



CIRANO

Allier savoir et décision

Gestion d'infrastructures technologiques et applicatives par les organisations publiques : Enjeux et pratiques d'évolution et de durabilité

SIMON BOURDEAU

DRAGOS VIERU

THIBAUT COULON

2019RP-09
RAPPORT DE PROJET



CIRANO

Le CIRANO est un organisme sans but lucratif constitué en vertu de la Loi des compagnies du Québec.

CIRANO is a private non-profit organization incorporated under the Québec Companies Act.

Les partenaires du CIRANO

Partenaires corporatifs

Autorité des marchés financiers
Banque de développement du Canada
Banque du Canada
Banque Laurentienne
Banque Nationale du Canada
Bell Canada
BMO Groupe financier
Caisse de dépôt et placement du Québec
Canada Manuvie
Énergir
Hydro-Québec
Innovation, Sciences et Développement économique Canada
Intact Corporation Financière
Investissements PSP
Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation
Ministère des Finances du Québec
Mouvement Desjardins
Power Corporation du Canada
Rio Tinto
Ville de Montréal

Partenaires universitaires

École de technologie supérieure
École nationale d'administration publique
HEC Montréal
Institut national de la recherche scientifique
Polytechnique Montréal
Université Concordia
Université de Montréal
Université de Sherbrooke
Université du Québec
Université du Québec à Montréal
Université Laval
Université McGill

Le CIRANO collabore avec de nombreux centres et chaires de recherche universitaires dont on peut consulter la liste sur son site web.

ISSN 1499-8629 (Version en ligne)

© 2019 Simon Bourdeau, Gragos Vieru, Thibaut Coulon. Tous droits réservés. *All rights reserved.* Reproduction partielle permise avec citation du document source, incluant la notice ©. *Short sections may be quoted without explicit permission, if full credit, including © notice, is given to the source.*



Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations



CIRANO

Allier savoir et décision

Gestion d'infrastructures technologiques et applicatives par les organisations publiques : Enjeux et pratiques d'évolution et de durabilité

SIMON BOURDEAU

DRAGOS VIERU

THIBAUT COULON

2019RP-09
RAPPORT DE PROJET

RP

Gestion d'infrastructures technologiques et applicatives par les organisations publiques : Enjeux et pratiques d'évolution et de durabilité

Simon Bourdeau *

Dragos Vieru †

Thibaut Coulon ‡

* Professeur agrégé, ESG-UQAM et chercheur au CIRANO, bourdeau.s@uqam.ca

† Professeur titulaire, TELUQ, dragos.vieru@teluq.ca

‡ Chercheur, CIRANO et HEC Montréal, thibaut.coulon@hec.ca

Table des matières

<i>Sommaire exécutif</i>	<i>iii</i>	
1	<i>Mise en contexte, rappel du mandat et structure du document</i>	2
1.1	Mise en contexte	2
1.2	Rappel du mandat	4
2	<i>Revue de littérature</i>	6
2.1	Gouvernance	6
2.2	Approvisionnement	8
2.3	Externalisation	10
2.4	Mégadonnées	11
3	<i>Étude Delphi</i>	16
3.1	Delphi – Methodologie et description	16
3.2	Résultats - Classement	20
4	<i>Analyse et discussion</i>	24
4.1	Comparaison des Défis – Revue de littérature versus Delphi	24
4.2	Analyse et discussion des défis liés à la gestion des infrastructures technologiques et applicatives	25
4.3	Analyse et discussion des pratiques / stratégies pour prolonger la durabilité des infrastructures technologiques et applicatives	27
4.4	Analyse et discussion des pratiques / stratégies pour anticiper et se préparer aux défis liés à l'évolution technologique	29
5	<i>Conclusion</i>	31
	<i>Annexe 1 – Revue de littérature</i>	34
	<i>Annexe 2 – Étude Delphi - Détails</i>	35
	A2.1 - Présentation de la méthode	35
	A2.2 - Panel d'experts	35
	A2.3 - Étape 1 : Remue-méninges	38
	A.2.3.1 - Présentation du questionnaire	38

A.2.3.2 - Analyse des résultats. _____	41
A.2.3.3 - Validation des résultats et listes obtenues _____	41
A2.4 — Étape 2 : Rétrécissement _____	55
A.2.4.1 — Présentation de l’outil de collecte de données _____	55
A.2.4.2 — Résultats _____	55
A2.5 — Étape 3 : Classement _____	62
A.2.5.1 — Présentation de l’outil de collecte de données _____	62
A.2.5.5 — Établissement du consensus _____	62
A.2.5.5 – Résultats _____	64
Références bibliographiques _____	69

Sommaire exécutif

Depuis plusieurs années, les organisations publiques (OP) ont connu de nombreux changements, non seulement dans leurs structures de gouvernance et leurs approches managériales, mais également dans la gestion de leurs infrastructures technologiques et applicatives. Selon plusieurs chercheurs, ces infrastructures jouent un rôle central dans les OP, comme le montrent les importantes ressources financières investies chaque année dans des projets informatiques. Cependant, les constantes et rapides évolutions technologiques engendrent d'importants défis pour les OP qui doivent investir l'argent des contribuables de manière responsable et efficace.

L'objectif du projet de recherche est d'identifier et de documenter les enjeux auxquels sont confrontés les OP en termes de gestion des infrastructures technologiques et applicatives ainsi que les pratiques déployées pour surmonter ces enjeux et optimiser la gestion de ces infrastructures. Plus précisément, le projet focalise sur les pratiques déployées afin de prolonger la durabilité de ces infrastructures ainsi que les moyens utilisés pour faire face aux défis liés à la constante évolution technologique.

Plusieurs défis majeurs identifiés (voir tableau 2) semblent plus spécifiques au domaine public québécois et canadien, tel que ceux rattachés **au recrutement et à la rétention des employés** et à **la complexité de l'intégration de l'infrastructure**. Dans le domaine privé, les experts, quant à eux, jugent plus importants les défis portant sur la **transformation organisationnelle** et la **structure de gouvernance**. Enfin, la **flexibilité et l'agilité de l'infrastructure TI** sont une préoccupation à la fois pour le domaine public et privé. De plus, certains défis identifiés comme étant importants pour les experts du domaine privé et académique, comme le **piratage et la sécurité des données**, ou encore **l'évolution rapide des composantes de l'infrastructure TI**, ne semblent pas être une préoccupation majeure pour les experts du domaine public.

Au niveau des pratiques/stratégies déployées pour prolonger la durabilité des infrastructures technologiques, il semble y avoir

une dichotomie entre celles jugées importantes par les experts du domaine public et celles des domaines privés et académiques. En effet, les résultats montrent que quatre des cinq pratiques/stratégies jugées importantes par les experts du domaine public sont de nature différente de celles privilégiées par les experts des deux autres domaines (voir tableau 3). Les pratiques prioritaires du secteur public sont de nature beaucoup plus opérationnelle et à court terme que celles des experts académiques et du secteur privé. Ceux-ci privilégient des éléments plus stratégiques et ayant une portée à long terme. Par exemple, les experts du domaine public préfèrent ***favoriser le recours à des technologies standardisées, acquérir du matériel technologique fiable, et virtualiser les serveurs.*** À l’opposé, les pratiques les plus importantes pour les experts du domaine privé sont centrées sur le ***développement d’une vision stratégique et l’établissement d’un cadre de gouvernance de l’infrastructure technologique.***

Finalement, au niveau des pratiques/stratégies déployées pour anticiper et se préparer aux défis liés à la rapide évolution technologique (voir tableau 4), il semble y avoir un alignement plus important entre les experts des trois domaines. En fait, ***développer la collaboration entre les TI et les unités d’affaires, recourir à des standards et mettre en place des mécanismes d’amélioration continue*** sont trois pratiques/stratégies identifiées comme très importantes par l’ensemble des experts. Toutefois, notre étude montre une singularité du domaine public concernant deux pratiques/stratégies : ***mettre en place des équipes d’architecture et établir une culture et une structure de veille technologique*** qui n’ont pas été jugées importantes par les experts du domaine public, contrairement à ceux des autres domaines. Encore une fois, il semble que les éléments associés à la vision à long terme soient moins présents du côté du secteur public.

**Gestion d'infrastructures technologiques
et applicatives par les organisations
publiques : Enjeux et pratiques
d'évolution et de durabilité**

1 Mise en contexte, rappel du mandat et structure du document

1.1 Mise en contexte

Depuis plusieurs années, les organisations publiques (OP) ont connu de nombreux changements, non seulement dans leurs structures de gouvernance et leurs approches managériales, mais également dans la gestion de leurs infrastructures technologiques et applicatives. Selon plusieurs chercheurs, ces infrastructures jouent un rôle central dans les OP, comme le montrent les importantes ressources financières investies chaque année dans des projets informatiques⁴.

Cependant, l'évolution technologique engendre d'importants défis pour les OP qui doivent investir l'argent des contribuables de manière responsable et efficace. En effet, par rapport aux organisations privées, les OP sont des acteurs sociaux et économiques soumis à des contraintes additionnelles. Par exemple, lors de l'achat de produits ou de services, les OP sont régies par des principes de transparence et de concurrence non discriminatoires, par des réglementations visant à prévenir la corruption ou encore par l'obligation d'avoir recours à des appels d'offres publics⁵.

Afin de surmonter les défis engendrés par l'évolution rapide et importante des technologies, de plus en plus d'OP se tournent vers des fournisseurs externes de produits et/ou services technologiques, c'est-à-dire vers le marché, afin de combler leurs besoins en termes de développement, d'acquisition et de gestion d'infrastructures technologiques et applicatives⁶. Par exemple, dans de nombreux pays, les marchés publics représentent une part importante de l'économie nationale et les OP y jouent un rôle clé dans la stimulation des collectivités et la dynamisation des échanges commerciaux⁷.

Le développement, l'acquisition et la gestion d'infrastructures technologiques et applicatives représentent des défis importants pour les organisations publiques et privées

⁴ (Rosacker et Rosacker, 2010)

⁵ (Edler & Georghiou, 2007; Moe, 2014)

⁶ (Edquist et Hommen, 2000; Moe et al. , 2017)

⁷ (Lyne, 1996)

Infrastructures technologiques et marchés publics

Le développement, l'acquisition, et la maintenance d'infrastructures technologiques et applicatives, par l'entremise des marchés publics technologiques, représentent plusieurs défis pour les OP⁸. Ces infrastructures sont continuellement en évolution. Elles sont de plus en plus complexes et doivent répondre aux besoins variés des différentes parties prenantes. L'approvisionnement et la gestion de ces infrastructures représentent souvent un casse-tête pour les gestionnaires responsables de celles-ci. De plus, les OP sont confrontées à de fortes pressions et des coupures financières, à des attentes du public et des utilisateurs de plus en plus élevées; à un manque de personnel qualifié ainsi que plusieurs autres pressions⁹.

Or, les activités et les pratiques d'approvisionnement et de gestion d'infrastructures technologiques et applicatives dans les OP ont été très peu étudiées et documentées tant au niveau académique que professionnel. Il semble y avoir un important manque de connaissances sur les manières de gérer ces infrastructures efficacement et de manière durable. Une bonne gestion devrait permettre de s'adapter à l'évolution technologique. On peut penser à l'augmentation spectaculaire de la performance des ordinateurs, aux ajouts de fonctionnalités, ou aux lancements fréquents de nouvelles versions de logiciels¹⁰.

Objectif et méthodologie de recherche

Ce projet vise à :

- Comprendre les enjeux auxquels sont confrontés les OP en termes de gestion d'infrastructures technologiques et applicatives
- Identifier les pratiques déployées pour surmonter ces enjeux et optimiser la gestion de ces infrastructures.

⁸ (Edler et Yeow, 2016; Edquist et Hommen, 2000)

⁹ (Tizard, 2012)

¹⁰ (Moe 2014; Moe et Päiväranta, 2013)

Les infrastructures technologiques et applicatives sont continuellement en évolution, de plus en plus complexes et doivent répondre aux besoins variés des différentes parties prenantes

La méthode Delphi permet d'identifier les enjeux et les pratiques déployées par les OP et les organisations privées pour optimiser la gestion de leurs infrastructures technologiques et applicatives

Plus précisément, le projet focalise sur les pratiques déployées afin de prolonger la durabilité des infrastructures ainsi que les moyens utilisés pour faire face aux défis liés à l'évolution technologique¹¹.

Dans un premier temps, une revue de la littérature a été effectuée afin d'identifier les principaux défis liés à l'évolution et à la maintenance des infrastructures informatiques. Plus précisément, cette revue de littérature s'est concentrée sur les articles publiés dans : 1) d'importantes revues académiques en technologie de l'information (TI), 2) des revues professionnelles 3) des études provenant de firmes-conseils ainsi que dans 4) des rapports d'agences gouvernementales.

Dans un second temps, la méthode Delphi¹² a été utilisée afin d'identifier 1) les enjeux rattachés à l'évolution technologique ainsi que 2) les pratiques déployées par les OP et les organisations privées pour optimiser la gestion de leurs infrastructures technologiques et applicatives. Cette méthode permet à un panel d'experts d'échanger de manière structurée afin d'identifier, de sélectionner et de classer différentes idées. Il peut s'agir d'enjeux, de facteurs clés de succès ou encore de bonnes pratiques¹³.

1.2 Rappel du mandat

Afin d'identifier les enjeux reliés à la gestion des infrastructures technologiques et applicatives dans les OP ainsi que les pratiques déployées pour optimiser la gestion de ces infrastructures, l'équipe du CIRANO s'est vue confier le mandat d'effectuer une revue de littérature et une étude Delphi dont les objectifs étaient d' :

- 1) Identifier les pratiques déployées pour prolonger la durabilité des infrastructures technologiques et applicatives dans les organisations publiques.
- 2) Identifier les moyens utilisés pour faire face aux défis liés à l'évolution technologique par rapport à

¹¹ (April et Abran, 2012; Bouras et al., 2014; Wright, 2011)

¹² (Paré et al., 2013)

¹³ (Okoli et Pawlowski, 2004; Paré et al., 2013; Rowe et Wright, 1999; Schmidt, 1997)

l'approvisionnement et la gestion des infrastructures technologiques et applicatives.

Le reste du présent rapport se divise en trois sections. La section 2 décrit la revue de littérature effectuée et présente les résultats. La section 3 décrit l'étude Delphi menée auprès d'experts ainsi que les résultats obtenus. Finalement, la section 4 présentera la conclusion du rapport.

2 Revue de littérature¹⁴

L'objectif de cette section est de présenter les résultats de la revue de littérature effectuée afin d'identifier les principaux défis liés à l'évolution et à la maintenance des infrastructures technologiques et applicatives dans les OP. Les défis identifiés ont été regroupés en quatre catégories : 1) Gouvernance, 2) Approvisionnement, 3) Externalisation, et 4) Mégadonnées.

2.1 Gouvernance

La **gouvernance technologique** est définie comme un ensemble de relations, de processus et de mécanismes utilisés pour le développement, le contrôle et la conduite d'une stratégie informatique. La **gestion informatique**, quant à elle, se concentre davantage sur les opérations internes et l'administration des infrastructures technologiques et applicatives existantes¹⁵. Ainsi, tandis que la gouvernance technologique se situe à un niveau plus stratégique, avec une vue d'ensemble des infrastructures technologiques et applicatives, les tâches liées à la gestion informatique sont plus ciblées localement et se situent à un plus opérationnel. La littérature suggère que les OP, tout comme les organisations du secteur privé, ont des difficultés à adopter et déployer des politiques de gouvernance d'infrastructures technologiques et applicatives. Cependant, contrairement aux organisations du secteur privé, les OP :

- 1) Sont souvent confrontées à des objectifs multiples et contradictoires,
- 2) Doivent répondre à de nombreuses parties prenantes qui ont des intérêts parfois divergents, et
- 3) Doivent faire face à plusieurs risques spécifiques, tels que, par exemple, le manque de soutien/consensus des parties prenantes, le manque d'expertise technique ou

La gouvernance technologique se situe à un niveau organisationnel supérieur avec une vue d'ensemble des infrastructures technologiques et applicatives, les tâches liées à la gestion informatique sont plus ciblées localement et se situent à un niveau inférieur, par exemple, les opérations.

¹⁴ L'annexe 1 présente une description de la revue de littérature effectuée ainsi qu'une liste des documents identifiés et consultés pour la rédaction du présent rapport.

¹⁵ (Campbell et al., 2010)

encore des difficultés à respecter les principes et réglementations en vigueur¹⁶.

En termes de gouvernance technologique, il est possible de regrouper les défis auxquels font face les OP en deux catégories : 1) ceux liés à la gestion de l'infrastructure et 2) ceux liés aux processus décisionnels encadrants la gestion de l'infrastructure¹⁷.

Du point de vue de l'infrastructure, les OP fonctionnent généralement avec des budgets à court terme, par exemple un budget annuel. Elles doivent quand même tenir compte et anticiper les besoins, l'incertitude et la disponibilité des ressources futures sur plusieurs années. De plus, elles ont très souvent une expertise technique limitée¹⁸.

Du point de vue des processus décisionnels, les OP doivent faire face à de nombreuses parties prenantes, par exemple les citoyens, les organismes réglementaires, le vérificateur général, etc. qui ont des objectifs et des besoins divergents. En parallèle, le pouvoir décisionnel et la marge de manœuvre des gestionnaires de ces OP sont limités par le respect des règles et des lois gouvernementales ainsi que par des politiques d'achat très strictes¹⁹. Ces règles, lois et politiques régissant la gestion des infrastructures ne semblent pas toujours être, selon certains auteurs, dans le meilleur intérêt des OP et/ou des citoyens²⁰. Pour comprendre ces défis, certains spécialistes suggèrent de considérer les initiatives technologiques, dans le secteur public, comme un ensemble complexe de couches interdépendantes qui délimitent de manière significative les projets de développement technologiques. Ces couches doivent former une architecture cohérente faite de différentes composantes telles que des programmes clairs, des standards technologiques, des politiques relatives aux décisions technologiques, etc.

¹⁶ (Dawes et al., 2004)

¹⁷ (Campbell et al. 2010)

¹⁸ (Dawes et al. 2004)

¹⁹ (Campbell et al. 2010)

²⁰ (Cordella et Iannacci, 2010)

Les OP sont confrontées à différents défis, par exemple, des exigences divergentes et contradictoires de plusieurs parties prenantes, un manque de clarté et des ambiguïtés dans certains objectifs, des exigences en termes de transparence dans la gestion des contrats, des modifications de processus organisationnels, des difficultés liées à l'identification et la matérialisation des bénéfices technologiques, etc.

Un autre défi auquel sont confrontées les OP est l'émergence de «gouvernements intelligents», c'est-à-dire l'utilisation de systèmes d'information et de réseaux de communication afin de relever les défis financiers, environnementaux et de service du gouvernement²¹. L'émergence de gouvernements intelligents entraîne inévitablement des changements au niveau du développement et de la gestion des infrastructures des OP²². Les gouvernements intelligents utilisent de nouvelles technologies et de nouvelles stratégies d'innovation afin de mieux comprendre leurs communautés et de répondre à leurs besoins. Par conséquent, les OP doivent déployer ou mettre à niveau des infrastructures technologiques et applicatives repensées²³.

Afin de minimiser les efforts associés à ces changements, les OP doivent avoir un cadre de gouvernance technologique et une architecture d'affaire appropriée²⁴. La mise en place d'un tel cadre de gouvernance devrait permettre d'accroître la création de valeur et la transparence des investissements technologiques²⁵. Un tel cadre devrait également faciliter la prise de décisions en matière d'infrastructure technologique et devrait être guidé par des lignes directrices liées aux dimensions de/d': responsabilité, stratégie, acquisition, performance, conformité et comportement humain. Finalement, un comité de supervision législatif devrait être créé afin d'accroître la performance des services technologiques et applicatifs dans les OP²⁶.

2.2 Approvisionnement

L'évolution technologique, couplée aux demandes et exigences croissantes des utilisateurs, engendre, pour les gestionnaires d'OP, de nouveaux besoins en termes d'infrastructures technologiques et applicatives²⁷. Par ailleurs, ces besoins sont

²¹ (Jiménez et al., 2015)

²² (Gil-Garcia et al. 2014)

²³ (Luna-Reyes et al., 2005)

²⁴ (Hadaya et Gagon, 2017)

²⁵ (Juiz et al. 2014)

²⁶ (Dawson et al., 2016)

²⁷ (Gil-Garcia et al., 2014)

parfois difficiles à anticiper. Ainsi, les OP doivent donc définir leur portfolio d'acquisition TI en tenant compte :

- Des exigences divergentes et contradictoires de plusieurs parties prenantes,
- D'un manque de clarté de certains objectifs,
- Des exigences en termes de transparence dans la gestion des contrats,
- Des modifications de processus organisationnels,
- Des difficultés liées à l'identification et la matérialisation des bénéfices technologiques,
- Des problèmes liés à la compatibilité et l'intégration technologique, etc.²⁸.

Comment les OP peuvent-elles fournir les meilleures solutions technologiques possible tout en suivant des règles strictes imposées par les lois et les politiques gouvernementales²⁹ ? Quatre stratégies d'acquisition ont été proposées afin de répondre à cette question, soit :

- 1) Appel d'offres ouvert, c'est-à-dire que les exigences et les besoins sont exprimés dans des appels d'offres publics ouverts à tous;
- 2) Appel d'offres restreint, c'est-à-dire qu'un certain nombre de fournisseurs préqualifiés sont identifiés afin de pouvoir concourir à l'appel d'offres;
- 3) Appel d'offres avec négociations, c'est-à-dire qu'après la soumission, les fournisseurs préqualifiés entament des négociations avec les OP sur tous les aspects de la soumission; ou
- 4) Dialogue compétitif, c'est-à-dire que les OP peuvent entamer des discussions avec des fournisseurs préqualifiés avant de finaliser les critères d'attribution et d'obtenir les offres de ces fournisseurs.³⁰.

Une des limites de ces stratégies d'acquisition est qu'elle ne traite que d'une partie du problème. Les OP sont soumises à

²⁸ (Moe et Paivarinta, 2013)

²⁹ (Moe et al., 2017)

³⁰ Idem.

des contraintes que les organisations privées n'ont pas nécessairement. Dans certaines juridictions, les OP doivent suivre la directive sur les marchés publics. Dans l'Union européenne par exemple, une directive oblige tous les membres à veiller à ce que toutes les procédures d'achat soient basées sur des processus effectués électroniquement³¹.

Ainsi, les achats technologiques dans le secteur public sont structurés sur deux niveaux. Au niveau des procédures, les OP doivent respecter les règles générales, les politiques et les lois, alors qu'au niveau de la performance, les OP doivent optimiser la gestion de leurs infrastructures technologiques et applicatives. Par ailleurs, puisque les ressources financières sont souvent allouées directement aux différentes unités des OP, il devient difficile d'avoir une vue d'ensemble des infrastructures technologiques et applicatives en place, d'identifier les besoins technologiques globaux des OP et d'avoir une infrastructure globale cohérente et standardisée. Ainsi, l'introduction de nouvelles directives d'approvisionnement globales dans les OP : 1) renforcerait la qualité des infrastructures technologiques et applicatives, 2) faciliterait leur maintenance et leur évolution, 3) optimiserait leur gestion.

2.3 Externalisation

Un autre défi auquel sont confrontés les OP porte sur la gestion de leurs infrastructures technologiques et applicatives qui sont sous la responsabilité de sous-traitants. Dans le secteur public, l'externalisation de ces infrastructures n'est pas toujours vue comme un avantage, car cette pratique est associée à une forme de privatisation et à une perte de contrôle³². En outre, en externalisant leurs infrastructures technologiques et applicatives, l'accès, la sécurité et la gestion de l'information sont perçus comme de plus en plus complexes et incertains pour les OP. Malgré ces préoccupations, l'externalisation technologique dans le secteur public a cru en raison des

³¹ (Bradić-Martinović, 2016)

³² (de Looff, 1996)

Dans le secteur public, l'externalisation de ces infrastructures n'est pas considérée comme un avantage car cette pratique est associée à un désir de privatiser et à une perte de contrôle

Alors que le secteur
privé avance
rapidement dans
l'utilisation des
mégadonnées, le
secteur public est à la
traîne

difficultés rencontrées par les OP pour suivre l'évolution technologique. Ces difficultés ont été accentuées par le fait que les OP font face à un manque d'expertise et de ressources qualifiées à l'interne³³. Certains auteurs proposent que les OP se concentrent sur des mesures institutionnelles et des facteurs organisationnels pouvant influencer et limiter le recours à l'externalisation³⁴. Afin de favoriser le dialogue entre les OP et les fournisseurs de services d'externalisation technologique, trois variables sont à prendre en considération : 1) la confiance mutuelle; 2) le partage des connaissances; et 3) une culture organisationnelle commune.

L'externalisation technologique peut néanmoins générer des avantages pour les OP. Par exemple, la sous-traitance technologique permet de diminuer la pression que subissent les OP par rapport à la nécessité de maintenir leurs infrastructures technologiques et applicatives à jour. Le recours à l'externalisation peut également permettre de conserver et/ou avoir accès à une certaine expertise technique à l'interne, de réduire les frais généraux tout en maintenant un haut niveau de flexibilité³⁵. L'externalisation permet de réduire non seulement les coûts, mais constitue également un moyen d'atteindre les objectifs stratégiques et d'accéder à des ressources précieuses³⁶. L'externalisation peut constituer une solution alternative pour les OP afin de faire face aux constantes et rapides évolutions technologiques. Cela permet de répondre aux besoins des différentes parties prenantes, de répondre aux demandes d'innovation et de réduire les aléas des directives gouvernementales et des changements politiques fréquents.

2.4 Mégadonnées

Les mégadonnées représentent un volume massif de données produites de manière routinière par les organisations et qui sont trop complexes pour être traitées par les logiciels

³³ (Fountain, 2001)

³⁴ (Duhamel et al., 2014)

³⁵ (Burnes et Anastasiadis, 2003)

³⁶ (Gantman, 2001)

standards de gestion de bases de données³⁷. De par leurs rôles et leurs missions, les OP doivent collecter d'énormes quantités de données. Pourtant, alors que le secteur privé avance rapidement dans l'utilisation des mégadonnées, le secteur public reste à la traîne³⁸. Cette situation est très dommageable pour la gestion des infrastructures technologiques et applicatives, car l'utilisation des mégadonnées pourrait permettre aux OP d'apporter une réelle valeur ajoutée en améliorant leur efficacité, leur efficacité et la transparence de leurs pratiques³⁹. L'utilisation des mégadonnées représente de nouveaux défis pour les OP, par exemple, au niveau de l'infonuagique ou encore du stockage de données⁴⁰. Pour répondre à ces nouveaux défis, trois éléments sont susceptibles d'influencer les capacités des OP à utiliser les mégadonnées, soit:

- 1) L'alignement organisationnel, c'est-à-dire que les OP doivent savoir pourquoi et comment utiliser les mégadonnées ;
- 2) La maturité technologique, c'est-à-dire que les OP doivent connaître et avoir des niveaux d'expertise, de connaissances et de développement en termes technologiques et applicatifs suffisants; et
- 3) Les capacités technologiques, c'est-à-dire que les OP doivent connaître les ressources et les infrastructures dont elles disposent afin d'utiliser les mégadonnées pour créer de la valeur sans toutefois engendrer des effets négatifs.

Selon l'institut McKinsey, l'utilisation des mégadonnées dans le secteur public européen a permis aux OP de réduire leurs coûts d'exploitation de 20% et de créer 300 milliards de dollars de valeur ajoutée⁴¹. Cependant, il semble qu'une grande proportion des OP dans le monde n'ont pas les compétences nécessaires pour faire face aux défis liés à l'utilisation des

³⁷ (Mayer-Schönberger et Cukier, 2014)

³⁸ (Mullich, 2013)

³⁹ (Milakovich, 2012)

⁴⁰ (Margetts et Sutchliffe, 2013)

⁴¹ (Manyika et al., 2011)

mégadonnées, particulièrement en termes de stockage et de gestion des données⁴².

Certains spécialistes ont souligné que les données du secteur public ne peuvent être considérées actuellement comme des mégadonnées en raison de leur taille, de leur diversité, de leur variété et de leur cloisonnement⁴³. Trois raisons expliquent ces arguments:

- 1) Les données du secteur public ont tendance à être générées à partir de fichiers administratifs d'utilisateurs et peuvent donc être considérées comme structurées et statiques;
- 2) Il est généralement admis que les données du secteur public ne sont pas suffisamment détaillées pour que les analystes puissent en déduire un phénomène spécifique et ;
- 3) Très souvent, des silos de données existent résultants de la fragmentation des activités au sein même de ces OP⁴⁴.

En outre, les OP sont confrontées à plusieurs autres obstacles concernant l'utilisation des mégadonnées, tels que: 1) la question d'accès à l'information⁴⁵, c'est-à-dire le partage d'informations entre plusieurs acteurs des OP et la création d'un réseau collaboratif; 2) les questions éthiques, à savoir le dilemme entre extraction, manipulation et référencement croisé d'informations personnelles au sein de différents services; 3) les changements organisationnels, c'est-à-dire que les mégadonnées peuvent servir de leviers pour introduire de futurs changements; et 4) les investissements technologiques incohérents, c'est-à-dire des irrégularités budgétaires et un manque d'investissement dans les compétences internes

⁴² (Malomo et Sena, 2017)

⁴³ (Aggarwal, 2016; van Rijmenam, 2014)

⁴⁴ (Malomo et Sena, 2017; Thakuria et al. 2017)

⁴⁵ Plus amples informations sur la loi québécoise sur la protection des renseignements personnels dans le secteur privé peuvent être trouvées ici : <http://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cs/P-39.1>

relatives au développement des technologies liées aux mégadonnées⁴⁶.

Afin de développer et de déployer des infrastructures technologiques et applicatives adaptées à l'utilisation de mégadonnées dans les OP, il est nécessaire : 1) d'avoir des cadres juridiques facilitant le partage d'informations entre les différents secteurs des OP; 2) de mettre à jour les infrastructures existantes dans tous les secteurs et de mettre en œuvre un plan pour améliorer les compétences de la main-d'œuvre existante; et 3) d'obtenir le soutien de tous les paliers gouvernementaux, c'est-à-dire fédéraux, provinciaux et municipaux, en particulier lorsque des silos de données existent entre secteurs.

Le tableau 1 synthétise les principaux défis pour les organisations publiques liées à la gestion et l'évolution des infrastructures technologiques et applicatives. Ces défis ont été identifiés à partir de la revue de littérature.

⁴⁶ (Malomo et Sena, 2017; Pearson et Wegener, 2013)

Tableau 1. Principaux défis pour les organisations publiques liés à la gestion et l'évolution des infrastructures technologiques et applicatives

Défis liés à la Gouvernance
<ul style="list-style-type: none"> - Répondre à de nombreuses parties prenantes (p.ex. citoyens, organismes réglementaires, vérificateur général, etc.) qui ont des intérêts/besoins spécifiques et parfois divergents; - Faire face à des risques spécifiques, p. ex., manque de soutien/consensus des parties prenantes, manque d'expertise technique, difficultés à respecter les principes et réglementations en vigueur, etc.; - Opérer avec des budgets à court terme tout en anticipant les besoins, l'incertitude et la disponibilité des ressources futures sur plusieurs années; - L'émergence de gouvernements intelligents entraîne des changements au niveau du développement et de la gestion des infrastructures; - Déployer un cadre de gouvernance permettant l'accroissement, la création de valeur et la transparence des investissements technologiques.
Défis liés à l'Approvisionnement
<ul style="list-style-type: none"> - Besoins en termes d'infrastructures technologiques et applicatives difficiles à anticiper pour différentes raisons, p. ex., exigences divergentes des parties prenantes, manque de clarté des certains objectifs, difficultés liées à l'identification et la matérialisation des bénéfices technologiques, etc.; - Suivre les procédures (p.ex., respecter les règles générales, les politiques et les lois) tout en optimisant la gestion des infrastructures technologiques et applicatives.
Défis liés à l'Externalisation
<ul style="list-style-type: none"> - Complexité et incertitude rattachées à l'accès, la sécurité et la gestion de l'information lors d'ententes d'externalisation ; - Manque d'expertise et de ressources qualifiées à l'interne.
Défis liés aux Mégadonnées
<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation des mégadonnées pourrait apporter une réelle valeur ajoutée en améliorant l'efficacité, l'efficience et la transparence de pratiques. - Manque de compétences nécessaires pour faire face aux défis liés à l'utilisation des mégadonnées, particulièrement en termes de stockage et de gestion des données. - Données du secteur public : <ul style="list-style-type: none"> o Ont tendance à être générées à partir de fichiers administratifs d'utilisateurs et peuvent donc être considérées comme structurées et statiques ; o Ne sont pas suffisamment détaillées pour que les analystes puissent en déduire un phénomène spécifique et ; o Très souvent, des silos de données existent résultants de la fragmentation des activités au sein même de ces OP. - Enjeux liés à 1) l'accès à l'information, 2) les questions éthiques, 3) les changements organisationnels, et 4) les investissements technologiques incohérents,

La méthode Delphi permet d'obtenir des informations objectives et fondées sur l'expérience et l'expertise de l'ensemble des experts.

3 Étude Delphi

Bien que la revue de la littérature ait permis d'identifier les principaux défis liés à l'évolution des infrastructures technologiques et applicatives dans les OP, peu d'articles ont identifié les pratiques ou les stratégies permettant aux OP de surmonter ces défis. Afin d'identifier ces pratiques et les moyens utilisés pour : 1) prolonger la durabilité des infrastructures technologiques et applicatives dans les organisations, et 2) faire face aux défis liés à l'évolution technologique par rapport à l'approvisionnement et la gestion des infrastructures technologiques et applicatives, une étude Delphi a été menée⁴⁷.

Pour comparer les réponses et surtout interpréter les résultats, nous avons choisi d'étendre cette étude au-delà des organisations publiques, pour inclure les organisations privées et également l'expertise des chercheurs académiques du domaine.

3.1 Delphi – Methodologie et description⁴⁸

La méthode Delphi a été utilisée avec succès dans des domaines complexes nécessitant des avis d'experts. Cette méthode permet de formaliser les communications et le partage d'informations entre des experts spécialisés. Dans notre contexte, il s'agit d'identifier les enjeux et les pratiques de gestion d'infrastructures technologiques et applicatives déployées dans les OP et les organisations privées. La méthode permet d'obtenir des informations objectives et fondées sur l'expérience et l'expertise de l'ensemble des experts. Les étapes du processus suggérées dans la littérature relative aux études Delphi⁴⁹, ainsi que les recommandations d'utilisation formulées par les experts de la méthode, ont été suivies⁵⁰.

⁴⁷ (Okoli et Pawlowski, 2004; Paré et al., 2013)

⁴⁸ L'annexe 2 présente une description détaillée de la méthodologie appliquée ainsi que le détail des résultats intermédiaires obtenus à chacune des étapes de l'étude Delphi.

⁴⁹ (Rowe et Wright, 1999; Schmidt, 1997)

⁵⁰ (Paré et al., 2013)

Les principales caractéristiques de la méthode Delphi sont :

- 1) l'anonymat,
- 2) les itérations multiples,
- 3) la rétroaction contrôlée, et
- 4) l'agrégation statistique des réponses de groupe

Ces caractéristiques font de cette méthode un outil d'identification d'enjeux et de pratiques tout à fait adapté à l'objectif de recherche visé. Lors de l'étude Delphi, les experts ont identifié et classé les enjeux et les pratiques reliés à la gestion des infrastructures technologiques et applicatives dans les OP et les organisations privées. Pour ce faire, le processus de collecte des données a suivi les trois grandes phases de la méthode Delphi soient : 1) le remue-méninges, 2) le rétrécissement et 3) le classement⁵¹.

Soixante-deux experts en gestion d'infrastructures technologiques et applicatives ont été contactés. Quarante ont accepté de participer à l'étude.

La sélection des trois groupes d'experts s'est faite sur la base de l'expérience et de l'expertise variées de ces derniers et de la possibilité qu'ils fournissent des informations, des points de vue et des opinions divergents mais complémentaires. Les experts devaient avoir :

- 1) Une expertise en gestion ou en recherche reliée aux infrastructures technologiques et applicatives ; et
- 2) au moins 7 à 10 ans d'expérience en tant que praticien ou en recherche.

Ainsi, dans notre échantillon, les experts de l'étude Delphi proviennent de trois domaines différents : secteur public (n = 14), secteur privé (n = 15) et secteur de la recherche universitaire (n = 11). En moyenne, les experts ont 47,1 ans ; 23 ans d'expérience professionnelle et 17,5 années d'expérience

⁵¹ (El-Gazzar et al., 2016; Okoli & Pawlowski, 2004; Paré et al., 2013; Schmidt, 1997)

Lors de l'étude Delphi, les experts ont eu à répondre à trois questions en lien avec trois aspects spécifiques de la gestion des infrastructures technologiques et applicatives, soit les défis, les stratégies de durabilité et les stratégies d'anticipation et préparation :

informatique. Par ailleurs, 38 participants sont des hommes et 2 sont des femmes.

Lors de l'étude Delphi, les experts ont eu à répondre à trois questions en lien avec trois aspects spécifiques de la gestion des infrastructures technologiques et applicatives, soit les **défis**, les stratégies de **durabilité** et les stratégies **d'anticipation** et **préparation** :

Question #1 – Défis:

Quels sont les principaux défis auxquels les organisations sont confrontées en ce qui concerne la gestion des infrastructures technologiques (TI), c'est-à-dire matériel et logiciel ?

Question #2 – Durabilité :

Quelles sont les pratiques/stratégies utilisées par les organisations pour prolonger la durabilité (pérennité) de leurs infrastructures technologiques (TI) existantes, c'est-à-dire celles présentement déployées ? Ces pratiques/stratégies peuvent être aussi bien techniques, stratégiques, organisationnelles, humaines, etc.

Question #3 – Anticipation et Préparation :

Quelles sont les pratiques/stratégies utilisées par les organisations pour anticiper et se préparer aux défis liés à la constante et rapide évolution technologique ? Ces pratiques/stratégies peuvent être aussi bien techniques, stratégiques, organisationnelles, humaines, etc.

L'étude Delphi a été lancée en mai 2018. Lors de la première étape de l'étude Delphi, c'est-à-dire le **remue-méninge**, les experts ont identifié un total de 595 réponses différentes, soit : 217 défis, 180 pratiques de durabilité et 198 pratiques d'anticipation et préparation. Tel que recommandé, ces listes de défis et de pratiques ont été consolidées puisque plusieurs propositions des différents experts étaient similaires et/ou se chevauchaient.

Ainsi, pour les défis, une liste de 38 libellés avec leurs descriptions, répartis dans 6 grandes catégories, a été générée.

Pour les pratiques de durabilité, une liste de 45 libellés et descriptions, répartis dans 5 grandes catégories, a été générée. Finalement, pour les pratiques d'anticipation et de préparation, une liste de 41 libellés et descriptions, répartis dans 6 grandes catégories, a été générée. Le détail de ces listes est présenté à l'annexe 2 dans les tableaux, A2, A3 et A4. Ces listes consolidées ont été envoyées aux experts pour validation. L'objectif de cette validation était de s'assurer de générer des listes consolidées reflétant les défis et pratiques identifiés par les experts.

Dans la seconde étape de l'étude Delphi, c'est-à-dire le **rétrécissement**, les experts ont été invités à sélectionner, parmi chacune des trois listes, c'est-à-dire la liste des défis, la liste des pratiques de durabilité et la liste des pratiques d'anticipation, les dix éléments par liste les plus importants, sans les classer. À partir de cette étape, les éléments identifiés comme étant importants pour chacun des panels ont été traités séparément. Les tableaux A5, A6 et A7 de l'annexe 2 présentent :

- A5 : La liste des **défis**, jugés comme étant les **plus importants**, auxquels les organisations sont confrontées en ce qui concerne la gestion des infrastructures technologiques
- A6. La liste des **pratiques / stratégies**, jugées comme étant les **plus importantes**, utilisées par les organisations pour prolonger la **durabilité (pérennité)** de leurs infrastructures technologiques existantes
- A7. La liste des **pratiques / stratégies**, jugées comme étant les **plus importantes**, utilisées par les organisations pour **anticiper et se préparer** aux défis liés à la constante et rapide évolution technologique

Finalement lors de la dernière étape de l'étude Delphi, c'est-à-dire le **classement**, les experts ont été invités à classer les défis et les pratiques les plus importants identifiés à l'étape 2.

3.2 Résultats - Classement

Dans la troisième et dernière étape de l'étude Delphi, c'est-à-dire le **classement**⁵², les experts ont été invités à classer par ordre d'importance (1 à n avec 1= le/la plus important(e)), les défis et pratiques sélectionnés à l'étape précédente. L'objectif d'une étude Delphi est d'établir un consensus entre les experts qui ont généré les listes de défis et les pratiques/stratégies. Afin d'obtenir un niveau de consensus acceptable, deux rondes de classement ont été nécessaires⁵³.

⁵² Voir Annexe 2, plus spécifiquement, la section A2.5 pour plus amples informations méthodologiques.

⁵³ Cafiso et al. (2013).

Le **tableau 2** présente les résultats du classement des **défis** auxquels les organisations sont confrontées en ce qui concerne la gestion des infrastructures technologiques. Les défis sont classés par types d'experts, c'est-à-dire experts provenant du privé, du domaine public ou du domaine académique, ainsi que par ordre d'importance.

Tableau 2. Classement des défis auxquels les organisations sont confrontées en ce qui concerne la gestion des infrastructures technologiques

Num.	Défis	CLASSEMENT PUBLIC	CLASSEMENT PRIVÉ	CLASSEMENT ACADÉMIQUE
D_4_4	Rétention des employés	1	8	7
D_4_3	Recrutement des employés	2	10	
D_1_5	Flexibilité et agilité de l'infrastructure TI	3	2	4
D_2_8	Intégration complexe de l'infrastructure	4		6
D_4_2	Rétention des connaissances	5	12	3
D_1_14	Structure et gouvernance TI	6	3	5
D_1_15	Transformation organisationnelle	7	1	1
D_4_1	Développement des compétences	8	11	10
D_1_9	Prendre des décisions d'affaires éclairées	9		
D_2_11	Enjeux reliés à la maintenance d'une infrastructure vieillissante	10	4	
D_1_13	Respecter les lois, les standards et les règlements	11		8
D_1_2	Gérer les besoins des clients et les délais dans le respect des standards technologiques	12		
D_1_6	Gérer les attentes de la direction et clarifier l'importance de la gestion de l'infrastructure	13	9	
D_2_2	Comprendre et documenter l'infrastructure et l'architecture actuelle	14		
D_2_7	Implantation des outils d'automatisation des tâches et de l'intelligence artificielle	15		12
D_2_3	Évolution rapide des composantes de l'infrastructure TI		5	
D_3_2	Piratage et sécurité des données		6	2
D_6_2	Réagir adéquatement aux besoins exprimés par les utilisateurs		7	
D_1_1	Balancer le portefeuille TI		13	
D_2_9	Intégration liée à l'infonuagique		14	9
D_3_3	Implanter et soutenir les bonnes pratiques en matière de sécurité des données			11

Le **tableau 3** présente les résultats du classement des **pratiques /stratégies** utilisées par les organisations pour prolonger la **durabilité (pérennité)** de leurs infrastructures technologiques (TI) existantes.

Tableau 3. Classement des pratiques / stratégies utilisées par les organisations pour prolonger la durabilité (pérennité) de leurs infrastructures technologiques (TI) existantes

Num.	Pratiques / stratégies durabilité	CLASSEMENT PUBLIC	CLASSEMENT PRIVÉ	CLASSEMENT ACADÉMIQUE
Du_2_10	Favoriser le recours à des technologies standardisées	1		
Du_4_9	Acquérir du matériel technologique fiable	2		
Du_5_9	Virtualiser les serveurs	3	7	
Du_2_7	Établir des standards et des normes de performance de l'infrastructure technologique	4		
Du_5_7	Garantir une redondance des composantes critiques	5		
Du_5_8	Virtualiser l'infrastructure	6	6	
Du_5_2	Mettre en place une architecture orientée services	7	5	
Du_1_4	Maintenir les compétences TI	8	10	4
Du_2_9	Évaluer et suivre les capacités des composantes de l'infrastructure technologique	9		
Du_4_4	Développer et suivre un plan de maintenance et de remplacement	10		
Du_2_5	Établir un cadre de gouvernance des données et de lignes directrices sur l'utilisation des TI	11		7
Du_4_11	Optimiser et réutiliser certaines composantes technologiques	12		2
Du_1_7	Transférer et dédoubler les compétences TI	13	11	
Du_4_2	Développer une vision stratégique de l'infrastructure technologique		1	1
Du_2_4	Établir un cadre de gouvernance de l'infrastructure technologique		2	9
Du_5_10	Virtualiser le stockage		3	10
Du_4_3	Développer et documenter un plan d'architecture d'entreprise (incluant l'infrastructure technologique)		4	
Du_1_1	Connaissances des besoins d'affaires		8	
Du_5_4	Créer et publier des API		9	11
Du_1_5	Mettre en place un programme d'amélioration continue		12	3
Du_5_1	Analyser les données d'exploitation de l'infrastructure technologique à l'aide d'outils d'intelligence d'affaires et artificielle		13	
Du_5_3	Automatiser et digitaliser des tâches de suivi et de maintenance		14	
Du_1_2	Favoriser la collaboration entre les équipes de développement et les unités d'affaires			5
Du_2_1	Adopter une approche modulaire			6

Alors que le **tableau 4** présente les résultats du classement des **pratiques / stratégies** utilisées par les organisations pour **anticiper et se préparer** aux défis liés à la constante et rapide évolution technologique.

Tableau 4. Classement des pratiques / stratégies utilisées par les organisations pour anticiper et se préparer aux défis liés à la constante et rapide évolution technologique

Num.	Pratiques / stratégies anticipation	CLASSEMENT PUBLIC	CLASSEMENT PRIVÉ	CLASSEMENT ACADÉMIQUE
An_2_1	Adopter des technologies fiables et évolutives	1		
An_5_4	Développer la collaboration entre les TI et les unités d'affaires	2	3	1
An_2_6	Recourir à des standards	3	7	2
An_4_7	Mettre en place des mécanismes d'amélioration continue	4	9	5
An_3_3	Définir un cadre d'architecture d'entreprise	5		
An_1_3	Mise en place de conditions de travail favorisant la rétention des employés	6		
An_1_6	Promouvoir une culture agile	7	13	7
An_2_9	Utiliser des indicateurs de performance pour évaluer l'infrastructure technologique	8	2	14
An_1_4	Planifier le développement continu des compétences	9	11	
An_4_6	Évaluer les risques technologiques internes et externes	10		
An_3_6	Mettre en place un comité de suivi et de priorisation	11		
An_2_2	Automatisation des services technologiques de façon standardisée	12	6	
An_2_8	Réutiliser et adapter certaines composantes technologiques	13		9
An_4_8	Recourir à l'impartition	14		15
An_3_5	Mettre en place des équipes d'architecture		1	6
An_3_4	Définir le cycle de vie et une feuille de route		4	
An_6_2	Établir une culture et une structure de veille technologique		5	10
An_6_5	Recourir à des experts externes		8	
An_2_4	Migrer vers l'infonuagique		10	11
An_2_7	Recourir à l'intelligence d'affaires et artificielle		12	12
An_5_2	Développer la collaboration entre équipes de développement et d'opération			3
An_4_3	Adopter des méthodologies agiles			4
An_5_3	Développer la collaboration entre les TI et les partenaires externes			8
An_2_5	Ouverture et transparence			13

4 Analyse et discussion

4.1 Comparaison des Défis – Revue de littérature versus Delphi

Le tableau 2 présente le classement des principaux défis identifiés lors de l'étude Delphi, auxquels les organisations sont confrontées en ce qui concerne la gestion des infrastructures technologiques et applicatives.

En comparant les défis identifiés lors de la revue de littérature (voir Tableau 1) avec ceux identifiés lors de l'étude Delphi (Tableau 2 colonne Classement Public), nous constatons certaines similitudes et différences. Premièrement, trois des cinq principaux défis identifiés par les experts provenant du domaine « public », soit **Rétention des employés**, **Recrutement des employés** et **Rétention des connaissances**, semblent directement liés aux problèmes de manque d'expertise et de ressources internes identifiés dans la revue de littérature.

De plus, nous avons révélé, dans notre analyse de la littérature, l'importance des défis liés à la complexité et l'agilité des infrastructures technologiques et applicatives. Ces défis ont également été identifiés comme étant parmi les plus importants pour les experts du domaine public. En effet les défis **Flexibilité et agilité de l'infrastructure TI** et **Intégration complexe de l'infrastructure** ont été classés en troisième et quatrième places par ordre d'importance.

Par ailleurs, l'analyse des recherches publiées dans le domaine nous a permis de soulever l'importance des défis liés à la gouvernance. Les experts du domaine public ont également mis l'emphase sur les enjeux de gouvernance en identifiant les défis liés à **la structure et gouvernance TI**, à **la prise de décisions d'affaires éclairées**, à **au respect des lois, des standards et des règlements**, à **la gestion des besoins des clients et des délais dans le respect des standards technologiques** et à **la gestion des attentes de la direction**.

Finalement, certaines différences existent entre notre analyse de la littérature et les résultats de la consultation des experts. En effet, les défis liés à l'externalisation ainsi qu'aux mégadonnées, identifiés dans la revue de littérature, ne semblent pas être une préoccupation prioritaire, à l'heure actuelle, pour les experts du domaine public. Le seul défi relié à ces enjeux est celui de **l'implantation des outils d'automatisation des tâches et de l'intelligence artificielle**, et a été classé en quinzième position.

4.2 Analyse et discussion des défis liés à la gestion des infrastructures technologiques et applicatives

Les défis liés à la gestion des infrastructures technologiques et applicatives identifiés par les experts (Tableau 2) provenant des domaines « public », « privé » et « académique » sont particulièrement intéressants lorsque nous les comparons.

Tout d'abord, en comparant les défis les plus importants dans chaque domaine, nous constatons que les experts du secteur public semblent plus préoccupés par des questions opérationnelles et à court terme que leurs homologues du secteur privé. En effet, les experts du secteur privé mettent en avant des défis liés à une vision sur le long terme, tels que la **transformation organisationnelle (défi classé en 1^{re} position), la flexibilité et l'agilité de l'infrastructure TI (2^e position)**. Dans le domaine public, les résultats montrent que les enjeux prédominants sont ceux liés au recrutement, à la rétention, au développement des compétences des employés, ainsi qu'aux difficultés à intégrer l'infrastructure existante. Ces résultats reflètent ainsi des difficultés et donc une attention particulière des experts, sur des questions opérationnelles et plutôt à court terme. Bien que ces enjeux soient prioritaires pour les organisations publiques, une vision à plus long terme ne doit pas être négligée afin d'être capable d'anticiper et de surmonter les défis technologiques à venir.

Par ailleurs, parmi les défis identifiés par les experts du domaine public, certains se retrouvent dans le classement des autres experts. Même s'ils ne sont pas classés exactement dans les mêmes positions, certains défis semblent préoccuper l'ensemble des experts, c'est-à-dire **Rétention des employés, Flexibilité et agilité des infrastructure TI, Rétention des connaissances, Structure et gouvernance, Transformation organisationnelle** et **Développement des compétences**. Ces défis semblent donc plus « universels » puisqu'ils préoccupent, à différents degrés les experts de tous les domaines, nonobstant les contraintes et spécificités de chacun de ces domaines.

Par contre, certains défis identifiés par les experts du domaine « public » sont plus spécifiques, c'est-à-dire **Prendre des décisions d'affaires éclairées, Gérer les besoins des clients et les délais dans le respect des standards technologiques** et **Comprendre et documenter l'infrastructure et l'architecture actuelle**. Ces trois défis semblent indirectement liés à un problème identifié dans la revue de littérature ainsi que par les experts, c'est-à-dire le manque d'expertise et de connaissances à l'interne. Effectivement, sans les difficultés liées au recrutement, à la rétention et au développement des compétences des employés, il est fort probable que la prise de décision, la gestion de projets et la gestion de l'architecture d'entreprise se feraient plus efficacement et ne représenteraient peut-être pas des défis aussi importants pour les OP.

En conclusion, nos résultats montrent que les OP font face à des défis importants en termes de rétention et de recrutement de personnel qualifié et ce manque de personnel semble engendrer d'autres défis de gestion et de prise de décisions. Ce problème de main-d'œuvre qualifiée peut également amener les organisations publiques à se concentrer sur des aspects opérationnels à court terme au détriment du développement d'une vision stratégique à plus long terme.

4.3 Analyse et discussion des pratiques / stratégies pour prolonger la durabilité des infrastructures technologiques et applicatives

Les pratiques/stratégies déployées pour prolonger la durabilité des infrastructures technologiques et applicatives, identifiées par les experts provenant des trois domaines, sont également très intéressantes à comparer. Tout d'abord, lorsque nous observons les résultats présentés dans le Tableau 3, nous constatons que les pratiques/stratégies préconisées par les experts du domaine « public » sont plus opérationnelles et à court terme que celles identifiées par leurs homologues des domaines « privé » et « académique ». Effectivement, les cinq principales pratiques/stratégies identifiées par les experts du domaine public sont de **favoriser le recours à des technologies standardisées, acquérir du matériel technologique fiable, virtualiser les serveurs, établir des standards et des normes de performance de l'infrastructure technologique et garantir une redondance des composantes critiques**. De plus, seulement une de ces cinq pratiques/stratégies apparaît dans le classement des experts du domaine « privé ».

À l'opposé, les principales pratiques/stratégies identifiées par les experts des domaines « privé » et « académique » semblent plus liées à des préoccupations stratégiques et à plus long terme. En effet, ces experts mettent en avant des pratiques telles que **Développer une vision stratégique de l'infrastructure technologique, Établir un cadre de gouvernance de l'infrastructure technologique et Mettre en place un programme d'amélioration continue**.

La seule pratique/stratégie permettant de prolonger la durabilité des infrastructures qui a été identifiée comme importante par les trois groupes d'expert est **Maintenir les compétences TI**. Il semble donc que, peu importe le domaine, peu importe que les préoccupations soient stratégiques ou opérationnelles, à court terme ou à long terme, ce sont les connaissances et les expertises détenues par les employés qui sont essentielles pour assurer la pérennité des infrastructures technologiques et applicatives.

Ces résultats peuvent paraître surprenants compte tenu de la nature même des organisations privées et publiques. En effet, dans les organisations privées, la nature des activités et objectifs pourrait influencer une vision à plus court terme, comparativement aux organisations publiques. Par exemple, les organisations privées font face à des pressions liées à des profits trimestriels à livrer. Ainsi, nous nous serions attendus à ce que les experts du domaine privé aient des stratégies orientées plus sur le court terme que leurs homologues du secteur public. Nos résultats montrent le contraire.

La question du pourquoi est légitime. Nos résultats montrent que, de manière générale, les organisations privées semblent avoir intégré que, pour répondre rapidement et efficacement aux défis technologiques opérationnels et aux demandes à court terme, il est essentiel d'avoir une vision stratégique des TI claire et un cadre de gouvernance bien défini et cohérent.

Dans les organisations publiques, nous avons constaté que cette vision, et donc ces stratégies à plus long terme sont beaucoup moins présentes. Cependant, ces résultats sont à mettre en perspective. Des liens peuvent être faits entre notre analyse des défis rencontrés par les OP et celles des stratégies visant à prolonger la durabilité des infrastructures. Il est en effet fort possible que ces pratiques/stratégies à plus court terme soient influencées par le manque de personnel qualifié dans les OP et par la complexité de l'infrastructure existante. Ainsi, faisant face à plus de défis d'ordre opérationnel et à court terme, les OP développent des stratégies concentrées sur le court terme.

En conclusion, ces résultats peuvent paraître surprenants au premier abord. Surprenants, car nous avons observé d'importantes différences entre les pratiques/stratégies déployées par les experts du domaine public et ceux des autres domaines. Les spécificités du contexte des OP peuvent possiblement expliquer une partie de ces différences. Cependant, même si certains facteurs peuvent expliquer cette vision à plus court terme des OP, il est important de s'interroger sur la capacité des OP à parvenir malgré tout à développer des

visions stratégiques de leurs infrastructures technologiques et à déployer des cadres de gouvernance alignés et cohérents.

4.4 Analyse et discussion des pratiques / stratégies pour anticiper et se préparer aux défis liés à l'évolution technologique

Comparativement aux pratiques/stratégies identifiées pour prolonger la durabilité des infrastructures technologiques et applicatives (Tableau 3), les pratiques/stratégies identifiées par les experts des trois domaines pour anticiper et se préparer aux défis liés à l'évolution technologique sont plus alignées.

Tout d'abord, tous les experts ont identifié les pratiques/stratégies suivantes comme étant importantes : **Développer la collaboration entre les TI et les unités d'affaires, Recourir à des standards, Mettre en place des mécanismes d'amélioration continue, Promouvoir une culture agile et Utiliser des indicateurs de performance pour évaluer l'infrastructure technologique.** Ainsi, la collaboration, l'agilité, la standardisation et le suivi semblent être des thèmes essentiels pour se préparer à faire face aux défis liés à l'évolution technologique.

Par contre, nous constatons également certaines distinctions importantes. Tout d'abord, la stratégie/pratique qui semble être la plus importante pour les experts du domaine « public », c'est-à-dire **Adopter des technologies fiables et évolutives**, est encore une fois très opérationnelle et n'a pas été identifiée par les experts des deux autres domaines. L'utilisation de cette stratégie peut s'expliquer en considérant les défis que rencontrent les OP dans le recrutement et la rétention de personnel. Sans ces difficultés, il serait probablement plus efficace pour une organisation d'avoir des employés compétents, capables de s'adapter et de réagir face à de nouvelles évolutions technologiques, plutôt que de miser sur certaines technologies dans l'espoir qu'elles soient fiables et faciles à faire évoluer.

D'ailleurs, deux des pratiques/stratégies identifiées par les experts des domaines privés et académiques, mais non mentionnés par les experts du domaine public sont : ***Mettre en place des équipes d'architecture*** et ***Établir une culture et une structure de veille technologique***. Or, les employés et leurs compétences sont au cœur de ces deux stratégies.

En conclusion, bien que les pratiques/stratégies pour anticiper et se préparer aux défis liés à l'évolution technologique sont plus alignées entre les 3 groupes d'experts, nos résultats montrent encore une fois l'influence des défis auxquels font face les OP.

L'étude Delphi nous a, quant à elle, permis de confirmer certains de ces défis et d'identifier les pratiques et stratégies pour prolonger la durabilité des infrastructures TI et anticiper leur évolution.

5 Conclusion

L'objectif de ce projet de recherche est d'identifier et de documenter les enjeux auxquels sont confrontés les OP en termes de gestion d'infrastructures technologiques et applicatives ainsi que les pratiques déployées pour surmonter ces enjeux et optimiser la gestion de ces infrastructures.

La revue de littérature a permis d'identifier plusieurs défis rencontrés par les organisations publiques et regroupées dans les quatre catégories suivantes : 1) Gouvernance – manque de consensus des trop nombreuses parties prenantes et incertitude financière sur le long terme, 2) Approvisionnement – règlements d'approvisionnement stricts et financement pouvant être amené à être réajusté au fil du temps, 3) Externalisation – manque d'experts qualifiés et gestion de la maintenance, 4) Mégadonnées – gestion rapide du stockage des données massives.

L'étude Delphi nous a, quant à elle, permis de confirmer certains de ces défis et d'identifier les pratiques et stratégies pour prolonger la durabilité des infrastructures TI et anticiper leur évolution. Les tableaux 1, 2 et 3 présentent les classements, obtenus par une étude Delphi menée auprès d'experts provenant des domaines publics, privés et académiques, des principaux 1) défis auxquels les organisations sont confrontées en ce qui concerne la gestion des infrastructures technologiques ainsi que les pratiques/stratégies déployées pour 2) prolonger la durabilité et 3) anticiper et se préparer aux défis liés à la constante et rapide évolution technologique.

Plusieurs défis majeurs identifiés (voir tableau 2) semblent plus spécifiques au domaine public, tels que ceux rattachés **au recrutement et à la rétention des employés** et à **la complexité de l'intégration de l'infrastructure**. Dans le domaine privé, les experts, quant à eux, jugent plus importants les défis portant sur la **transformation organisationnelle** et la **structure de gouvernance**. Enfin, la **flexibilité et l'agilité de l'infrastructure TI** sont une préoccupation à la fois pour le domaine public et privé. À l'opposé, certains défis importants pour les experts du

domaine privé et/ou académique, comme le **piratage et la sécurité des données**, ou encore **l'évolution rapide des composantes de l'infrastructure TI**, ne semblent pas être une préoccupation majeure pour les experts du domaine public.

Au niveau des pratiques/stratégies déployées pour prolonger la durabilité, il semble y avoir une dichotomie entre celles jugées importantes par les experts du domaine public et celles des domaines privés et académiques. Les experts du domaine public préfèrent ainsi **favoriser le recours à des technologies standardisées, acquérir du matériel technologique fiable, et virtualiser les serveurs**. À l'opposé, les pratiques les plus importantes pour les experts du domaine privé sont centrées sur le **développement d'une vision stratégique et l'établissement d'un cadre de gouvernance de l'infrastructure technologique**. Nos résultats montrent ainsi que, de manière générale, les organisations privées semblent avoir intégré que, pour répondre rapidement et efficacement aux défis technologiques opérationnels et aux demandes à court terme, il est essentiel d'avoir une vision stratégique des TI claire et un cadre de gouvernance bien défini et cohérent. Dans les organisations publiques, nous avons constaté que cette vision et donc ces stratégies à plus long terme, sont beaucoup moins présentes. Les défis auxquels sont confrontés les OP, en termes de recrutement et rétention des employés, peuvent possiblement expliquer une partie de ces différences. Cependant, il est important de s'interroger sur la capacité des OP à parvenir malgré tout à développer des visions stratégiques de leurs infrastructures technologiques et à déployer des cadres de gouvernance alignés et cohérents.

Finalement, au niveau des pratiques/stratégies déployées pour anticiper et se préparer aux défis liés à la constante et rapide évolution technologique (voir tableau 4), il semble y avoir un alignement plus important entre les experts des trois domaines. En fait, **développer la collaboration entre les TI et les unités d'affaires, recourir à des standards et mettre en place des mécanismes d'amélioration continue** sont trois pratiques/stratégies identifiées comme très importantes par

l'ensemble des experts. Toutefois, notre étude montre une singularité du domaine public concernant deux pratiques/stratégies : ***mettre en place des équipes d'architecture et établir une culture et une structure de veille technologique*** qui n'ont pas été jugées importantes par les experts du domaine public, contrairement à ceux des autres domaines.

À l'issue de cette étude, nous avons donc constaté certaines similarités dans les défis auxquels les OP et les organisations privées font face, mais également certains enjeux propres aux OP. Ainsi, les OP sont amenées à penser et utiliser des pratiques et stratégies parfois différentes de celles des organisations privées, afin de gérer adéquatement leurs infrastructures technologiques.

En conclusion, la présente étude a permis d'identifier les principaux défis, en termes d'infrastructure technologique, auxquels sont confrontées les organisations ainsi que les pratiques/stratégies déployées pour accroître la pérennité de ces infrastructures ainsi que pour anticiper et se préparer aux évolutions technologiques. Nous espérons que les résultats de cette étude guideront et supporteront les praticiens dans leurs prises de décisions ainsi que les chercheurs dans leurs explorations des enjeux liés à la gestion des infrastructures technologiques.

Annexe 1 – Revue de littérature

Afin de réaliser la revue de littérature sur l'identification des principaux défis liés à l'évolution et à la maintenance des infrastructures technologiques et applicatives, les recommandations méthodologiques suggérées par différents chercheurs ont été suivies (F. Rowe, 2014; Templier & Paré, 2015; Webster & Watson, 2002). Dans un premier temps, des mots-clés en lien avec le domaine d'étude, c'est-à-dire secteur public, et les objectifs de la recherche ont été utilisés pour mener les recherches : informatique, gestion, systèmes d'information, gouvernement intelligent, administration électronique, impartition, approvisionnement technologique, achats électroniques, gestion informatique, externalisation informatique, gestion des données massives, infrastructure informatique et infrastructure technologique. Plusieurs bases de données ont été consultées : JSTOR, ACM Digital Library, agrégateur ABI ProQuest et Google Scholar. Nous nous sommes concentrés sur les articles académiques et professionnels. Ces articles proviennent à la fois de revues scientifiques et professionnelles, d'actes de conférences et de chapitres de livres. Nous avons également considéré les références croisées mentionnées dans les articles et les chapitres de livres. Parmi les 55 articles identifiés à l'issue du premier tour, 20 articles traitant plus spécifiquement du rôle des responsables informatiques dans les OP ont été exclus, ainsi que 15 autres, axés sur les techniques des projets informatiques. De plus, 8 autres articles consacrés à la crise de l'identité informatique dans le secteur public ont été exclus. Enfin, 11 articles portant sur la gestion des infrastructures informatiques des OP ont été conservés et regroupés en quatre catégories: 1) Gouvernance (Gil-Garcia et al., 2014) 2) Approvisionnement (Bradić-Martinović, 2016; Moe & Päivärinta, 2013), 3) Externalisation (Burnes & Anastasiadis, 2003; Duhamel et al., 2014), et 4) Mégadonnées (Kim, Trimi, & Chung, 2014; Kuiper, Van Dam, Reiter, & Janssen, 2014).

Annexe 2 – Étude Delphi - Détails

La méthode Delphi permet à un panel d'experts de communiquer et d'échanger, de manière interactive et structurée, afin d'identifier, de sélectionner et de classer différentes idées, par exemple des problèmes, des facteurs clés de succès ou encore des bonnes pratiques (Paré et al., 2013; G. Rowe & Wright, 1999; Schmidt, 1997). La méthode Delphi a été choisie, car elle a été utilisée avec succès dans des domaines complexes nécessitant le jugement d'experts (e.g. G. Rowe & Wright, 1999). Elle a également démontré son efficacité dans l'identification de défis, de problèmes et de solutions rattachés aux TI (Okoli & Pawlowski, 2004).

A2.1 - Présentation de la méthode

Dans notre contexte, la méthode Delphi a permis de formaliser les communications et le partage d'information entre les experts en gestion d'infrastructures technologiques et applicatives afin d'extraire les enjeux et les pratiques déployées dans les organisations publiques et privées. Les principales caractéristiques de la méthode Delphi, soit : 1) l'anonymat, 2) les itérations multiples, 3) la rétroaction contrôlée et 4) l'agrégation statistique des réponses de groupe, font de cette méthode un outil d'identification d'enjeux et de pratiques tout à fait adapté à l'objectif de recherche visé (Paré et al., 2013).

Dans cette recherche, nous avons suivi les recommandations suggérées dans les articles méthodologiques de référence (El-Gazzar et al., 2016; Okoli & Pawlowski, 2004; Paré et al., 2013; G. Rowe & Wright, 1999; Schmidt, 1997). Ces recommandations ont été suivies tout au long des différentes étapes du processus : développement des outils de collecte de données, recrutement des participants, ainsi que les différentes phases de la méthode Delphi (G. Rowe & Wright, 1999; Schmidt, 1997).

A2.2 - Panel d'experts

En ce qui concerne la sélection des sujets, le choix des experts appropriés peut représenter l'une des étapes les plus

importantes du processus Delphi, car il est directement lié à la qualité des résultats générés (Paré et al., 2013). Les recommandations de Okoli & Pawlowski (2004) et de Paré et al. (2013), concernant la procédure de sélection des experts ont été suivies. Les experts, sollicités pour participer à l'étude Delphi, sont des praticiens ayant des connaissances sur les pratiques de gestion des infrastructures technologiques et applicatives œuvrant dans des organisations privées, mais aussi publiques et parapubliques (p.ex. organisations municipales, provinciales ou fédérales ; université, hôpitaux, etc.). Nous avons également sollicité des chercheurs ayant mené des études dans le domaine de l'approvisionnement et de gestion des infrastructures technologiques et applicatives. Nous n'avons imposé aucune restriction concernant la zone géographique et les experts recrutés proviennent du Québec, du Canada ainsi que de l'international, ceci afin d'avoir la plus grande variété possible de perspectives.

Le recrutement a été effectué à partir des réseaux professionnels des auteurs de la présente étude. Un courriel a été envoyé à chaque répondant potentiel présentant les objectifs de la recherche, les critères de sélection et les avantages que ces répondants potentiels pourraient obtenir. Ces critères de sélection sont :

1. Expertise : Avoir de l'expérience et de l'expertise en gestion d'infrastructures technologiques et/ou applicatives provenant de la pratique et/ou de recherches scientifiques dans le domaine ;
2. Expérience : Minimum de 7-10 ans d'expérience dans le domaine des TI ou en recherche en TI ;
3. Domaine : Public ou privé ;
4. Langue : Comprendre le français ou l'anglais.

Concernant le dernier point, les documents ont été traduits dans les deux langues tout au long du processus de collecte de données. De plus, aucune compensation financière n'a été proposée aux répondants potentiels, mais les avantages énumérés ci-dessous leur ont été mentionnés :

1. Partager ses connaissances avec d'autres experts sur les pratiques/stratégies liées à la gestion des infrastructures technologiques et applicatives ;
2. Comparer ses pratiques/stratégies avec d'autres experts et apprendre d'eux ;
3. Être membre d'un groupe d'experts diversifié et sélectif;
4. Accéder, de manière privilégiée, aux résultats : une liste, validée par un panel d'experts, des différentes pratiques liées à la gestion des infrastructures technologiques et applicatives ;
5. Participer en tout anonymat (seules les variables démographiques seront partagées).

Un panel de 40 répondants a pu être constitué et a été divisé en trois groupes : experts du domaine public et parapublic, experts du domaine privé et chercheur. Le tableau A.1 présente les principales données démographiques du panel.

Table A.1 – Données démographiques	
Ensemble du panel	
Nombre de répondants	40
Âge moyen	47,1
Nombre moyen d'années d'expérience professionnelle	23,15
Nombre moyen d'années d'expérience professionnelle en TI	17,6
Genre	38H, 2F
Panel des experts du domaine privé	
Nombre de répondants	15
Âge moyen	48
Nombre moyen d'années d'expérience professionnelle	23,3
Nombre moyen d'années d'expérience professionnelle en TI	18,2
Genre	14H, 1F
Panel des experts du domaine public et parapublic	
Nombre de répondants	14
Âge moyen	48
Nombre moyen d'années d'expérience professionnelle	25,3
Nombre moyen d'années d'expérience professionnelle en TI	19
Genre	14H, 0F
Panel des chercheurs	
Nombre de répondants	11
Âge moyen	46,3
Nombre moyen d'années d'expérience professionnelle	20,2
Nombre moyen d'années d'expérience professionnelle en TI	15
Genre	10H,1F

Les sections suivantes décrivent les trois grandes phases sous-jacentes à la méthode Delphi soit : 1) le Remue-méninge, 2) le Rétrécissement et 3) le Classement (El-Gazzar et al., 2016; Okoli & Pawlowski, 2004; Paré et al., 2013; Schmidt, 1997).

A2.3 - Étape 1 : Remue-méninges

A.2.3.1 - Présentation du questionnaire

Dans la première partie du questionnaire envoyé aux experts lors de l'étape 1, certaines données démographiques ont été demandées : nom/prénom ; poste (titre) ; nom de l'organisation ; âge ; scolarité (dernier diplôme) ; expérience

professionnelle (en années) ; expérience en gestion des TI (en années). Par la suite, trois questions ont été posées :

1. **Défis** - Quels sont les principaux défis auxquels les organisations sont confrontées en ce qui concerne la gestion des infrastructures technologiques (TI), c'est-à-dire matériel et logiciel ?
2. **Durabilité** - Quelles sont les pratiques / stratégies utilisées par les organisations pour prolonger la durabilité (pérennité) de leurs infrastructures technologiques (TI) existantes, c'est-à-dire celles présentement déployées ? Ces pratiques / stratégies peuvent être aussi bien techniques, stratégiques, organisationnelles, humaines, etc.
3. **Anticipation et préparation** - Quelles sont les pratiques / stratégies utilisées par les organisations pour anticiper et se préparer aux défis liés à la constante et rapide évolution technologique? Ces pratiques / stratégies peuvent être aussi bien techniques, stratégiques, organisationnelles, humaines, etc.

Les répondants devaient fournir au moins 6 réponses pour chacune des questions (6 défis, 6 pratiques de durabilité et 6 pratiques d'anticipation et préparation). Pour chacune des réponses, nous avons ajouté un champ permettant aux répondants d'expliquer ou de clarifier leurs réponses. Le questionnaire a été prétesté avec l'aide de trois spécialistes du domaine TI. La clarté des questions, le design du questionnaire et la durée approximative nécessaire pour le remplir ont été évalués. La figure A1 présente un exemple de questionnaire utilisé lors de l'étape #1, soit le remue-méninge, pour la question portant sur les pratiques d'anticipation et de préparation.

Figure A1. – Exemple de questionnaire utilisé lors de l'étape de remue-ménages

	
Étude Delphi - Gestion des infrastructures technologiques et applicatives - Durabilité et Anticipation	
En jaune = Sections à compléter	
Section 1: Données personnelles	
Consignes Section 1: Pourriez-vous nous fournir les informations suivantes. Ces informations resteront confidentielles et ne seront utilisées que par les chercheurs afin de mieux comprendre et interpréter les résultats.	
Prénom:	
Nom:	
Poste (titre):	
Nom de votre organisation:	
Âge:	
Scolarité (dernier diplôme):	
Exp. professionnelle (en années):	
Exp. en gestion des TI (en années):	
Section 2: Pratiques/stratégies Durabilité et Évolution de l'infrastructure technologiques (TI)	
Consignes Section 2: Sur la base de votre expérience et de votre expertise, nous aimerions que vous répondiez aux questions suivantes dans le tableau:	
<ol style="list-style-type: none"> DÉFIS - Quels sont les principaux défis auxquels les organisations sont confrontées en ce qui concerne la gestion des infrastructures technologiques (TI), c'-à-d. matériel et logiciel ? DURABILITÉ - Quelles sont les pratiques / stratégies utilisées par les organisations pour prolonger la durabilité (pérennité) de leurs infrastructures technologiques (TI) existantes, c'-à-d. celles présentement déployées ? Ces pratiques / stratégies peuvent être aussi bien techniques, stratégiques, organisationnelles, humaines, etc. ANTICIPATION - Quelles sont les pratiques / stratégies utilisées par les organisations pour anticiper et se préparer aux défis liés à la constante et rapide évolution technologique ? 	
Afin de répondre à ces questions, veuillez énumérer au moins six éléments pour chaque question dans l'espace prévu à cet effet (voir ici-bas). Pour chaque élément, veuillez fournir une description d'une ligne et donner une brève explication. Cette brève explication permettra de clarifier votre pensée, de minimiser les incompréhensions et de nous aider à réconcilier les différentes pratiques/stratégies identifiées par les autres experts.	
Section 2.1 - DÉFIS	
	Exemple 1: Saisir les opportunités d'affaires Explication: De nouvelles opportunités nécessitant le développement de nouvelles fonctionnalités, l'achat de nouveaux logiciels et/ou la configuration de nouveaux modules
	Exemple 2: Nouveaux standards et réglementation Explication: La venue de nouvelles réglementations et standards technologiques force l'organisation à revoir ses processus et mettre à niveau son infrastructure technologique
2.1. DÉFIS - Quels sont les principaux défis auxquels les organisations sont confrontées en ce qui concerne la gestion des infrastructures technologiques (TI), c'-à-d. matériel et logiciel ?	DÉFI 1: Explication 1:
	DÉFI 2: Explication 2:
	DÉFI 3: Explication 3:
	DÉFI 4: Explication 4:
	DÉFI 5: Explication 5:
	DÉFI 6: Explication 6:

A.2.3.2 - Analyse des résultats.

Un total de 595 réponses différentes a été reçu, soit 217 défis, 180 pratiques de durabilité et 198 pratiques d'anticipation et de préparation. Les données ont été compilées à l'aide du logiciel Excel. Les réponses et leurs explications ont été analysées par les chercheurs. L'objectif de cette analyse était de regrouper et synthétiser l'ensemble de ces réponses. Les réponses similaires ont été rassemblées sous un même libellé et pour chacun de ces libellés, une explication a été rédigée. Pour les défis, 38 libellés répartis dans 6 grandes catégories ont été générés. Pour les pratiques de durabilité : 45 libellés répartis dans 5 grandes catégories, tandis que pour les pratiques d'anticipation et préparation : 41 libellés répartis dans 6 grandes catégories (un tableau présentant la liste finale est présenté dans la section suivante).

A.2.3.3 - Validation des résultats et listes obtenues

Par la suite, les experts ont été contactés une seconde fois pour valider les trois listes générées à l'étape précédente. Les listes des libellés et leurs descriptions leur ont été fournies ainsi qu'un espace pour commenter et suggérer des modifications ou corrections. Dans un second temps, il a été demandé aux répondants de valider l'interprétation que les chercheurs ont faite de leurs réponses au premier questionnaire. La figure A2 présente un exemple de questionnaire utilisé lors de l'étape de validation des interprétations.

Figure A2. – Exemple de validation de l'interprétation des chercheurs

DÉFIS QUE VOUS NOUS AVEZ PROPOSÉS			CATÉGORIE À LAQUELLE NOUS AVONS ASSIGNÉ VOTRE PROPOSITION		VOS COMMENTAIRES (SI VOUS EN AVEZ) : Recatégorisation, interprétation à revoir, explications, supplémentaires, etc.
Libellés	Descriptions		Libellés	Définitions	
Embauche de personnel qualifié	On remarque de plus en plus une pénurie de personnel qualifié pour certains postes spécifiques en TI.	→	Recrutement des employés	Être capable de recruter des employés compétents et qualifiés dans le domaine des TI. L'évolution rapide et la grande diversité des technologies implique de recruter des personnes aux multiples compétences (polyvalence) et qui sont capables de continuer d'apprendre. De plus, le marché actuel fait face à une pénurie de main-d'œuvre ce qui complique la gestion de l'infrastructure TI. Cette pénurie est accentuée pour des compétences dans certains domaines en émergence (ex : analyses des données massives) ou à l'inverse reliées à des technologies plus anciennes qui ne sont plus enseignées (certains langages de codes, de base de données, etc.).	

Les commentaires et suggestions des répondants ont été analysés et les listes ont été adaptées en conséquence. Le **tableau A2** présente la liste finale obtenue suite à la première étape de l'étude Delphi des **38 différents défis** auxquels les organisations sont confrontées par rapport la gestion des infrastructures technologiques. Ces défis sont regroupés en six catégories : 1) Stratégique, 2) Technologique, 3) Sécurité, 4) Ressources humaines, 5) Ressources financières et contrôle des coûts et 6) Utilisateurs.

Le **tableau A3** présente la liste finale des **45 différentes pratiques/stratégies** utilisées par les organisations pour prolonger la **durabilité** (pérennité) de leurs infrastructures technologiques existantes. Ces pratiques/stratégies sont regroupées dans cinq catégories : 1) Gestion des connaissances et des compétences, 2) Gouvernance, 3) Partenariat, 4) Stratégie et 5) Technologies.

Finalement, le **tableau A4** présente la liste finale **des 41 différentes pratiques/stratégies** utilisées par les organisations pour **anticiper et se préparer** aux défis liés à l'évolution technologique. Ces pratiques/stratégies sont regroupées dans six catégories : 1) Employés, 2) Technologie, 3) Architecture, 4) Stratégie, 5) Collaboration et 6) Veille.

Tableau A2. Liste des différents défis auxquels les organisations sont confrontées par rapport la gestion des infrastructures technologiques.

Défis – Catégorie #1 - STRATÉGIQUE

Num.	Libellés	Définitions
D_1_1	Balancer le portefeuille TI	Être capable de répartir adéquatement les budgets entre les besoins en termes d'opération, de maintenance et de mise à niveau des systèmes et les besoins en termes d'innovation et d'investissements.
D_1_2	Gérer les besoins des clients et les délais dans le respect des standards technologiques	Être capable de trouver un équilibre entre répondre rapidement aux besoins des clients et le respect des règles et des standards qui garantissent l'intégrité de l'infrastructure technologique.
D_1_3	Démocratisation des outils d'intelligence d'affaires	Rendre disponibles les outils d'intelligence d'affaires aux employés des différentes unités d'affaires et non plus uniquement aux employés du département TI afin de promouvoir une culture d'innovation ou de pratiques de gestion qui favoriseraient l'apport et l'implication des membres de l'organisation à son innovation.
D_1_4	Enjeux juridiques liés à l'adoption de nouvelles technologies	Des enjeux juridiques (propriété intellectuelle, propriété des données, etc.) peuvent freiner l'adoption de nouvelles technologies telles que, par exemple, l'Infonuagique, la blockchain, etc.
D_1_5	Flexibilité et agilité de l'infrastructure TI	Être capable de mettre en place une infrastructure flexible capable de s'adapter à un environnement qui évolue rapidement et soutenir l'organisation dans l'identification et l'exploitation de nouvelles opportunités d'affaires.
D_1_6	Gérer les attentes de la direction et clarifier l'importance de la gestion de l'infrastructure	Les attentes en termes de réduction de coûts liées à la gestion de l'infrastructure sont importantes et il faut être capable d'expliquer l'importance de maintenir et faire évoluer cette infrastructure afin d'obtenir les budgets et les délais adéquats. Cet aspect est rendu difficile par le fait que la valeur pour l'organisation des projets de gestion de l'infrastructure n'est pas toujours perçue adéquatement et que les dirigeants comprennent parfois mal les défis associés à cette gestion (complexité, évolution rapide, etc.).
D_1_7	Évolution des processus et des façons de faire	Être capable de faire évoluer et occasionnellement remettre en question la pertinence d'affaires des processus et façons de faire existantes afin de les adapter aux nouvelles réalités de l'entreprise et des technologies et éviter l'inertie et le statu quo.
D_1_8	Expliquer aux membres de l'organisation les enjeux liés à la complexité de la gestion de l'infrastructure	Dans un contexte où la technologie et les connaissances qui lui sont reliées se démocratisent, il faut être capable d'expliquer les enjeux liés à la complexité de la gestion de l'infrastructure à l'échelle d'une organisation afin que les attentes soient réalistes.
D_1_9	Prendre des décisions d'affaires éclairées	Être capable de clarifier les besoins d'affaires le plus clairement possible et prendre des décisions éclairées afin de faire évoluer l'infrastructure de sorte qu'elle puisse soutenir l'organisation dans la poursuite de nouvelles opportunités d'affaires.
D_1_10	S'adapter à des processus d'acquisition complexes	Être capable de s'adapter aux normes et règlements complexes qui régissent l'acquisition de solutions TI dans le domaine public.
D_1_11	Encadrement des acquisitions TI des employés	Être capable de mettre en place un encadrement des acquisitions TI des employés (ajout d'équipements, achat d'applications tierces) qui peuvent entraîner des problèmes de compatibilité, de support et de sécurité des données.
D_1_12	Gérer les relations avec les fournisseurs	La gestion de l'infrastructure TI peut être dépendante des fournisseurs et de leurs priorités. Ces priorités (les modules à mettre à jour, les fonctionnalités à ajouter, etc.) peuvent être différentes de celles de l'organisation et ces dépendances peuvent freiner l'évolution de l'infrastructure de l'organisation. Il est cependant nécessaire de maintenir une bonne relation avec les fournisseurs pour bénéficier du partage de connaissances.
D_1_13	Respecter les lois, les	Comprendre et se conformer aux lois et règlements externes (p.ex. entités de régulation gouvernementales ou mondiales) dans la gestion de l'infrastructure.

	standards et les règlements	
D_1_14	Structure et gouvernance TI	Être capable de définir et implanter des mécanismes de gouvernance des TI. Il faut ainsi être capable d'évaluer de façon éclairée les différents choix liés à la structure de la fonction d'affaires TI. Les choix de centraliser, décentraliser dans les différentes unités d'affaires ou faire appel à des fournisseurs de services externes, comportent chacun des avantages et inconvénients qu'il est nécessaire de comprendre et d'évaluer.
D_1_15	Transformation organisationnelle	Les nouvelles technologies peuvent entraîner des changements de paradigmes en initiant des changements organisationnels. Il faut ainsi être capable de s'adapter et transformer les structures organisationnelles, les processus, les métiers et les façons de faire.
D_1_16	Valorisation des actifs intangibles	Être capable de valoriser, dans la gestion budgétaire, non seulement le matériel, mais également tout ce qui est intangible (logiciels, capital intellectuel, etc.).
Défis – Catégorie #2 - TECHNOLOGIQUE		
Num.	Libellés	Définitions
D_2_1	Cohérence de l'infrastructure	Être capable de maintenir une cohérence dans l'infrastructure en évitant la fragmentation et la redondance des systèmes. Lors de nouveaux projets, il faut ainsi être capable de réutiliser des composantes de l'infrastructure existante plutôt que d'en ajouter des nouvelles au risque d'ajouter de la redondance dans l'infrastructure.
D_2_2	Comprendre et documenter l'infrastructure et l'architecture actuelle	Être capable d'avoir une compréhension la plus précise et complète possible d'une infrastructure souvent très complexe et de pouvoir la documenter. Cela nécessite de comprendre non seulement la composition de l'infrastructure (les différents éléments tels que les serveurs, routeurs, logiciels), l'intégration de ces différentes composantes et le lien avec les services d'affaires rendus. Cet aspect est important pour garantir la cohérence de l'infrastructure et d'éviter la redondance dans les services proposés. Par ailleurs, différents facteurs peuvent complexifier cette tâche au fil du temps, tels que la perte de connaissances liée au départ d'employés (c'est-à-dire à la retraite ou vers la concurrence) et la documentation parfois limitée sur certains composants de l'infrastructure.
D_2_3	Évolution rapide des composantes de l'infrastructure TI	Être capable de comprendre et d'anticiper les évolutions du marché (veille technologique), de faire des choix éclairés par rapport à de nouvelles technologies qui apparaissent constamment et/ou faire face à la pression des fournisseurs en termes d'évolution technologique.
D_2_4	Fusion d'entreprise et intégration des infrastructures	Être capable d'intégrer les infrastructures de façon cohérente lors d'acquisition d'organisations.
D_2_5	Gestion de la capacité	Être capable d'évaluer les besoins de l'organisation en termes de capacité des systèmes afin de pouvoir faire évoluer l'infrastructure en conséquence.
D_2_6	Gestion des applications infonuagiques	La gestion des applications infonuagiques est complexe sachant que les mises à jour et évolutions des applications ne sont pas sous le contrôle du département TI de l'organisation et que ces évolutions peuvent survenir à une cadence rapide.
D_2_7	Implantation des outils d'automatisation des tâches et de l'intelligence artificielle	Être capable d'identifier, de développer, d'implanter et de maintenir des outils d'automatisation des tâches et d'intelligence artificielle afin de soutenir la gestion de l'infrastructure technologique.
D_2_8	Intégration complexe de l'infrastructure	Être capable de prendre en considération l'intégration des différentes composantes de l'infrastructure lors de l'évolution d'une partie de cette infrastructure. Au niveau technique, cette intégration pose des défis en termes de complexité des projets d'évolution (par exemple, problèmes liés à la compatibilité, aux standards, aux normes de sécurité changeantes) et entraîne des coûts supplémentaires. Au niveau organisationnel, le fait que différentes parties de l'infrastructure soient distribuées et sous la responsabilité de différentes parties prenantes (p.ex. département TI, fournisseur externe) complexifie davantage l'évolution de cette infrastructure.
D_2_9	Intégration liée à	Être capable de gérer l'intégration entre les différents services d'infonuagiques, ainsi qu'entre ceux-ci et l'infrastructure existante. Cette intégration peut être rendue complexe

	l'infonuagique	par le manque d'interopérabilité entre les différents services.
D_2_10	Interopérabilité des systèmes	Prendre en compte le manque d'interopérabilité entre les systèmes proposés par les différents fournisseurs.
D_2_11	Enjeux reliés à la maintenance d'une infrastructure vieillissante	Maintenir des infrastructures matérielles et logicielles vieillissantes est complexe et la difficulté d'obtenir les composantes de remplacement/logiciels nécessaires pour la maintenance rend cette tâche encore plus difficile.

Défis – Catégorie #3 - SÉCURITÉ

Num.	Libellés	Définitions
D_3_1	Gestion des données dans les infonuagiques publiques et hybrides	La tendance des utilisateurs à utiliser des services externes (BYOD, applications tierces, etc.) pose des défis importants en termes de gestion des données de l'entreprise. Lorsque les données de l'organisation sont stockées à différents endroits, il devient difficile de garantir l'intégrité des données (les données sont-elles sauvegardées?), leur sécurité (la plateforme utilisée protège-t-elle adéquatement l'accès aux données) et cela pose également des défis en termes de propriété des données.
D_3_2	Piratage et sécurité des données	Être capable de faire face aux risques de piratage des données en mettant en œuvre les mécanismes de protection nécessaires.
D_3_3	Implanter et soutenir les bonnes pratiques en matière de sécurité des données	Être capable de s'adapter aux nombreuses normes et bonnes pratiques liées à la sécurité qui se développent et évoluent constamment, et ceci afin de garantir la sécurité des données.

Défis – Catégorie #4 – RESSOURCES HUMAINES

Num.	Libellés	Définitions
D_4_1	Développement des compétences	Être capable d'identifier, de développer et mettre à jour les compétences et expertises des employés par rapport à des technologies qui évoluent constamment. Pour cela, il faut connaître les formations existantes et être capable de trouver la bonne formation pour la bonne personne (cours, formation sur le terrain, coaching, etc.).
D_4_2	Rétention des connaissances	Être capable de maintenir et éviter de perdre le savoir et les connaissances dans l'organisation, lors du départ des employés vers d'autres départements ou entreprises, ou à la retraite.
D_4_3	Recrutement des employés	Être capable d'attirer et de recruter des employés compétents et qualifiés dans le domaine des TI. L'évolution rapide et la grande diversité des technologies impliquent de recruter des personnes aux multiples compétences (polyvalence), qui sont capables de continuer d'apprendre et de travailler dans un environnement en constante évolution (gestion du stress et de l'inconnu, esprit analytique, curiosité, etc.). De plus, le marché actuel fait face à une pénurie de main-d'œuvre ce qui complique la gestion de l'infrastructure TI. Cette pénurie est accentuée pour des compétences dans certains domaines en émergence (ex. : analyse des données massives) ou, à l'inverse, reliées à des technologies plus anciennes qui ne sont plus enseignées (certains langages de codes, de base de données, etc.).
D_4_4	Rétention des employés	Être capable de retenir les employés afin de maintenir les compétences nécessaires pour gérer l'infrastructure. Du fait de la pénurie de main-d'œuvre dans le domaine, les employés qualifiés sont fortement sollicités et la rotation de l'emploi est importante.

Défis – Catégorie #5 – RESSOURCES FINANCIÈRES ET CONTRÔLE DES COÛTS

Num.	Libellés	Définitions
D_5_1	Ressources limitées pour la gestion de l'infrastructure	La complexité liée à la gestion de l'infrastructure entraîne des coûts importants lors de nouveaux projets (planification, développement, tests, mise en production) et le manque de ressources allouées freine les projets d'évolution de l'infrastructure.
D_5_2	Suivi et contrôle des coûts de licences et d'abonnements	Être capable de faire le suivi des licences qui est un processus complexe. En effet, il est nécessaire d'être en règle et conforme lors des audits des éditeurs de logiciels.

Défis – Catégorie #6 – UTILISATEURS

Num.	Libellés	Définitions
D_6_1	Accès à des infrastructures de télécommunication performante	Prendre en compte les différences de performance des infrastructures de télécommunication, sachant que certaines régions sont encore mal desservies en matière d'accès à l'internet haute vitesse.
D_6_2	Réagir adéquatement aux besoins exprimés par les utilisateurs	Être capable de comprendre, analyser de façon critique et s'adapter aux besoins exprimés par les utilisateurs qui évoluent constamment. En effet, les TI se démocratisent et les besoins exprimés par les utilisateurs évoluent en fonction des expériences qu'ils acquièrent dans le contexte organisationnel ou à l'extérieur (téléphones intelligents, réseaux sociaux, etc.). Ces nouveaux besoins sont, par exemple, l'accessibilité des données en tout temps et n'importe où, la prise en charge de différents médias (ordinateurs, téléphones intelligents, tablettes, etc.) et l'expérience utilisateur (applications plus intuitives, faciles à utiliser).

Tableau A3. Liste des différentes pratiques / stratégies utilisées par les organisations pour prolonger la durabilité (pérennité) de leurs infrastructures technologiques (TI) existantes

Durabilité– Catégorie #1 – GESTION DE LA CONNAISSANCE ET DES COMPÉTENCES		
Num.	Libellés	Définitions
Du_1_1	Connaissances des besoins d'affaires	S'assurer que les unités d'affaires soient en mesure d'évaluer, de formuler et de transmettre leurs besoins et que les employés TI comprennent bien ces besoins d'affaires, que leurs connaissances soient à jour afin que l'infrastructure technologique soit alignée avec les besoins d'affaires.
Du_1_2	Favoriser la collaboration entre les équipes de développement et les unités d'affaires	Déployer des approches de développement et de livraison d'infrastructures technologiques, p. ex. les approches agiles ou DevOps, favorisant la collaboration intensive entre les équipes de développement et les unités d'affaires.
Du_1_3	S'impliquer dans des communautés de pratique	S'impliquer dans des communautés de pratiques afin de partager et de collecter des expériences et des connaissances relatives à la gestion des infrastructures technologiques.
Du_1_4	Maintenir les compétences TI	Soutenir les employés en TI dans la mise à jour de leurs compétences et leurs connaissances TI en offrant des formations à l'interne et/ou en payant des formations spécialisées à l'externe, des conférences, etc. Ces compétences et connaissances doivent être alignées avec les besoins organisationnels et l'évolution des TI sur le marché.
Du_1_5	Mettre en place un programme d'amélioration continue	Déployer un programme d'amélioration continue de l'infrastructure technologique impliquant aussi bien les employés en TI que les utilisateurs internes et externes de l'organisation.
Du_1_6	Mettre en place un système de gestion de la connaissance	La mise en place d'un système de gestion de la connaissance permet d'augmenter l'efficacité et le niveau d'expertise des ressources chargées d'assurer la pérennité de l'infrastructure TI.
Du_1_7	Transférer et dédoubler les compétences TI	Assurer un transfert constant et permanent des compétences TI entre les employés internes ainsi que, lorsque possible, des employés externes vers les employés internes. Dans le cas de compétences TI critiques, s'assurer d'avoir une relève, c'est-à-dire, des remplaçants possibles possédant ces compétences.
Du_1_8	Développer la veille technologique	Mettre en place des pratiques et une culture de veille technologique afin de suivre les évolutions technologiques, d'apprendre d'autres organisations, de découvrir de nouveaux outils ou approches, etc.
Durabilité– Catégorie #2 – GOUVERNANCE		
Num.	Libellés	Définitions
Du_2_1	Adopter une approche modulaire	Adopter une approche modulaire en établissant une infrastructure technologique de base solide qui peut se développer au moyen de modules supplémentaires.
Du_2_2	Centraliser la gestion des TI et des centres de données	Centraliser la gestion des TI et des centres de données afin de réduire la taille, le coût global, la complexité et les besoins en termes d'infrastructure technologique.
Du_2_3	Consolider et standardiser les pratiques de développement et de support	Consolider et standardiser les pratiques de développement et de support, c'est-à-dire les orientations, les standards d'architecture, les technologies, les langages de programmation, les approches, les méthodes, les outils, etc., afin de permettre la réutilisation, la valorisation et l'optimisation de l'infrastructure technologique en place.
Du_2_4	Établir un cadre de gouvernance de l'infrastructure technologique	Établir un cadre de gouvernance de l'infrastructure technologique, c'est-à-dire orientations TI, valeurs, lignes directrices, objectifs, matrice RACI, pouvoirs décisionnels, etc., pour l'ensemble des employés œuvrant au développement, au maintien et à l'évolution de l'infrastructure technologique.
Du_2_5	Établir un cadre de gouvernance des données et de lignes directrices sur l'utilisation des TI	Établir un cadre de gouvernance des données qui englobe les processus, les politiques, les pratiques et les structures nécessaires pour orchestrer les personnes, les processus et l'utilisation des technologies au sein d'une organisation et optimiser la collecte, le stockage, l'utilisation et la diffusion des technologies et des données.

Du_2_6	Établir une politique de gestion des licences et des achats de matériel/logiciel	Établissement d'objectifs, d'orientations, de lignes directrices, d'une matrice RACI, etc. afin d'encadrer l'achat et le renouvellement de licences, de matériels et de logiciels.
Du_2_7	Établir des standards et des normes de performance de l'infrastructure technologique	Définir des standards techniques et des normes de performances, par exemple par rapport à la rapidité, au volume, à la sécurité, aux risques, etc. de l'infrastructure technologique, pour pouvoir gérer la performance et la planification de la capacité de façon optimale.
Du_2_8	Établir et suivre l'évolution du portfolio des composantes de l'infrastructure technologique	Établir et suivre l'évolution d'un portfolio de l'ensemble des composantes de l'infrastructure technologique incluant aussi bien les développements internes, les fournisseurs externes que le matériel et le logiciel.
Du_2_9	Évaluer et suivre les capacités des composantes de l'infrastructure technologique	Définir une structure claire de gouvernance (c'est-à-dire définir des processus et des comités d'évaluation, de suivi et de contrôle) pour gérer la capacité des composantes de l'infrastructure technologique.
Du_2_10	Favoriser le recours à des technologies standardisées	Favoriser le recours à des technologies standardisées (éviter la personnalisation), uniformes et maîtrisées par l'organisation dont la fiabilité et la performance ont été démontrées.

Durabilité – Catégorie #3 – PARTENARIAT

Num.	Libellés	Définitions
Du_3_1	Établir des partenariats interorganisationnels	Établir des partenariats avec des organisations externes confrontées à des défis/enjeux similaires, en termes d'infrastructure technologique, afin de partager les ressources, les expertises, les connaissances, ainsi que les coûts et les risques liés au développement et à la livraison de solutions technologiques.
Du_3_2	Renégocier les contrats en vue d'une extension	Renégocier avec les fournisseurs de services externes afin de prolonger les contrats de support, par exemple de matériel et logiciel, au-delà de la date de fin prévue.
Du_3_3	Faire affaire avec des fournisseurs de services locaux	Signer des ententes de service avec des fournisseurs locaux afin de profiter des avantages de la proximité en termes de communication et de collaboration.
Du_3_4	Recourir à des consultants externes spécialisés dans la gestion de l'infrastructure technologique	Recourir à des services de conseils externes spécialisés dans la gestion de l'infrastructure technologique, p.ex. développement, maintenance et évolution, et détenant les compétences et l'expérience adéquates.
Du_3_5	Recourir à des services externes (p.ex. impartition)	Recourir à des services externes en transférant le support, le maintien, l'évolution et/ou le développement d'une partie ou de la totalité des composantes de l'infrastructure technologique à un opérateur qui a une obligation de résultat.
Du_3_6	Établir une structure et une politique de gestion de contrat	Établissement d'une équipe spécialisée et d'une politique (erg. Orientation, lignes directrices, objectifs, stratégie) de gestion de l'appel d'offres et gestion de contrats, c'est-à-dire négociation, rédaction, suivi, etc.

Durabilité – Catégorie #4 – STRATÉGIE

Num.	Libellés	Définitions
Du_4_1	Développer une politique organisationnelle liée à «Apportez vos appareils personnels (BYOD)»	Développer une politique et fournir un environnement, p. ex. réseautique, applications, support, sécurité, services web, etc., afin d'encadrer la pratique «Apporter vos appareils personnels» (BYOD).
Du_4_2	Développer une vision stratégique de l'infrastructure technologique	Développer une vision de l'infrastructure technologique et de la fonction TI avec l'ensemble des parties prenantes de l'organisation afin de répondre aux besoins actuels, anticiper les besoins à venir et prioriser les investissements. Il faut ainsi établir un plan stratégique des TI, c'est-à-dire objectifs, rôles, impacts, risques, etc., aligné avec les priorités stratégiques de

		l'organisation afin de prioriser les investissements et la livraison de composantes de l'infrastructure technologique.
Du_4_3	Développer et documenter un plan d'architecture d'entreprise (incluant l'infrastructure technologique)	Développer et documenter le plan d'architecture d'entreprise, incluant les composantes de l'infrastructure technologique, afin de répondre aux besoins futurs et de s'assurer que les nouvelles composantes et/ou celles imparties soient cohérentes et s'intègrent dans l'architecture d'entreprise.
Du_4_4	Développer et suivre un plan de maintenance et de remplacement	Établir et suivre un plan de maintenance et de remplacement des composantes de l'infrastructure technologique afin d'anticiper les changements, de budgéter ces changements, d'étaler le remplacement de certaines composantes, d'éviter des bris ou de la désuétude, de minimiser les impacts sur les utilisateurs, etc.
Du_4_5	Développer ou configurer des logiciels fiables	Assurer que les logiciels développés (ou configurés) soient le plus fiables possible dès leur mise en production, en s'assurant que ces logiciels ont été testés rigoureusement et passés à travers un cycle d'approbation d'affaires.
Du_4_6	Établir un plan stratégique des TI	Établir un plan stratégique des TI, c'est-à-dire objectifs, rôles, impacts, risques, etc., aligné avec les priorités stratégiques de l'organisation afin de prioriser les investissements et la livraison de composantes de l'infrastructure technologique.
Du_4_7	Établir une offre de services	Établir une offre de services technologiques répondants aux besoins des parties prenantes de l'organisation afin de rentabiliser l'infrastructure technologique en place et d'aider l'organisation à opérer, à croître, à évoluer et à se transformer.
Du_4_8	Évaluer et démontrer la valeur ajoutée de l'infrastructure technologique	Évaluer et démontrer la valeur ajoutée pour l'organisation et ses différentes parties prenantes des différentes composantes de l'infrastructure technologique.
Du_4_9	Acquérir du matériel technologique fiable	Acquérir du matériel et de l'équipement technologique de «qualité», parfois plus dispendieux à court terme, mais dont la fiabilité et la durabilité sont plus importantes à long terme.
Du_4_10	Mettre en place des services partagés	Mettre en place des services partagés afin de partager les coûts, centraliser les appels d'offres, regrouper les acquisitions et standardiser l'infrastructure technologique.
Du_4_11	Optimiser et réutiliser certaines composantes technologiques	Optimiser et réutiliser les composantes technologiques de certaines unités d'affaires dans d'autres unités dont les besoins sont moins importants ou encore à des environnements de développement.

Durabilité– Catégorie #5 – TECHNOLOGIE

Num.	Libellés	Définitions
Du_5_1	Analyser les données d'exploitation de l'infrastructure technologique à l'aide d'outils d'intelligence d'affaires et artificielle	Recourir à des outils d'intelligence d'affaires, par exemple l'apprentissage machine, l'analyse de données, etc. pour mieux comprendre, par exemple, les courbes de consommation d'énergie, les patterns de bris, etc., et supporter le maintien et l'évolution de l'infrastructure technologique.
Du_5_2	Mettre en place une architecture orientée services	Recourir à des services web (logiciel (SaaS), infrastructure (IaaS) et/ou plateforme (PaaS)), par l'entremise de l'infonuagique publique, privée et/ou hybride.
Du_5_3	Automatiser et digitaliser des tâches de suivi et de maintenance	Automatiser et digitaliser certaines activités de suivi et de maintenance de l'infrastructure technologique, par exemple la mise en veille automatique d'ordinateurs ou l'exécution automatique de mises à jour, afin de réduire les tâches manuelles, améliorer l'identification et la résolution de problèmes, optimiser l'utilisation des ressources, etc.
Du_5_4	Créer et publier des API	Créer et publier des API (interface de programmation applicative ou application programming interface) afin de faciliter l'échange d'information entre les différents logiciels.
Du_5_5	Établir une politique d'efficacité énergétique de	Objectifs, lignes directrices, orientations, niveaux, etc. afin que les nouveaux appareils technologiques déployés lors de mises à niveau ou remplacements respectent les critères d'efficacité énergétique préétablis et qui minimisent les impacts environnementaux.

	l'infrastructure technologique	
Du_5_6	Recourir aux logiciels libres	Recourir à des logiciels libres pour faire fonctionner et évoluer l'infrastructure technologique afin de bénéficier des avantages de flexibilité (éviter le «lock-in» des éditeurs de logiciels propriétaires) relative à l'évolution ou le retrait éventuel de logiciels.
Du_5_7	Garantir une redondance des composants critiques	Assurer une redondance des composants critiques de l'infrastructure technologique, p. ex. serveur, données, expertises, etc. afin de protéger les opérations et les données clés de l'organisation.
Du_5_8	Virtualiser l'infrastructure	Virtualiser l'ensemble des composants de l'infrastructure technologique et du réseau afin de dissocier la couche matérielle et la couche logicielle afin d'augmenter la durée de vie des équipements physiques et de simplifier l'infrastructure physique.
Du_5_9	Virtualiser les serveurs	Virtualiser certaines applications et postes de travail (VDI - Virtual Desktop Infrastructure) sur des serveurs permet de considérablement réduire les coûts liés à l'alimentation, le chauffage / refroidissement, les ressources humaines, le nombre de postes de travail, etc.
Du_5_10	Virtualiser le stockage	Virtualiser les technologies de stockage afin d'amortir les technologies de stockage moins récentes et moins performantes.

Tableau A4. Liste des différentes pratiques / stratégies utilisées par les organisations pour anticiper et se préparer aux défis liés à la constante et rapide évolution technologique

Anticipation et préparation – Catégorie #1 – EMPLOYÉS		
Num.	Libellés	Définitions
An_1_1	Développement de compétences transversales	Développer chez les employés en TI des compétences transversales non seulement au niveau technologique, mais aussi afin de faire le lien avec la stratégie de l'organisation. Au niveau technologique, il s'agit d'embaucher ou former des employés sur différentes plateformes technologiques et différents langages de programmation afin de faire le pont entre les anciennes et les nouvelles infrastructures technologiques, d'identifier des pistes d'amélioration, de faciliter l'intégration de changements technologiques, etc. Il faut également développer une bonne compréhension des enjeux stratégiques de l'organisation pour soutenir les efforts liés à l'évolution de l'infrastructure TI.
An_1_2	Implication des experts en technologie	Impliquer les experts technologiques internes et/ou externes dans l'identification et les décisions en lien avec l'évolution des infrastructures technologiques afin de mieux positionner l'organisation, d'identifier des solutions cohérentes avec les TI en place, de préparer les changements (et minimiser la résistance), etc.
An_1_3	Mise en place de conditions de travail favorisant la rétention des employés	Mettre en place des conditions de travail favorisant la rétention, la collaboration et le partage entre les employés afin de faire face aux évolutions technologiques, par exemple, nommer un « Chief Happiness Officer », favoriser la conciliation des contraintes personnelles et celles liées au travail, etc. Il est également important d'évaluer et de gérer les risques de frustration des employés pouvant être liés à des facteurs tels que des assignations changeantes, la perception de lourdeur bureaucratique, etc.
An_1_4	Planifier le développement continu des compétences	Planifier le développement des compétences technologiques des employés, de manière continue, en offrant du coaching, en les faisant participer à des formations internes, en les envoyant dans des séminaires, etc. afin de maintenir à jour les compétences, de faire face aux transformations numériques et de se préparer à faire face aux évolutions technologiques.
An_1_5	Mettre en place une politique d'innovation et concours internes	Élaboration d'une politique d'innovation (avec le budget nécessaire) et lancement, sur une base régulière, de concours d'innovation afin de stimuler la réflexion, de partager des idées, de tester de nouvelles technologies et de trouver des solutions afin de surmonter les défis organisationnels associés à l'évolution technologique.
An_1_6	Promouvoir une culture agile	Promouvoir une culture agile/flexible par rapport à la gestion de l'infrastructure technologique et les TI en général dans l'organisation.
An_1_7	Recourir à des stagiaires et/ou embaucher de jeunes diplômés	Recourir à des stagiaires ou embauches de jeunes diplômés afin d'introduire de nouvelles idées, de nouvelles connaissances, de nouvelles façons de faire, de nouvelles technologies, etc.
An_1_8	Utiliser la créativité de la foule (Crowdsourcing)	Utilisez la créativité de la foule afin de s'informer sur les nouvelles tendances, les concepts et les possibilités liées aux évolutions technologiques.
Anticipation et préparation – Catégorie #2 – TECHNOLOGIQUE		
Num.	Libellés	Définitions
An_2_1	Adopter des technologies fiables et évolutives	Adopter des composantes, dans l'infrastructure technologique, qui soient « flexibles » et évolutives, par exemple, des composantes pouvant être mises à jour, bonifiées et/ou prolongées; en favorisant des standards ouverts et l'interopérabilité; en testant et adoptant continuellement de nouvelles composantes, etc.
An_2_2	Automatisation des services technologiques de façon standardisée	Automatiser des services technologiques en ayant recours à des standards du marché (p. ex. SDDC ou Software-defined data center) afin de séparer les processus organisationnels et les infrastructures technologiques et ainsi favoriser l'évolution des infrastructures en minimisant les impacts sur les processus.
An_2_3	Créer des espaces de	Créer des espaces permettant aux employés d'être créatifs, par exemple, des « carrés de

	créativité	sable (sandbox) » pour développer et tester des prototypes, pour « jouer » avec de nouvelles technologies, d'explorer, etc.
An_2_4	Migrer vers l'infonuagique	Migrer les systèmes « on premise » vers des plateformes d'infonuagique afin d'avoir une plus grande flexibilité, de répondre à des demandes élevées non prévues, de faciliter l'évolutivité des systèmes, de ne pas avoir à gérer étroitement leur développement, etc.
An_2_5	Ouverture et transparence	Favoriser l'utilisation de standards ouverts, d'API ouverts et de données ouvertes permet de capitaliser sur les communautés afin d'avoir une interopérabilité des systèmes et de mieux faire face à l'évolution technologique.
An_2_6	Recourir à des standards	Favoriser le recours à des standards lors de l'acquisition, le développement et la maintenance des infrastructures technologiques afin d'uniformiser les pratiques, de faciliter l'interopérabilité des systèmes et de faciliter l'intégration d'évolutions technologiques.
An_2_7	Recourir à l'intelligence d'affaires et artificielle	Recourir aux outils d'intelligence artificielle, par exemple le machine learning, pour exploiter les données collectées sur l'infrastructure technologique (p.ex. consommation d'énergie, rapidité, nombre d'erreurs, etc.) et ainsi mieux se préparer à faire face à l'évolution technologique.
An_2_8	Réutiliser et adapter certaines composantes technologiques	Réutiliser et adapter, si possible, des composantes de l'infrastructure technologique existantes lors de l'implantation de nouveautés technologiques afin d'optimiser l'utilisation des ressources technologiques existantes.
An_2_9	Utiliser des indicateurs de performance pour évaluer l'infrastructure technologique	Développer et utiliser des indicateurs afin de surveiller et d'évaluer la performance des composantes de l'infrastructure technologique, p.ex. coûts, volume, temps d'arrêt, maintenance, etc., et ainsi identifier les composantes devant être remplacées.

Anticipation et préparation – Catégorie #3 – ARCHITECTURE

Num.	Libellés	Définitions
An_3_1	Adopter une architecture en microservices et en modules	Adopter une architecture technologique de microservices et de modules afin de favoriser un découplage entre les applications et le matériel technologique (hardware), de réutiliser des microservices, de faciliter l'extension, l'élasticité et l'évolution de l'infrastructure technologique.
An_3_2	Adopter une architecture orientée services (SOA)	Adopter une architecture orientée services afin d'avoir une infrastructure technologique plus flexible et plus facile à faire évoluer technologiquement.
An_3_3	Définir un cadre d'architecture d'entreprise	Définir un cadre d'architecture d'entreprise et évaluer l'ensemble des éléments de cette architecture, c'est-à-dire processus, données, technologies, applications, services, normes, standards, structures, etc. afin de répondre aux objectifs d'affaires d'une organisation, de guider les transformations et de gérer de manière durable les changements technologiques et l'infrastructure technologique.
An_3_4	Définir le cycle de vie et une feuille de route	Définir le cycle de vie des composantes de l'infrastructure technologique, ainsi qu'une feuille de route des remplacements des composantes à venir afin d'anticiper les évolutions technologiques et les investissements, d'optimiser les changements technologiques, de les communiquer, d'adapter ces évolutions technologiques à l'environnement organisationnel et d'éviter des désuétudes.
An_3_5	Mettre en place des équipes d'architecture	Mise en place d'une équipe « architecture d'entreprise » responsable d'établir le cadre d'architecture d'entreprise, c'est-à-dire déterminer les standards et orientations, ainsi qu'une équipe « architecture d'exploitation », responsable de déterminer, à partir de l'AE, les produits/services/moyens à mettre en place, c'est-à-dire une feuille de route par grand domaine de l'infrastructure technologique.
An_3_6	Mettre en place un comité de suivi et de priorisation	Mettre en place un comité de suivi des besoins technologiques, de l'évolution technologique et de priorisation des initiatives technologiques afin de s'arrimer au cadre d'architecture d'entreprise et de sensibiliser l'organisation aux rôles de l'infrastructure technologique.

Anticipation et préparation – Catégorie #4 – STRATÉGIE		
Num.	Libellés	Définitions
An_4_1	Adopter une approche « Apportez vos appareils personnels » (BYOD)	Adopter une approche « apportez vos appareils personnels » en fixant des règles d'encadrement claires afin de transférer aux employés, la responsabilité d'anticiper, de planifier et de gérer l'évolution des technologies en fonction de leurs besoins.
An_4_2	Adopter une approche de gestion par portefeuille	Adopter une gestion par portefeuille de l'ensemble des projets technologiques afin d'obtenir une vue d'ensemble et de pouvoir identifier la complémentarité et trouver l'équilibre entre les projets d'infrastructure technologique et les projets de transformation numérique.
An_4_3	Adopter des méthodologies agiles	Adopter des méthodes de développement agiles et itératives, p.ex. Scrum, DevOps, etc., afin d'avoir la capacité de s'améliorer sur une base continue, livrer plus fréquemment et plus rapidement (pour un meilleur ratio time-to-market), s'adapter rapidement aux changements, d'impliquer les unités d'affaires, d'avoir une meilleure connaissance des besoins d'affaires et de s'ajuster constamment aux évolutions technologiques.
An_4_4	Développer des « business cases »	Développer des « business cases » afin de démontrer l'importance et la pertinence d'investir dans de nouvelles infrastructures technologiques (économies de coûts, amélioration de productivité, etc.) ainsi que les risques et impacts sur l'organisation de ne pas investir dans de telles technologies.
An_4_5	Élargir l'offre de services TI	Élargir l'offre de services TI, et l'infrastructure technologique nécessaire pour offrir ces services, en fusionnant ou en acquérant les services technologiques d'organisations externes.
An_4_6	Évaluer les risques technologiques internes et externes	Évaluer les probabilités de risques technologiques (internes et externes) et leur niveau d'impact afin d'identifier les composantes de l'infrastructure technologiques à mettre à jour, à étendre ou à remplacer pour mitiger ces risques.
An_4_7	Mettre en place des mécanismes d'amélioration continue	Mettre en place des mécanismes d'amélioration continue de l'infrastructure technologique afin d'améliorer, de simplifier et d'anticiper les évolutions technologiques, par exemple, un processus récurrent d'évaluation de l'infrastructure technologique, un comité interdisciplinaire de suivi, etc.
An_4_8	Recourir à l'impartition	Recourir à l'impartition afin de profiter de la flexibilité et des mises à jour (technologiques et humaines), des corrections d'anomalies constantes et profiter du partage des connaissances tout en faisant un suivi serré avec les fournisseurs au niveau des règles contractuelles.
Anticipation et préparation – Catégorie #5 – COLLABORATION		
Num.	Libellés	Définitions
An_5_1	Collaborer avec des firmes spécialisées et des centres de recherche	Développer des collaborations avec des centres de recherche, p. ex. des centres universitaires ou groupes de recherche ainsi qu'avec des firmes spécialisées en technologies, p. ex. Forrester, Gartner, etc., afin de partager des connaissances/expériences et de maintenir un regard frais et à jour sur les tendances et les évolutions technologiques.
An_5_2	Développer la collaboration entre équipes de développement et d'opération	Favoriser la collaboration entre les équipes de développement d'infrastructures technologiques et applicatives et les équipes d'opération/maintenance de ces infrastructures afin de faciliter le partage de connaissances, de tendances, de besoins, d'idée, etc. en lien avec l'évolution des infrastructures technologiques.
An_5_3	Développer la collaboration entre les TI et les partenaires externes	Collaborer régulièrement avec des partenaires externes, c'est-à-dire clients et fournisseurs, afin d'identifier leurs besoins, leurs attentes, leurs visions (incluant l'aspect technologique); co-développer des solutions technologiques; faire une veille technologique commune, etc.
An_5_4	Développer la collaboration entre les TI et les unités d'affaires	Collaborer régulièrement avec les utilisateurs, les unités d'affaires et les décideurs afin d'identifier et préciser leurs besoins et leurs attentes réels (et non seulement demandés), développer une stratégie commune, maintenir un alignement adéquat des efforts d'évolution, développer et tester de nouvelles fonctions, partager les connaissances et réalités entre TI et unités d'affaires, etc.
An_5_5	Développer des partenariats	Développer des partenariats avec d'autres organisations afin, par exemple, de mutualiser les

		services TI, de partager des infrastructures technologiques, de co-développer des solutions technologiques, de partager des employés, etc.
An_5_6	S'impliquer dans des communautés de pratique	S'impliquer dans des communautés de pratique afin de partager les connaissances, les leçons apprises, les idées, les préoccupations, les défis, les pratiques, les tendances, etc. reliées à l'évolution des infrastructures technologiques
Anticipation et préparation – Catégorie #6 – VEILLE		
Num.	Libellés	Définitions
An_6_1	Consulter les rapports et études professionnelles	Consulter constamment des études et des rapports publiés par des firmes spécialisées en technologie, par exemple, Gartner, Forrester, McKinsey, etc., pour suivre les évolutions technologiques, prédire les tendances et identifier des approches/stratégies pour s'y préparer.
An_6_2	Établir une culture et une structure de veille technologique	Établir une culture et une structure de veille technologique afin de suivre continuellement les évolutions technologiques; l'évolution des pratiques, des tendances, des façons de faire, d'en évaluer la pertinence pour l'organisation; d'anticiper et de se préparer aux défis technologiques, etc.
An_6_3	Mettre en place un centre d'excellence	Mettre en place un centre d'excellence afin de partager les connaissances, les projets, les expertises, anticiper les évolutions et se préparer aux défis liés à l'évolution de l'infrastructure technologique.
An_6_4	Participer à des colloques et conférences	Faire participer les employés à différents colloques et conférences afin d'avoir accès aux nouvelles tendances, d'aller chercher des idées, de partager des expériences et les meilleures pratiques, etc.
An_6_5	Recourir à des experts externes	Recourir à des experts/consultants externes afin, par exemple, d'avoir accès à de nouvelles connaissances, d'aider l'organisation à planifier l'évolution de l'infrastructure technologique, de guider dans certains choix technologiques, de faciliter certaines transformations numériques, d'avoir un regard externe et nouveau sur les façons de faire, etc.

A2.4 — Étape 2 : Rétrécissement

A.2.4.1 — Présentation de l’outil de collecte de données

Dans la deuxième étape de l’étude Delphi, les répondants ont reçu chacune des trois listes obtenues à la fin de la première phase. Il leur a été demandé de sélectionner, pour chacune de ces trois listes, les 10 défis ou pratiques les plus importants selon eux. Afin d’éviter certains biais de sélection, les différents défis et pratiques ont été ordonnés de façon aléatoire (voir Figure A3).

Figure A3. Extrait d’un des trois questionnaires utilisé à l’étape 2

Figure A3. Extrait d’un des trois questionnaires utilisé à l’étape 2					
		Étape #1	Étape #2	Étape #3	
LISTE CONSOLIDÉE des PRATIQUES/STRATÉGIES d'ANTICIPATION		Évaluer l'« EFFICACITÉ », selon vous, de TOUTES les pratiques/stratégies pouvant être utilisées par les organisations pour anticiper et se préparer aux défis liés à la constante et rapide évolution technologique.	Évaluer la « FACILITÉ D'IMPLANTATION », selon vous, de TOUTES les pratiques/stratégies pouvant être utilisées par les organisations pour anticiper et se préparer aux défis liés à la constante et rapide évolution technologique.	Prenant en compte les attributs précédents (Efficacité - Facilité d'implantation) et votre expérience, sélectionner les 10 pratiques/stratégies LES PLUS IMPORTANTES, selon vous.	
		1 = PAS Efficace à 5 = TRÈS Efficace	1 = PAS Facile à 5 = TRÈS Facile	À NOTER: Vous n'avez pas à les ordonner par ordre d'importance. Mettre un « X » devant les pratiques/stratégies les plus importantes	
LIBELLÉS		↓ EFFICACITÉ	↓ FACILITÉ IMPLANTATION	↓ LES PLUS IMPORTANTES	DÉFINITIONS
1	Utiliser la créativité de la foule (Crowdsourcing)				Utiliser la créativité de la foule afin de s'informer sur les nouvelles tendances, les concepts et les possibilités liées aux évolutions technologiques.

A.2.4.2 — Résultats

À partir de cette étape, les résultats ont été analysés par panel d’experts. Une règle de sélection a été appliquée pour aboutir aux listes restreintes des défis et pratiques les plus importants : pour être retenu, un défi ou une pratique devait être sélectionné par au moins 40 % des répondants. Un total de 9 listes différentes a donc été obtenu (3 listes pour chaque panel).

Ainsi le **Tableau A5**, présente la liste des **défis**, jugés comme étant les **plus importants**, auxquels les organisations sont

confrontées en ce qui concerne la gestion des infrastructures technologiques. La liste des défis jugés les plus importants par chacun des trois groupes d'experts, c'est-à-dire ceux provenant du secteur public, privé ou académique, est présentée dans le Tableau A5, dans trois colonnes distinctes.

Le **Tableau A6** présente la liste des **pratiques/stratégies**, jugées comme étant les **plus importantes**, utilisées par les organisations pour prolonger la **durabilité** (pérennité) de leurs infrastructures technologiques (TI) existantes. La liste des pratiques/stratégies jugées les plus importantes par chacun des trois groupes d'experts est présentée dans le Tableau A6, dans trois colonnes distinctes.

Finalement, le **Tableau A7**, présente la liste **pratiques/stratégies**, jugées comme étant les **plus importantes**, utilisées par les organisations pour **anticiper** et **se préparer** aux défis liés à la constante et rapide évolution technologique. La liste des pratiques/stratégies jugées les plus importantes par chacun des trois groupes d'experts est présentée dans le Tableau A7, dans trois colonnes distinctes.

Tableau A5. Liste des défis, jugés comme étant les plus importants, auxquels les organisations sont confrontées en ce qui concerne la gestion des infrastructures technologiques

Num.	Secteurs :	Public	Privé	Académique
D_1_1	Balancer le portefeuille TI		X	
D_1_2	Gérer les besoins des clients et les délais dans le respect des standards technologiques	X		
D_1_3	Démocratisation des outils d'intelligence d'affaires			
D_1_4	Enjeux juridiques liés à l'adoption de nouvelles technologies			
D_1_5	Flexibilité et agilité de l'infrastructure TI	X	X	X
D_1_6	Gérer les attentes de la direction et clarifier l'importance de la gestion de l'infrastructure	X	X	
D_1_7	Évolution des processus et des façons de faire			
D_1_8	Expliquer aux membres de l'organisation les enjeux liés à la complexité de la gestion de l'infrastructure			
D_1_9	Prendre des décisions d'affaires éclairées	X		
D_1_10	S'adapter à des processus d'acquisitions complexes			
D_1_11	Encadrement des acquisitions TI des employés			
D_1_12	Gérer les relations avec les fournisseurs			
D_1_13	Respecter les lois, les standards et les règlements	X		X
D_1_14	Structure et gouvernance TI	X	X	X
D_1_15	Transformation organisationnelle	X	X	X
D_1_16	Valorisation des actifs intangibles			
D_2_1	Cohérence de l'infrastructure			
D_2_2	Comprendre et documenter l'infrastructure et l'architecture actuelle	X		
D_2_3	Évolution rapide des composantes de l'infrastructure TI		X	
D_2_4	Fusion d'entreprise et intégration des infrastructures			
D_2_5	Gestion de la capacité			
D_2_6	Gestion des applications infonuagiques			
D_2_7	Implantation des outils d'automatisation des tâches et de l'intelligence artificielle	X		X
D_2_8	Intégration complexe de l'infrastructure	X		X
D_2_9	Intégration liée à l'infonuagique		X	X
D_2_10	Interopérabilité des systèmes			
D_2_11	Enjeux reliés à la maintenance d'une infrastructure vieillissante	X	X	
D_3_1	Gestion des données dans les infonuagiques publiques et hybrides			
D_3_2	Piratage et sécurité des données		X	X
D_3_3	Implanter et soutenir les bonnes pratiques en matière de sécurité des données			X
D_4_1	Développement des compétences	X	X	X
D_4_2	Rétention des connaissances	X	X	X
D_4_3	Recrutement des employés	X	X	
D_4_4	Rétention des employés	X	X	X
D_5_1	Ressources limitées pour la gestion de l'infrastructure			
D_5_2	Suivi et contrôle des coûts de licences et d'abonnements			
D_6_1	Accès à des infrastructures de télécommunication performante			
D_6_2	Réagir adéquatement aux besoins exprimés par les utilisateurs		X	

Tableau A6. Liste des pratiques/stratégies, jugées comme étant les plus importantes, utilisées par les organisations pour prolonger la durabilité (pérennité) de leurs infrastructures technologiques (TI) existantes

Num.	Secteurs :	Public	Privé	Académique
Du_1_1	Connaissances des besoins d'affaires		X	
Du_1_2	Favoriser la collaboration entre les équipes de développement et les unités d'affaires			X
Du_1_3	S'impliquer dans des communautés de pratique			
Du_1_4	Maintenir les compétences TI	X	X	X
Du_1_5	Mettre en place un programme d'amélioration continue		X	X
Du_1_6	Mettre en place un système de gestion de la connaissance			
Du_1_7	Transférer et dédoubler les compétences TI	X	X	
Du_1_8	Développer la veille technologique			
Du_2_1	Adopter une approche modulaire			X
Du_2_2	Centraliser la gestion des TI et des centres de données			
Du_2_3	Consolider et standardiser les pratiques de développement et de support			
Du_2_4	Établir un cadre de gouvernance de l'infrastructure technologique		X	X
Du_2_5	Établir un cadre de gouvernance des données et de lignes directrices sur l'utilisation des TI	X		X
Du_2_6	Établir une politique de gestion des licences et des achats de matériel/logiciel			
Du_2_7	Établir des standards et des normes de performance de l'infrastructure technologique	X		
Du_2_8	Établir et suivre l'évolution du portfolio des composantes de l'infrastructure technologique			
Du_2_9	Évaluer et suivre les capacités des composantes de l'infrastructure technologique	X		
Du_2_10	Favoriser le recours à des technologies standardisées	X		
Du_3_1	Établir des partenariats inter organisationnels			
Du_3_2	Renégocier les contrats en vue d'une extension			
Du_3_3	Faire affaire avec des fournisseurs de services locaux			
Du_3_4	Recourir à des consultants externes spécialisés dans la gestion de l'infrastructure technologique			
Du_3_5	Recourir à des services externes (p.ex. impartition)			X
Du_3_6	Établir une structure et une politique de gestion de contrat			
Du_4_1	Développer une politique organisationnelle liée à « Apportez vos appareils personnels (BYOD) »			
Du_4_2	Développer une vision stratégique de l'infrastructure technologique		X	X
Du_4_3	Développer et documenter un plan d'architecture d'entreprise (incluant l'infrastructure technologique)		X	
Du_4_4	Développer et suivre un plan de maintenance et de remplacement	X		
Du_4_5	Développer ou configurer des logiciels fiables			
Du_4_6	Établir un plan stratégique des TI			
Du_4_7	Établir une offre de services			
Du_4_8	Évaluer et démontrer la valeur ajoutée de l'infrastructure technologique			
Du_4_9	Acquérir du matériel technologique fiable	X		
Du_4_10	Mettre en place des services partagés			

Du_4_11	Optimiser et réutiliser certaines composantes technologiques	X		X
Du_5_1	Analyser les données d'exploitation de l'infrastructure technologique à l'aide d'outils d'intelligence d'affaires et artificielle		X	
Du_5_2	Mettre en place une architecture orientée services	X	X	
Du_5_3	Automatiser et digitaliser des tâches de suivi et de maintenance		X	
Du_5_4	Créer et publier des API		X	X
Du_5_5	Établir une politique d'efficacité énergétique de l'infrastructure technologique			
Du_5_6	Recourir aux logiciels libres			
Du_5_7	Garantir une redondance des composantes critiques	X		
Du_5_8	Virtualiser l'infrastructure	X	X	
Du_5_9	Virtualiser les serveurs	X	X	
Du_5_10	Virtualiser le stockage		X	X

Tableau A7. Liste des pratiques/stratégies, jugées comme étant les plus importantes, utilisées par les organisations pour anticiper et se préparer aux défis liés à la constante et rapide évolution technologique

Num.	Secteurs :	Public	Privé	Académique
An_1_1	Développement de compétences transversales			
An_1_2	Implication des experts en technologie			
An_1_3	Mise en place de conditions de travail favorisant la rétention des employés	X		
An_1_4	Planifier le développement continu des compétences	X	X	
An_1_5	Mettre en place une politique d'innovation et concours internes			
An_1_6	Promouvoir une culture agile	X	X	X
An_1_7	Recourir à des stagiaires et/ou embaucher de jeunes diplômés			
An_1_8	Utiliser l'externalisation ouverte (Crowdsourcing)			
An_2_1	Adopter des technologies fiables et évolutives	X		
An_2_2	Automatisation des services technologiques de façon standardisée	X	X	
An_2_3	Créer des espaces de créativité			
An_2_4	Migrer vers l'infonuagique		X	X
An_2_5	Ouverture et transparence			X
An_2_6	Recourir à des standards	X	X	X
An_2_7	Recourir à l'intelligence d'affaires et artificielle		X	X
An_2_8	Réutiliser et adapter certaines composantes technologiques	X		X
An_2_9	Utiliser des indicateurs de performance pour évaluer l'infrastructure technologique	X	X	X
An_3_1	Adopter une architecture en microservices et en modules			
An_3_2	Adopter une architecture orientée services (SOA)			
An_3_3	Définir un cadre d'architecture d'entreprise	X		
An_3_4	Définir le cycle de vie et une feuille de route		X	
An_3_5	Mettre en place des équipes d'architecture		X	X
An_3_6	Mettre en place un comité de suivi et de priorisation	X		
An_4_1	Adopter une approche « Apportez vos appareils personnels » (BYOD)			
An_4_2	Adopter une approche de gestion par portefeuille			
An_4_3	Adopter des méthodologies agiles			X
An_4_4	Développer des « business cases »			
An_4_5	Élargir l'offre de services TI			
An_4_6	Évaluer les risques technologiques internes et externes	X		
An_4_7	Mettre en place des mécanismes d'amélioration continue	X	X	X
An_4_8	Recourir à l'impartition	X		X
An_5_1	Collaborer avec des firmes spécialisées et des centres de recherche			
An_5_2	Développer la collaboration entre équipes de développement et d'opération			X
An_5_3	Développer la collaboration entre les TI et les partenaires externes			X
An_5_4	Développer la collaboration entre les TI et les unités d'affaires	X	X	X
An_5_5	Développer des partenariats			

An_5_6	S'impliquer dans des communautés de pratique			
An_6_1	Consulter les rapports et études professionnelles			
An_6_2	Établir une culture et une structure de veille technologique		X	X
An_6_3	Mettre en place un centre d'excellence			
An_6_4	Participer à des colloques et conférences			
An_6_5	Recourir à des experts externes		X	

A2.5 — Étape 3 : Classement

A.2.5.1 — Présentation de l’outil de collecte de données

Pour cette étape, les répondants ont reçu les trois listes de défis et pratiques correspondant à leur panel. Il leur a été demandé de classer par ordre d’importance (1 à n avec 1= le/la plus important(e)), les défis et pratiques sélectionnés à l’étape précédente (voir Figure A4).

Figure A4. Extrait d’un des trois questionnaires de l’étape 3

Figure A4. Extrait d’un des trois questionnaires de l’étape 3							
	LISTE COURTE des PRATIQUES/STRATÉGIES d'ANTICIPATION		Classer les pratiques/stratégies par ordre d'importance, selon vous, en vous basant sur votre expérience et votre expertise.		Pourriez-vous expliquer brièvement votre classement?		
			Échelle	1 à 15 où 1 = La plus importante et 15 = la moins importante			
	Libellés		↓	IMPORTANCE	Définitions	↓	COMMENTAIRES
A	Utiliser des indicateurs de performance pour évaluer l'infrastructure technologique				Développer et utiliser des indicateurs afin de surveiller et d'évaluer la performance des composantes de l'infrastructure technologique, p.ex. coûts, volume, temps d'arrêt, maintenance, etc. et ainsi identifier les composantes devant être remplacées.		

A.2.5.5 – Établissement du consensus

En suivant les recommandations de Paré et al. (2013), le rang moyen de chaque élément de la liste, ainsi que le coefficient W de Kendall permettant d’évaluer le consensus des experts ont été calculés (Kendall & Gibbons, 1990). Il est à noter qu’un coefficient Kendall W = 1.0 voudrait dire que l’ensemble des experts du panel est en complet accord avec le classement des éléments de la liste (El-Gazzar et al., 2016). Selon Cafiso et al. (2013), un niveau de consensus $W < 0,3$ est jugé faible, entre 0,3

et 0,5, il est jugé modéré, entre 0,5 et 0,7 il est jugé bon et supérieur à 0,7 il est jugé fort. Toujours selon Cafiso et al. (2013), la précaution est de mise lorsque des coefficients de Kendall's (W) sont interprétés à partir de ces lignes directrices puisque ces guides ne sont pas destinés à être interprétés comme des coupures exactes. De plus, plus le nombre d'éléments sur lequel les experts doivent établir un consensus est élevé, plus il est difficile d'avoir un consensus bon ou fort. Dans la présente étude, les experts devaient établir un consensus sur des listes contenant entre 11 et 15 éléments, ce qui explique les niveaux de consensus plutôt bas.

Suite à une première ronde de classement par les panels d'experts, les niveaux de consensus ont été calculés pour chacun des panels et chacune des listes. Le **tableau A8** présente ces niveaux de consensus. Puisque, lors de cette première ronde, l'ensemble des neuf coefficients de consensus (W) était inférieur à 0,3, c'est-à-dire jugé faible (Cafiso et al., 2013), une seconde ronde de classement a été effectuée par les experts.

Lors de cette seconde ronde, une liste présentant les défis et les pratiques à classer et accompagnée cette fois-ci des résultats moyens obtenus lors de la première ronde de classement, a été envoyée aux panels d'experts. Suite à cette deuxième ronde, les niveaux de consensus ont été calculés et sont présentés dans le Tableau A8. Les niveaux de consensus entre la première et la deuxième ronde se sont grandement améliorés. Effectivement, suite à cette deuxième ronde, les coefficients de consensus sont soit « modérés », car situés entre 0,3 et 0,5, alors que certains sont même « bons », car situés entre 0,5 et 0,7 (Cafiso et al., 2013). Ces résultats sont adéquats, car, dans la situation actuelle, les experts devaient classer entre 11 et 15 éléments (Cafiso et al., 2013; Siegel & Castellan, 1988).

Tableau A8. Niveau des coefficients Kendall W		
<i>Panels</i>	<i>W de Kendall</i>	
Liste des DÉFIS		
	Ronde #1	Ronde #2
Universitaires	0,25	0,54
Experts du domaine privé	0,05	0,41
Experts du domaine public	0,10	0,48
Liste des pratiques de DURABILITÉ		
	Ronde #1	Ronde #2
Universitaires	0,19	0,53
Experts du domaine privé	0,12	0,38
Experts du domaine public	0,07	0,47
Liste des pratiques d'ANTICIPATION et PRÉPARATION		
	Ronde #1	Ronde #2
Universitaires	0,06	0,42
Experts du domaine privé	0,13	0,53
Experts du domaine public	0,19	0,51

A.2.5.5 – Résultats

Les tableaux **A9**, **A10** et **A11** présentent les résultats du classement des **défis** auxquels les organisations sont confrontées en ce qui concerne la gestion des infrastructures technologiques. Dans chacun des tableaux, les défis sont classés par ordre d'importance. Ces résultats découlent du consensus obtenu après deux rondes de consultation.

Tableau A10. – Défis – Secteur — Public		
Num.	Défis	Classement
D_4_4	Rétention des employés	1
D_4_3	Recrutement des employés	2
D_1_5	Flexibilité et agilité de l'infrastructure TI	3
D_2_8	Intégration complexe de l'infrastructure	4
D_4_2	Rétention des connaissances	5
D_1_14	Structure et gouvernance TI	6
D_1_15	Transformation organisationnelle	7
D_4_1	Développement des compétences	8
D_1_9	Prendre des décisions d'affaires éclairées	9
D_2_11	Enjeux reliés à la maintenance d'une infrastructure vieillissante	10
D_1_13	Respecter les lois, les standards et les règlements	11
D_1_2	Gérer les besoins des clients et les délais dans le respect des standards technologiques	12
D_1_6	Gérer les attentes de la direction et clarifier l'importance de la gestion de l'infrastructure	13
D_2_2	Comprendre et documenter l'infrastructure et l'architecture actuelle	14
D_2_7	Implantation des outils d'automatisation des tâches et de l'intelligence artificielle	15

Tableau A10. – Défis – Secteur — Privé		
Num.	Défis	Classement
D_1_15	Transformation organisationnelle	1
D_1_5	Flexibilité et agilité de l'infrastructure TI	2
D_1_14	Structure et gouvernance TI	3
D_2_11	Enjeux reliés à la maintenance d'une infrastructure vieillissante	4
D_2_3	Évolution rapide des composantes de l'infrastructure TI	5
D_3_2	Piratage et sécurité des données	6
D_6_2	Réagir adéquatement aux besoins exprimés par les utilisateurs	7
D_4_4	Rétention des employés	8
D_1_6	Gérer les attentes de la direction et clarifier l'importance de la gestion de l'infrastructure	9
D_4_3	Recrutement des employés	10
D_4_1	Développement des compétences	11
D_4_2	Rétention des connaissances	12
D_1_1	Balancer le portefeuille TI	13
D_2_9	Intégration liée à l'infonuagique	14

Tableau A11. – DÉFIS – Secteur — Académique		
Num.	Défis	Classement
D_1_15	Transformation organisationnelle	1
D_3_2	Piratage et sécurité des données	2
D_4_2	Rétention des connaissances	3
D_1_5	Flexibilité et agilité de l'infrastructure TI	4
D_1_14	Structure et gouvernance TI	5
D_2_8	Intégration complexe de l'infrastructure	6
D_4_4	Rétention des employés	7
D_1_13	Respecter les lois, les standards et les règlements	8
D_2_9	Intégration liée à l'infonuagique	9
D_4_1	Développement des compétences	10
D_3_3	Implanter et soutenir les bonnes pratiques en matière de sécurité des données	11
D_2_7	Implantation des outils d'automatisation des tâches et de l'intelligence artificielle	12

Les tableaux **A12**, **A13** et **A14** présentent les résultats du classement des **pratiques/stratégies** utilisées par les organisations pour prolonger la **durabilité (pérennité)** de leurs infrastructures technologiques (TI) existantes. Dans chacun des tableaux, les pratiques/stratégies sont classées par ordre d'importance. Ces résultats découlent du consensus obtenu après deux rondes de consultation.

Tableau A12. – Durabilité – Secteur — Public		
Num.	Pratiques/stratégies	Classement
Du_2_10	Favoriser le recours à des technologies standardisées	1
Du_4_9	Acquérir du matériel technologique fiable	2
Du_5_9	Virtualiser les serveurs	3
Du_2_7	Établir des standards et des normes de performance de l'infrastructure technologique	4
Du_5_7	Garantir une redondance des composants critiques	5
Du_5_8	Virtualiser l'infrastructure	6
Du_5_2	Mettre en place une architecture orientée services	7
Du_1_4	Maintenir les compétences TI	8
Du_2_9	Évaluer et suivre les capacités des composants de l'infrastructure technologique	9
Du_4_4	Développer et suivre un plan de maintenance et de remplacement	10
Du_2_5	Établir un cadre de gouvernance des données et de lignes directrices sur l'utilisation des TI	11
Du_4_11	Optimiser et réutiliser certaines composantes technologiques	12
Du_1_7	Transférer et dédoubler les compétences TI	13

Tableau A13. – Durabilité – Secteur — Privé		
Num.	Pratiques/stratégies	Classement
Du_4_2	Développer une vision stratégique de l'infrastructure technologique	1
Du_2_4	Établir un cadre de gouvernance de l'infrastructure technologique	2
Du_5_10	Virtualiser le stockage	3
Du_4_3	Développer et documenter un plan d'architecture d'entreprise (incluant l'infrastructure technologique)	4
Du_5_2	Mettre en place une architecture orientée services	5
Du_5_8	Virtualiser l'infrastructure	6
Du_5_9	Virtualiser les serveurs	7
Du_1_1	Connaissances des besoins d'affaires	8
Du_5_4	Créer et publier des API	9
Du_1_4	Maintenir les compétences TI	10
Du_1_7	Transférer et dédoubler les compétences TI	11
Du_1_5	Mettre en place un programme d'amélioration continue	12
Du_5_1	Analyser les données d'exploitation de l'infrastructure technologique à l'aide d'outils d'intelligence d'affaires et artificielle	13
Du_5_3	Automatiser et digitaliser des tâches de suivi et de maintenance	14

Tableau A14. – Durabilité – Secteur — Académique		
Num.	Pratiques/stratégies	Classement
Du_4_2	Développer une vision stratégique de l'infrastructure technologique	1
Du_4_11	Optimiser et réutiliser certaines composantes technologiques	2
Du_1_5	Mettre en place un programme d'amélioration continue	3
Du_1_4	Maintenir les compétences TI	4
Du_1_2	Favoriser la collaboration entre les équipes de développement et les unités d'affaires	5
Du_2_1	Adopter une approche modulaire	6
Du_2_5	Établir un cadre de gouvernance des données et de lignes directrices sur l'utilisation des TI	7
Du_3_5	Recourir à des services externes (p.ex. impartition)	8
Du_2_4	Établir un cadre de gouvernance de l'infrastructure technologique	9
Du_5_10	Virtualiser le stockage	10
Du_5_4	Créer et publier des API	11

Les tableaux **A15**, **A16** et **A17** présentent les résultats du classement des **pratiques/stratégies** utilisées par les organisations pour **anticiper** et **se préparer** aux défis liés à la constante et rapide évolution technologique. Dans chacun des tableaux, les pratiques/stratégies sont classées par ordre d'importance. Ces résultats découlent du consensus obtenu après deux rondes de consultation.

Tableau A15. – Anticipation – Secteur — Public		
Num.	Pratiques/stratégies	Classement
An_2_1	Adopter des technologies fiables et évolutives	1
An_5_4	Développer la collaboration entre les TI et les unités d'affaires	2
An_2_6	Recourir à des standards	3
An_4_7	Mettre en place des mécanismes d'amélioration continue	4
An_3_3	Définir un cadre d'architecture d'entreprise	5
An_1_3	Mise en place de conditions de travail favorisant la rétention des employés	6
An_1_6	Promouvoir une culture agile	7
An_2_9	Utiliser des indicateurs de performance pour évaluer l'infrastructure technologique	8
An_1_4	Planifier le développement continu des compétences	9
An_4_6	Évaluer les risques technologiques internes et externes	10
An_3_6	Mettre en place un comité de suivi et de priorisation	11
An_2_2	Automatisation des services technologiques de façon standardisée	12
An_2_8	Réutiliser et adapter certaines composantes technologiques	13
An_4_8	Recourir à l'impartition	14

Tableau A16. – Anticipation – Secteur — Privé		
Num.	Pratiques/stratégies	Classement
An_3_5	Mettre en place des équipes d'architecture	1
An_2_9	Utiliser des indicateurs de performance pour évaluer l'infrastructure technologique	2
An_5_4	Développer la collaboration entre les TI et les unités d'affaires	3
An_3_4	Définir le cycle de vie et une feuille de route	4
An_6_2	Établir une culture et une structure de veille technologique	5
An_2_2	Automatisation des services technologiques de façon standardisée	6
An_2_6	Recourir à des standards	7
An_6_5	Recourir à des experts externes	8
An_4_7	Mettre en place des mécanismes d'amélioration continue	9
An_2_4	Migrer vers l'infonuagique	10
An_1_4	Planifier le développement continu des compétences	11
An_2_7	Recourir à l'intelligence d'affaires et artificielle	12
An_1_6	Promouvoir une culture agile	13

Tableau A17. – Anticipation – Secteur — Académique		
Num.	Pratiques/stratégies	Classement
An_5_4	Développer la collaboration entre les TI et les unités d'affaires	1
An_2_6	Recourir à des standards	2
An_5_2	Développer la collaboration entre équipes de développement et d'opération	3
An_4_3	Adopter des méthodologies agiles	4
An_4_7	Mettre en place des mécanismes d'amélioration continue	5
An_3_5	Mettre en place des équipes d'architecture	6
An_1_6	Promouvoir une culture agile	7
An_5_3	Développer la collaboration entre les TI et les partenaires externes	8
An_2_8	Réutiliser et adapter certaines composantes technologiques	9
An_6_2	Établir une culture et une structure de veille technologique	10
An_2_4	Migrer vers l'infonuagique	11
An_2_7	Recourir à l'intelligence d'affaires et artificielle	12
An_2_5	Ouverture et transparence	13
An_2_9	Utiliser des indicateurs de performance pour évaluer l'infrastructure technologique	14
An_4_8	Recourir à l'impartition	15

Références bibliographiques

- Aggarwal, A. (2016). A Hybrid Approach to Big Data Systems Development. *Managing Big Data integration in the public sector*, 20-37.
- April, A., & Abran, A. (2012). *Software maintenance management : evaluation and continuous improvement* (Vol. 67): John Wiley & Sons.
- Bouras, C., Filopoulos, A., Kokkinos, V., Michalopoulos, S., Papadopoulos, D., & Tseliou, G. (2014). Policy recommendations for public administrators on free and open source software usage. *Telematics and Informatics*, 31(2), 237-252.
- Bradić-Martinović, A. (2016). E-procurement performance indicators : a step towards EU. *Economic analysis*, 38-61.
- Burnes, B., & Anastasiadis, A. (2003). Outsourcing: a public-private sector comparison. *Supply Chain Management : An International Journal*, 8(4), 355-366.
- Cafiso, S., Di Graziano, A., & Pappalardo, G. (2013). Using the Delphi method to evaluate opinions of public transport managers on bus safety. *Safety science*, 57, 254-263.
- Campbell, J., McDonald, C., & Sethibe, T. (2010). Public and private sector IT governance: Identifying contextual differences. *Australasian Journal of Information Systems*, 16(2).
- Cordella, A., & Iannacci, F. (2010). Information systems in the public sector: The e-Government enactment framework. *The Journal of Strategic Information Systems*, 19(1), 52-66.
- Dawes, S. S., Pardo, T. A., Simon, S., Cresswell, A. M., LaVigne, M. F., Andersen, D. F., & Bloniarz, P. A. (2004). *Making smart IT choices : Understanding value and risk in government IT investments*: The Center.
- Dawson, G. S., Denford, J. S., Williams, C. K., Preston, D., & Desouza, K. C. (2016). An examination of effective IT governance in the public sector using the legal view of agency theory. *Journal of Management Information Systems*, 33(4), 1180-1208.
- de Loeff, L. A. (1996). IS outsourcing by public sector organizations. In *Advanced IT Tools* (pp. 89-94) : Springer.
- Duhamel, F., Gutierrez-Martinez, I., Picazo-Vela, S., & Luna-Reyes, L. (2014). IT outsourcing in the public sector: a

- conceptual model. *Transforming Government: People, Process and Policy*, 8(1), 8-27.
- Edler, J., & Georghiou, L. (2007). Public procurement and innovation—Resurrecting the demand side. *Research Policy*, 36(7), 949-963.
- Edler, J., & Yeow, J. (2016). Connecting demand and supply: The role of intermediation in public procurement of innovation. *Research Policy*, 45(2), 414-426.
- Edquist, C., & Hommen, L. (2000). Public technology procurement and innovation theory. In *Public technology procurement and innovation* (pp. 5-70): Springer.
- El-Gazzar, R., Hustad, E., & Olsen, D. H. (2016). Understanding cloud computing adoption issues: A Delphi study approach. *Journal of Systems and Software*, 118, 64-84.
- Fountain, J. E. (2001). *Building the virtual state: Information technology and institutional change*: Brookings Institution Press.
- Gantman, S. (2011). IT outsourcing in the public sector: A literature analysis. *Journal of Global Information Technology Management*, 14(2), 48-83.
- Gil-Garcia, J. R., Helbig, N., & Ojo, A. (2014). Being smart: Emerging technologies and innovation in the public sector. *Government Information Quarterly*, 31, 11-18.
- Hadaya, P., & Gagnon, B. (2017). *Business Architecture — The Missing Link in Strategy Formulation, Implementation and Execution*. Montreal, Canada: Asate Publishing.
- Hommen, L., & Rolfstam, M. (2009). Public procurement and innovation: towards a taxonomy. *Journal of Public Procurement*, 9(1), 17.
- Jiménez, C. E., Falcone, F., Solanas, A., Puyosa, H., Zoughbi, S., & González, F. (2015). Smart government: Opportunities and challenges in smart cities development. In *Handbook of Research on Democratic Strategies and Citizen-Centered E-Government Services* (pp. 1-19): IGI Global.
- Juiz, C., Guerrero, C., & Lera, I. (2014). Implementing good governance principles for the public sector in information technology governance frameworks. *Open Journal of Accounting*, 3(01), 9.
- Kendall, M., & Gibbons, J. (1990). Rank Correlation Methods (Charles Griffin Book Series). In : Oxford University Press.

- Kim, G.-H., Trimi, S., & Chung, J.-H. (2014). Big-data applications in the government sector. *Communications of the ACM*, 57(3), 78-85.
- Kuiper, E., Van Dam, F., Reiter, A., & Janssen, M. (2014). *Factors influencing the adoption of and business case for Cloud computing in the public sector*. Paper presented at the eChallenges e-2014, 2014 Conference.
- Luna-Reyes, L. F., Zhang, J., Gil-García, J. R., & Cresswell, A. M. (2005). Information systems development as emergent socio-technical change: a practice approach. *European Journal of Information Systems*, 14(1), 93. doi:<http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.ejis.3000524>
- Lyne, C. (1996). Strategic procurement in the new local government. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 2(1), 1-6.
- Malomo, F., & Sena, V. (2017). Data Intelligence for Local Government? Assessing the Benefits and Barriers to Use of Big Data in the Public Sector. *Policy & Internet*, 9(1), 7-27.
- Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2011). *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. Retrieved from McKinsey & Company:
- Margetts, H., & Sutcliffe, D. (2013). Addressing the policy challenges and opportunities of «Big data». *Policy & Internet*, 5(2), 139-146.
- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2014). *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*. In. Boston, Massachusetts : Houghton Mifflin Harcourt.
- Milakovich, M. (2012). Anticipatory government: Integrating big data for smaller government. *Internet, Politics, Policy 2012: Big Data, Big Challenges*.
- Moe, C. E. (2014). Research on public procurement of information systems: the need for a process approach. *Commun. Assoc. Inf. Syst*, 34(1), 78.
- Moe, C. E., Newman, M., & Sein, M. K. (2017). The public procurement of information systems: dialectics in requirements specification. *European Journal of Information Systems*, 1-21.
- Moe, C. E., & Päivärinta, T. (2013). Challenges in information systems procurement in the public sector. *Electronic journal of e-Government*, 11(1), 307-322.

- Mullich, J. (2013). Closing the big data gap in public sector. *SURVEY REPORT—Real-Time Enterprise,(Sep. 2013)*.
- Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information & Management, 42(1)*, 15-29.
- Paré, G., Cameron, A.-F., Poba-Nzaou, P., & Templier, M. (2013). A systematic assessment of rigor in information systems ranking-type Delphi studies. *Information & Management, 50(5)*, 207.
- Pearson, T., & Wegener, R. (2013). Big data: the organizational challenge. *Bain Co.*
- Rosacker, K. M., & Rosacker, R. E. (2010). Information technology project management within public sector organizations. *Journal of Enterprise Information Management, 23(5)*, 587-594.
- Rowe, F. (2014). What literature review is not: diversity, boundaries and recommendations. *European Journal of Information Systems, 23(3)*, 241-255. doi:<http://dx.doi.org/10.1057/ejis.2014.7>
- Rowe, G., & Wright, G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. *International journal of forecasting, 15(4)*, 353-375.
- Schmidt, R. C. (1997). Managing Delphi surveys using nonparametric statistical techniques. *Decision Sciences, 28(3)*, 763-774.
- Siegel, S., & Castellan, N. J. J. (1988). *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). New York : Wiley.
- Templier, M., & Paré, G. (2015). A Framework for Guiding and Evaluating Literature Reviews. *Communication of the AIS, 37*, 113-137.
- Tizard, J. (2012). The challenges and opportunities in contemporary public sector leadership. *International Journal of Leadership in Public Services, 8(4)*, 182-190.
- van Rijmenam, M. (2014). *Think bigger: Developing a successful big data strategy for your business*: Amacom.
- Webster, J., & Watson, R. T. (2002). Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly, 26(2)*, xiii-xxiii.
- Wright, D. (2011). *Software Life Cycle Management Standards : Real-world Scenarios and Solutions for Savings*: IT Governance Publishing.