TN peuvent cependant avoir un focus variable selon les Frameworks AE considéré. La comparaison reprise en Annexe A.2.1 montre que les forces de TOGAF résident dans sa vue globale et sa capacité à guider de manière structurée la TN, en couvrant des phases cruciales telles que la vision architecturale et la gestion du changement. Le Framework Zachman offre une perspective complète et structurée de l'architecture d'entreprise grâce à sa matrice 6*6. La visualisation claire des différentes perspectives constitue une opportunité majeure. Cependant, il nécessite une expertise approfondie pour une utilisation optimale, offrant ainsi l'opportunité de développer des programmes de formation spécialisés. COBIT 5 présente des opportunités dans son approche holistique de la gouvernance des TI. Cependant, une opportunité supplémentaire émerge dans l'amélioration du domaine de gestion pour inclure davantage d'aspects liés à l'architecture d'entreprise. IT4IT définit une chaîne de valeur complète pour la gestion des technologies de l'information, offrant une opportunité clé pour les entreprises engagées dans un processus de TN. Cependant, elle nécessite une adaptation pour les entreprises moins axées à la base sur les produits numériques.

Plus largement, la littérature révèle plusieurs opportunités qui peuvent être exploitées et des lacunes à gérer afin de soutenir la transformation numérique dans le cadre de l'architecture de l'entreprise. Au niveau des opportunités, on peut rappeler l'apport de la culture d'entreprise, de leaders numériques, des attentes clients en matière de numérique, de développements technologiques et d'une démarche agile. Du côté des lacunes, il s'agit principalement de traiter le manque de compétences (en particulier chez les PME), la résistance au changement, le manque de formalisation des stratégies en matière de numérique et la difficulté de rester à jour en matière dans un environnements technologique en évolution rapide.

Afin de donner une synthèse plus visuelle, on peut revenir à la matrice du Hub Institute et pointer les facteurs clés relevant de l'AE et plus larges. On voit que l'AE (en vert) joue un rôle dans de

nombreux facteurs sur la colonne technologique bien sûr mais aussi au niveau de l'accompagnement du leadership. Sans surprise elle soutient aussi intégralement la colonne de planification.

Tableau 2. Positionnement de l'AE dans la feuille de route du Hub Institute.

	Auditer	Planifier	Tester	Déployer	Optimiser
Leadership	Vision	Business model	Projet pilote	Roadmap	
Culture et org.	Culture	Capacités	Processus	Formation Changement	Collaboration
Technologies	Ecosystème architecture	Intégration business/IT		Solutions	Agilité
Données	Inventaires	Unification	Réglementation cybersécurité		
Exp. client	Attentes client	Services		Communication	
Mesure	Bonnes pratiques	Collecte KPI			

A ce stade, il est utile d'affiner notre question de recherche en formulant plusieurs hypothèses plus précises auxquelles nous allons tenter de répondre dans la suite du travail sur base d'une démarche de collecte de données via un questionnaire. Nous avons choisi de traiter trois hypothèses en lien avec l'aspect d'alignement entre la stratégie et la technologie, des caractéristiques de la mise en œuvre de l'architecture d'entreprise et l'influence mutuelle entre la maturité en matière d'AE et de TN. Nous les avons formulé de la manière suivante :

Hypothèse 1 : L'alignement des objectifs commerciaux avec la mise en œuvre technologique, soutenu est essentiel pour le succès global de la transformation numérique et repose sur une architecture d'entreprise bien élaborée.

Hypothèse 2 : Les entreprises qui parviennent à surmonter les défis liés à la transformation numérique ont une architecture d'entreprise mieux adaptée et plus flexible.

Hypothèse 3 : L'efficacité de la transformation numérique dans une entreprise est directement liée à la qualité de son architecture d'entreprise.

3. Méthodologie de validation

La méthodologie globale de notre travail a déjà été présentée dans l'introduction. Sur base de l'état de l'art en matière de transformation numérique et d'architecture d'entreprise nous avons pu dégager une série d'apport de l'AE à la TN mais aussi identifier des obstacles et dégager trois hypothèses plus concrètes qu'il s'agit de valider. A cette fin, nous avons réalisé une enquête qui

s'appuie sur un questionnaire conçu pour collecter des données utiles. Cette section décrit la démarche de conception de ce questionnaire et le processus de collecte des données.

3.1. Conception du questionnaire

Afin de réaliser un questionnaire pour une étude plus quantitative, nous nous sommes appuyés sur des études des pratiques existantes en matière d'architecture d'entreprise par rapport à la transformation numérique. Plusieurs études présentée dans notre état de l'art ont été utilisées au niveau de la conception du questionnaire, notamment la Digital Architecture Survey de Capgemini en 2020, le Digital Maturity Index Survey qui se base sur le modèle de maturité digitale de Deloitte, une étude portant sur le développement du Digital Performance Model pour différentes entreprises québécoises, baromètre de maturité numérique des entreprises wallonnes ainsi qu'un Survey d'évaluation de la maturité des pratiques d'architecture d'entreprise.

Nous avons aussi délibérément intégré des éléments d'études existantes pour plusieurs raisons. Tout d'abord, en utilisant ces études comme cadre de référence, notre but est de permettre une comparaison systématique et informée entre nos résultats et ceux de ces études préexistantes. Nous pourrions ainsi valider si nos résultats sont en ligne avec des constats faits par d'autres et en cas de déviation nous interroger sur les raisons. En alignant nos questions sur celles de travaux bien établis, nous renforçons aussi la validité de notre approche et augmentons la probabilité d'obtenir des résultats significatifs.

La conception des questions s'est principalement articulée autour d'un format à choix multiples, privilégiant souvent la possibilité de sélectionner plusieurs réponses, en corrélation avec un éventail de choix obtenus à partir de l'état de l'art. Pour ne pas exclure d'autres réponses, un choix supplémentaire ouvert "Autre" a été proposé assez systématiquement. Cette approche vise à garantir une capture exhaustive des données, en tenant compte de la complexité et de la diversité des pratiques observées dans les domaines concernés.

Le questionnaire résultant est présenté en annexe 3 et est structuré en quatre sections distinctes. **La première section vise à caractériser l'entreprise** notamment par section (14 secteurs d'activités tels que les services aux entreprises, le commerce de détail, la construction, etc.), par taille (TPE, PME, grande entreprise) et leur durée d'existence (moins de cinq ans, entre cinq et dix ans, ou plus de dix ans, offrant une perspective sur la maturité de l'entité). Enfin, la dernière question identifie le profil professionnel du répondant, tels que CEO, CIO, CDO.

La deuxième section du questionnaire se focalise sur la transformation numérique, explorant six aspects clés. Elle évalue l'engagement actuel de l'entreprise dans la transformation digitale, identifie les domaines spécifiques de la TN, examine les pratiques en place, explore les obstacles rencontrés, identifie les leviers mobilisés, et évalue le stade de maturité de la stratégie de transformation numérique de l'entreprise. Cette section offre une analyse approfondie de l'implication de l'entreprise dans la transformation numérique.

La troisième section du questionnaire se focalise sur l'architecture d'entreprise. Les questions portent sur la familiarité avec les cadres d'AE, les objectifs visés tels qu'aligner les technologies sur les besoins de l'entreprise, les activités réalisées, comme la définition de modèles d'affaires et la conception de systèmes informatiques, ainsi que le soutien organisationnel via des approches et outils déployés. Cette section offre une vision détaillée de l'implication des répondants dans l'AE et son intégration dans leur organisation.

La quatrième section du questionnaire fait le lien de la mise en œuvre de l'architecture d'entreprise dans le contexte de la transformation numérique. Elle explore la connaissance des répondants sur divers moyens d'analyse, les éléments clés de l'architecture numérique, et les obstacles potentiels à l'adoption d'outils facilitant la transformation numérique. Les questions portent sur l'évaluation des moyens d'analyse spécifiques, la perception des éléments clés liés à la communication digitale, et les raisons qui pourraient retarder ou empêcher la mise en œuvre d'outils de transformation numérique. Cette section vise à obtenir des insights sur l'utilisation des outils d'analyse et des éléments clés de l'architecture numérique dans le cadre de la transformation digitale, tout en identifiant les défis potentiels à l'adoption de ces outils.

La dernière section du questionnaire se consacre à la possibilité pour les répondants de rester informés sur l'analyse des résultats ou d'obtenir davantage d'informations. Elle offre également l'opportunité aux participants de partager leurs commentaires et réflexions, le tout dans le respect de l'anonymat.

3.2. Processus de collecte des données

Le processus de collecte de données a débuté par l'envoi ciblé d'e-mails à des contacts couvrant une variété de tailles d'entreprise et de domaines d'activités susceptibles de mener une démarche de transformation numérique et d'utiliser des outils d'architecture d'entreprise à cette fin. Ces courriels ont soigneusement expliqué le contexte de l'enquête, son objectif, et ont invité les destinataires à participer volontairement. L'enquête a aussi été diffusée plus largement et de manière non ciblée via la plateforme LinkedIn, élargissant ainsi sa portée. Cette approche sur plusieurs canaux vise à assurer une représentation diversifiée des répondants, capturant ainsi une variété d'expériences et de perspectives. L'ensemble du processus est conçu pour favoriser la participation volontaire, légère (15 min) et garantir l'authenticité des réponses recueillies. La campagne a été organisée durant le mois de décembre 2023.

4. Analyse des pratiques

Dans ce chapitre, nous procéderons à une analyse des pratiques en plusieurs temps. Nous commencerons par dégager des éléments de pratique au travers de chaque section conçue au chapitre précédent. Nous examinerons ensuite comment les éléments peuvent de manière plus

globale et croisée permettre de répondre à nos hypothèses. Afin de confirmer plus largement nos constats, nous les comparerons avec des résultats collectés via d'autres enquêtes. Enfin, nous en synthétiserons quelques recommandations plus générales.

4.1. Analyse par section

Cette section donne une vue synthétique des trois premières sections du questionnaires relatives à la caractérisation des entreprises et leurs pratiques en matière de TN et AE. La dernière section plus transversale sera utilisée pour répondre à nos hypothèses. Les figures détaillant les données sont en annexe 4.

4.1.1. Caractérisation des entreprises

Notre enquête a permis de collecter 18 réponses valides (après élimination de tests et doublons). Les résultats bruts du questionnaire illustré au niveau de l'annexe numéro A.4.1 ont confirmé la représentation d'un panel assez large de secteurs d'activités, dont l'horeca, le numérique et la recherche, la culture et les médias, la finance (banques et assurances), les services aux entreprises, transport et logistique, construction et travaux publics, l'agriculture et l'environnement, l'immobilier et les soins de santé. En ce qui concerne la taille des entreprises, les petites entreprises ont représenté 22 % des répondants, tandis que les micro-entreprises ont contribué à hauteur de 28 %. De plus, en ce qui concerne la durée d'existence des entreprises, trois catégories ont émergé : 67 % pour les entreprises de plus de 10 ans, 5 % pour celles entre 5 et 10 ans, et 28 % pour celles de moins de 5 ans.

Les répondants ont été sélectionnés pour offrir une diversité de profils, comprenant 37 % de CEO (direction générale), 16 % de CIO (responsable des systèmes d'information), 16 % de gestionnaires des opérations/de portefeuilles de projets, 5 % d'architectes de solutions numériques et 26 % d'analystes métier. Cette diversité de secteurs, de tailles d'entreprises et de profils de répondants assure une représentation équilibrée des expériences et des perspectives, enrichissant ainsi la qualité des données collectées (voir figure A.4.4).

4.1.2. Principaux traits concernant la transformation numérique

Dans l'analyse de la section 2, dédiée à la transformation numérique dans les entreprises, plusieurs tendances émergent. **La plupart des entreprises sont actuellement engagées dans la transformation numérique**, comme indiqué par les résultats de la figure A.4.5 Environ 69 % des répondants participent activement à des projets spécifiques liés à la transformation digitale, un quart ont élaboré une stratégie bien définie dans ce domaine, et seulement 6 % ne sont pas encore engagés dans ce processus. Ces chiffres soulignent une implication significative des entreprises dans le mouvement vers la transformation numérique.

A propos des **initiatives de transformation numérique** des participants (voir figure A.4.6) se concentrent principalement sur les interactions avec les clients et les partenaires, représentant en moyenne 64%. Les activités liées aux canaux de communication avec les clients sont également significatives, atteignant 63%. En troisième position, l'organisation interne des opérations est mentionnée par la moitié des répondants, et enfin, le développement d'un ou de plusieurs produits est également cité par environ la moitié d'entre eux. Ainsi, la majorité des entreprises ont déjà entrepris des initiatives de TN, et même celles qui rencontrent des difficultés semblent être en progression.

Concernant les pratiques adoptées pour soutenir la transformation numérique, la figure A.4.7 montre que des tendances se dégagent, avec 31% des répondants privilégiant des pratiques telles que la formation au numérique, les méthodes agiles, les projets innovants transversaux, et l'accompagnement au changement. La modernisation de l'IT, l'adoption d'une architecture numérique globale, la maîtrise des outils numériques, y compris la cybersécurité, sont également soulignées à hauteur de 28%. Les pratiques liées à l'e-commerce, au suivi de la e-réputation et à la co-crédation des produits/services sont également mises en avant, atteignant 17%. Les activités telles que la collecte de données, le data mining, la business intelligence sont citées par 14%, tandis que le business modèle digital, la veille technologique, et/ou l'audit des pratiques et la formation au numérique sont mentionnés par 11%. Il est notable que la plupart des pratiques mises en œuvre concernent la formation au numérique et la modernisation de l'IT.

Les obstacles prédominants lors de l'adoption de technologies digitales, comme révélé par la figure A.4.8, se concentrent principalement sur la complexité de la mise en œuvre, représentant environ 22%. En second lieu, la résistance au changement est notable, atteignant 19%. Les autres défis, tels que la rapidité d'évolution des technologies numériques, les préoccupations liées à la sécurité et à la confidentialité, ainsi que les coûts associés aux équipements numériques et logiciels, sont tous évalués à environ 16%. Finalement, le manque de compétences en matière de numérique est identifié comme un obstacle, estimé à environ 13%. Ces résultats soulignent que la complexité de la mise en œuvre constitue le principal défi perçu dans le processus d'adoption des technologies numériques.

La figure A.4.9 met en évidence les **leviers mobilisés** pour favoriser l'adoption des technologies numériques. Environ 33% soulignent l'importance d'une bonne agilité interne de l'organisation, tandis que 24% mettent en avant la nécessité d'une bonne maîtrise des technologies. D'autres leviers, tels que la compréhension et la conduite d'une stratégie numérique par le management, ainsi que l'alignement avec les attentes du client concernant les produits et services, sont mentionnés par 25%. La promotion d'une bonne culture et adoption interne du numérique est évaluée à environ 12%. Suivant ses résultats statistiques, la bonne agilité interne de l'organisation joue un grand rôle dans la favorisation de l'adoption de technologies numériques.

Le **stade de maturité** de la stratégie de transformation numérique des entreprises illustré au niveau de la figure A.4.10. Environ 31% se trouvent actuellement dans la phase d'évaluation des bénéfices, tandis que 19% sont engagés dans la conception du projet et la mise en œuvre opérationnelle des plans d'actions. Un pourcentage similaire (19%) se situe à la conception du projet ou des projets, et une proportion égale ne sait pas clairement déterminer leur stade de maturité. En outre, 6% indiquent que les solutions numériques sont déployées, mais leur intégration et maturité nécessitent une amélioration, et une autre portion de 6% se trouve au début de la réflexion stratégique. Ces résultats reflètent la diversité des étapes de progression dans la mise en œuvre des stratégies de transformation numérique au sein des entreprises enquêtées. Selon les avis des entreprises, la stratégie de la transformation numérique se situe en grande partie dans l'évaluation des bénéfices du ou des projets de cette transformation.

En bref, cette section sur la transformation numérique révèle que la majorité des répondants sont activement engagés dans ce processus et ont déjà lancé des initiatives en la matière, démontrant une progression même pour celles qui font face à des difficultés. Les entreprises manifestent un fort intérêt pour des pratiques qui renforcent les compétences numériques et modernisent leurs infrastructures informatiques. Par ailleurs, la complexité de la mise en œuvre émerge comme le défi principal identifié et une bonne agilité interne de l'organisation ressort comme un facteur crucial dans la promotion de l'adoption des technologies digitales. En outre, les résultats soulignent la diversité de niveau de progression avec pour la plupart déjà une démarche de conception de projet voire une forme d'évaluation des bénéfices.

4.1.3. Principaux traits concernant l'architecture d'entreprise

Concernant la familiarité avec l'architecture d'entreprise (voir figure A.4.11), on remarquera en premier qu'environ un tiers n'a pas apporté de réponse ou une réponse relative à leur ignorance. Un autre tiers semble plus focalisé sur COBIT centré plus sûr la gouvernance des technologies de l'information même s'il elle offre un cadre holistique pour intégrer des objectifs informatiques et métier. Le dernier tiers aborde les autres Framework à l'exception de Zachman. En prenant en compte la taille de l'entreprise, on constate que COBIT est plus présent dans les PME tandis que TOGAF et IT4IT sont dans les plus grandes entreprises. Globalement, ceci reflète aussi une préoccupation de nature plus axée sur la dimension IT dans les petites structures et plus stratégiques dans les grandes.

Les objectifs de mise en œuvre d'une architecture d'entreprise illustré au niveau de la figure A.4.12, l'objectif principal d'aligner les technologies de l'information sur les besoins et métiers de l'entreprise, avec un taux de 52%, De plus, l'inventaire des éléments existants, incluant les processus, les données, la capacité et l'infrastructure, et aider à la mise en place de feuille de route de l'évolution des SI, aligner les technologies de l'information contribue à hauteur de 17.24% Par ailleurs, l'objectif d'informer pour faciliter la prise de décision représente 10%, tandis que la gestion intégrée des objets des collections est citée à 3%. Ces chiffres mettent en lumière que les

entreprises de l'étude ont pour objectif principal d'aligner les technologies de l'information sur les besoins et le métier de l'entreprise ainsi que la diversité des objectifs liés à la gestion de l'information et de la technologie au sein de l'entreprise.

Les types d'activités réalisées dans le cadre de la pratique d'architecture d'entreprise comme mentionné dans la figure A.4.13. La principale pratique représente environ 36%, suivie de près par la conception des systèmes informatiques et des applications logicielles, la définition des modèles d'affaires, des processus opérationnels et des relations avec les clients, ainsi que des stratégies commerciales, tous évalués à environ 25%. Enfin, la conception de l'infrastructure technologique de l'entreprise atteint 14%. En conclusion, les principales activités entreprises sont principalement liées à la gestion des données et des informations.

Le soutien de l'organisation à l'utilisation de l'architecture d'entreprise (voir figure A.4.14). Environ 45% indiquent que le soutien se fait via une approche et un outil déployé globalement et systématiquement utilisé sur les projets, tandis que 39% mentionnent que le soutien se fait via divers moyens mobilisés ponctuellement. Seulement 13% signalent que le soutien provient d'une approche et d'un outil déployés utilisés sur des projets spécifiques, et 3% n'ont pas de manière explicite de soutien. En résumé, les entreprises soutiennent principalement l'utilisation de l'architecture d'entreprise grâce à une approche et un outil déployé globalement et systématiquement sur les projets, suivi de près par divers moyens mobilisés ponctuellement.

En conclusion, la section trois révèle une connaissance variable des cadres d'architecture d'entreprise, principalement COBIT, TOGAF et IT4IT. L'objectif principal de mise en œuvre est d'aligner les technologies sur les besoins métiers. Les activités se concentrent principalement sur la gestion des données. Le soutien organisationnel est jugé favorable à une approche globale et la mise en œuvre se fait essentiellement par des projets ponctuels

4.2. Validation des hypothèses à travers les réponses reçues

Passons à présent en revue nos trois hypothèses à la lumière des données collectées.

Hypothèse 1 : L'alignement des objectifs commerciaux avec la mise en œuvre technologique, est jugé essentiel de l'architecture d'entreprise pour assurer le succès global de la transformation numérique
:

La figure ci-dessous met clairement en évidence que l'objectif principal d'aligner les technologies de l'information sur les besoins et métiers de l'entreprise, avec un taux de plus de 50% et bien au-delà des autres objectifs. Ceci souligne que connecter étroitement les initiatives technologiques aux objectifs commerciaux est considéré comme essentiel pour garantir la pertinence des investissements technologiques et la création de valeur pour l'entreprise.

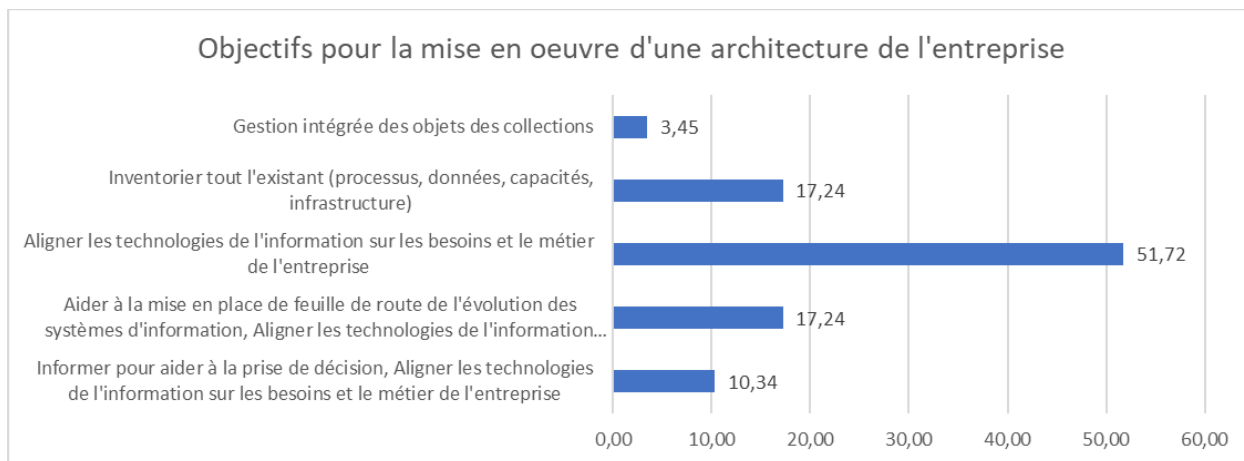


Figure 7: Objectifs pour la mise en œuvre d'une architecture d'entreprise

Une analyse plus indirecte peut aussi se faire à la lumière des outils d'analyse identifiés dans les réponses (voir figure A.4.15). En première position, on observe une préférence marquée pour l'utilisation du diagramme de l'infrastructure IT, avec 63%. En deuxième position, l'analyse SWOT est mentionnée, représentant 35%, suivie de près par le modèle de processus métiers, évalué à 33%. Ces outils visuels facilitent la compréhension et la communication de la stratégie numérique. La présence de ces deux types de représentations indique que des bases sont présentes pour réaliser l'alignement entre les objectifs commerciaux et la mise en œuvre technologique au sein de l'architecture d'entreprise.

Les éléments collectés confirment donc bien cette première hypothèse à la fois de manière directe et indirecte.

Hypothèse 2 : Les entreprises qui parviennent à surmonter les défis liés à la transformation numérique, ont une démarche d'architecture d'entreprise plus riche et plus flexible

Passons d'abord en revue les principaux obstacles rencontrés dans la mise en œuvre d'une TN. Outre les difficultés discutées précédemment (figure A.4.8), la dernière question de notre enquête, illustrée à la Figure A.4.18 reprise ci-dessous, examine la question des outils. Elle indique en premier la complexité de la mise en œuvre, représentant environ 23%. Le manque de compétences internes constitue un défi significatif, évalué à 21%, suivi du manque de compétences en matière de numérique, estimé à environ 13%. Les contraintes liées à la petite taille des entreprises représentent également un obstacle, évalué à 14%, tandis que la résistance au changement est notable, atteignant 19%. La difficulté d'introduire de nouvelles méthodes est de l'ordre de 9%. D'autres défis, tels que la rapidité d'évolution des technologies numériques, les préoccupations liées à la sécurité et à la confidentialité, ainsi que les coûts associés aux équipements numériques et logiciels, sont tous évalués à environ 16%. Enfin, des obstacles tels que le manque d'activité

dans la transformation numérique (12%), l'absence de vision du management (4%) et les aspects de rentabilité (2%) sont mineurs.

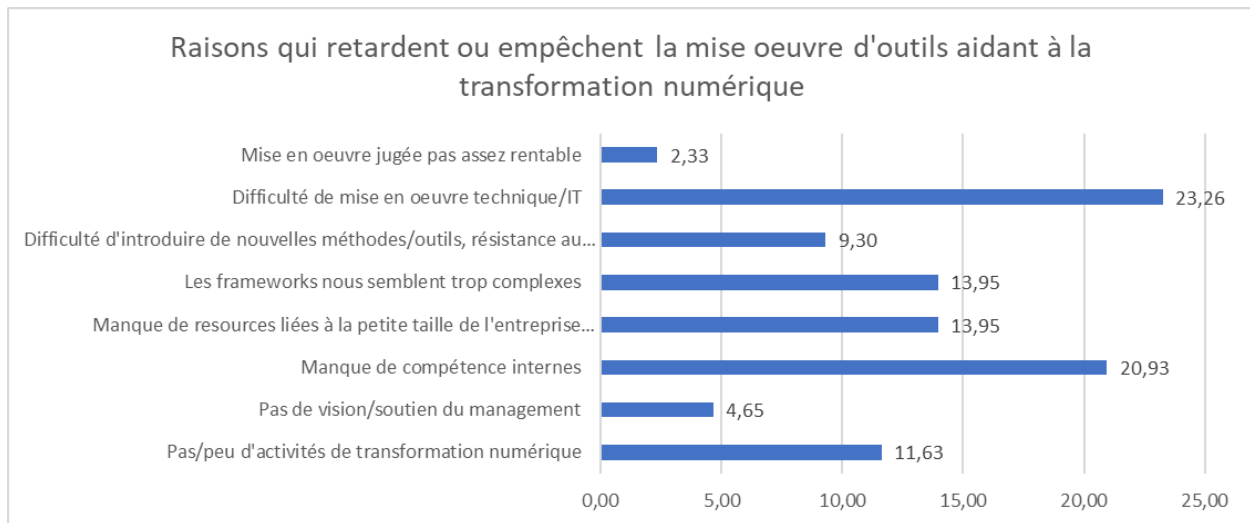


Figure 8: Raisons qui retardent ou empêchent la mise en œuvre d'outils aidant à la transformation numérique

Concernant l'agilité, plusieurs indicateurs montrent que les entreprises adoptent des pratiques agiles. La question des pratiques mises en œuvre (figure A.4.7) indique que 73% ont des pratiques agiles (mais d'autres actions notamment de formation, accompagnement au changement et des projets transverses). Une autre question (Figure A.4.9) montre plus spécifiquement qu'un tiers des entreprises ont aussi identifié que l'agilité de l'organisation était un levier important pour favoriser l'adoption des technologies numériques.

Pour examiner la richesse de la démarche d'architecture d'entreprise, le nombre d'activités prises en charge peut être comptabilisé (figure A.4.13). La majorité (65%) ne réalise qu'une activité, 30% en réalisent 2 et seulement une en réalise plus.

Sur base des données collectées, il est difficile de lier quantitativement la meilleure maîtrise des problèmes au facteur d'agilité et de richesse de la démarche d'AE. Nous avons cependant constaté que les entreprises avec ces pratiques rapportent en moyenne un éventail moins large de problèmes. Les entreprises qui parviennent à surmonter les défis de la transformation numérique semblent donc adopter une architecture d'entreprise plus flexible, mettant l'accent sur l'alignement avec les besoins spécifiques de l'entreprise et intégrant une variété d'activités liées à la pratique de l'AE.

Ces résultats soulignent l'impératif d'adopter une stratégie claire pour suivre le changement lié à l'implémentation des nouvelles technologies. Ils mettent également en évidence la nécessité d'une main-d'œuvre qualifiée en matière numérique pour relever les défis du monde numérique, ainsi que la promotion d'une culture organisationnelle axée sur la gestion technologique. Une infrastructure technique solide est essentielle pour surmonter la rapidité d'évolution des

technologies numériques. De plus, un leadership engagé est crucial pour guider l'entreprise dans cette transformation. Face à ces défis, l'architecture d'entreprise se présente comme une approche cruciale, offrant un cadre structuré pour surmonter ces obstacles et orienter la transformation vers une entreprise numérique réussie.

Hypothèse 3 : L'efficacité de la transformation numérique dans une entreprise est directement liée à la qualité de son architecture d'entreprise

Pour évaluer l'hypothèse, nous avons entrepris une analyse visant à corréler la maturité de la transformation numérique (TN) avec le niveau d'architecture d'entreprise (AE). La méthodologie d'évaluation repose sur une évaluation subjective de la maturité de la TN et de l'AE au sein des entreprises étudiées. Cette évaluation s'appuie sur des indicateurs tels que le stade de maturité stratégique de chaque entreprise (figure A.4.10) et le soutien de l'organisation sur l'utilisation de l'architecture de l'entreprise (figure A.4.14). Ces données ont déjà été analysées à la section précédente, nous réalisons ici une comparaison sur la base des indicateurs (simplifiés) suivants :

- La maturité TN est évaluée via le niveau d'avancement déclaré : début de réflexion (1), conception de projet (2), mise en œuvre (3), évaluation (4)
- La maturité AE de l'organisation est évaluée via le type de soutien : pas explicite/organisé (1), par projet ponctuel (2), via une approche sur plusieurs projets (3), via un cadre général (4)

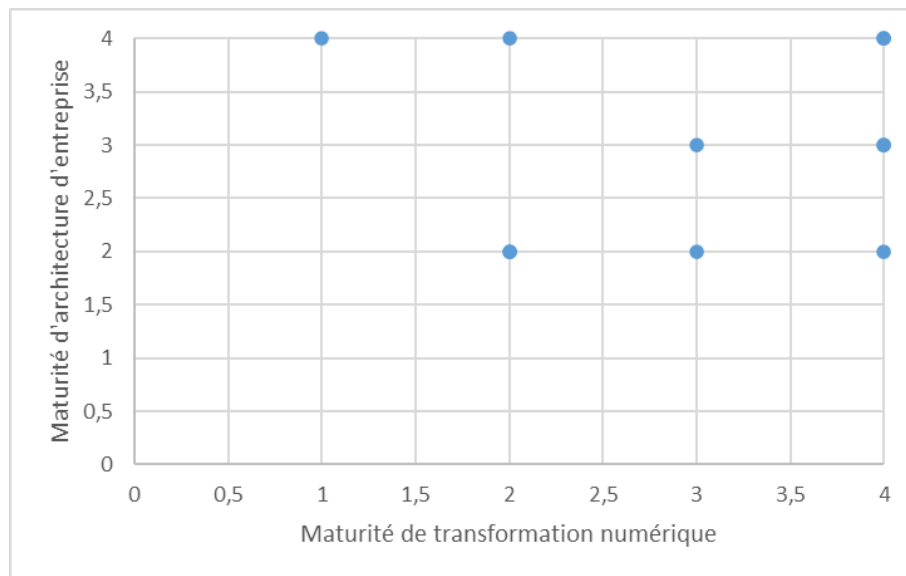


Figure 9: Comparaison de maturité de l'architecture d'entreprise vs transformation numérique

Les résultats de l'analyse indiquent principalement que toute initiative de TN repose généralement sur un niveau minimal d'AE, bien que l'inverse ne soit pas toujours vrai, c'est-à-dire qu'un niveau élevé d'AE ne garantit pas nécessairement une avancée significative dans la TN. Cette réponse,

bien que partielle en raison de la limitation des données de maturité disponibles, souligne également que **d'autres facteurs conditionnent l'efficacité de la TN, nécessitant une approche plus holistique de l'évaluation de la maturité et de l'efficacité des initiatives de transformation numérique**. Ainsi dans notre enquête, la figure A.4.7 confirme une série de pratiques adoptées pour soutenir la transformation numérique aussi identifiée dans notre état de l'art. Il s'agit principalement de pratiques, telles que la **formation au numérique, les méthodes agiles, les projets innovants transversaux, et l'accompagnement au changement** (avec 31% des répondants). La modernisation de l'IT, l'adoption d'une architecture numérique globale, la maîtrise des outils numériques, y compris la cybersécurité, sont également soulignées à hauteur de 28%. Ces pratiques indiquent une forte orientation vers le renforcement des compétences numériques et la modernisation des infrastructures informatiques au sein des entreprises étudiées.

Ces facteurs ont également été identifiés et illustrés de manière comparative dans notre synthèse de l'état de l'art à la Table 2 au sein de la feuille de route du Hub Institute. Parmi ceux-ci notons que le facteur d'agilité est repris dans l'étape d'optimisation et ne semble pas le plus prioritaire à mettre en place par rapport aux aspects de culture d'entreprise, formation et communication. Pour être plus précis dans nos évaluations, le niveau de maturité de l'AE pourrait être mesuré en termes des activités de TN supportées dans la roadmap du Hub Institut. Une collecte de données plus pointue permettrait de l'évaluer mais celle-ci sort du cadre d'une enquête et plus d'une démarche de suivi de déploiement.

Pour conclure, nos résultats indiquent que l'efficacité de la transformation numérique est influencée positivement par la qualité de son architecture d'entreprise mais qu'il faut prendre en compte des facteurs supplémentaires de mise en œuvre.

4.3 Confrontation avec d'autres enquêtes

Dans cette section, nous entreprendrons une analyse complémentaire des résultats de l'enquête, les comparant à d'autres enquêtes explorant des thématiques similaires aux nôtres, notamment relatives aux principaux défis, aux artefacts d'architecture d'entreprise et à l'évaluation de maturité. Ces études ont été menées par des sociétés de consulting de renom telles que Capgemini, Deloitte ou sont issues du baromètre numérique.

4.3.1. Enquête sur les défis (Deloitte)

Selon le Digital Maturity Index Survey 2022 de Deloitte au niveau de l'annexe 5, 41% des entreprises éprouvent des difficultés à respecter des normes élevées en matière de sécurité des données. De plus, 36% rencontrent des obstacles dans la mise en œuvre de solutions numériques évolutives, et 37% manquent de capacités de pilotage pour le changement.

En contraste, les résultats par rapport aux grandes entreprises indiquent que la sécurité et la confidentialité représentent 11%, la complexité de la mise en œuvre est évaluée à 17%, la résistance au changement est notée à 17% (voir figure A.5.2), et 22% des entreprises font face à des difficultés dans la mise en œuvre technologique (voir annexe A.5.3).

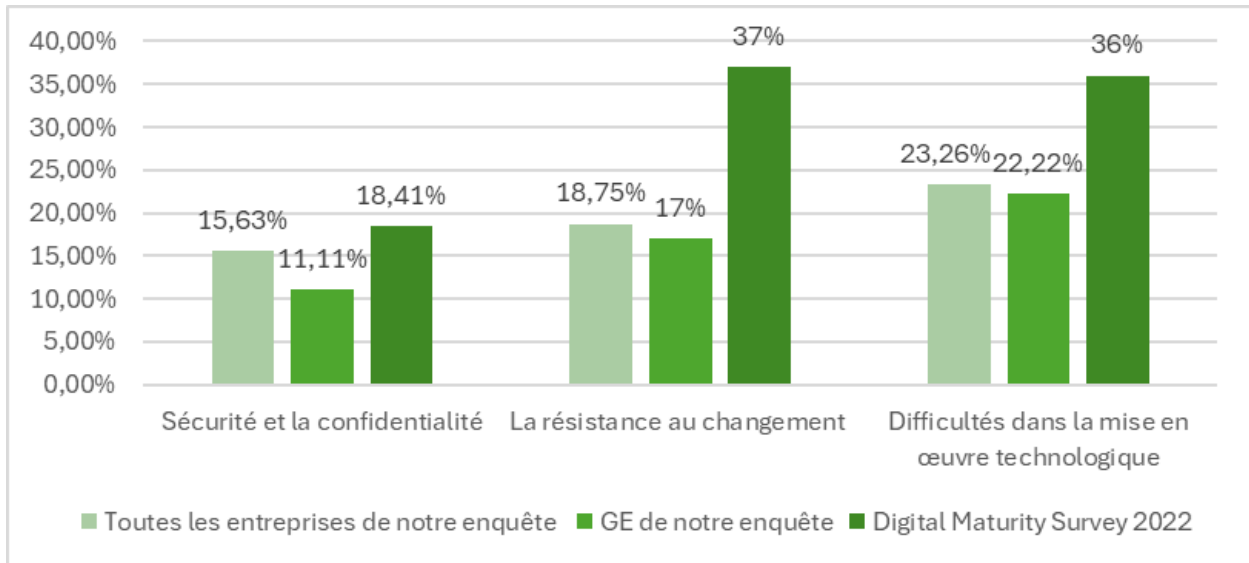


Figure 10: Comparaison des différents défis entre Deloitte et notre enquête

Les résultats soulignent des similitudes dans les défis rencontrés par les entreprises en matière de sécurité des données, de mise en œuvre technologique et de gestion du changement, tout en mettant en évidence quelques variations entre les enquêtes menées par Deloitte et notre propre enquête.

4.3.2. Enquête sur les moyens d'analyse

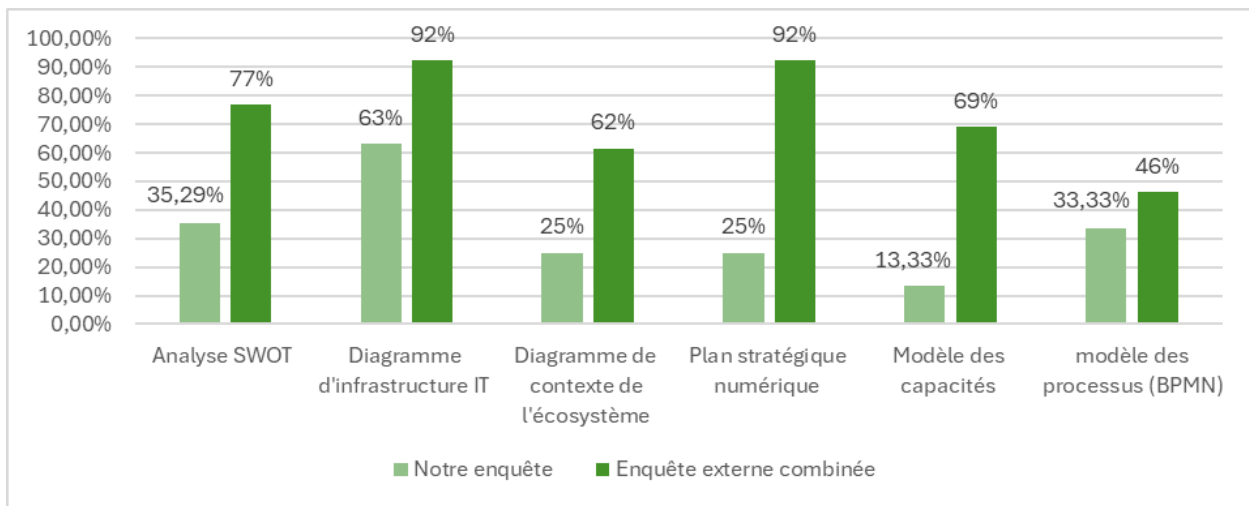


Figure 11: Comparaison des moyens d'analyse de notre enquête et d'autres enquête

D'après une étude menée par (Frank et al., 2021) sur quatre entreprises illustrées au niveau de la figure A.5.5, toutes ces organisations ont adopté des pratiques communes dans leur processus d'architecture d'entreprise. Ces pratiques incluent l'utilisation généralisée d'une analyse SWOT, d'un plan stratégique, de principes et de lignes directrices, d'une analyse de rentabilité, ainsi que l'élaboration d'une feuille de route. Notamment, trois de ces entreprises ont également intégré un plan de développement des fonctions métiers dans leur approche.

Selon l'enquête menée par Beirnaert en 2023, le diagramme d'infrastructure IT atteint un taux de 100%. Les autres éléments évalués sont également bien positionnés, avec l'analyse SWOT, le modèle des capacités, et le modèle des processus (BPMN) obtenant un score de 67%. Le Diagramme de contexte de l'écosystème et le Plan stratégique numérique affichent des performances élevées, atteignant respectivement 89% (voir figure A.5.6).

Notre enquête indique les principaux moyens d'analyse utilisés dans le cadre des projets de transformation digitale (voir figure A.4.15). La majorité des répondants (première position) privilégie l'utilisation du diagramme de l'infrastructure IT. En deuxième position, on retrouve l'analyse SWOT, suivie en troisième position par le modèle de processus métier. La quatrième position est occupée par la matrice RASCI, suivie par le diagramme de contexte de l'écosystème, le plan stratégique numérique, et enfin, la strategy map, le balanced scorecard et le modèle des capacités. Ces résultats soulignent la diversité des outils d'analyse utilisés, avec une préférence marquée pour les représentations visuelles comme le diagramme de l'infrastructure IT et l'analyse SWOT. Pour renforcer davantage notre conclusion, nous nous sommes également appuyés sur d'autres enquêtes, notamment celle réalisée par Capgemini et Frank Grave en 2021 (voir A.5.4 et A.5.5).

En conclusion, les trois enquêtes mettent en évidence l'importance de l'AE dans la transformation numérique, mais également les défis liés à la mesure de son impact. Les pratiques communes émergent, mais il reste des opportunités d'amélioration dans la définition et la communication des indicateurs de performance. Une approche structurée, combinée à une diversité d'outils d'analyse, semble être la clé du succès dans la gestion de l'AE pour la transformation numérique.

4.3.3. Baromètre 2022 de maturité numérique des entreprises wallonnes :

L'évaluation de la contribution de l'architecture d'entreprise selon différents axes sera réalisée à travers l'analyse des interprétations du Digi Score, comme illustré dans la figure 12.

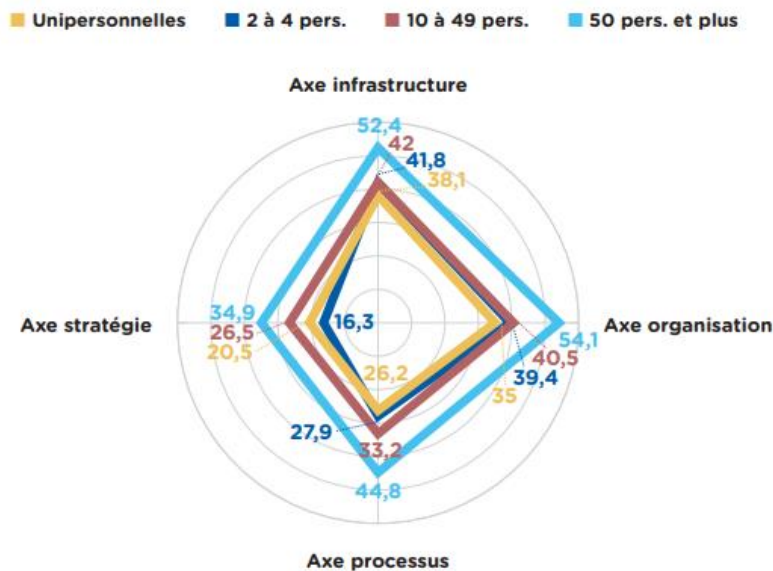


Figure 12: Digi Score de l'ensemble des entreprises wallonnes, (Adn, 2022)

En se concentrant sur l'axe stratégique qui concerne surtout la communication, celui-ci représente 18.3%. À ce niveau, 40% des entreprises wallonnes mettent en œuvre des stratégies de marketing numérique, 63% disposent d'un site web, et 19% sont engagées dans le développement de nouveaux produits grâce au digital. Alors que le taux d'entreprises wallonnes ayant formalisé une stratégie globale de transformation numérique selon la taille 64% pour les grandes entreprises mais 20% PME. Selon notre enquête, les canaux de communication avec les clients obtiennent un score de 63% (voir figure A.4.6), suivi par le e-commerce, la e-réputation et la co-crédation des produits/services, tous évalués à 17% selon la figure A.4.7.

Pour l'axe "processus" représentant 27 %, 14 % des entreprises ont établi des connexions informatisées avec leurs partenaires, et 61 %, quelle que soit leur taille, appliquent une politique de gestion des données. Dans 92 % des entreprises wallonnes, plusieurs processus métiers sont présents. Les entreprises utilisent des progiciels métiers, avec 13 % et 9 % d'entreprises utilisant respectivement un CRM et un ERP. Selon notre enquête, la majorité des entreprises s'engagent dans un processus de transformation digitale via des projets spécifiques, représentant 69 % (voir figure A.4.5). De plus, 64 % ont établi des canaux de communication avec leurs partenaires selon la figure A.4.6. En outre, 36 % des entreprises réalisent des activités de gestion des données et des informations en interne (voir figure A.4.13), tandis que 58,82 % coordonnent pour automatiser (CRM, ERP) selon la figure A.4.16.

Pour l'axe "infrastructure" représentant 40,4 %, 48 % des entreprises disposent d'un site web. Selon la figure A.4.17, les difficultés de mise en œuvre technique sont évaluées à 23 %.

Pour l'axe "organisation", 47 % des entreprises déclarent avoir conduit un projet de numérisation, impliquant les trois parties prenantes suivantes : 80 % des directeurs, 47 % des responsables informatiques et 37 % des collaborateurs directement impactés. En ce qui concerne la formation au numérique, 22 % (-10) des entreprises wallonnes ayant du personnel déclarent avoir formé au moins un collaborateur dans un domaine numérique entre 2020 et 2022. Au niveau de notre enquête, 68,75 % des entreprises indiquent être engagées dans un processus de transformation digitale (voir figure A.4.5), impliquant trois parties prenantes : 37 % de CEO (direction générale), 16 % de CIO (responsable des systèmes d'information) selon la figure A.4.4 et 31% utilisent la formation au numérique comme une pratique pour soutenir la transformation numérique (voir figure A.4.7).

En résumé, notre analyse souligne l'importance cruciale de la communication dans l'axe de stratégie numérique des entreprises wallonnes. On constate des écarts marqués en la matière entre les plus petites entreprises et les plus grandes entreprises. Du côté de l'axe processus, il apparaît que la majorité des entreprises ont mis en place plusieurs processus métier mais également avec une certaine disparité. La transformation numérique est principalement stimulée par des projets spécifiques, suggérant une approche ciblée et stratégique pour l'adaptation aux changements technologiques. En ce qui concerne l'axe infrastructure, bien que la présence en ligne soit généralisée, la mise en œuvre technique demeure un défi. Cela met en évidence la nécessité pour les entreprises de surmonter ces obstacles techniques afin de maximiser les avantages de leur présence numérique. Pour l'axe organisation, il apparaît assez mature dans le digiscore et il est notable que des entreprises ont conduit des projets de numérisation impliquant divers acteurs tels que les directeurs, les responsables informatiques et les collaborateurs.

4.4. Synthèse et recommandations de mise en œuvre

Au terme de cette analyse, on peut revenir à notre question de recherche “Comment une démarche d’architecture d’entreprise peut-elle soutenir efficacement la transformation numérique d’une organisation ?”. Notre état de l’art a clairement montré des liens forts entre ces deux notions :

- L’aspect transformationnel d’un as-is vers un to-be associé à l’architecture d’entreprise, en évaluant la situation actuelle, identifiant les lacunes, et optimisant les processus existants pour servir les objectifs numériques
- Le concept de business plan digital comme élément de stratégie pour initier la démarche d’architecture d’entreprise et œuvrer pour un alignement et mise en œuvre des TIC sur les besoins et chaînes de valeurs identifiées. Ce plan permet d’intégrer de nouveaux services numériques dans la stratégie globale pour une orientation cohérente
- La capture de nombreux autres artefacts relatifs aux produits, services numériques mais également les capacités qui doivent être présentes pour soutenir la mise en œuvre
- L’intégration de la gestion du changement dans l’AE qui permet d’adresser une des obstacles à la TN.

- La couverture importante de divers aspects de l'architecture d'entreprise sur les diverses activités de TN comme illustré à la table 2 basée sur le Framework du Hub Institute.
- Le suivi précis au moyen d'indicateurs clés de performance pour faciliter l'évaluation continue.
- La prise en compte la sécurité, notamment la protection des données et la gestion des identités.
- L'apport des facteurs d'agilité organisationnelle et d'intégration avec les partenaires et les écosystèmes.

Trois hypothèses plus précises ont également été dégagées et traitées à l'aide d'une démarche d'examen des pratiques via un questionnaire spécifique croisé avec d'autres études. **La première assez évidente a priori sur la nécessité d'un bon alignement a reçu une réponse claire. Les deux autres traitant l'une l'influence de facteurs spécifiques de richesse et d'agile de la démarche AE et l'autre du lien entre les niveaux de maturité ont reçu une réponse plus nuancée.** Ces relations ne sont en effet pas causales et automatiques car de multiples autres facteurs peuvent influencer favorablement ou défavorablement le succès d'une TN. Ceux-ci ont d'ailleurs été identifiés dans notre état de l'art puis confirmé par l'état des pratiques via notre enquête. On peut ainsi rappeler l'influence positive de culture de l'entreprise (et plus spécifiquement de l'impulsion du management), le "pull" via les attentes des clients ou le caractère technophile de l'organisation ; et du côté négatif la présence de ressources suffisantes, la résistance au changement, l'absence ou le caractère inadéquat de la stratégie ou des barrières technologiques.

Notre travail a aussi pointé une série de facteurs auxquels il faut être attentif pour la mise en œuvre d'une architecture de l'entreprise dans le cadre de la transformation numérique et qui constituent des recommandations (ou bonnes pratiques) utiles. Nous formulons ici les plus marquantes :

- **La mise en œuvre de la TN peut efficacement se baser sur des outils d'AE** couvrant diverses perspectives depuis des vues plus stratégiques à des vues plus opérationnelles. Différentes activités d'AE ont été placées dans la feuille de route de TN du Hub Institute (Table 2). A ce niveau on pourrait aussi tenter de la rapprocher d'un autre Framework d'EA : celui de Zachman et faire l'exercice inverse à travers les différentes perspectives. Ainsi on pourrait rajouter une colonne spécifique à la TN captant successivement, d'écosystème numérique, le digital business plan, l'architecture numérique (des produits et/ou processus métier), les technologies numériques servant de fondement et leur déploiement.
- **L'importance de la prise en compte du contexte**, en particulier de la taille de l'entreprise et son niveau de maturité, est fondamentale car les leviers et les défis à traiter sont de natures différentes. Ainsi les grandes entreprises ont une focalisation sur la mise en œuvre de pratiques d'architecture d'entreprise, tandis que les PME se concentrent en premier sur les défis de la transformation numérique. En lien avec le point précédent, on a examiné plus spécifiquement une série d'outils. Parmi les artefacts rapportés dans la littérature comme les plus répandus, seule une poignée étaient largement utilisés notamment le SWOT, le business canevas ou les processus métier. D'autres tels que les balanced

scorecard étaient connus et utilisés par les structures les plus matures. La démarche de montée en maturité peut s'appuyer sur les outils les plus simples à maîtriser et en introduire des complémentaires par la suite en les accompagnant des apports spécifiques qu'ils peuvent apporter à la TN.

- **Dans le renforcement des activités et des outils associés, un focus prioritaire est l'axe de stratégie** car celui-ci a été identifié comme relativement faible dans diverses enquêtes y compris la nôtre, en particulier dans les plus petites structures. A l'opposé, l'axe d'infrastructure est relativement mature mais à aligner adéquatement avec la transformation envisagée. De plus, le développement d'un business model digital, l'optimisation des ressources informatiques, l'adaptation des systèmes d'information aux processus pertinents, la création d'une architecture numérique globale, l'inventaire de l'existant, et l'établissement d'une feuille de route pour l'évolution des systèmes d'information.
- **Afin de piloter la stratégie, le processus de TN et la mise en place des outils tels que l'AE, l'implication du management est cruciale.** Outre le CEO, d'autres directions doivent être étroitement liées, notamment le directeur des systèmes d'information (DSI) afin de diriger les efforts technologiques visant à faire progresser l'organisation dans son parcours de transformation numérique. Un rôle spécifique de CDO dédié à la TN peut aussi être mis en place afin d'assurer une conduite et coordination de cette activité.
- **Plusieurs capacités nécessitent une attention spécifique** dans le cadre de la TN car notamment l'infrastructure numérique comme socle, la sécurité et la confidentialité qui sont sujettes à un niveau de menace plus important et pouvant avoir des impacts critiques et plus largement la gestion des données et des informations au sein de l'entreprise.
- **La gestion de la communication doit être considérée à tous les niveaux** : au niveau technique pour connecter les appareils et les personnes, en matière de processus interne pour disposer d'une automatisation des flux (CRM, ERP, BI...) et externe (canaux numériques vers les partenaires et clients)
- **S'assurer de l'acquisition de compétences organisationnelles** telles que la résistance au changement, l'agilité, la capacité d'adaptation, la culture d'entreprise et l'alignement avec les attentes des clients, la connaissance de la structure architecturale, gestion globale des processus et la gouvernance IT.

5. Conclusion

Dans le monde actuel marqué par la globalisation, la forte pénétration technologique et les limites de notre planète, la mise en place d'une transformation numérique maîtrisée est cruciale pour les entreprises afin de rester compétitives, innovantes et durables. Cette transformation permet aux entreprises de positionner de nouveaux produits et services mais aussi d'améliorer l'efficacité de ses processus internes. Dans ce contexte, l'impact de méthodes et outils d'architecture d'entreprise est à considérer car il permet gérer l'alignement des objectifs visés par l'entreprise en matière de numérique et ses différentes capacités en particulier informatiques.

Ce mémoire s'est intéressé à la question plus précise de la manière dont une démarche d'architecture d'entreprise peut efficacement soutenir la transformation numérique d'une organisation. Face à la complexité croissante des défis liés à la transition numérique, cette interrogation est cruciale pour orienter les entreprises vers des pratiques optimales et des résultats réussis.

Pour répondre à cette question, une démarche exhaustive a été adoptée, commençant par une revue approfondie de la littérature pour établir des liens entre l'architecture d'entreprise et la transformation numérique. Une enquête a ensuite été menée, impliquant une comparaison avec d'autres études, notamment celles de grandes sociétés de conseil telles que Deloitte, et une analyse des moyens d'analyse et de la maturité numérique des entreprises wallonnes. Nos constats ont été formulés dans le cadre du référentiel pratique de la feuille de route du Hub Institute et ont mené à l'identification d'une série de bonnes pratiques.

La recherche a mis en lumière des liens forts entre l'architecture d'entreprise et la transformation numérique, soulignant l'importance de pratiques telles que la gestion du changement, la stratégie numérique, et l'alignement des technologies sur les besoins identifiés. Une comparaison avec d'autres enquêtes a permis de dégager des similitudes et des variations dans les défis rencontrés par les entreprises, offrant une perspective comparative précieuse. L'analyse des moyens d'analyse a révélé la diversité des outils utilisés, avec une préférence marquée pour les représentations visuelles telles que le diagramme de l'infrastructure IT et l'analyse SWOT. L'évaluation de la maturité numérique des entreprises wallonnes a permis d'identifier des axes clés tels que la communication, les processus, l'infrastructure et l'organisation, soulignant des disparités entre certains axes ainsi qu'entre les grandes entreprises et PME. Malgré le rôle central de l'AE dans la transformation numérique, des obstacles subsistent tels que la complexité informatique et le leadership en AE. La gestion de l'architecture d'entreprise, axée sur la perspective interne, s'avère adaptée pour soutenir la gestion stratégique de la transformation numérique. En conclusion, la mise en œuvre d'une architecture d'entreprise numérique est fortement recommandée pour intégrer efficacement les technologies, orientant ainsi l'organisation vers le succès de sa transformation numérique.

Ce travail présente bien sûr des limites. Notre revue de la littérature bien qu'importante n'est pas exhaustive mais nous pensons avoir couvert les méthodes les plus représentatives et utilisées en pratique. Concernant notre enquête, sa principale limitation est le nombre restreint d'échantillons (18), ce qui peut introduire un biais. Pour limiter ce risque, nous avons été attentifs à la couverture de différents types d'entreprises et de domaines durant la collecte, nous avons aussi pris le soin de croiser nos résultats avec d'autres enquêtes. Malgré le soin apporté à la conception de l'enquête sur base de l'état de l'art, nous avons parfois ressenti le besoin de données plus détaillées pour traiter nos hypothèses notamment nous avons utilisé un modèle très simple pour évaluer la maturité TN et AE. Nous avons cependant dû faire un compromis pour ne pas imposer une enquête trop longue. Une alternative possible serait de pouvoir accéder à des informations plus détaillées collectées par l'Agence du Numérique via son Digiscore. Pour limiter la portée, certaines dimensions ont aussi été omises, notamment l'influence de l'écosystème et les aspects environnementaux. Celles-ci pourraient être incluses dans une extension plus ambitieuse de ce travail. Des méthodologies mixtes combinant données qualitatives et quantitatives pourraient aussi fournir une compréhension plus approfondie. Enfin, les enquêtes utilisées pour la comparaison ont été limitées à quelques études spécifiques et une inclusion plus large d'études similaires pourrait renforcer davantage la validité comparative.

Afin d'aller plus loin, on pourrait aussi approfondir la recherche sur l'impact des capacités organisationnelles, telles que la résistance au changement, dans le succès de la transformation numérique. Des recherches futures devraient bien sûr étendre l'échantillon mais pourraient aussi inclure des études sectorielles spécifiques et comparer de manière plus approfondie les PME aux grandes entreprises ou dans des secteurs plus spécifiques. De plus, élargir la portée géographique des enquêtes comparatives pour inclure des perspectives internationales et des contextes culturels différents et explorer davantage les interactions entre les différents axes de maturité numérique pour comprendre comment ils interagissent et influencent mutuellement le succès de la transformation numérique.

6. Bibliographie

Articles scientifiques :

Arif Perdana et al. (2022). Data analytics in small and mid-size enterprises: Enablers and inhibitors for business value and firm performance, *International Journal of Accounting Information Systems*, 20 , 7-8.

Aurora Gerber et al. (2020). The Zachman Framework for Enterprise Architecture: An Explanatory IS Theory, *Springer Nature Switzerland AG* 2020, 14 , 386.

Arnesh Telukdariea et al. (2023). The opportunities and challenges of digitalization for SME's, *Procedia*, 689-698 , 691.

Anouar Ben Dahhane et al. (2023). Impact de l'alignement stratégique et de la culture digitale sur la réussite de la transformation digitale au sein de l'organisation publique Marocaine, *Páginas*, 45-65 , 52.

Andrej Miklosik et al. (2023). Disruptions Leading to Digital Business Transformation: Executives' Perceptions, *IEEE Xplore*, 102860 , 102865.

Agence du Numérique.(2022). Wallonie, digital wallonia, Baromètre 2022 de maturité numérique des entreprises wallonnes, 124, 55.

Agence du Numérique, Wallonie emploi formation SPW. (2019). 40 Ready Interreg Europe, Industrie 4.0 Écosystème wallon de l'accompagnement et de la formation, 42, 31.

Agnes Sandor, Akos GUBAN. (2021). Measuring Tool for the Digital Maturity of Small and Medium-Sized Enterprises, *Management and Production Engineering Review*, (133-143), 136.

Asta Tarutè et al, (2018), Identifying Factors Affecting Digital Transformation of SMEs, *Association for Information Systems AIS Electronic Library (AISeL)*, 10, 378.

Baromètre de maturité numérique des Entreprises 2022. (2022). Note méthodologique, 9, 7-8.

Beirnaert. (2023). The role of Enterprise Architecture in the strategic planning process an exploratory study in the preclinical domain, *Open Universiteit*, 53, 45.

Bican, P. M., & Brem, A. (2020). Digital business model, digital transformation, digital entrepreneurship: Is there a sustainable “digital”? *Sustainability*, 12(13), 2 sur 13.

Bounfour, Ahmed. (2016). Digital Futures, Digital Transformation: From Lean Production to Accelution, *Springer International Publishing AG Switzerland*, 10, 2.

- Budi Setiawan et al. (2022). Evaluasi Sistem Informasi Industri Konstruksi Menggunakan COBIT (Studi Kasus: Kwan Setia Konstruksi), *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 10, 1372-1373.
- Bhumika Grover, Madhavi Damle. (2020). Comparison of select digital maturity models for digital transformation dynamics, 4856, 4841- 4848.
- Capgemini invent. (2020). Enterprise architecture as success factor in digital transformations, *Digital Architecture Study 2020*, 24, 7-9.
- Capgemini invent. (2023). Why digital architects are hard to find but create the impact you need, *digital architecture study*, 40, 5-35.
- Capgemini Consulting MIT SLOAN. (2011). Digital transformation: A roadmap for billion-dollar organizations, 68, 59-60.
- Capgemini Consulting MIT SLOAN. (2012). The Digital Advantage: How digital leaders outperform their peers in every industry, 24, 3-4.
- Clemens Fallera, Dorothee Feldmüllera. (2015). Industry 4.0 Learning Factory for regional SMEs, *ELSEVIER*, 88-91, 1.
- Daniel Pascot et al. (2009). An enterprise Architecture Framework for Large Integrated Complex Information Systems, *Research Gate*, 23, 2.
- Daniel Rozo et al. (2020). Examining Enterprise Architecture for Digital Transformation, *CEUR Workshop Proceedings*, 6, 2-5.
- David Goerziga, Thomas Bauernhansla. (2018). Enterprise architecture for the digital transformation in small and medium-sized enterprises, *ScienceDirect*, 540-545, 542.
- Deloitte. (2022). Digital Maturity Index Survey 2022 Digital value creation in an unsettled environment, 31, 11-21.
- Deloitte. (2018). Digital Maturity Model Achieving digital maturity to drive growth, 24, 9-13.
- Diana Trivena Yulianti and al. (2020). Analisis Enterprise Architecture Menggunakan COBIT 5 – APO03.01 dan APO03.02. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, 11 , page 129.
- Digital Wallonia/Agence du numérique. (2022). Baromètre 2022 de maturité numérique des entreprises wallonnes. 124, 30-124.
- Dóra Horváth, Roland Zs. Szabó. (2019). Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? *Elsevier*, 14, 122.

- Fabian Gampfer. (2018). Managing complexity of Digital Transformation with Enterprise Architecture. *Research Gate*, 9, 638-639.
- Fernando Diogo Gouveiaa, Henrique São Mamedeb. (2022). Digital Transformation for SMES in the Retail Industry, *Science Direct*, 11, 672.
- FORRESTER. (2017). The Digital Maturity Model 5.0. 18, 3-11.
- Jan Devos and Kevin Van de Ginste. (2015). Towards a Theoretical Foundation of IT Governance – The COBIT 5 case, *Electronic Journal Information Systems Evaluation*, 103, 96.
- Jacques Bughin and al. (2019). Digital transformation: Improving the odds of success, *McKinsey Quarterly*, 5, 4
- Jl. Cemara No and al.(2017). Designing enterprise architecture based on TOGAF 9.1 framework. *1st International Conference on Engineering and Applied Technology (ICEAT)*, 11, 2.
- Jefry Leonardo and al. (2020). Design Enterprise architecture for industry of textile using Zachman Framework. *University Repository*, 9, 1023.
- JEAN-REMI et al. (2021). Implantation d'une architecture de CPS permettant l'interopérabilité des systèmes de production en contexte de PME, *CIRRELT*, 9, 4.
- Friedrich Holotiuk and Daniel Beimborn. (2017). Critical Success Factors of Digital Business Strategy, *aisel.aisnet.org*, 991-1005, 998.
- Goerzig, David, and Thomas Bauernhansl. (2018). Enterprise Architectures for the Digital Transformation in Small and Medium-sized Enterprises.” 11th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering. Gulf of Naples, Italy. *Procedia CIRP*, 540-545.
- Grave et al. (2021). Enterprise Architecture Artifacts Facilitating the strategy Planning Process for Digital transformations. *International Journal on Computer Science and Information Systems*, 16, 57-58.
- Grave et al. (2021). Enterprise architecture artifacts facilitating digital transformations' strategic planning process. *International Journal on Computer Science and Information Systems*, 9, 50-51.
- Ghazaleh Aghakhani and al. (2021). Towards Strategic Support and Guidance of the Digital Transformation: A Conceptual Model, 42-54, 46.
- Hafsi et al. (2019). Does enterprise architecture support the digital transformation endeavors? Questioning the old concepts in light of new findings. *AISeL*, 12, 5-10.
- Ibrahim Yikilmazi and al. (2023). Digital Transformation in Smes: A Focused Review of The Research Literature, *Journal of the Human and Social Science Researches*, 661-679, 672-673.

ISACA. (2012). COBIT 5, Un référentiel orienté affaires pour la gouvernance et la gestion des TI de l'entreprise. 98, 15-77.

Ismi Kaniawulan et al. (2022). Systematic Literature review: Digital transformation challenges and strategies in the context of enterprise architecture. *European Journal of humanities and educational advancements*, 40-49, 44-45.

Karen Osmundsen and al. (2018). Digital Transformation: Drivers, Success Factors, and Implications, *Association for Information Systems*, 1-15, 5- 6.

Kristin Vogelsang et al. (2019). Barriers to Digital Transformation in Manufacturing: Development of a Research Agenda, *Hawaii Conference on System Sciences*, 4937- 4946, 4939-4940.

Madouche Rym, Madouche Yacine. (2020). Les enjeux de la transformation digitale (Focus sur quelques entreprises dans le monde). *Research Gate*, 15, 4.

Manwani et al. (2016). The challenges and responses for enterprise architects in the digital age, *University of reading*. 4, 1-4.

Mashood, Klotzer. (2020). Behind the Blackbox of Digital Business Models, *Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences*, 4551 -4552.

Matthew D. Jones and al. (2021). Past, present, and future barriers to digital transformation in manufacturing: A review, *Journal of Manufacturing Systems*, 936-948, 939.

Manuel Muehlburger and al. (2009). A Framework of Factors Enabling Digital Transformation, *Twenty-fifth Americas Conference on Information Systems*, 10, 4.

McKinsey and Company. (2016). How enterprise architects can help ensure success with digital transformations, *Business Technology Office*, 6, 1-6.

M. Persson and al. (2018). A case for participatory practices in the digital transformation insurance, 1-7, 3.

Mergel I and al. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews, *Government Information Quarterly*, *Elsevier*, 36, 4.

Mihu Cantemir and al. (2023). Drivers of digital transformation and their impact on organizational management. *Sciendo*, 149-170, 154-159.

Michael Fitzgerald and al. (2013). Embracing Digital Technology, A new Strategic Imperative, *MIT Sloan Management Review*. 12, 5 et 6.

Michael Mohring and al. (2023). Digitalization and enterprise architecture management: a perspective on benefits and challenges. 46, 16-20.

- Mouaad Hafsi and al. (2019). Managing Strategy in Digital Transformation Context: An Exploratory Analysis of Enterprise Architecture Management Support. *CBI*, 9, 168-169.
- Murali Mani and al. (2015). On Evaluating the Use of Zachman Framework in Computer Science and Information Systems Classes. *Research gate*, 8, 3.
- Ntandoyethu S.M and al. (2018). The underlying factors of a successful organizational digital transformation. *Journal sud-africain de gestion de l'information*, 10, 2.
- Narayana Challa. (2023). Enterprise architecture contribution towards digital transformation. *Research gate*, 8297-8300, 8298- 8300.
- Netci Hesvindrati. (2021). Perancangan Arsitektur Teknologi Informasi pada Perusahaan Agrokompleks Menggunakan Pendekatan TOGAF ADM. *Jurnal Teknologi Informasi*, 11, 57-58.
- Ni Luh Made Utī Tiasmi and al. (2021). Analisis Tingkat Kapabilitas Layanan Perizinan Online Kabupaten Badung Menggunakan Framework COBIT 5. *Jurnal eksplora informatika*, 9, 169.
- OECD. (2017). The Digital Transformation of SMEs, 12, 7
- Panagiotis Kilimis and al. (2019). A Survey on Digitalization for SME in Brandenburg Germany. *Science Direct*, 6, 1.
- Ralf Harting and al. (2020). Potential benefits of enterprise architecture management in the digital transformation process, *CSIMQ*, 50-60, 56-57.
- Rui Gomes and al. (2019). Enterprise architecture as a Tool for digital transformation, *AISeL*, 15, 3-13.
- SafaaErragragui et al. (2023). Comprendre l'approche de la transformation digitale : Les déterminants de la TD, opportunités et défis, proposition d'un modèle théorique, *IJAFAME*, 384-411, 400.
- Samiaji Sarosa and Didar Zowghi. (2003). Strategy for Adopting Information Technology for SMEs: Experience in Adopting Email within an Indonesian Furniture Company, *Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 165-176, 167.
- Sunil Sharma., Prabir Sarkar. (2023). (Biological knowledge capture and representation inspired by Zachman Framework principles, *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 21, 2.
- Stevan Mrdalj, Vladan Jovanovic. (2005). Volume Mapping the UML to the Zachman Framework, *Association for Information Systems AIS Electronic Library (AISeL)*, 10, 2973.

Seminar paper. (2019). Literature Review on the Role of Enterprise Architecture Management in Digital Transformation – EAM as driver and barrier of Digital Transformation, *StooB*, 15, 4-12.

Sébastien Gamache et al. (2019). Development of a Digital Performance Assessment Model for Quebec Manufacturing SMEs. *ELSEVIER*, 1086-1094, 1088-1090.

Schallmo, D. & Williams, C. (2017). Digital Transformation of business models - best practice, enablers, and roadmap. *International Journal of Innovation Management*, 21(8), 6-8.

Sophie Peillona, Nadine Dubruc. (2019). Barriers to digital servitization in French manufacturing SMEs, *ELSEVIER*, 146-150, 147-148.

Srinath Perera et al. (2023). A strategic framework for digital maturity of design and construction through a systematic review and application, *Journal of Industrial Information Integration*, 17, 7.

Thierry Biard et al. (2017). Modélisation des prises de décisions dans les processus métier grâce à DMN (Decision Model and Notation), *Hal. Science*, 10, 2 et 3.

The Open Group Standard. (2018). The Open Group Standard the TOGAF Standard, Version 9.2, 3-178.

The Open Group, (2009). TOGAF and Archimate A future Together, 16, 9.

The Open Group. (2022). La norme Open Group I4IT, version 3.0, 285, 4-272.

Verhoefa, B. B. e. a., (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 889-901.

Veit, D and al. (2014). Business models. *Business & Information Systems Engineering*, 6(1), 48.

Winer and Bock. (2017). Towards a Taxonomy of Digital Business Models – Conceptual Dimensions and Empirical Illustrations ,19, 7-10.

Weill, P., & Woerner, S. L. (2013). Optimizing your digital business model. *MIT Sloan Management Review*, 54(3), 73.

YoungKi Park, Sunil Mithas. (2020). Organized complexity of digital business strategy: a configurational perspective, *Mis Quarterly*, 85-128, 87.

Y. Ounrar et al. (2021). Transformation digitale de la fonction biomédicale, *Cross Mark*, 9, 1-2.

Zeynep Ozguner. (2021). Evaluation of Critical Success Factors Playing Roles in The Digital Transformation Process, *Journal of Economics and Business Issues*, 40-49, 41 sur 49 et 42 sur 49.

Ouvrages :

Aurélié Dudézert. (2018). La transformation digitale des entreprises, *Repères*, 127, 77-78.

Geng Lin and Lori A. MacVittie. (2022). Enterprise Architecture for Digital Business Transforming IT, *OREILLY*, 160, 12-24.

Vincent Ducrey et Emmanuel Vivier. (2017). Le guide de la transformation digitale La méthodes en 6 chantiers pour réussir votre transformation, *EYROLLES*, 327, 41-220.

Tushar K. Hazra, Bhuvan Unhelkar. (2022). Enterprise Architecture for Digital Business Integrated Transformation Strategies. (282), 13-22.

Sites internet :

Architecture d'entreprise (EA), Gartner

<https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/enterprise-architecture-ea>

A PROPOS DU CADRE Zachman, Zachman International Entreprise Architecture

<https://zachman-feac.com/zachman/about-the-zachman-framework>

Baromètre entreprises 2022. Axe 2 : Organisation, digital wallonia.be

<https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/entreprises2022-organisation/>

Cadre Zachman, Wikipédia

https://fr.wikipedia.org/wiki/Cadre_Zachman

Le cadre pour l'architecture d'entreprise : description générale et utilité, Bachmann International Entreprise Architecture

<https://zachman-feac.com/the-framework-for-enterprise-architecture-background-description-and-utility>

DigiScore.Evaluer la maturité numérique de son entreprise, digital wallonia.be

<https://www.digitalwallonia.be/fr/publications/digiscore-maturite-numerique-entreprise/>

Digitalisation des PME, économie

<https://economie.fgov.be/fr/themes/entreprises/pme-et-independants-en/digitalisation-des-pme>

L'évolution du cadre Zachman, Zachman International Entreprise Architecture

<https://zachman-feac.com/the-zachman-framework-evolution/>

Mesurez votre maturité numérique à l'aide du DigiScore, DigiScore by digital wallonia
<https://digiscore.digitalwallonia.be/>

Obstacles à la digitalisation des PME belges, économie
<https://economie.fgov.be/fr/themes/entreprises/pme-et-independants-en/digitalisation-des-pme/obstacles-la-digitalisation>

Your Enterprise Architecture Practice Maturity Assessment, IRIS Business Architect

<https://biz-architect.com/your-enterprise-architecture-practice-maturity-assessment-2021-survey-highlights/>

7. Annexes

Annexe 1- Acronymes

ADM Architecture Development Method

AE Architecture d'entreprise

BPMN Business Process Model and Notation

CDO Chief Digital Officer

CEO Chief Executive Officer

CIO Chief Information Officer

EAA Enterprise Architecture Artifacts

EAP Enterprise Architecture Planning

EAM Enterprise Architecture Management

ICT Information and Communication Technology

IT Information Technology

RASCI Responsible Accountable Support Informed Consulted

SWOT Strengths Weaknesses Opportunities Threats

TIC Technology Information communication

TN Transformation Numérique

TOGAF The Open Group Architecture Framework

UML Unified Modeling Language

Annexe 2- Compléments sur l'état de l'art

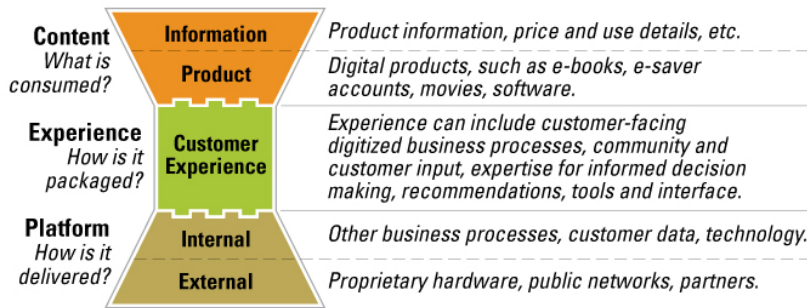


Figure A.2.1 : Les trois composants d'un modèle d'entreprise numérique

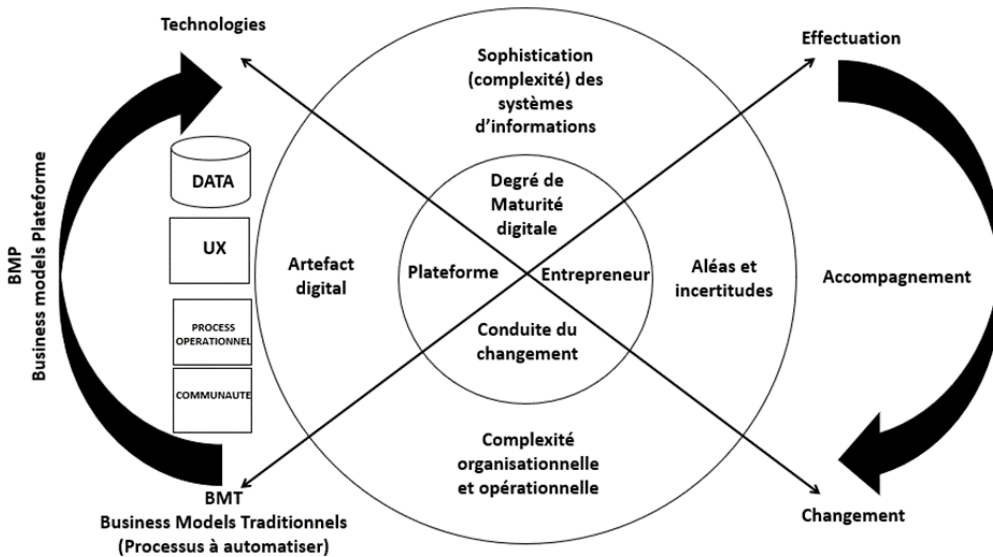


Figure A.2.2 : Le Business Model Digital Dynamique (BMD²)

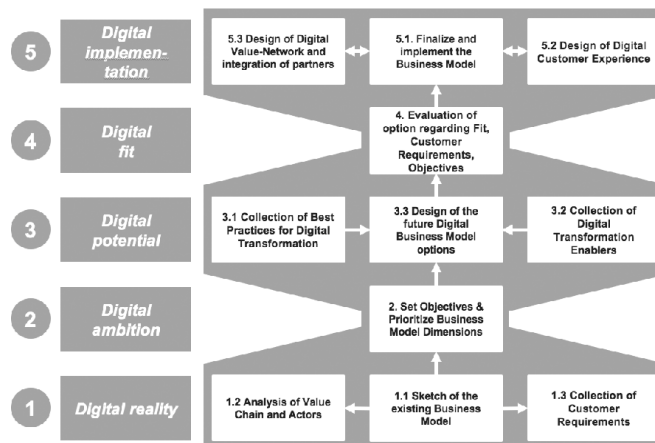


Figure A.2.3 : feuille de route pour la TD (Schallmo, 2016, p. 23).

Présentation détaillée des modèles de maturité

Cette annexe présente une analyse approfondie de chaque modèle de maturité, fournissant des explications détaillées sur les dimensions spécifiques, les niveaux de maturité numérique, et les caractéristiques du stade de maturité. Les modèles examinés comprennent le Digi Score, le modèle de maturité numérique de Deloitte, le modèle de maturité numérique 4.0 de Forrester, le modèle MIT/Capgemini, et le Digital Performance Model du Hub Institute.

Le DigiScore, conçu par l'ADN, constitue un outil en ligne gratuit accessible à toutes les entreprises wallonnes, incluant les PME et les TPE, soit en accès direct, soit par l'intermédiaire des acteurs de développement économique qui les accompagnent. Cet outil se concentre sur quatre axes majeurs : l'infrastructure, l'organisation, les processus et les stratégies. Il offre une évaluation approfondie de la maturité numérique des entreprises à travers ces quatre niveaux. L'axe "infrastructure" mesure la présence et l'utilisation des outils technologiques numériques, incluant l'adoption des technologies émergentes, l'accès à Internet, et l'utilisation du cloud, entre autres. L'axe "organisation" évalue la dimension humaine de la digitalisation, notamment la gestion de projets, l'implication du management et l'impact des technologies sur les pratiques professionnelles, englobant la transformation de la culture d'entreprise et la mise en œuvre des nouveaux modes d'organisation du travail et de communication par le numérique. L'axe "processus" examine l'intégration des technologies numériques pour optimiser les processus de travail, la centralisation des données et la fluidité de la communication, couvrant l'automatisation des flux d'information et des processus métiers, ainsi que les liaisons entre le back et le front office. Enfin, l'axe "stratégies" met en évidence l'intégration croissante des technologies numériques dans les stratégies commerciales et environnementales des entreprises, englobant l'utilisation des technologies et services numériques pour développer et transformer les produits et services de l'entreprise, jusqu'à la transformation complète du business modèle.

Le modèle de maturité numérique de Deloitte, un standard industriel, évalue la maturité des entreprises à travers cinq dimensions clés : le client, la stratégie, la technologie, les opérations, et l'organisation et la culture. La dimension "client" met l'accent sur l'amélioration de l'expérience client, l'engagement, l'analyse du comportement et l'établissement de la confiance numérique. La "stratégie", dimension cruciale, vise l'avantage concurrentiel grâce à des initiatives numériques et une stratégie globale dans des domaines tels que la gestion de la marque et des parties prenantes. La dimension "technologique" concerne la maîtrise de la méthodologie numérique, facilitant la création, le traitement, la sécurisation et le stockage des données pour répondre aux besoins des clients à faible coût. Les "opérations" déploient des processus numériques pour stimuler la gestion stratégique avec des sous-dimensions telles que la gestion agile de la chaîne et l'automatisation des normes. Enfin, "l'organisation et la culture" se concentre sur le développement d'une culture organisationnelle avec des processus de gouvernance et de gestion des talents. Cela soutient la progression le long de la courbe de maturité numérique, offrant la flexibilité nécessaire pour

atteindre les objectifs de croissance et d'innovation. Ce modèle propose une évaluation détaillée de la maturité numérique des entreprises, en distinguant cinq niveaux, de l'Initiation aux Leaders. Le niveau "Initiation" indique que les organisations débutent dans l'assimilation des activités numériques, tandis que le niveau "Émergence" témoigne d'une intégration plus avancée dans les opérations quotidiennes. Au stade "Performant", les organisations ont défini des objectifs clairs et mis en œuvre l'agilité. Le niveau "Progresser" nécessite une expansion des plans pour introduire des idées novatrices, tandis que le niveau "Leader" positionne les organisations en tant que leaders d'opinion dans leur domaine. Une fois que le niveau de maturité a été déterminé, le modèle propose une gamme complète de capacités, ce qui permet de prioriser les domaines d'intervention. En cas de classement au niveau "Exécuter", indiquant une maturité numérique avancée, les organisations excellent dans la protection des données et la gestion des identités. Elles favorisent la mise en œuvre de changements organisationnels pour une agilité commerciale durable.

Le modèle de maturité numérique 4.0 de Forrester englobe quatre dimensions clés : Culture, Technologie, Organisation et Connaissances. La dimension "Culture" reflète l'orientation de l'organisation envers le progrès numérique, soulignant la nécessité d'équiper les employés de compétences numériques et de leur fournir des formations appropriées. La dimension "Technologie" met l'accent sur l'adoption de technologies émergentes et avancées. "Organisation" concerne les actions entreprises pour soutenir la gouvernance, la stratégie numérique et l'exécution. Enfin, la dimension "Perspectives" évalue comment une organisation utilise les informations sur les entreprises et les clients pour mesurer ses performances dans divers domaines. Ce modèle guide les entreprises dans leur progression vers la maturité numérique en abordant ces dimensions cruciales. Il catégorise les entreprises en quatre segments de maturité : Sceptiques, Adoptants, Collaborateurs et Différenciateurs. "Les Sceptiques", au niveau 1, sont des grandes entreprises de services financiers, du secteur public et des télécommunications, peu actives sur le plan technologique, avec une stratégie numérique floue et un manque de compétences en marketing numérique. "Les Adoptants", au niveau 2, ont pris des mesures pour déployer le marketing numérique, mais ont un budget logiciel limité, externalisent souvent leurs services numériques et font face à des problèmes de protection de la vie privée et de sécurité des données. "Les Collaborateurs", au niveau 3, sont enclins à collaborer internement et externement, axés sur l'interaction client, adoptant l'analyse des données et disposant d'une main-d'œuvre qualifiée. "Les Différenciateurs", au niveau 4, affichent une forte croissance, priorisent le marketing critique, la surveillance et le traitement des données en temps réel, et déploient des prouesses en commerce électronique et marketing numérique pour améliorer l'expérience client. Les Différenciateurs, représentant les entreprises avancées, se distinguent par leur excellence en marketing et e-commerce, leur objectif d'intégration physique-numérique, leur penchant pour l'analyse en temps réel, l'expansion de leur expertise, et l'unification des aspects commerciaux et technologiques. Une approche quantitative est adoptée pour évaluer le niveau de maturité numérique, déterminant ainsi le positionnement de l'entreprise dans la matrice.

Le modèle MIT/Capgemini se concentre sur quatre dimensions spécifiques : les actifs stratégiques, les opérations internes, les capacités numériques. L'évaluation du niveau de maturité numérique selon le modèle MIT/Capgemini divise les entreprises en quatre catégories distinctes. “Les Débutants, étant au début de leur parcours de transformation numérique, utilisent des moyens numériques traditionnels, mais ne tirent pas pleinement parti des opportunités offertes. “Les Fashionistas ont dépassé la phase expérimentale en déployant diverses technologies, mais peuvent manquer d'expertise en gestion nécessaire pour une stratégie de transformation numérique cohérente. “Les Conservateurs, bien informés des perspectives des services basés sur les technologies de l'information, gèrent efficacement ces avancées mais restent méfiants envers les nouvelles technologies. Enfin, les “Digiratis”, le groupe le plus mature numériquement, ont adopté les dernières technologies numériques et opèrent avec une vision et une culture numérique audacieuses, leur conférant un avantage concurrentiel significatif. Les Digiratis se démarquent en créant une valeur numérique grâce à une vision partagée, une gouvernance attentive, des investissements judicieux, une culture numérique adaptable et une amélioration continue de leur avantage concurrentiel.

Le modèle Digital Performance du Hub Institute se compose de six dimensions essentielles : le leadership, la culture et l'organisation, la technologie, la gestion des données, le système de mesure et l'expérience client. La dimension leadership se définit par le processus qu'une personne utilise pour guider un groupe vers une vision commune. La culture organisationnelle caractérise l'approche unique de l'entreprise pour résoudre les problèmes, distinguant ses valeurs et sa réaction aux situations courantes. Les technologies englobent les techniques, compétences, méthodes et procédés utilisés dans la production de biens ou de services. La gestion des données représente les activités visant à acquérir, contrôler, protéger, livrer et améliorer la qualité des données et de l'actif informationnel de l'entreprise. L'expérience client comprend les efforts visant à offrir plus qu'un produit, notamment dans la conception, les services associés et la communication tout au long du cycle de vie du produit. L'évaluation des différents niveaux de maturité a été réalisée à l'aide d'une échelle du CEFRIO (2016). Au niveau 0, l'absence de pratique d'affaires est constatée. Au niveau 1, les processus sont partiellement soutenus par des outils tels qu'Excel. Au niveau 2, les processus sont soutenus par plusieurs outils, mais non intégrés. Au niveau 3, les processus sont soutenus par un progiciel intégré ou des solutions interconnectées. Enfin, au niveau 4, l'usage des données en temps réel dans les décisions et automatisations est atteint, représentant le stade de maturité numérique

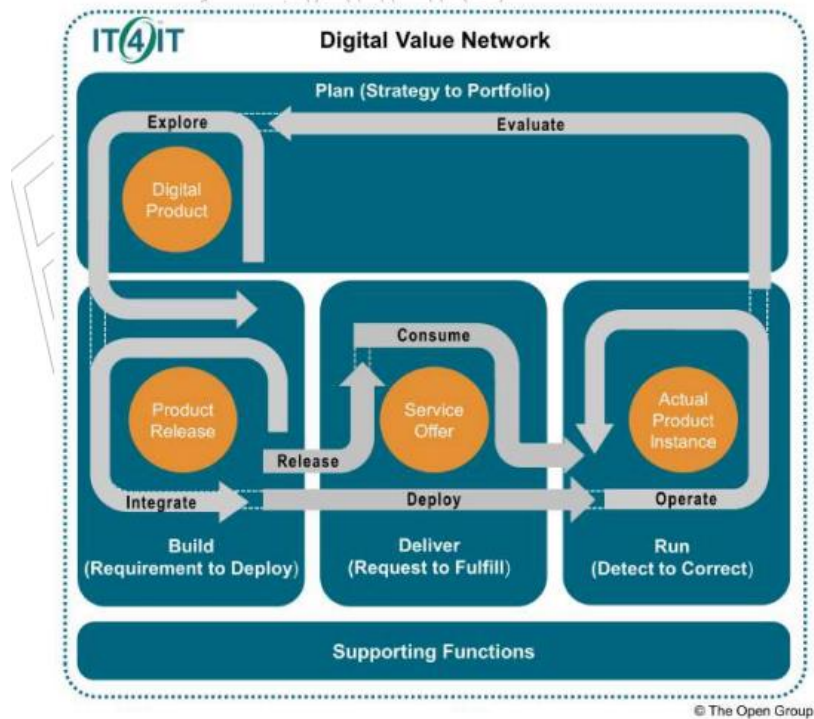


Figure A.2.4 : Le flux de valeur IT4IT

La figure A.2.4 présente de manière détaillée le flux de valeur IT4IT, décrivant comment une organisation génère de la valeur grâce à ses produits numériques.

Les sept flux de valeur comprennent l'évaluation, l'exploration, l'intégration, le déploiement, la publication, la consommation et l'exploitation. Tout d'abord, la chaîne de valeur Explore cherche en permanence de nouvelles fonctionnalités alignées sur la stratégie et les besoins de l'entreprise, favorisant l'innovation et optimisant les résultats commerciaux. Ensuite, la chaîne de valeur Integrate conçoit et crée constamment de nouvelles versions de produits, les préparant à être déployées sur le marché ou en interne, couvrant le développement logiciel, l'infrastructure et les services. La chaîne de valeur Deploy déploie une version du produit dans l'environnement de production, avec diverses stratégies de déploiement. La chaîne de valeur Release fournit des offres de services numériques aux consommateurs, représentant de nouvelles instances de produits ou des modifications, définissant l'abonnement et les interactions via des portails en libre-service ou des API. La chaîne de valeur Consume est activée lorsqu'un acteur accepte une offre de service, orchestrant les actions nécessaires pour garantir la livraison du produit numérique selon les conditions convenues. Enfin, la chaîne de valeur Operate gère les opérations continues d'une instance déployée, assurant la disponibilité et les performances tout en traitant la conformité et la sécurité.

	TOGAF	Zachman	COBIT	IT4IT
Dernière version	TOGAF 9.2	Zachman 3.0	5	IT4IT 3.0
Auteur	Open Group	John Zachman	L'ISACA	Open Group
Notation /modèle	Utilise des notations comme Archimate	Structure basée sur une matrice 6x6	Cadre de référence basé sur cinq principes clé de gouvernance/gestion IT	Cadre d'architecture de référence
Objectif	Simplifier la création d'architecture d'entreprise		Optimiser la gouvernance et la technologie de l'information pour aider les entreprises à atteindre leurs objectifs en équilibrant gains, risques et ressources technologiques.	Améliorer l'efficacité et d'optimiser les performances commerciales.
Cible	Grande entreprise	Non spécifié	Entreprises de toute taille (commerciales, asbl, secteur public...)	Non spécifié
Domaine d'application	-Architecture d'entreprise/ des SI -Transformation numérique -Gouvernance informatique -Gestion du changement	L'architecture des produits industriels tels que les bâtiments, les avions, les locomotives, les ordinateurs, etc.	Divers secteurs tels que les affaires, l'informatique, la gestion des risques, la sécurité et l'assurance	Gestion de produit numérique
Lien avec la transformation numérique	- Crée une vue complète d'une entreprise. - Organise les échanges à tous les niveaux de l'entreprise concernant la stratégie commerciale, la fourniture informatique, la gouvernance et la numérisation.	Facilite la compréhension globale de l'entreprise, aligne les stratégies informatiques sur les objectifs commerciaux, favorise la communication interne et améliore la prise de décision en matière d'investissements et de changements architecturaux. ¹	Aligne stratégiquement les technologies de l'information, en renforçant la gouvernance, en gérant les risques et en optimisant la création de valeur	Favorise l'innovation, optimise les résultats commerciaux, gère l'évolution des produits, et assure la disponibilité et la sécurité des produits numériques.

Tableau A.2.1: comparaison des cadres d'architecture d'entreprise

¹ <https://fourweekmba.com/fr/cadre-Zachman/>

Annexe 3- Questionnaire

Questionnaire - Mémoire : l'évaluation de l'architecture de l'entreprise en soutien à la transformation numérique

Bonjour

Je suis étudiante en master 2 en sciences de gestion à l'université de Namur.

Dans le cadre de mon mémoire, je m'intéresse à la transformation numérique des entreprises et plus particulièrement aux apports ou freins liés à la mise en œuvre de bonnes méthodes et outils d'architecture d'entreprise.

En termes simples, l'architecture d'entreprise, c'est la manière de bien organiser et structurer tout ce qui se passe dans une entreprise pour qu'elle fonctionne de manière fluide et accomplisse continuellement ses objectifs en mettant en œuvre des phases de transformations. Ca recouvre notamment des activités de décision stratégique, de gestion des processus, de l'infrastructure informatique logicielle et matérielle ainsi que la gestion du changement.

L'objectif de ce questionnaire est de récolter des données pour mieux comprendre comment soutenir la transformation digitale via de bonnes méthodes d'architecture d'entreprise en tenant compte du contexte, en particulier des plus petites structures (PME) qui sont largement majoritaires en Wallonie.

Le questionnaire vous prendra environ 15 minutes. Les réponses seront anonymes.

Merci pour votre temps !

Caractéristiques de l'entreprise

1. Quel est le secteur d'activité de votre entreprise ?

Marquez un seul ovale.

- Services aux entreprises
- Commerce de détail et assimilés
- Construction et travaux publics
- Agriculture et assimilés (horticulture, aquaculture,...)
- Soins de santé
- Horeca
- Immobilier
- Distribution (commerce de gros)
- Numérique et recherche
- Secteur social et associatif
- Culture et médias
- Finance (banques et assurances)
- Industrie lourde et métallurgique
- Transport et logistique
- Autre : _____

2. Quelle est la taille de votre entreprise en termes d'effectif total

Marquez un seul ovale.

- Micro-entreprise (< 10 employés)
- Petite entreprise (< 50 employés)
- Moyenne entreprise (< 250 employés)
- Grande entreprise (≥ 250 employés)

3. Depuis quand existez-vous ?
(sous une forme proche de votre organisation actuelle si la société a évolué/été rachetée etc)

Marquez un seul ovale.

- moins de 5 ans
 entre 5 et 10 ans
 plus de 10 ans

4. Quel(s) type(s) de profil(s) caractérisent le mieux votre fonction actuelle dans l'entreprise

Cochez toutes les réponses qui s'appliquent.

- CEO (direction générale)
 CIO (responsable des systèmes d'information)
 Chief Digital Officer (pilotage de la transformation numériques)
 Gestion des opérations/de portefeuille de projets
 Analyste métier
 Architecte de solutions numériques

Passez à la question 5

Transformation Numérique dans votre entreprise

La transformation Numérique (TN) peut se définir comme un changement profond du fonctionnement d'une organisation (entreprise ou institutions publique), rendu possible par les technologies numériques, et se traduisant par un modèle opérationnel et commercial fondé sur l'exploitation des données et des réseaux. A un niveau global, il en résulte un changement de paradigme des activités économiques et sociales.

5. Votre entreprise est-elle engagée dans un processus de transformation digitale ?

Marquez un seul ovale.

- Oui, avec une stratégie bien définie
 Oui mais via des projets spécifiques
 Pas encore mais envisagé
 Non

6. Sur quoi porte les activités de transformations numérique et à quel stade de réalisation

Marquez un seul ovale par ligne.

	Déjà réalisé	En cours	Envisagé
Un ou plusieurs produit ou services numérique (ex. produit connecté, application mobile)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Les canaux de communication avec les clients (ex. réseau sociaux, site web, ecommerce,...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Les canaux de communication avec les partenaires (ex. commande, facturation)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
L'organisation interne des opérations (CRM, ERP, BI, automatisation)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Quelles pratiques sont mises en oeuvre afin de soutenir la transformation numérique ?

Cochez toutes les réponses qui s'appliquent.

- business modèle digital, veille technologique et/ou audit des pratiques
- formation au numérique, pratiques agiles, projet innovant transverse, accompagnement au changement
- collecte de données, data mining, business intelligence
- modernisation de l'IT, architecture numérique globale, maîtrise des outils numériques, cybersécurité
- e-commerce, suivi e-reputation, co-crédation des produits/services

8. Quelles ont été les principales difficultés/freins que vous avez rencontrés lors de l'adoption de technologies digitales ?

Cochez toutes les réponses qui s'appliquent.

- Coût des équipements numériques/logiciels
- Manque de compétences en matière de numérique
- Résistance au changement, aversion au risque
- Complexité de mise en oeuvre
- Rapidité d'évolution des technologies numérique
- Sécurité et confidentialité

9. Quelles ont été les principaux leviers que vous avez pu mobiliser pour favoriser l'adoption de technologies digitales ?

Cochez toutes les réponses qui s'appliquent.

- Bonne culture et adoption interne du numérique
- Compréhension et conduite d'une stratégie numérique par le management
- Alignement avec les attentes du client concernant les produits et services
- Bonne agilité interne de l'organisation
- Bonne maîtrise des technologies

10. Selon vous à quel stade de maturité se situe cette stratégie de transformation numérique ?

Marquez un seul ovale.

- Début de réflexion stratégique
- Conception du projet ou des projets
- Mise en œuvre opérationnelle des plans d'actions
- Evaluation des bénéfices du ou des projets de transformation numérique
- Je ne sais pas
- Autre : _____

Passez à la question 11

Votre familiarité avec l'architecture d'entreprise

L'architecture d'entreprise, c'est la manière de bien organiser et structurer tout ce qui se passe dans une entreprise pour qu'elle fonctionne de manière fluide et accomplisse continuellement ses objectifs en mettant en œuvre des phases de transformations. Cela recouvre notamment des activités de décision stratégique, de gestion des processus, de l'infrastructure informatique logicielle et matérielle ainsi que la gestion du changement.

11. Connaissez vous un ou plusieurs des cadres d'architecture d'entreprise suivants ?

Cochez toutes les réponses qui s'appliquent.

- COBIT
- TOGAF
- Zachman
- IT4IT
- Autre : _____

12. Quels sont les objectifs qui vous intéressent dans la mise en oeuvre d'une architecture de l'entreprise ?

Cochez toutes les réponses qui s'appliquent.

- Informer pour aider à la prise de décision
- Aider à la mise en place de feuille de route de l'évolution des systèmes d'information
- Aligner les technologies de l'information sur les besoins et le métier de l'entreprise
- Inventorier tout l'existant (processus, données, capacités, infrastructure)
- Autre : _____

13. Quelles types d'activités réalisez-vous dans le cadre de votre pratique de l'architecture d'entreprise ? (y compris éventuellement dans un cadre d'une transformation digitale)

Cochez toutes les réponses qui s'appliquent.

- Définition des modèles d'affaires, des processus opérationnels, des relations avec les clients, et des stratégies commerciales
- Conception des systèmes informatiques et des applications logicielles
- Gestion des données et des informations au sein de l'entreprise
- Conception de l'infrastructure technologique de l'entreprise
- Autre : _____

14. Comment l'organisation soutient-elle l'utilisation de l'architecture d'entreprise ?

Marquez un seul ovale.

- Via une approche et un outil déployé globalement et systématiquement utilisé sur les projets
- Via une approche et un outil déployé utilisé sur des projets spécifiques
- Via divers moyens mobilisés ponctuellement
- Pas de manière explicite

Passez à la question 15

Mise en œuvre de l'architecture d'entreprise à la transformation digitale

Cette dernière section évalue comment des méthodes et outils d'architecture d'entreprise peuvent soutenir la transformation digitale ainsi que les difficultés liées.

15. Comment jugez-vous les moyens d'analyse suivant (tableau ou diagramme) dans le cadre d'un projet de transformation digitale ?

Marquez un seul ovale par ligne.

	je ne sais pas ce que c'est	pas intéressant	potentiellement intéressant	j'utilise déjà
Plan stratégique (numérique)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diagramme de contexte/de l'écosystème	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Analyse SWOT	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Strategy map/balanced scorecard	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Modèle des capacités	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Matrice RA(S)CI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Modèle des processus métiers (BPMN)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diagramme de l'infrastructure IT (matériel, logiciel, services)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. En matière de communication digitale, comment jugez-vous les éléments clefs suivant d'une architecture numérique ?

Marquez un seul ovale par ligne.

	Optionnel	Utile	Indispensable
Connecter les appareils, personnes, données d'une organisation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gérer la communication de manière unifiée (email, messaging, vidéo...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gérer la collaboration avec les partenaires/clients via des outils locaux/cloud	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Coordonner pour automatiser/optimiser (CRM, ERP,...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Quelles sont les raisons qui retardent ou empêchent la mise oeuvre d'outils aidant à la transformation numérique dans votre entreprise ?

Cochez toutes les réponses qui s'appliquent.

- Pas/peu d'activités de transformation numérique
- Pas de vision/soutien du management
- Manque de compétence internes
- Manque de ressources liées à la petite taille de l'entreprise (disponibilité/coût)
- Les frameworks nous semblent trop complexes
- Difficulté d'introduire de nouvelles méthodes/outils, résistance au changement
- Difficulté de mise en oeuvre technique/IT
- Mise en oeuvre jugée pas assez rentable
- Autre : _____

Merci de votre contribution

Si vous désirez être tenu au courant de l'analyse ou désirez en savoir plus, merci de nous laisser vos coordonnées email nous ne l'utiliserons que dans ce cadre. Vous pouvez aussi laisser des réflexions ci-dessous.
L'enquête reste anonyme.

18. Vos commentaires/réflexions

19. Adresse email pour suivi ultérieur

Ce contenu n'est ni rédigé, ni cautionné par Google.

Google Formulaires

Figure A.3.1 : Questionnaire

Annexe 4- Réponses collectées

Caractéristique de l'entreprise

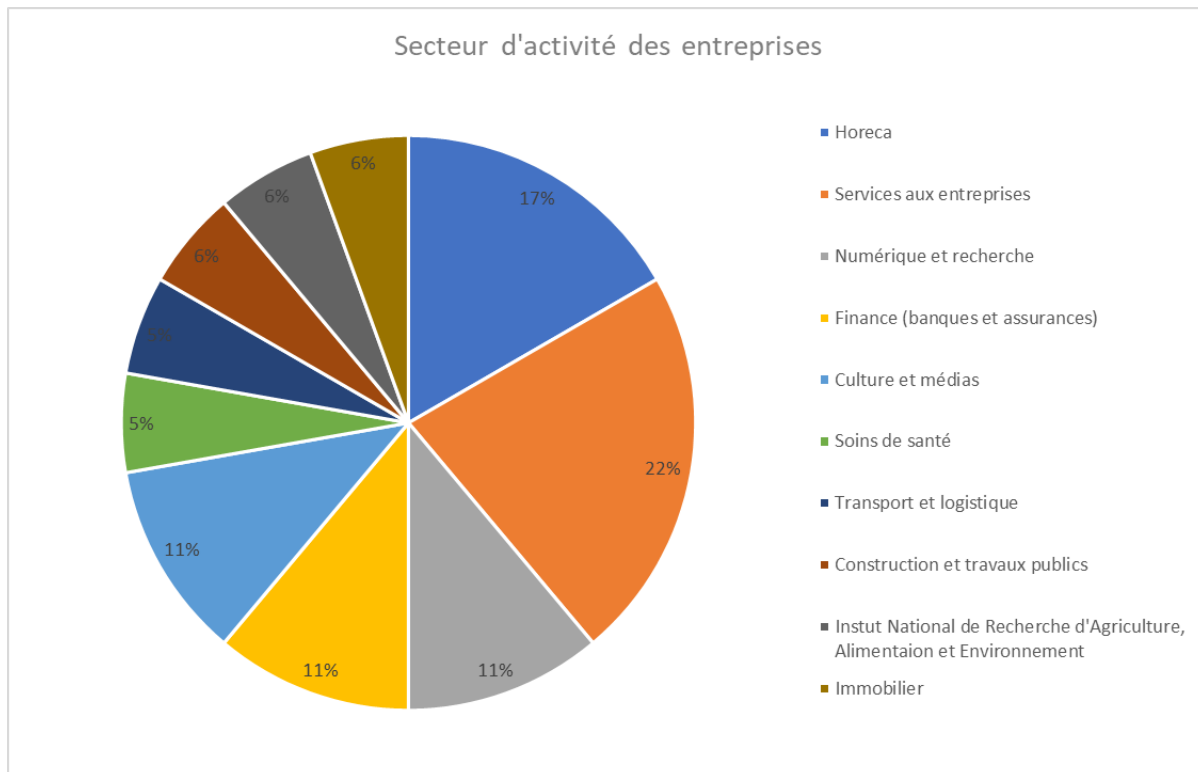


Figure A.4.1: Secteur d'activité des entreprises

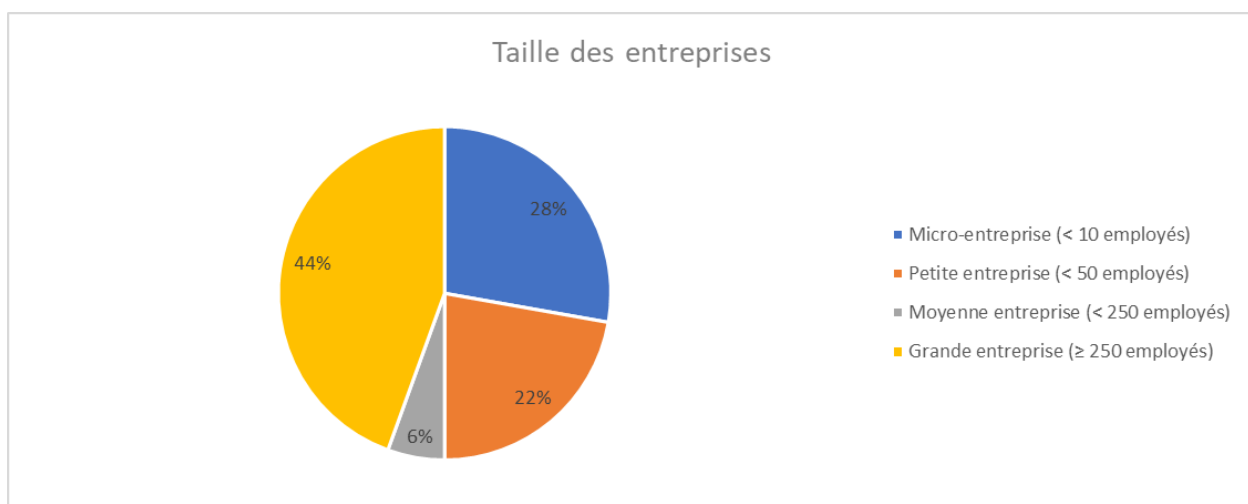


Figure A.4.2 : Taille des entreprises

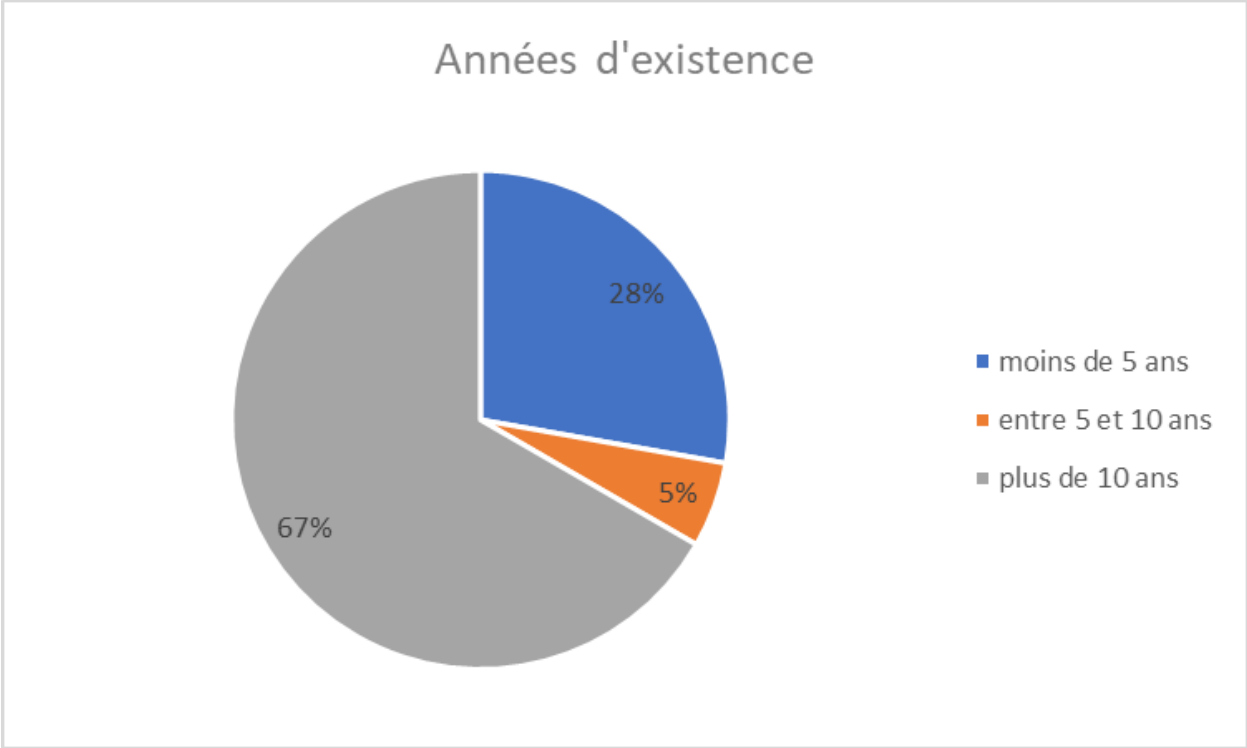


Figure A.4.3 : Années d'existence

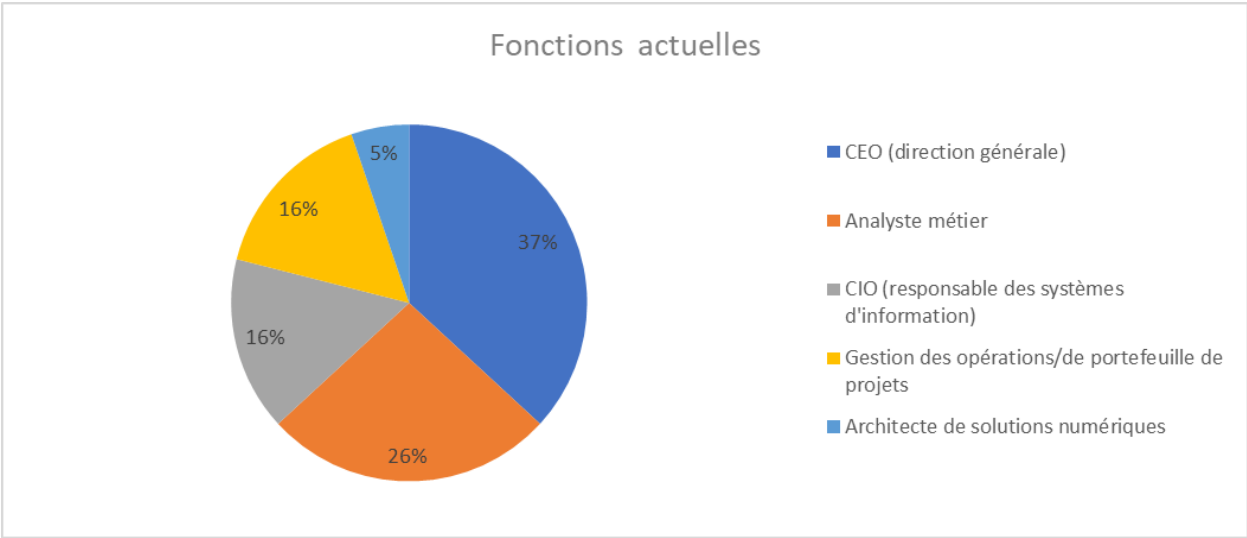


Figure A.4.4 : Fonctions actuelles

Transformation numérique

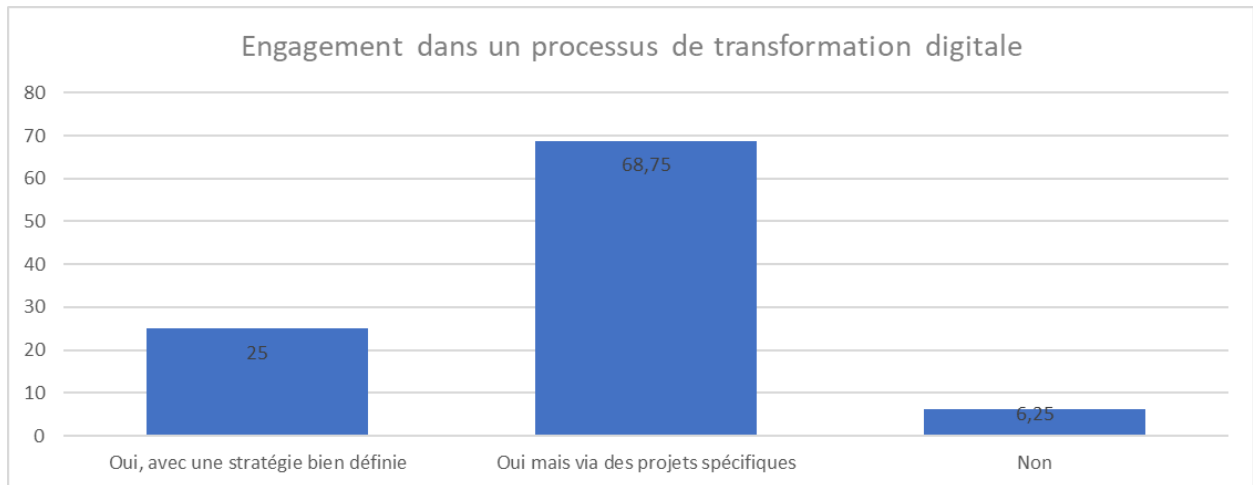


Figure A.4.5 : Engagement dans un processus de transformation digitale

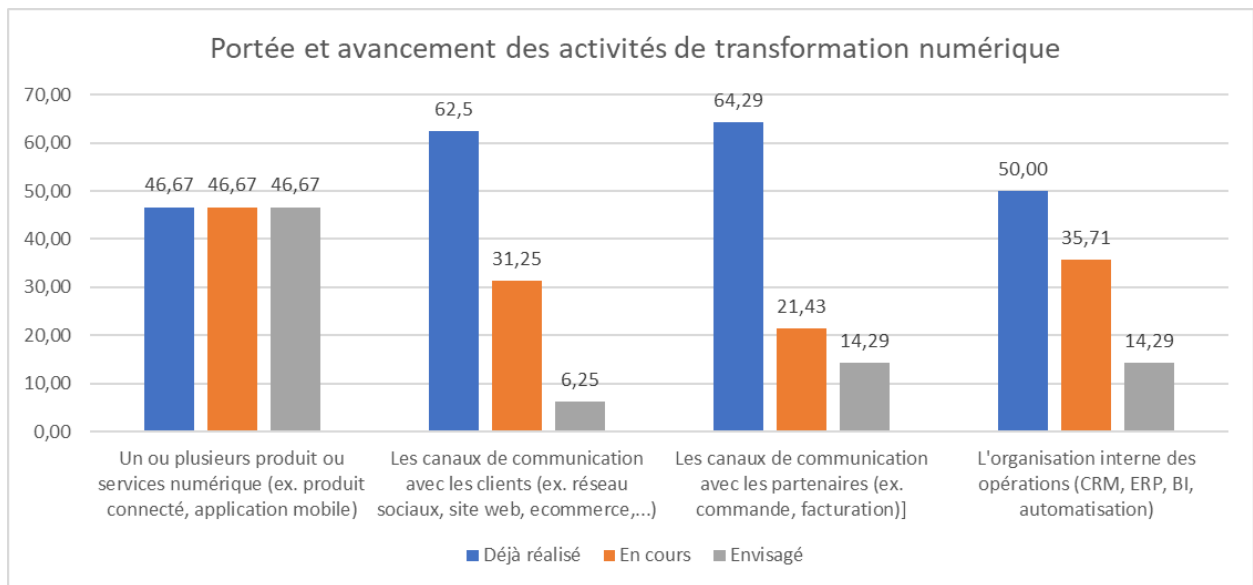


Figure A.4.6 : Portée et avancement des activités de transformation numérique

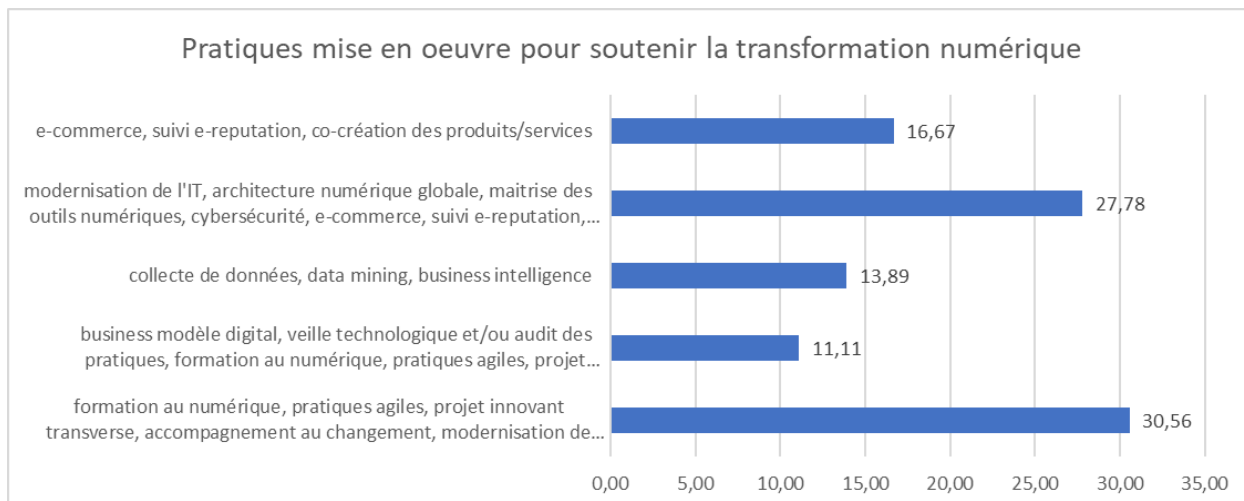


Figure A.4.7 : Pratique mise en œuvre pour soutenir la transformation numérique

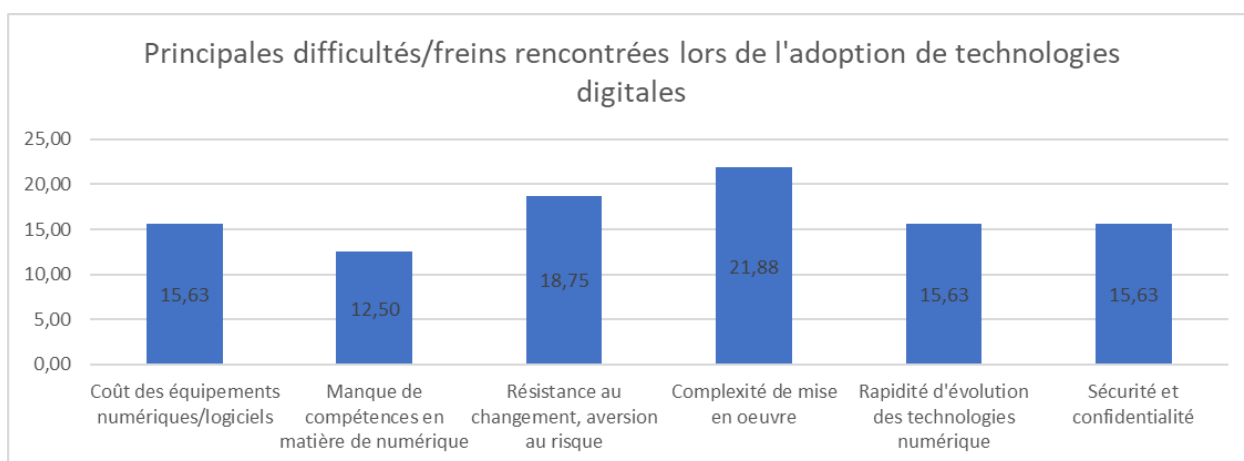


Figure A.4.8 : Principales difficultés/freins rencontrés lors de l'adoption de technologies digitales

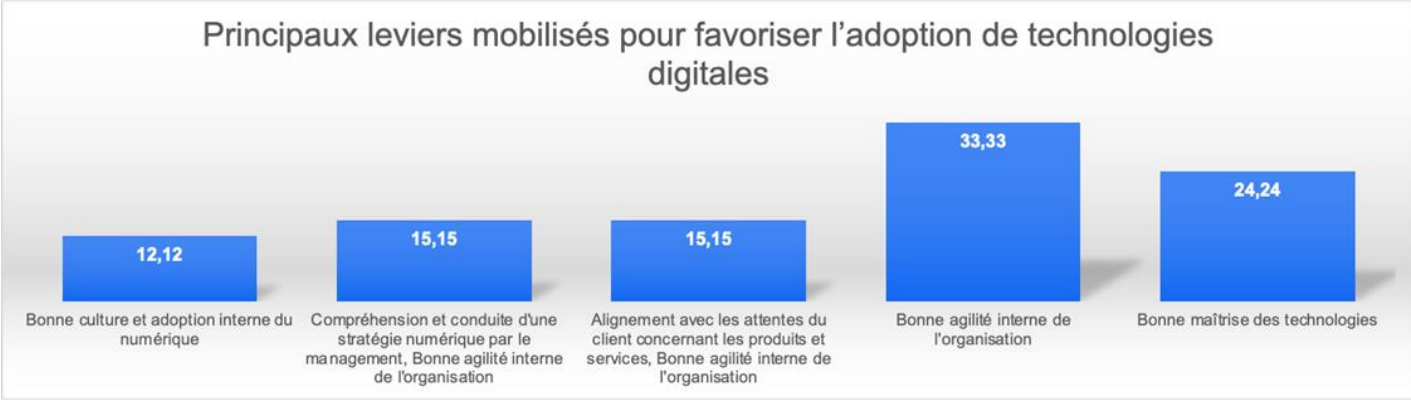


Figure A.4.9 : Principaux leviers mobilisés pour favoriser l'adoption de technologies digitales.

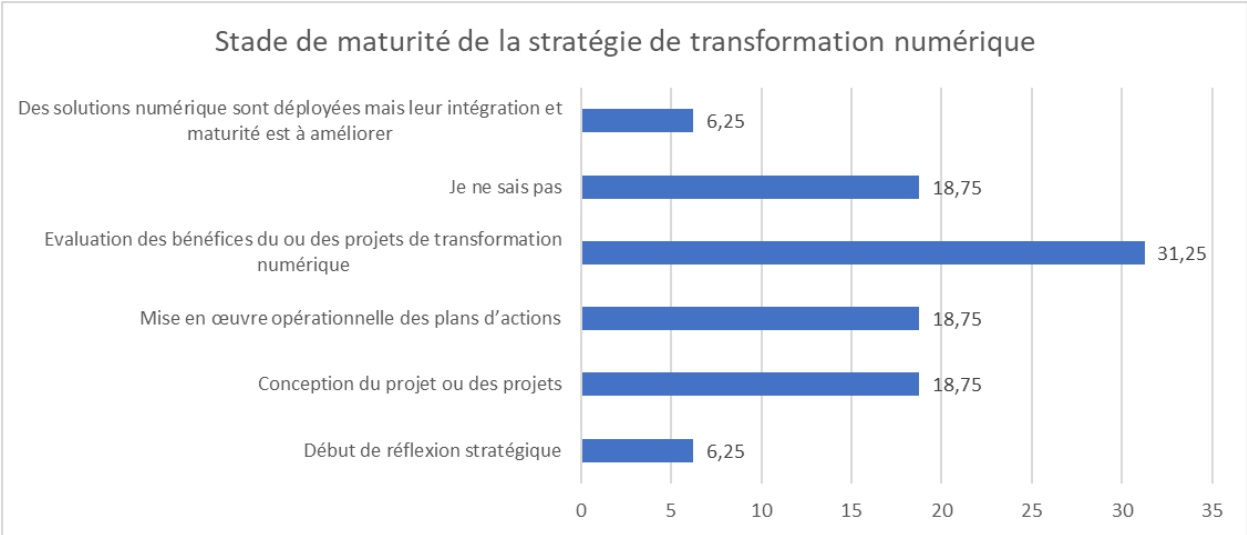


Figure A.4.10 : Stade de maturité de la stratégie de transformation numérique

Votre familiarité avec l'architecture de l'entreprise

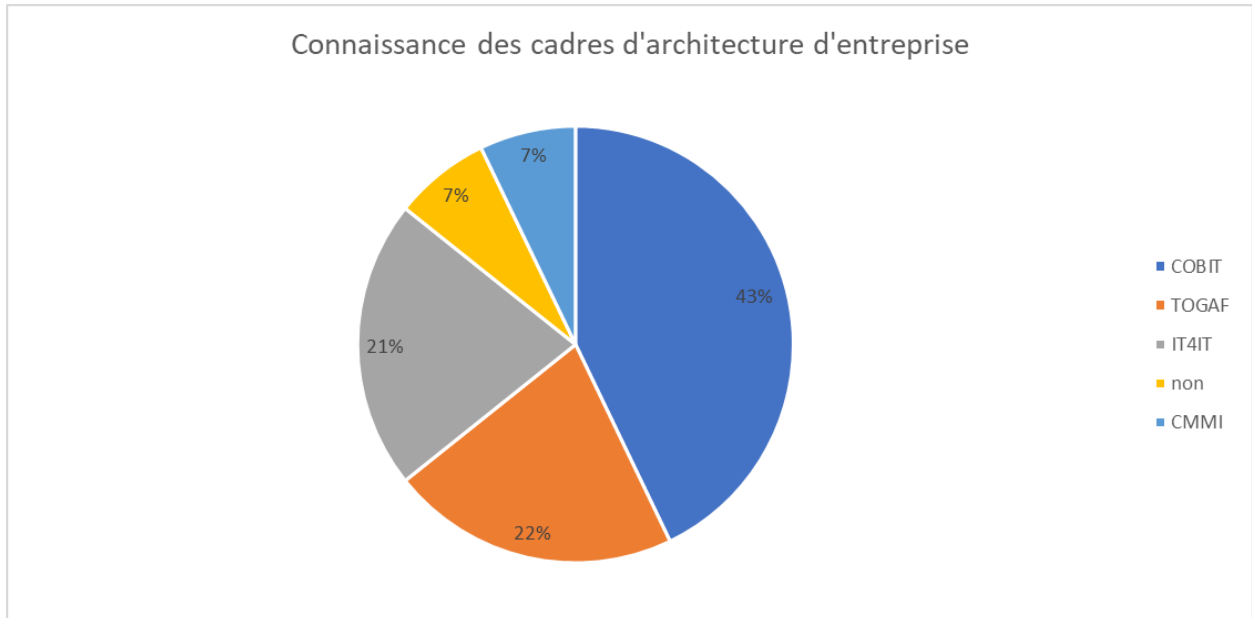


Figure A.4.11 : Connaissance des cadres d'architecture d'entreprise

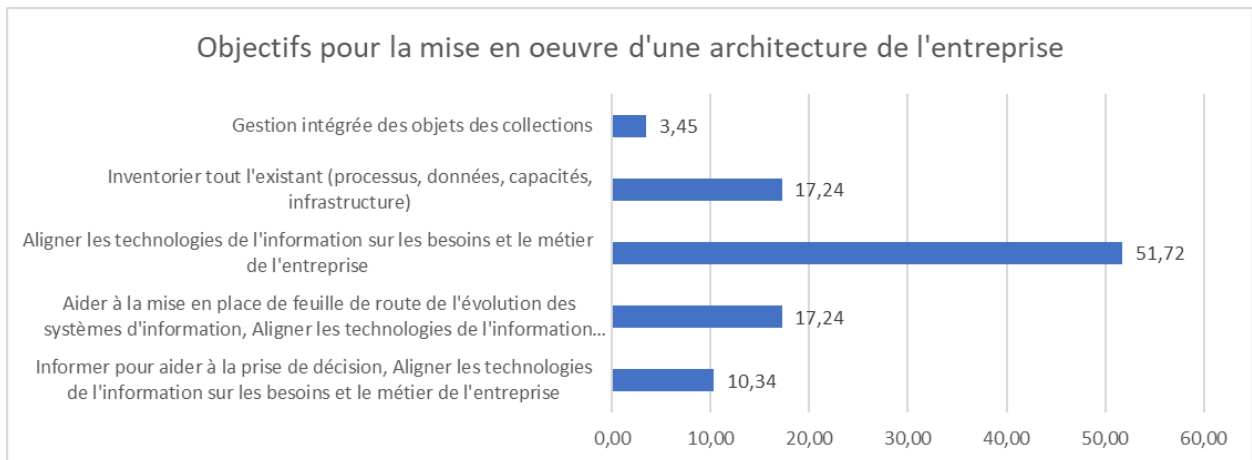


Figure A.4.12: Objectifs pour la mise en oeuvre d'une architecture d'entreprise

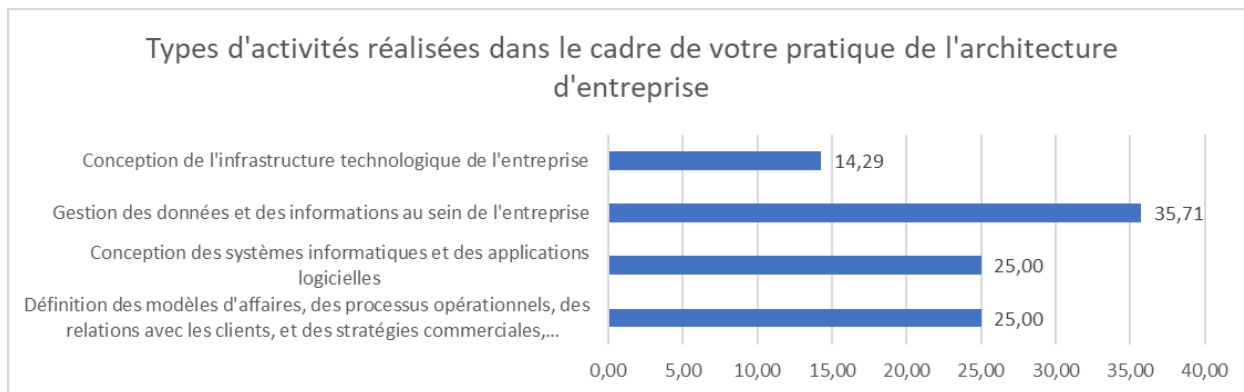


Figure A.4.13: Types d'activités réalisées dans le cadre de votre pratique de l'architecture de l'entreprise (y compris éventuellement dans un cadre d'une transformation numérique)

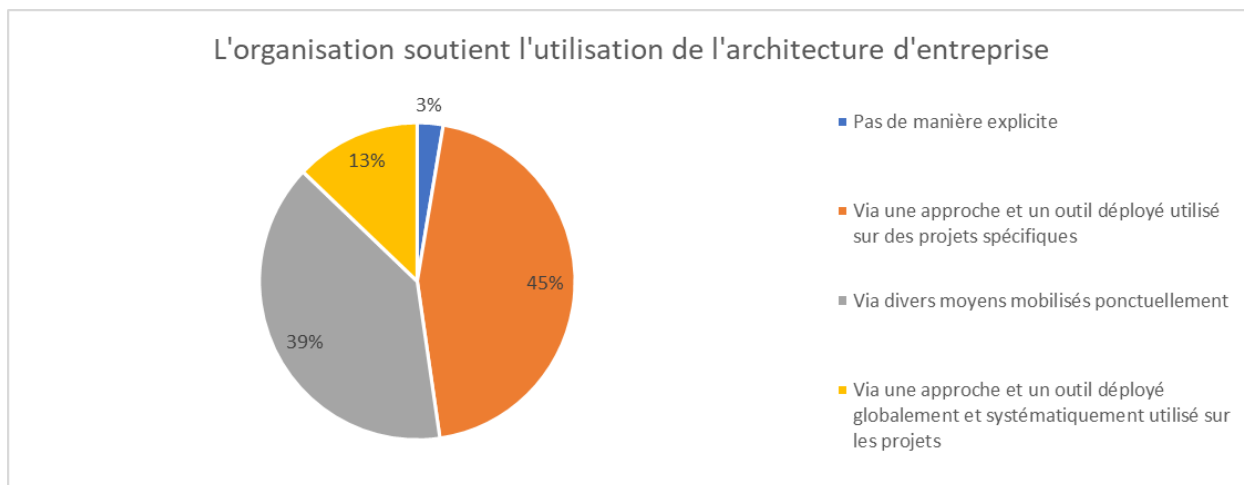


Figure A.4.14 : L'organisation soutient l'utilisation de l'architecture de l'entreprise

Mise en œuvre de l'architecture de l'entreprise à la transformation numérique

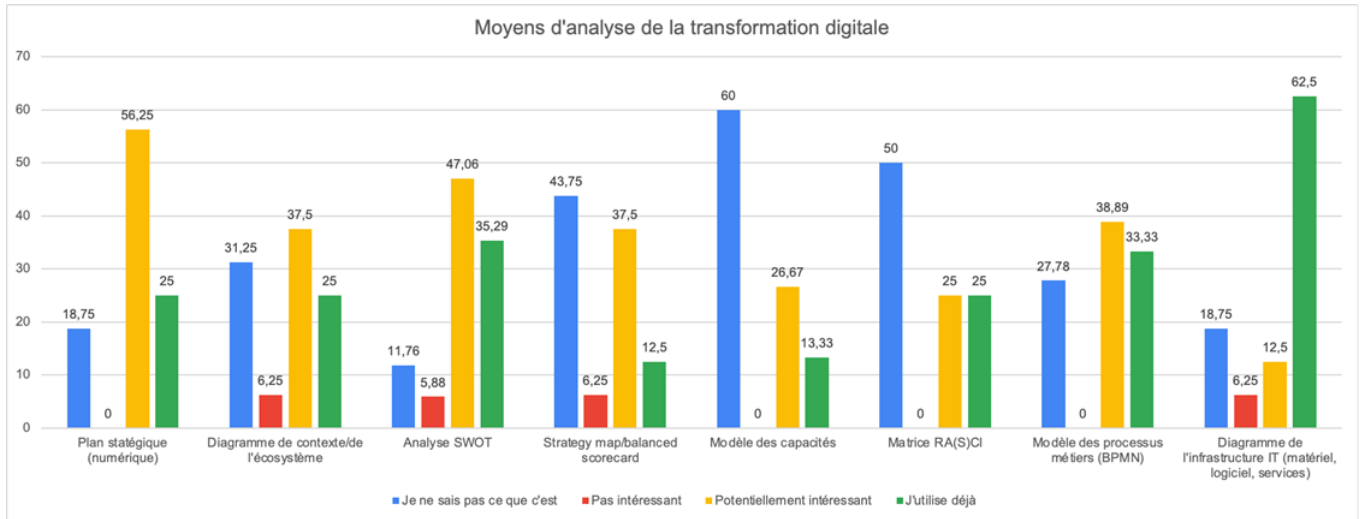


Figure A.4.15 : Moyens d'analyse dans le cadre d'un projet de transformation digitale

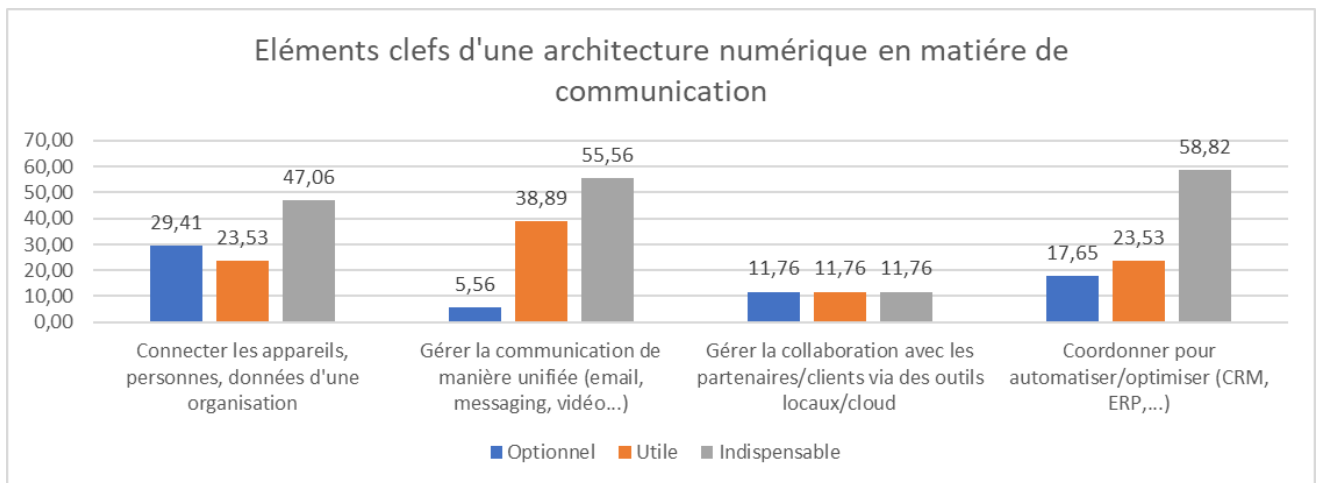


Figure A.4.16 : Éléments clefs d'une architecture numérique en matière de communication

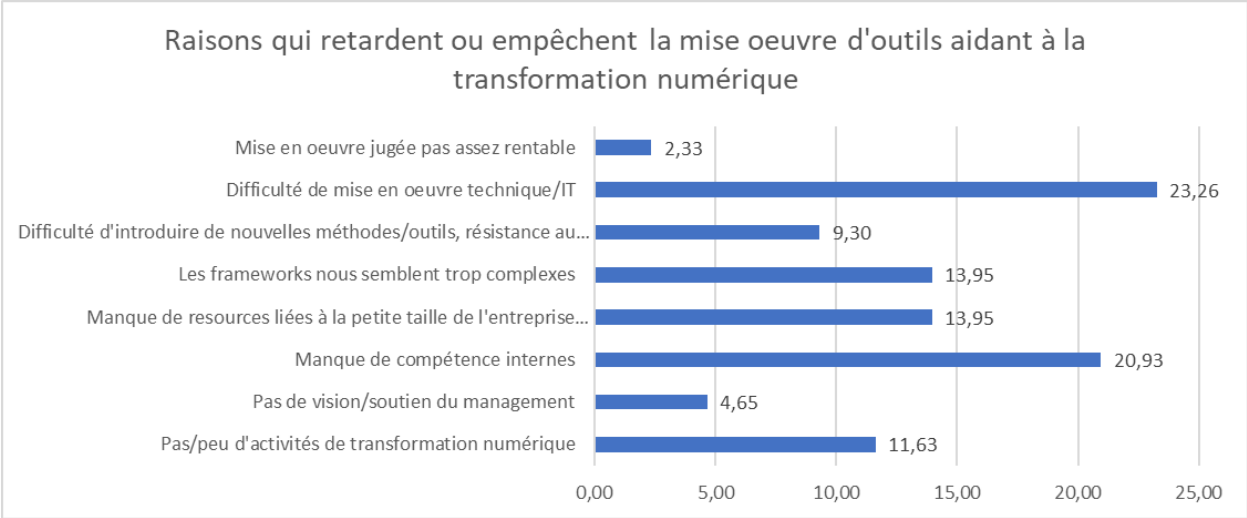


Figure A.4.17 : Raisons qui retardent ou empêchent la mise en œuvre d'outils aidant à la transformation numérique

Annexe 5- Enquêtes complémentaires

Enquête Deloitte

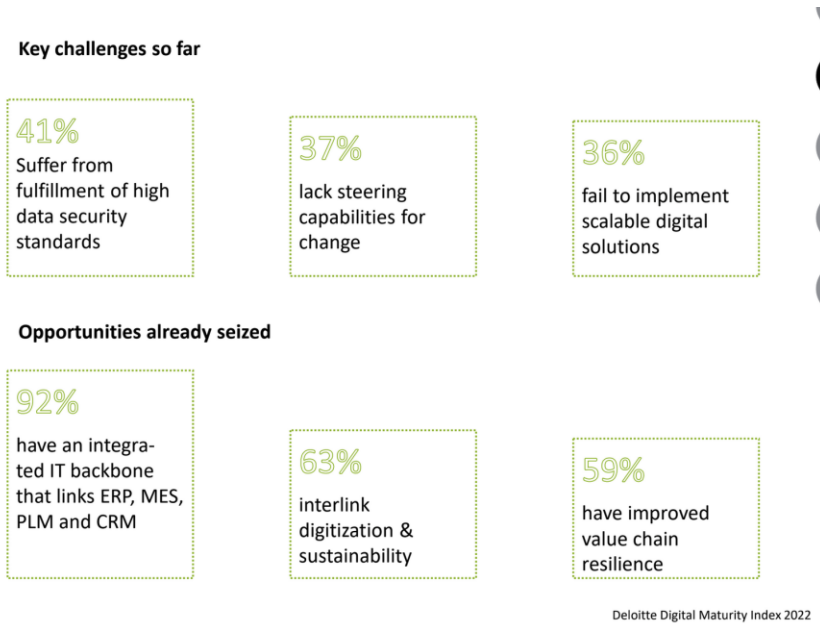


Figure A.5.1 : Les principaux défis et opportunités de la numérisation_ Deloitte Digital Maturity Index Survey 2022, page 11

Détails des calculs

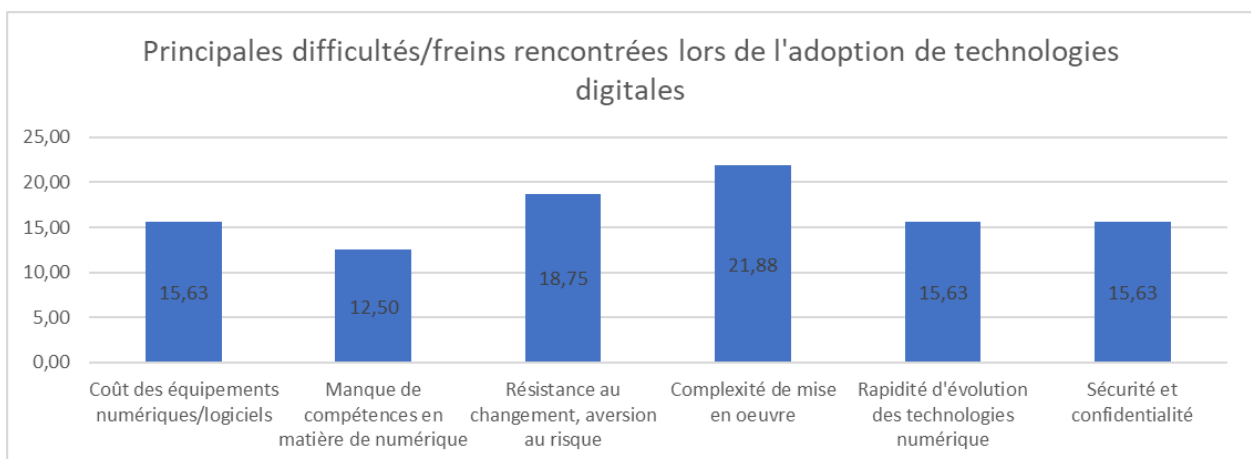


Figure A.5.2 : Principales difficultés/freins rencontrées lors de l'adoption de technologies digitales

- 2 entreprises sur 18 considèrent la sécurité et la confidentialité comme des freins à l'adoption de technologies digitales, le pourcentage correspondant peut-être calculé comme suit :

Pourcentage $\approx 11,11\%$

Ainsi, environ 11,11% des entreprises considèrent la sécurité et la confidentialité comme des freins à l'adoption de technologies digitales.

- Si 3 entreprises sur 18 considèrent que la complexité de la mise en œuvre est un frein à l'adoption de technologies digitales, le pourcentage correspondant peut-être calculer comme suit :

Pourcentage $\approx 16,67\%$

Ainsi, environ 16,67% des entreprises considèrent que la complexité de la mise en œuvre est un frein à l'adoption de technologies digitales.

- Si 3 entreprises sur 18 considèrent que la résistance au changement est un frein à l'adoption de technologies digitales, le pourcentage correspondant peut-être calculer comme suit :

Pourcentage $\approx 16,67\%$

Ainsi, environ 16,67% des entreprises considèrent que la résistance au changement est un frein à l'adoption de technologies digitales.

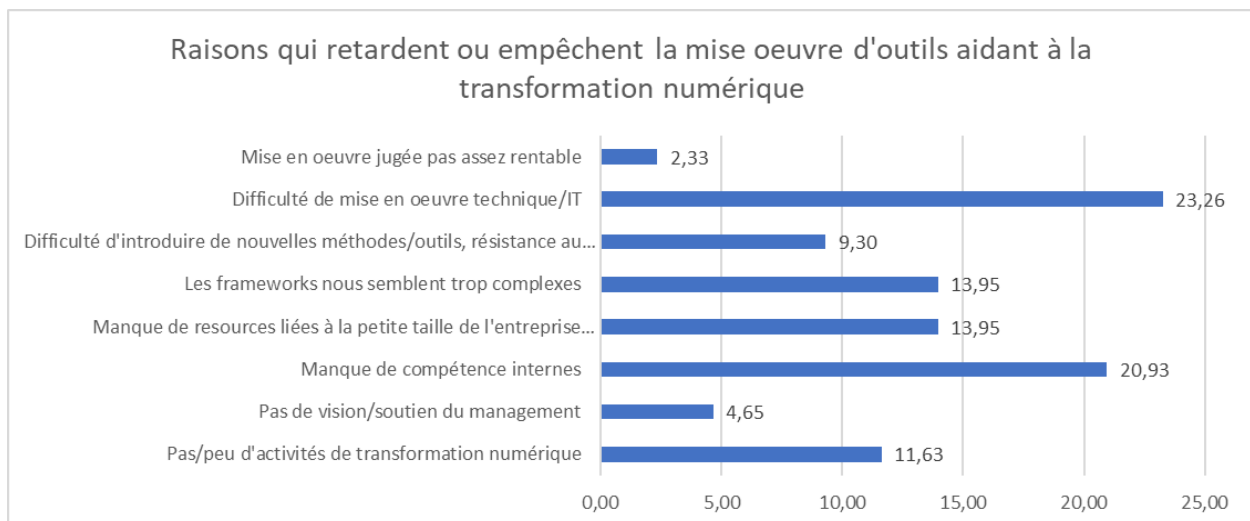


Figure A.5.3 : Raisons qui retardent ou empêchent la mise en œuvre d'outils aidant à la transformation numérique

- Si 4 entreprises sur 18 considèrent que la difficulté de mise en œuvre technique IT est une raison qui retarde la mise en œuvre d'outils aidant à la transformation numérique, le pourcentage correspondant peut-être calculer comme suit :

Pourcentage≈22,22%

Ainsi, environ 22% des entreprises considèrent la difficulté de mise en œuvre technique IT comme une raison qui retarde la mise en œuvre d'outils aidant à la transformation numérique.

Enquête sur les moyens d'analyse

Enquête Capgemini(artefacts)

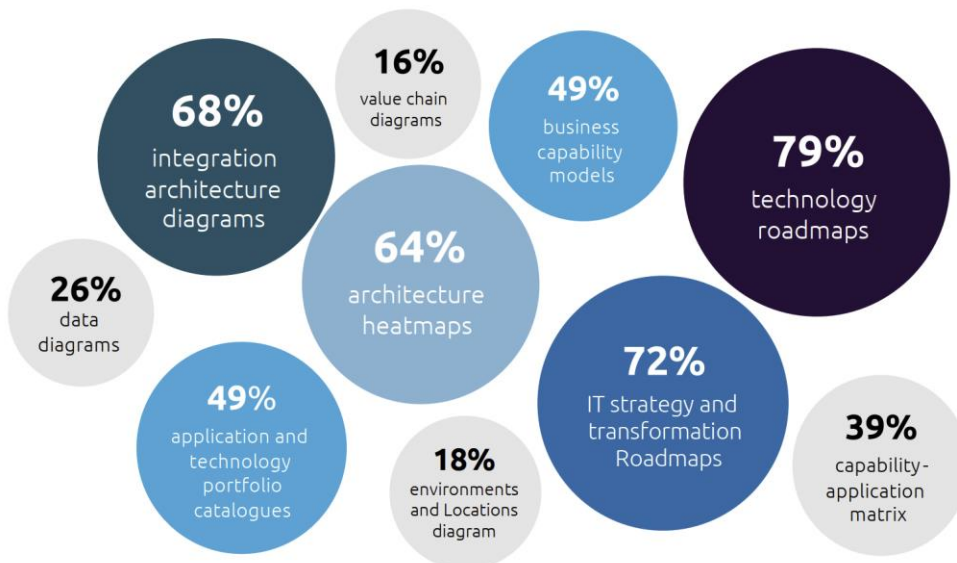


Figure A.5.4 : Principaux livrables/artefacts que les architectes d'entreprise utilisent pour soutenir la transformation et emplacements Initiatives innovantes_ Entreprise architecture as success factor in digital transformations Digital architecture study_ page 12.

La figure A.5.4 souligne l'importance des éléments d'architecture d'entreprise dans la transformation numérique. Selon le rapport de Capgemini, 68% des participants reconnaissent la valeur critique des architectes d'entreprise. Les feuilles de route technologiques et de transformation sont les principaux artefacts utilisés. Cependant, la mesure de l'impact de l'architecture d'entreprise est en retard, avec des indicateurs clés de performance mal définis et peu communiqués. Cette lacune compromet souvent la visibilité de la valeur du travail d'architecture d'entreprise dans les décisions stratégiques. Une attention particulière devrait être accordée à la définition et à la communication des indicateurs pour renforcer le rôle des architectes d'entreprise (Capgemini.,2020)

Enquête Grave

Table 2. Comparison of the preliminary conceptualized EA artifacts and the EA artifacts used in the strategy planning process for digital transformation in the case organizations

<i>Preliminary conceptualized EA artifacts</i>	<i>Alpha</i>	<i>Beta</i>	<i>Gamma</i>	<i>Delta</i>	<i>Total</i>
SWOT analysis	X	X	X	X	4
Technology and skills forecast			X		1
Business function development plan	X	X	X		3
Operating model					0
High-level operational concept					0
Impact and risk assessment		X	X	X	3
Strategic plan	X	X	X	X	4
Conceptual data model					0
Enterprise portfolio	X	X	X	X	4
Governance structure			X		1
Principles and guidelines	X	X	X	X	4
Security and privacy plan	X			X	2
Services and products overview				X	1
Stakeholder communication plan					0
Technology standards	X		X	X	3

Figure A.5.5 : Comparaison des artefacts d'EA conceptualisés à l'origine et des artefacts d'EA utilisés dans le processus de planification de la stratégie de transformation numérique dans les organisations de référence, (Frank Grave et al,2021), page 57

Autre étude de Frank Grave et al,2021

Une autre étude menée par Frank Grave et al. En 2021 résume les processus de pratique de l'architecture d'entreprise (EA) et les artefacts qu'ils produisent (voir figure 34). Ces processus incluent l'utilisation d'analyses SWOT et de prévisions technologiques pour détecter les perturbations et ajuster la stratégie de transformation digitale (DT) dans le cadre du processus de planification stratégique. La stratégie de DT comprend un plan stratégique, un concept opérationnel de haut niveau, et un plan de développement des fonctions de l'entreprise. Une évaluation de l'impact et du risque des initiatives de transformation digitale est également effectuée pour rendre explicites les implications. Les artefacts résultant de la création ou de l'ajustement de la stratégie de DT guident les développeurs en fournissant des limites et des données pour le processus de conceptualisation de la DT. Ces artefacts facilitent la prise de décision distribuée, favorisent l'alignement entre les équipes de développement, fournissent des meilleures pratiques, aident à gérer la complexité du paysage informatique, définissent la structure de gouvernance, garantissent l'utilisation à l'échelle de l'entreprise des bonnes définitions de données, fournissent des règles de sécurité et de confidentialité, informent sur la propriété des services et des produits, et constituent une boîte à outils pour les développeurs. Le plan de communication avec les parties prenantes permet d'impliquer les bonnes parties prenantes au bon moment.

Enquête de Beirnaert

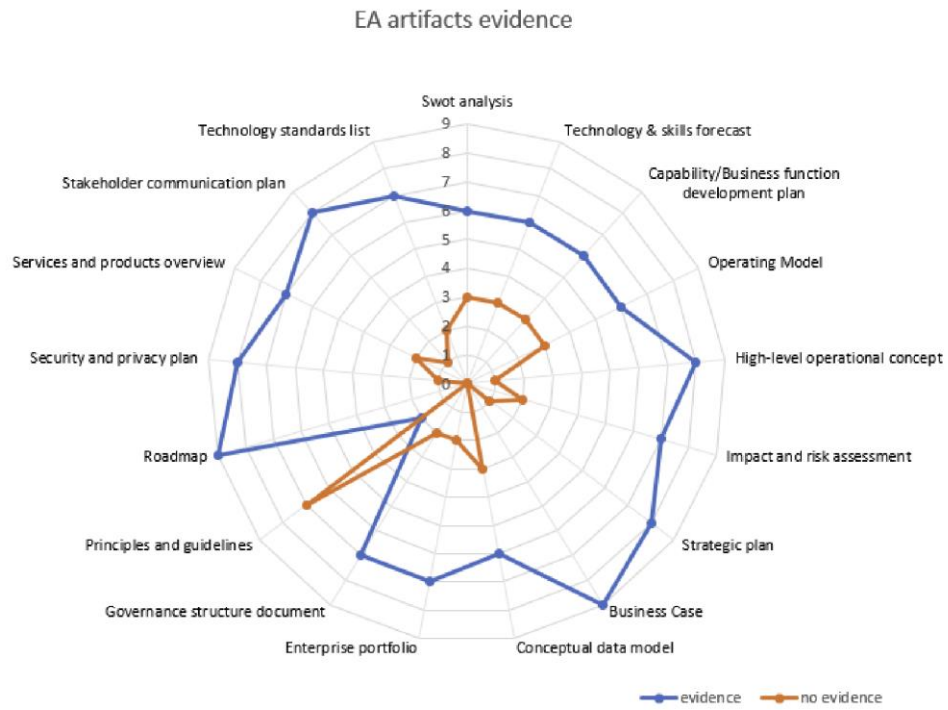


Figure A.5.6 : Résumé de tous les résultats mettant en évidence des artefacts d'AE