

DÉFIS D'INTÉGRATION DE SOLUTIONS TIERS

par

CRISTIAN GHEORGHE MAIORESCU

RAPPORT DE PROJET PRÉSENTÉ À
L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
COMME EXIGENCE PARTIELLE À L'OBTENTION DE
LA MAÎTRISE EN GÉNIE DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

MONTRÉAL, LE 1 SEPTEMBRE 2021

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



Cristian Gheorghe Maiore scu, 2021



Cette licence Creative Commons signifie qu'il est permis de diffuser, d'imprimer ou de sauvegarder sur un autre support une partie ou la totalité de cette œuvre à condition de mentionner l'auteur, que ces utilisations soient faites à des fins non commerciales et que le contenu de l'œuvre n'ait pas été modifié.

PRÉSENTATION DU JURY
CE RAPPORT DE PROJET ÉTÉ ÉVALUÉ
PAR UN JURY COMPOSÉ DE :

Professeur Alain April, directeur de projet
Département de Génie logiciel et TI à l'École de technologie supérieure

Professeur Abdelaoued Gherbi, jury
Département de Génie logiciel et TI à l'École de technologie supérieure

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer quelques remerciements à ceux qui m'ont aidé à mener ce projet à terme.

Je souhaite remercier le professeur Alain April pour avoir supervisé ce projet avec moi. Dès le début du projet, il a contribué ardemment à encadrer le travail et à assurer que le projet avance dans la bonne direction. Il a constamment offert son soutien, son temps et son expertise dans le domaine, afin d'enrichir et encadrer cette étude. Sa disponibilité pour valider les versions intermédiaires de mon travail et sa proactivité pour me prodiguer des conseils judicieux m'ont permis de me dépasser.

Je remercie aussi ma famille pour le soutien constant qu'elle m'a offert lors de la réalisation de ce document. Leurs encouragements quotidiens m'ont gardé motivé et positif tout au long du processus de recherche, de rédaction et de vérification.

DÉFIS D'INTÉGRATION DE SOLUTIONS TIERS

CRISTIAN GHEORGHE MAIORESCU

RÉSUMÉ

Beaucoup d'entreprises matures possèdent encore des logiciels patrimoniaux, conçus pour prendre en charge des besoins provenant des domaines d'activités fonctionnels et individuels. Ces logiciels sont des systèmes qui ont accumulé, au fil du temps, des fonctionnalités et des règles d'affaires très importantes pour l'entreprise, devenant ainsi lourds à maintenir et indispensables aux opérations quotidiennes.

L'intégration des applications d'entreprise a toujours été un défi pour les services informatiques, mais l'apparition des technologies infonuagiques récentes a complexifié encore plus cette tâche. Les dirigeants doivent s'ajuster rapidement et faire face à une compétition de plus en plus féroce, où les barrières géographiques sont de moins en moins présentes.

Pour plusieurs entreprises, la meilleure solution pour leur écosystème informatique pourrait être bâtie autour d'un ensemble de modules PGI bien sélectionnés, totalement ou partiellement intégrés avec des solutions informatiques de type « best-of-breed », tout en laissant certaines solutions non intégrées si le besoin n'est pas là ou si le coût associé ne se justifie pas.

L'implémentation d'une plateforme iPaaS au système informatique d'une entreprise va simplifier l'échange de données entre les systèmes informatiques de l'entreprise, en standardisant la façon que les nouvelles technologies SaaS vont s'y ajouter. Cette plateforme d'échange de données devient un incontournable du moment où l'entreprise décide d'utiliser des logiciels SaaS, en plus de leurs logiciels *sur place*.

Mots-clés : Système Informatique, intégration, système patrimonial, PGI, SaaS, iPaaS,

THIRD-PARTY SOLUTIONS INTEGRATION CHALLENGES

CRISTIAN GHEORGHE MAIORESCU

ABSTRACT

Many mature businesses still have a legacy software, designed to support needs from both functional and individual business areas. These software are systems that have accumulated, over time, features and business rules that are very important to the company, thus becoming heavy to maintain and essential to day-to-day operations.

Integrating business applications has always been a challenge for IT departments, but the advent of recent cloud technologies has made this task even more complex. Leaders must adjust quickly to face the increasingly fierce competition, where geographic barriers are less and less present.

For many companies, the best solution for their IT ecosystem could be built around a set of well-selected ERP modules, fully or partially integrated with “best-of-breed” IT solutions, while leaving some solutions unintegrated, if the need is not there or if the associated cost is not justified.

Implementing an iPaaS platform into an organization IT ecosystem will simplify the exchange of data between IT systems, standardizing how new SaaS technologies will be added to it. This data exchange platform becomes essential when the company decides to use SaaS software, in addition to its on-premises software.

Keywords: IT system, integration, legacy system, ERP, SaaS, iPaaS,

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 1. ÉTUDE DU MARCHE	3
1.1 Introduction – Héritage technologique	3
1.2 Contexte économique et technologique	4
1.3 Choix d’architectures d’intégration	10
1.4 Défis à considérer	14
CHAPITRE 2 Solutions potentielles d’intégration logicielle modernes	17
2.1 L’impact sur les systèmes patrimoniaux	18
2.2 Un choix judicieux de fournisseurs en intégration	21
2.2.1 Avantages et désavantages de chaque solution	22
2.2.2 Recommandation	24
2.3 Infonuagique, <i>sur site</i> ou hybride	25
2.4 Patron d’interconnexion	29
2.5 Recommandation	34
LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	38

LISTE DES TABLEAUX

	Page
<i>Tableau 1 - Sur site vs. Infonuagique vs. Hybride</i>	28

LISTE DES FIGURES

	Page
<i>Figure 1 - Intégration point à point</i>	10
<i>Figure 2 - L'architecture orientée service</i>	11
<i>Figure 3 - Intégration d'application d'entreprise</i>	12
<i>Figure 4 - Entreprise service bus</i>	13
<i>Figure 5 - PGI : intégration complète, partielle ou inexistante</i>	24
<i>Figure 6 - Plateforme d'intégration en tant que service</i>	31
<i>Figure 7 - Architecture proposée</i>	36

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

API: Interface de programmation (anglais « Application Programming Interface »)

B2B: Business to business

CapEx: Dépense d'investissement (anglais « Capital Expenditure »)

CPU: Processeur d'ordinateur (anglais « Central Processing Unit »)

CRM: Customer Relationship Management

EAI: Intégration d'application d'entreprise (en anglais « Enterprise Application Integration »)

EDI: Échange de données Informatisé (anglais « Electronic Data Interchange »)

ESB: Entreprise service bus

IoT: Internet des objets (anglais « Internet of Things »)

iPaaS: Plateforme d'intégration en tant que service

OpEx: Dépense d'exploitation (anglais « Operational Expenditure »)

PGI: Progiciel de gestion intégré

POS: Point de vente (en anglais « Point of Sale »)

QR: Code à réponse rapide (anglais « Quick Reponse Code »)

RFID: Radio-identification (anglais « Radio Frequency Identification »)

SaaS: Logiciel en tant que service (anglais « Software as a Service »)

SOA: Architecture orientée service (en anglais « service-oriented architecture »)

TI: Technologie de l'information

INTRODUCTION

Ce rapport technique de 6 crédits présente les défis d'intégration des systèmes informatiques auxquels font face les entreprises de façon générale et plus particulièrement les entreprises du domaine du commerce de détails. Cette recherche appliquée est motivée par des observations dans le contexte professionnel et par le constat que les besoins des entreprises augmentent exponentiellement, avec l'ajout continu de nouvelles technologies.

L'intégration des systèmes d'information a toujours eu un rôle très important dans les processus stratégiques de toute entreprise. D'une part, elle répond à des fonctions opérationnelles. Plus important encore, car elle est responsable de la collecte des données, elle permet d'avoir accès à des données fiables en quasi-temps réel. Grâce à elle, l'entreprise peut évaluer la satisfaction de ses clients, en plus de mesurer les performances de services qu'elle offre.

Aujourd'hui, l'intégration des systèmes d'information est l'un des enjeux les plus importants auquel font face les entreprises. L'avancement continu de la technologie et la multiplication des plateformes rendent la tâche de plus en plus difficile [2]. Les entreprises ont souvent affaire avec une multitude d'applications hétérogènes, comportant peu de standards d'interconnectivité, ayant des modèles des données différentes et étant développées sur des plateformes incompatibles les unes avec les autres.

Après 25-30 ans de développement informatiques dans les entreprises et ayant une multitude de progiciels et de logiciels patrimoniaux, l'intégration des systèmes informatiques pose encore un véritable défi et est à prendre au sérieux par les dirigeants.

Le but de cette recherche appliquée vise, dans une première phase, à identifier l'état de l'art ainsi que les meilleures pratiques de l'industrie, identifiant ainsi les avantages et les inconvénients des options documentées. A la fin du premier chapitre nous allons identifier l'ensemble des défis que les entreprises et leurs diligences font face dans un projet

d'intégration des systèmes information. Dans une deuxième phase, les défis seront analysés en détail, dans le but de présenter une proposition de solution pour répondre au besoin d'intégration d'une entreprise de commerce de détail.

CHAPITRE 1

1. ÉTUDE DU MARCHÉ

1.1 Introduction – Héritage technologique

Les entreprises modernes cherchent de plus en plus à bien comprendre et à exploiter de manière rentable la transformation numérique. Elles sont exposées à une grande quantité de nouvelles technologies, ayant un éventail de nouveaux types de communications. Malgré le potentiel de celles-ci pour générer des avantages commerciaux et pour offrir un meilleur service à leurs clients, très peu ont réussi à faire cette transformation de façon optimale et rentable économiquement. [1]

Beaucoup d'entreprises matures possèdent encore des logiciels patrimoniaux, conçus pour prendre en charge des besoins provenant des domaines d'activités fonctionnels et individuels, sans se soucier initialement des besoins de toute l'entreprise [2]. Ces logiciels sont des systèmes qui ont accumulé, au fil du temps, des fonctionnalités et des règles d'affaires très importantes pour l'entreprise, devenant ainsi lords à maintenir et indispensables aux opérations quotidiennes.

Quand soit le coût de la maintenance dépasse un certain seuil, les besoins de l'entreprise changent ou les avancements technologiques d'alternatives deviennent attrayants, les décideurs d'entreprises considèrent les remplacer. Le besoin de transformation numérique est si criant que le cabinet Deloitte, dans son rapport « Tech Trends » de 2021, [3] identifie la modernisation des systèmes patrimoniaux comme étant une des neuf tendances qui va transformer les entreprises dans les années à venir.

Cependant, le coût du remplacement ou le coût de la refonte complète est souvent prohibitif, sans négliger pour autant le besoin de continuité du service pour l'entreprise. On constate sans surprise dans un sondage effectué par Conspectus [11] qu'une majorité des entreprises se fient encore à leurs applications patrimoniales pour leurs applications critiques et que

plus qu'un tiers des répondants préfèrent maintenir les systèmes actuels plutôt que d'introduire progressivement de nouveaux systèmes.

Les entreprises qui décident d'évoluer leurs systèmes patrimoniaux font face à plusieurs défis. Le coût pour maintenir ces systèmes ne cesse d'augmenter, année après année. De plus, ces logiciels opérés sur site deviennent de plus en plus vulnérables aux attaques informatiques. Les ressources humaines capables de faire évoluer ces systèmes sont de plus en plus rares, mettant en péril l'éventuel transfert de connaissance. Mais le facteur le plus important rapporté est le fait que le « time-to-market » du développement d'une nouvelle fonctionnalité est souvent trop long, mettant en péril la rentabilité de l'entreprise sur un marché de plus en plus compétitif. Le taux de mise en production de nouveaux services est si lent que souvent, le projet d'amélioration devient obsolète avant même d'être terminé, ne répondant plus aux besoins de la clientèle.

Pendant ce temps, de nouvelles technologies et de nouveaux paradigmes technologiques se développent à grande vitesse et sont maintenant disponibles. Les solutions de commerce électronique, d'achat multicanal, de vente sur les médias sociaux, d'intelligence artificielle, de l'Internet des Objets (IoT), de la communication 5G représentent les innovations technologiques disponibles à la compétition et bouleversent les offres de services sur les marchés. Les dirigeants doivent s'ajuster rapidement et faire face à une compétition de plus en plus féroce, où les barrières géographiques sont de moins en moins présentes.

Une des options de solution qui s'offre aux entreprises est de conserver leurs systèmes patrimoniaux pour leurs fonctionnalités « back-office » et d'intégrer des solutions modernes en « front-office » pour offrir de nouvelles fonctionnalités à leur clientèle. L'ajout de nouvelles fonctionnalités et technologies en « front-office » doit se faire rapidement, sans mettre en péril la continuité des services, ni les investissements passés.

1.2 Contexte économique et technologique

Prenons en exemple le domaine de la vente au détail: la pression concurrentielle, les marges de profit qui diminuent, l'avancement technologique, l'évolution des attitudes d'achats en

ligne et les changements d'habitudes de consommation accélérés par la pandémie COVID-19 stimulent et stimuleront encore pour quelques années l'accélération d'implantation des nouvelles technologies, surtout dans le « front-office » pour améliorer l'expérience client.

La transformation numérique est bien plus que le déploiement d'une nouvelle technologie numérique. Elle implique aussi un changement dans les processus internes de l'entreprise et dans la façon qu'elle crée de la valeur. Elle représente un changement fondamental dans l'état d'esprit ainsi que dans les systèmes informatiques et les outils sous-jacents d'une organisation. Selon McAfee et col. [4] les bénéfices que cela peut apporter sont significatifs : les entreprises sont en moyenne 5% plus productives et 6% plus rentables que leurs concurrents. De plus, les compagnies les plus visionnaires utilisant des technologies numériques avancées sont 26% plus rentables que leurs compétiteurs [5].

Dernièrement, plusieurs facteurs ont surgi simultanément dans le domaine socio-économique et technologique du domaine du commerce de détail qui fait en sorte que les entreprises de cette industrie sont forcées à réagir et à s'adapter. Il est observé que le comportement des clients a changé durant les 2 dernières années de façon significative et potentiellement permanente, et ce principalement dû à la COVID-19. Le sondage effectué par *winsightgrocerybusiness* [1] relève que plus de la moitié des répondants affirment avoir fait des achats dans le magasin et en ligne sur le site d'un même commerce. Ce même sondage relève que cette tendance devrait perdurer, même après la fin de la pandémie, forçant ainsi les équipes de marketing à ne plus segmenter leurs clients en magasin par rapport à en ligne mais plutôt de les considérer comme une seule expérience client.

En prenant compte ce tendance, les entreprises qui visent à offrir un service de qualité à leurs clients aurait avantage à s'afficher sur l'ensemble des plateformes numériques que leurs clients utilisent et ce uniformément en présentant toujours la même expérience d'achat. Ces clients s'attendent à avoir le même service sur toutes ces plateformes en naviguant entre le site Web, l'application mobile et la boutique physique.

Il a été observé que dans le domaine de la vente au détail, qui est un domaine mature ayant beaucoup de compétition, la croissance et le bénéfice de ces commerces de détail de type

« *brick-and-mortar* » baissent d'une année à l'autre. Cette tendance est expliquée par la croissance des coûts, par une productivité réduite, mais plus important, par une guerre des prix. Les commerces traditionnels se font compétitionner par des magasins à un dollar et par de grandes surfaces style entrepôt qui arrivent à atteindre une meilleure rentabilité en offrant une variété réduite des produits à une plus grande échelle.

Cependant, une autre menace vient de nouveaux entrants spécialisés dans le commerce en ligne, tel qu'Amazon. Ce dernier est capable d'offrir un nombre élevé de produits en plus d'investir dans des analyses avancées des données afin de personnaliser et améliorer l'expérience d'achats des clients. Amazon fait ainsi des économies d'échelles qui réduisent ses coûts et augmentent sa rentabilité, tout en offrant des produits à moindre prix [6] avec une bonne expérience client qui crée de la fidélisation à long terme.

Ce géant du commerce électronique ne peut plus être pris à la légère par les commerçants d'épicerie : l'acquisition de *Whole Foods Market* en 2017 a apporté à Amazon la crédibilité qui lui manquait dans ce domaine et qui lui a permis l'expansion du service *Amazon Fresh* vers de nouveaux marchés géographiques.

L'amélioration de l'expérience du client de ce secteur de l'industrie du détail a été expérimentée en 2016, quand Amazon ouvre son premier magasin *Amazon Go*. La particularité de ce magasin est qu'il n'y a plus d'employés sur le plancher, de caissières, de points de vente traditionnels ou des terminaux bancaires de paiement. Les clients rentrent, choisissent leurs produits et quittent le magasin tout simplement. On n'assiste pas à de nouvelles innovations technologiques majeures, mais plutôt à une série d'intégrations des technologies existantes et amplement utilisées dans d'autres industries qui tentent de révolutionner l'expérience du client:

- La vision par l'ordinateur (computer vision), utilisée initialement dans le domaine militaire et maintenant dans les voitures autonomes, permet de suivre les mouvements des clients à l'intérieur du magasin;
- De banales RFID ou codes QR permettent de savoir quels clients sont rentrés dans le magasin et quel est le produit qu'il a choisi sur la tablette;

- L'apprentissage profond (Deep Learning) permet d'améliorer la précision des valeurs d'inventaire. Si jamais le RFID n'arrive pas à identifier avec précision le produit choisi par le client, l'application pourra analyser l'historique des achats pour essayer de le deviner;
- Des capteurs installés partout dans le magasin peuvent identifier le fait que le client se dirige vers la sortie. À ce moment, la transaction est finalisée via une plate-forme de paiement préexistante.

La stratégie choisie par Amazon était plutôt prévisible. La même approche était utilisée depuis plusieurs années dans ses entrepôts automatisés qui desservent son site transactionnel bien connu. Amazon a tout simplement créé une version modifiée, en réutilisant la même technologie des capteurs qui servait à améliorer le suivi de stocks et qui s'assurait que les opérateurs choisissent les bons articles dans les rayons.

Cette nouvelle expérience client représente un nouveau défi auquel sont confrontées les marchés d'alimentation traditionnels : la nécessité d'innover dans le domaine des technologies numériques, en intégrant des appareils IoT au niveau des succursales.

Que devraient faire les entreprises traditionnelles pour compétitionner la stratégie d'Amazon? En plus de mieux connaître les clients qui achètent leurs produits, ils devraient chercher à améliorer l'expérience client et aussi étendre la fonction de service client au-delà de leurs emplacements physiques. Ainsi il est important d'envisager la mise en place rapide d'un site Web transactionnel, d'une application de gestion de la relation client (CRM) et d'outils pour rejoindre leurs clients (en particulier les plus jeunes) sur les plateformes Web populaires.

Les commerces de détail et le domaine financier partagent cette même problématique [7] : leurs systèmes informatiques patrimoniaux existants les freinent à devenir rapidement des entreprises plus légères, plus intelligentes et plus axées sur le client. En effet, ces deux industries s'appuient encore trop sur l'évolution lente de leurs systèmes patrimoniaux. Certaines banques qui ont réussi à remplacer leurs systèmes patrimoniaux ont préféré avoir recours à plusieurs systèmes informatiques interreliés au lieu d'avoir recours à un seul

système monolithique (c.-à-d. centralisé) provenant d'un seul fournisseur. Cet exemple d'approche de transformation numérique pourrait être utile à suivre par les entreprises de commerces de détail car la technologie évolue rapidement et nous avons vu que la menace de la compétition peut venir, à l'avenir, autant d'une « startup » que d'un géant du domaine de l'informatique.

Que l'on décide de changer ou de garder les systèmes informatiques patrimoniaux en place, cette nouvelle approche de transformation numérique devrait être agnostique et agile le plus possible en ce qui concerne la technologie utilisée, achetée ou louée. L'approche de solution devrait combiner les forces des produits d'un ensemble de fournisseurs informatiques, tout en restant moins chère, plus efficace et plus facile à faire évoluer. Cette solution passe inévitablement par l'intégration des systèmes informatiques existants et nouveaux pour en faire un tout flexible et cohérent.

En effet, certaines organisations qui sont conscientes de cette problématique, depuis années, ont déjà entamé l'adaptation de leur architecture de systèmes d'information à cette nouvelle réalité. Une recherche par mot-clé du mot « intégration » sur le site *grocerybusiness.ca* reflète l'intérêt actuel du besoin d'intégration (c.-à-d. en observant le grand nombre d'articles disponibles) concernant les systèmes informatiques existants de domaines du commerce du détail et de la restauration.

Dans le domaine de la restauration, comme dans le domaine du commerce de détail, le point de vente est le processus vital du « front-office » de cette industrie. Pour répondre aux besoins des marchands, il se doit d'être flexible et capable de s'adapter vite à l'environnement évolutif du domaine de la restauration. Si, par le passé, la solution informatique d'un restaurant typique incluait seulement un « back-office », une caisse enregistreuse automatisée, un système de pointage électronique et peut-être un système de réservation, la réalité d'aujourd'hui est complètement différente.

Les sondages effectués par Hospitality Technology's [8] nous démontrent le fait que les restaurateurs exigent maintenant que leurs systèmes de point de vente (POS) possèdent des interfaces d'intégrations avec des systèmes de livraison (41%), avec des programmes de

fidélité et de CRM (41%) ainsi qu'avec des applications de commande en ligne (32%). Sans surprise, on constate que le principal critère quand vient le temps de choisir un POS est sa capacité de s'intégrer avec d'autres systèmes informatiques et avec plusieurs périphériques.

Ces dernières années, l'évolution de la technologie et les attentes grandissantes des clients ont fait émerger d'autres logiciels et fonctionnalités dans un écosystème déjà complexe des systèmes informatiques d'un restaurant. Les POS mobiles et les systèmes libre-service permettant d'offrir une meilleure expérience client ont nécessité des interfaces additionnelles d'intégration logicielles et matérielles. Ces nombreux projets sont devenus vite un fardeau pour les propriétaires et leurs équipes TI. Même avant la COVID-19, l'effort d'intégration de systèmes informatiques était très haut sur la liste des activités nécessitant un effort significatif de la part des restaurateurs, créant des inquiétudes liées aux budgets nécessaires. Pour 33% des participants au sondage d'Hospitality Technology [8], la complexité des intégrations était considérée comme un obstacle à la compétitivité.

Durant cette dernière année de pandémie, les restaurateurs ont été obligés de faire un passage rapide aux commandes de repas en ligne et hors site, nécessitant encore plus d'outils d'intégration et de projets d'implantation rapides et agiles. Pour plus de la moitié des restaurateurs [9], pouvoir accepter des commandes en ligne et offrir à leurs clients un service de livraison de leurs repas a stimulé de façon significative leurs ventes qui étaient impactées par les fermetures forcées à cause de la COVID-19.

En 2021, un système de point de vente d'un restaurant doit nécessairement gérer des commandes sur plusieurs canaux de communication, y compris les fournisseurs de livraison en ligne, la livraison locale au volant, la livraison par des tiers, le kiosque de vente en magasin, la vente par site Web, mobile ou tout simplement la saisie de commande par téléphone. Les menus affichés et les transactions d'achats sur tous ses canaux doivent être cohérents et bien synchronisés pour assurer une bonne expérience client.

En considérant tous ces aspects, l'ensemble des intervenants [8] s'entendent pour dire que la capacité d'intégrer leurs systèmes informatiques patrimoniaux à des solutions modernes contribue à améliorer : les flux de travail, l'expérience client et permettent aux opérations

d'être plus efficaces. Le terme grande efficacité rime souvent avec plus grande capacité à générer un retour sur investissement, faisant en sorte que les intégrations peuvent être rentables, en plus d'être parfois incontournables pour demeurer compétitif.

1.3 Choix d'architectures d'intégration

Les concepts technologiques d'intégration applicative ont évolué au fil du temps, en suivant les changements des environnements des systèmes informatiques des entreprises. Nous sommes passés de quelques applications monolithiques, avec un besoin d'intégration réduit, à un environnement où cohabitent des applications SaaS dont les données doivent être intégrées soit à un PGI interne, externe ou à des systèmes patrimoniaux.

Avant l'arrivée de l'architecture orientée service (SOA), à la fin du dernier siècle, qui vise à mieux intégrer deux systèmes informatiques entre eux, il fallait développer une interface point à point, en gérant la connexion, le routage et le mappage du modèle de données au départ et à l'arrivée. On parlait d'un modèle monolithique car le code source de l'interface était vraiment spécifique au projet en développement, n'étant pas réutilisable ailleurs dans l'entreprise.

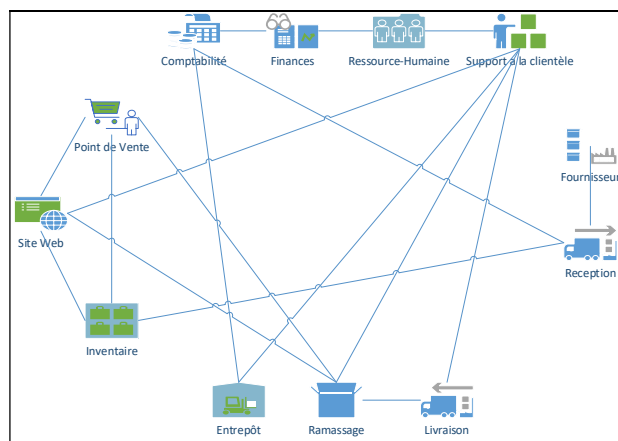


Figure 1 - Intégration point à point

Bien qu'adéquate pour un nombre réduit d'intégrations, ce modèle point-à-point devient vite ingérable pour des intégrations plus importantes, en raison de la règle de croissance des connexions qui augmente selon l'équation mathématique $n(n-1)$. Par exemple, pour quatre

systèmes différents qui doivent être intégrés ça peut aller jusqu'à 12 connexions nécessaires, si on compte chaque connexion comme étant potentiellement bidirectionnelle. Bien que cela se produise rarement en pratique, il est démontré que le point à point doit être utilisé seulement quand le nombre des systèmes à interconnecter est assez faible.

Une approche plus intéressante est l'utilisation du modèle de conception SOA, qui fournit une couche d'abstraction entre le fournisseur du service de données et le consommateur de données, favorisant ainsi une transaction réutilisable et la flexibilité lors d'un changement ultérieur. Cette architecture d'interconnexion de logiciels est basée sur des services, qui sont des petits modules réutilisables par plusieurs applications et qui fournissent une fonctionnalité spécifique. De plus, ces modules sont isolés, créant des dépendances et des impacts limités sur d'autres ressources partagées, comme la base de données, l'application elle-même ou les APIs.

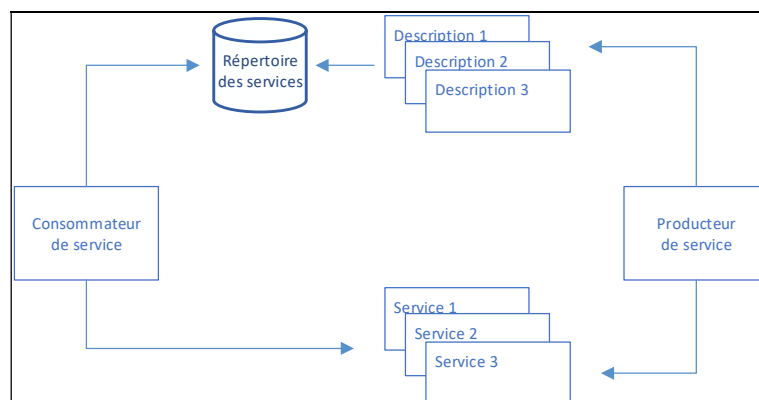


Figure 2 - L'architecture orientée service

Le principal avantage de l'architecture d'application SOA est qu'un service peut être consommé par plusieurs types de clients, sans aucune modification. Par exemple, une application interne à l'entreprise peut demander des informations d'une base de données sans avoir à fournir la requête SQL explicite; la même information peut être fournie à une application externe, comme un site Web transactionnel.

Cette architecture a permis aux systèmes patrimoniaux d'être encapsulés en tant que service SOA et de répondre directement au protocole HTML, facilitant ainsi l'intégration avec les systèmes plus modernes.

Une autre stratégie est l'intégration d'application d'entreprises (EAI) a mis au point une interface centralisée, sur la forme d'un logiciel qui gère l'intégration de tous les systèmes satellites. Cette application sert de messagère entre les divers systèmes en fluidisant l'échange de données tout en définissant le protocole d'interaction des systèmes afin de normaliser les architectures logicielles et le formatage de données.

Parmi les avantages que cette stratégie apporte, on peut nommer l'économie du temps, la réduction des coûts de mains-d'œuvre, la rationalisation des échanges des données et la réduction des erreurs humaines, si jamais la double-saisie des valeurs faisait partie des processus en place.

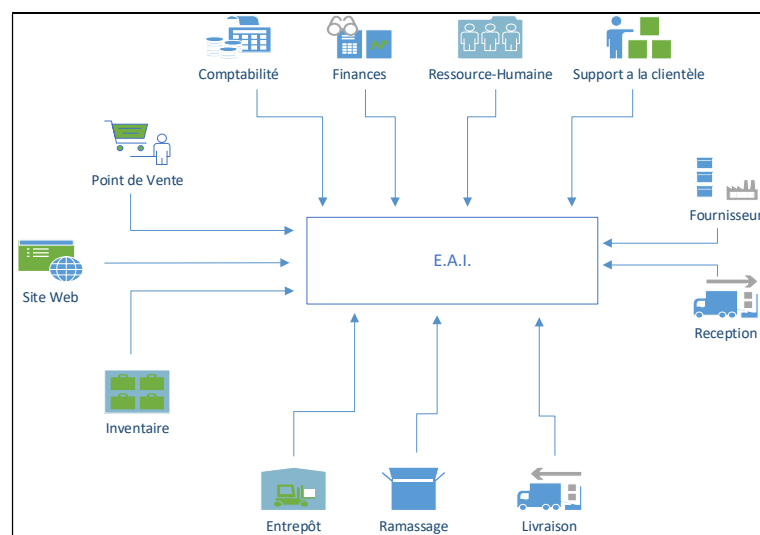


Figure 3 - Intégration d'application d'entreprise

Comme on peut le voir à la figure 3, cette architecture logicielle permettait de faire communiquer des applications qui n'ont pas été conçues pour dialoguer entre elles, comme cela est souvent le cas pour les systèmes patrimoniaux. L'EAI est une architecture qui facilite aussi l'interopérabilité des systèmes satellites en ne transférant que les données essentielles.

Tout comme l'EAI, l'ESB est un logiciel qui joue le rôle d'un intergiciel pour toutes les applications d'une entreprise. Il utilise les services Web pour l'échange de données et le protocole XML pour la description des messages. Contrairement au EAI, cette architecture n'intervient pas dans les applications qu'elle intègre. C'est plutôt le logiciel ESB qui publie les capacités des applications qu'il intègre dans son registre des services disponibles. Les applications client peuvent consommer ces services via le hub ESB sans savoir qui est le fournisseur du service ni la technologie que celui-ci utilise.

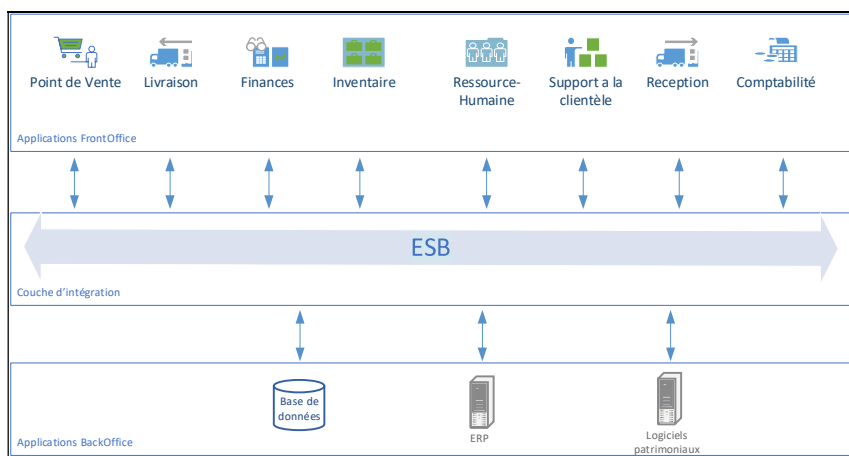


Figure 4 - Enterprise service bus

Qu'en est-il de ces solutions avec l'avenue des applications infonuagiques? Au cours des dix dernières années, nous avons remarqué, dans les entreprises, une rapide adoption des solutions infonuagique de type SaaS ou développées sur mesure. Comme conséquence, les entreprises font face à une explosion en volume et en variété, de sources des données et des demandes d'applications capables à gérer des données en temps réel. Cette réalité implique des besoins d'intégrations des données des services hébergés sur plusieurs plateformes : Nuage public, Nuage privé et même *sur place* à l'interne (de l'anglais « on-premise »).

Les plateformes d'intégration en tant que service (iPaaS) visent à combler ce besoin. L'iPaaS est un ensemble d'outils d'intégration fournis à partir du nuage public (c.-à-d. des services infonuagiques) ne nécessitant aucun matériel ou logiciel *sur place*. Si l'ESB a été conçue pour intégrer des systèmes et des architectures complexes, le iPaaS a été conçu pour

gérer des normes des messageries légères, REST-JSON, utilisées par les nouvelles applications infonuagiques.

Cependant, on remarque dernièrement certaines convergences entre les deux modèles d'intégration, l'ESB et le iPaaS. Certaines solutions iPaaS ont évoluées pour prendre la responsabilité des applications *sur place* tandis que certaines solutions ESB ont introduit des fonctionnalités pour prendre en charge des intégrations des services infonuagiques.

On peut conclure que les deux solutions d'intégration sont complémentaires plutôt qu'en compétition; il est recommandé de faire appel à un ESB *sur place* pour des entreprises possédant des systèmes patrimoniaux ou des architectures internes complexes. Les entreprises ont l'intérêt de garder les ESB comme « colle » pour les systèmes internes tandis que l'iPaaS sera utilisé pour les intégrations concernant les applications de type SaaS, les services infonuagiques et les appareils IoT.

1.4 Défis à considérer

Comme nous avons pu le constater dans les sections précédentes, l'intégration des systèmes informatiques figure parmi les principaux enjeux des entreprises actuelles. De nos jours, les acteurs, les processus et les données sont en constante évolution. Les outils technologiques et les besoins des clients et des fournisseurs ne cessent d'évoluer. Avant de choisir d'utiliser des produits d'intégrations tierces, les entreprises doivent évaluer tous les risques et les avantages financiers que cela apporte à l'entreprise ainsi que les moyens d'y arriver. Conséquemment, face à un projet d'intégration, l'entreprise doit s'assurer de choisir la bonne solution du bon fournisseur.

Un article du cabinet Deloitte [10] expose les trois grandes catégories de risques associés au choix d'un fournisseur d'intégration :

- Aspects financiers et de réputation : la réputation de l'entreprise est en jeu après que le fournisseur a fourni un système informatique instable ou comportant des défauts;
- Aspects légaux et réglementaires : risque que la nouvelle solution affecte la conformité à la législation en vigueur, présente et future;

- Aspects opérationnels : des risques peuvent apparaître si le système informatique devient plus vulnérable et que le fournisseur ne règle pas ce problème.

En ce qui concerne le choix des applications tierce à intégrer, cette décision comporte aussi avec ses défis à relever :

- Santé financière du nouveau partenaire d'affaires : éviter d'investir dans un produit où le fournisseur cesse ses activités quelques mois plus tard;
- La possibilité de s'interfacer avec la nouvelle solution;
- Les choix en termes d'architecture du nouveau système;
- Maintenance, Formation et Support à la clientèle;
- Le choix des prestataires techniques : disponibilité des intégrateurs;
- Gestion du changement dans l'entreprise;
- Respect du budget.

Si l'entreprise décide de s'intégrer à une solution informatique bien connue (c.-à-d. SAP, Magento, Salesforce, Zoho, etc.), une des options est de faire appel à un spécialiste en intégration. En effet, il existe de nombreuses entreprises spécialisées dans l'intégration des systèmes informatiques qui fournissent des services de qualité tout en réduisant le temps de mise en production de la solution finale. En faisant ce choix, l'entreprise s'assure d'avoir l'expertise d'intégration nécessaire à ses besoins, en plus de fournir la technologie nécessaire.

Dans une telle situation, les défis auxquels l'entreprise fait face sont les suivantes :

- Bien choisir le partenaire d'affaires (c.-à-d. le conseiller en intégration) en surveillant les critères suivants: intérêt dans le projet, disponibilité des ressources techniques qualifiées, participation active au test intégré, la formation aux employés à l'interne, la documentation des nouveaux processus d'affaires;
- Respect du budget.

Pour l'entreprise qui choisit à développer/implanter elle-même son outil d'intégration, voici la liste des défis auxquels elle fera face :

- Choix du style d'intégration : à choisir parmi SOA, ESB ou iPaaS;

- Gestion du projet de développement : garder les projets d'intégration courts/petits améliore les chances de réussite du projet;
- Disponibilité des librairies ou des Web Services ainsi que la documentation technique;
- Disponibilité des ressources qualifiées : la plupart des entreprises ont du mal à trouver et retenir des employés possédant des compétences techniques requises pour l'intégration des systèmes;
- Capacité de tester l'intégration et la solution finale.

Certains de ces défis seront analysés dans le prochain chapitre dans le but de proposer des pistes de solutions pour les entreprises tout en considérant leur taille et leur domaine d'activité.

CHAPITRE 2

Solutions potentielles d'intégration logicielle modernes

Comme nous avons pu le constater au chapitre 1, d'une manière générale, les entreprises interconnectent leurs logiciels à l'aide d'une approche d'intégration de type point à point en utilisant des intergiciels ou à l'aide d'implémentations d'intégration d'applications d'entreprise (EAI), telles que l'architecture orientée services (SOA). Ces approches ont laissé les entreprises vulnérables aux silos de données, de sorte qu'une partie de l'organisation n'avait pas de visibilité sur une autre créant des inefficacités lorsque les données devaient être partagées.

Au cours des dernières années, les entreprises ont recours de plus en plus aux services infonuagiques et à la commodité que les applications SaaS offrent. Avec un grand nombre d'applications SaaS maintenant disponibles au sein d'une même organisation, il est devenu de plus en plus difficile, pour les services informatiques, de créer une expérience client uniforme, de choisir un intergiciel et d'effectuer d'autres développements et implémentations pour chacune de ces applications en permettant le partage de données.

L'intégration des applications d'entreprise a toujours été un défi pour les services informatiques, mais l'apparition des technologies infonuagiques récentes a complexifié encore plus cette tâche. Les entreprises d'aujourd'hui doivent être en mesure d'intégrer rapidement des logiciels des services de données qui sont opérés localement, dans des nuages privés et dans les nuages publics provenant de plusieurs fournisseurs externes.

On considère que le succès d'un projet d'architecture de système informatique d'entreprise devra surmonter quatre défis que les dirigeants et leurs équipes TI doivent planifier : l'impact sur les applications patrimoniales, le choix judicieux de fournisseurs informatiques, le choix entre un type de déploiement infonuagique, *sur site* ou hybride ainsi que le choix du patron/technologie d'intégration.

2.1 L'impact sur les systèmes patrimoniaux

Tout le monde s'entend pour dire que l'inertie des systèmes patrimoniaux ou l'existence même de ceux-ci est l'un des freins les plus importants pour la transformation numérique d'une entreprise.

D'une entreprise à une autre, les systèmes patrimoniaux peuvent prendre plusieurs formes. Pour certaines entreprises, un système patrimonial consiste en une seule et unique application qui a accumulé, au fil du temps, des évolutions fonctionnelles et techniques, lui permettant ainsi de devenir volumineux et parfois indispensable aux opérations quotidiennes. Pour d'autres entreprises, le système patrimonial est un ensemble de vieilles technologies et d'architectures, contenant un mélange d'applications centralisées, d'applications départementales et d'applications tierces interconnectées point-à-point et par d'autres patrons d'interconnexion.

Un processus de remplacement (c.-à-d. approche révolutionnaire) ou de modernisation (c.-à-d. approche évolutionnaire) d'un système patrimonial est lancé soit lorsque l'entreprise se trouve incapable de faire interagir son système avec les nouvelles technologies, soit lorsque la solution actuelle a des problèmes d'opération, ne satisfait plus les besoins de l'entreprise ou est devenu très coûteux à maintenir/opérer.

L'approche révolutionnaire consiste à remplacer l'ancien système (parfois un progiciel de gestion intégré (PGI)) avec un autre système ou avec un ensemble de systèmes modernes ayant des fonctionnalités similaires au système actuel. Dans cette situation, l'entreprise doit tenir compte des nouvelles exigences technologiques ainsi que des éventuelles modifications des processus métier que la nouvelle solution impose.

Pour les entreprises qui ne possèdent pas encore de progiciel de gestion intégré (PGI) ou pour celles qui utilisent d'anciennes versions de ceux-ci, les versions modernes des PGI les plus

populaires deviennent des candidats potentiels pour le remplacement des leurs systèmes actuels. Souvent, la solution de remplacement offre plusieurs alternatives de déploiement comme : *sur site*, infonuagique (public, privé ou hybride) ou même hybride. Chacune de ces alternatives de déploiement doit être traitée en fonction du défi d'intégration avec les applications actuelles et planifiées du système informatique d'entreprise.

Dans le cas d'un remplacement de système informatique, l'entreprise doit se demander quels sont les besoins à combler, quels sont les produits à investiguer, choisir un logiciel de remplacement, planifier la transition et penser à comment l'historique des données peut être migré et utilisé par ce nouveau logiciel. Une courbe d'apprentissage et des interruptions temporaires/planifiées des activités sont aussi à prévoir pendant ce processus de migration à une nouvelle solution.

De son côté, l'approche évolutionnaire consiste en deux techniques différentes : recoder ou moderniser l'application patrimoniale.

Redévelopper ou recoder le système actuel implique que l'entreprise maîtrise les anciennes technologies, qu'elle possède le code source et la documentation technique de l'application et qu'elle bénéficie des ressources humaines nécessaires. Coûteuse et difficile à réaliser, cette solution peut être très bénéfique pour l'entreprise en sachant que l'ensemble des processus entrepris et des règles d'affaires seront reconduits dans la nouvelle solution. L'opportunité de recoder l'application permettra à l'entreprise de bénéficier d'une architecture d'application moderne, idéalement construite autour des microservices. Ce type d'architecture réduit le coût de maintenance à long terme et facilite les intégrations avec de tierces parties.

La modernisation du système patrimonial impliquera le développement/l'acquisition d'un intergiciel permettant de brancher les fonctionnalités du système actuel en utilisant une approche SOA. Cette approche devrait être utilisée lorsque remplacer ou recoder le système patrimonial ne se justifie pas du point de vue monétaire et temporel. Cependant, ce choix devrait être fait seulement si le système actuel est fiable et efficace, s'il est responsable de

systèmes critiques et s'il possède des fonctionnalités très spécifiques qui sont difficiles à remplacer par les systèmes modernes.

Parmi les avantages d'une modernisation du système patrimonial existant, on peut énumérer:

- Le maintien des règles d'affaires patrimoniales;
- L'adoption des nouvelles technologies sans avoir à repartir à zéro;
- Une réduction du délai de mise en marché de la nouvelle solution;
- Une réduction des coûts associés à la nouvelle solution en réutilisant les actifs TI existants.

Peu importe l'approche choisie, la modernisation des systèmes patrimoniaux doit apporter à l'entreprise les avantages suivants :

- Une agilité informatique supérieure, avec des capacités d'intégration additionnelles;
- Une meilleure efficacité opérationnelle ainsi qu'une meilleure expérience pour les clients externes et internes;
- Une réduction des coûts des logiciels et du matériel informatique.

Cependant, il n'y a pas une meilleure solution entre l'approche évolutive ou l'approche révolutionnaire. Le choix appartient à chaque entreprise. Parmi les critères à considérer lors de l'exercice d'évaluation :

- Faire une analyse de chacun des logiciels patrimoniaux pour déterminer leur valeur commerciale et les éventuelles opportunités de modernisation. Évaluer en même temps la criticité de l'application pour l'entreprise au présent mais aussi dans un futur prévisible;
- Évaluer l'impact associé au processus métier et à la culture organisationnelle par rapport à la nouvelle solution;
- Évaluer l'effort financier nécessaire et estimer le retour sur l'investissement (ROI) de la nouvelle solution.

S'il n'y a pas une meilleure solution entre les approches pour la modernisation des systèmes patrimoniaux, l'entreprise doit éviter d'attendre que son système informatique devienne obsolète. En choisissant d'utiliser des PGIs qui se dégradent ou n'évoluent pas assez rapidement et qui sont de plus en plus difficiles à faire évoluer ou remplacer, une entreprise finit par hypothéquer son futur économique.

2.2 Un choix judicieux de fournisseurs en intégration

Une des façons de réduire le nombre d'applications au sein d'un écosystème informatique est d'utiliser un système unique pour gérer plusieurs processus métier. Il arrive souvent que les dirigeants d'entreprise doivent choisir entre l'implémentation d'un progiciel de gestion d'entreprise (PGI) et entre une combinaison d'un système PGI ainsi que des logiciels périphériques « best-of-breed » (c.-à-d. des meilleurs systèmes provenant des fournisseurs réputés). Pour une grande entreprise, on considère utopique la création d'un écosystème informatique contenant uniquement des « best-of-breed » de chaque catégorie, dû au nombre d'intégrations que cela nécessiterait.

L'implantation d'un PGI signifie la mise en œuvre d'un système central qui permet d'automatiser les fonctions essentielles de l'entreprise. Adoptés par des entreprises depuis les années 80, les PGI sont souvent utilisés pour certains modules critiques (c.-à-d. centraux) comme la comptabilité, la facturation, la planification ou la gestion de la relation client. Ces dernières années, les fonctionnalités disponibles dans les PGI ont considérablement augmentées, grâce aux investissements en dépenses R&D et aux acquisitions. Les grands développeurs de PGI acquièrent souvent les meilleurs fournisseurs de logiciels qui complètent leur produit et intègrent cette technologie acquise à leurs solution, améliorant ainsi leur position concurrentielle.

On constate une compétition active entre les fournisseurs de PGI. Par exemple, Adobe a dépensé 1,68 milliard \$ pour acquérir la plate-forme de commerce électronique Magento, afin de compétitionner le produit Hybris de SAP. Adobe a aussi investi 4,75 milliards \$ pour la

plateforme d'automatisation de Marketing Marketo. À son tour, Oracle a acquis Maxymiser, une plate-forme d'expérience client Web et mobile et DataFox, une entreprise spécialisée en intelligence artificielle. Pour 8 milliards \$, SAP a fait l'acquisition de Qualtrics, une société de gestion de l'expérience, spécialisée dans « l'étude du comportement des consommateurs en ligne ».

Toutes ces acquisitions démontrent aux dirigeants d'entreprises que les fournisseurs de PGI continuent à faire évoluer leurs produits et qu'ils se forcent à proposer des solutions complètes de bout en bout. Mais est-ce la meilleure solution pour l'entreprise?

Cette stratégie de choisir les meilleurs systèmes de fournisseurs réputés consiste à sélectionner le meilleur produit possible qui répond aux exigences de l'entreprise. Avec cette approche, l'entreprise choisira le meilleur logiciel disponible dans sa niche ou catégorie de référence pour exécuter une tâche spécifique. C'est un concept simple, à condition que l'entreprise possède les connaissances d'intégration de produits tiers requises et qu'elle soit prête à investir le temps et l'argent nécessaire afin de bien intégrer cette solution dans son écosystème informatique d'entreprise.

Cette stratégie cadre bien avec les entreprises ayant un nombre réduit des processus métier ou pour celles ayant des modèles commerciaux et opérationnels si uniques, qu'une solution entièrement personnalisée devient la meilleure option.

2.2.1 Avantages et désavantages de chaque solution

Ci-dessous sont listés les avantages et les inconvénients des deux approches qui s'offrent aux entreprises.

Les avantages d'une solution unique :

- L'intégration déjà existante ou facile à implémenter car les applications/modules proviennent du même fournisseur;
- Interface utilisateur commune ou uniforme, facilitant la navigation et l'administration;

- Architecture unique ou plus cohérente;
- Risque global réduit, car ces grands fournisseurs de PGI et leurs produits seront disponibles à long terme.

Les désavantages d'une solution unique :

- Il faut s'attendre à des fonctionnalités manquantes dans un système PGI. Pour compenser, il va falloir adapter certains processus d'entreprise ou, tout simplement, vivre sans ces fonctionnalités;
- Règle générale, la solution unique est une solution plus complexe en ce qui concerne l'installation, l'apprentissage, l'utilisation et l'acceptation dans l'entreprise;
- L'ajout des nouvelles fonctionnalités et les innovations dans les fonctionnalités existantes se font au rythme du fournisseur. Les chances que l'entreprise puisse les influencer sont minimales;
- Vulnérabilité étendue à la suite d'une faille de sécurité, car les éventuels problèmes sont souvent communs à l'ensemble des modules de la solution.

Les avantages d'une solution « best-of-breed » :

- Avoir la possibilité de répondre aux exigences présentes et futures de l'entreprise;
- Étant généralement des solutions de petite taille, orientée vers un objectif spécifique, elle amène une certaine facilité lors de l'installation et de la mise à niveau de l'application. Cela permet à l'entreprise de s'ajuster rapidement au changement du marché concurrentiel.

Les désavantages d'une solution « best-of-breed » :

- La solution ne s'intégrera probablement pas de façon native avec d'autres logiciels du système informatique de l'entreprise;
- Coût des licences additionnelles;
- Même si les interfaces utilisateur seront modernes et conviviales, elles seront fort probablement différentes des celles des autres systèmes informatiques, affectant ainsi l'apparence commune de l'ensemble du système;

- Souvent, la solution choisie vient des petits fournisseurs, pas nécessairement viables à long terme.

2.2.2 Recommandation

On considère que choisir uniquement une solution PGI pour l'ensemble des processus de l'entreprise n'est pas nécessairement une bonne idée pour toutes les entreprises. En acceptant d'utiliser une suite d'applications sur la couverture d'un PGI, des applications qui ont été regroupées, intégrées et standardisées, sans qu'elles soient les meilleures de leurs domaines ou sans qu'elles prennent en considération les besoins de l'entreprise, il y a un risque de mettre en péril l'ensemble des activités de l'entreprise.

Nous savons que la dépendance vis-à-vis du produit d'un seul fournisseur peut devenir un handicap technique et opérationnel avec le temps.

On considère qu'une meilleure solution, pour un écosystème d'entreprise, pourrait être bâtie autour d'un ensemble de modules PGI bien sélectionnés. Selon les besoins de l'entreprise, des solutions informatiques de type « best-of-breed » peuvent être totalement ou partiellement intégrées à ce PGI, tout en laissant certaines solutions non intégrées si le besoin n'est pas là ou si le coût associé ne se justifie pas.

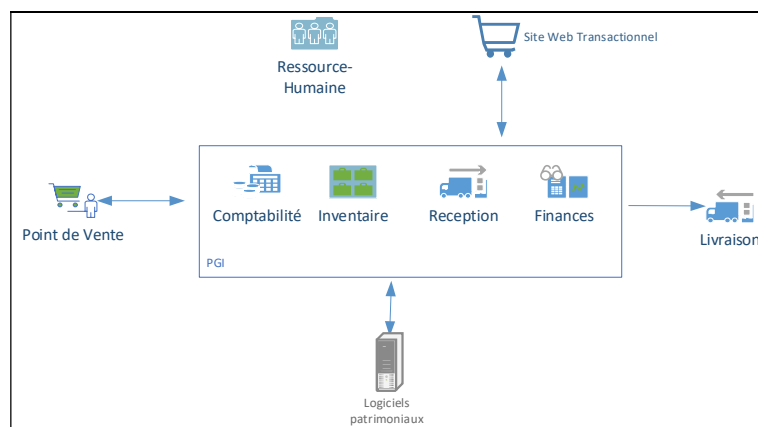


Figure 5 - PGI : intégration complète, partielle ou inexistante

Prendre une mauvaise décision peut avoir des répercussions significatives sur le budget et les opérations à moyen terme. Les décideurs doivent éviter de prendre une décision en ne considérant que 2 ou 3 aspects, comme le coût et la capacité de la nouvelle solution à répondre aux besoins à court terme de l'entreprise. Ceux-ci sont, bien évidemment, très importants, mais d'autres facteurs doivent être aussi pris en considération :

- Le niveau potentiel d'intégration de la nouvelle solution dans le restant de la solution informatique;
- Les besoins de matériel et de logiciel que la nouvelle solution recueille;
- Le coût additionnel qu'une éventuelle intégration apportera au niveau du PGI;
- L'avantage concurrentiel que la nouvelle solution apportera à l'entreprise;
- La capacité du fabricant de faire évoluer le produit, d'offrir un bon service après-vente ainsi que d'évoluer lui-même au même rythme que l'entreprise qui achète son produit.

2.3 Infonuagique, *sur site* ou hybride

Essentiellement, la différence fondamentale entre un logiciel infonuagique et un autre *sur site* est l'emplacement où celui-ci est installé et où les données résident. Le logiciel de type infonuagique est généralement installé à distance, sur le serveur du fournisseur, et l'application devient accessible via un navigateur Web. Le logiciel *sur site* est installé sur un serveur dans le réseau interne de l'entreprise et est accessible via une application client ou Web.

Ce qui caractérise principalement une application *sur site* est le fait que l'entreprise contrôle l'ensemble des activités entourant le produit logiciel, incluant l'achat des licences, l'installation, la mise à jour, la maintenance et la gestion de la sécurité. L'entreprise achète aussi les serveurs, la base de données, et les systèmes d'opération nécessaires. Tout se fait à l'interne ou, parfois, on délègue certaines activités à des entreprises tierces.

Dans le cas des applications infonuagiques, un modèle d'affaires basé sur un abonnement annuel permet à l'entreprise de se déresponsabiliser de la plupart des activités de gestion de l'infrastructure de l'application. Le fournisseur infonuagique prend en charge la gestion des

serveurs, du réseau, des logiciels et de la sécurité tout en s'assurant que les capacités de stockage et la puissance de traitement sont en concordance avec les besoins de l'entreprise.

Une solution alternative qui pourra intéresser plusieurs entreprises est le « nuage hybride » dans lequel l'entreprise utilise une combinaison de services de type « nuage privé » et « nuage public ». Le « nuage privé » est une infrastructure destinée à être utilisée par une seule entreprise, pouvant être hébergée dans son propre centre de données ou dans celui d'un fournisseur de service externe. Le « nuage public » est le modèle le plus connu dans lequel toutes les ressources nécessaires (serveur, réseaux, logiciel) sont hébergées et gérées par un fournisseur externe.

Avec l'approche de « nuage hybride », les données et les processus sensibles (c.-à-d. données financières, base des données clients, etc.) ou le site Web transactionnel seront hébergés dans le nuage privé. Les processus moins critiques ou les applications temporaires, comme des outils de développement, des tests ou le site Web de l'entreprise, pourront être hébergés dans le nuage public.

Un des avantages d'une stratégie d'approche « nuage hybride » c'est de s'offrir la flexibilité de choisir le type de nuage optimal pour chaque logiciel et de fournir la capacité de déplacer librement les charges de travail entre les deux nuages en fonction de l'évolution des circonstances.

Un scénario où la solution hybride peut s'appliquer à une entreprise du commerce du détail est celui de l'installation du site Web transactionnel dans un nuage privé. Pendant de courtes périodes, telles que les événements saisonniers (Noël, Boxing-Day, etc.), des pics soudains de demande peuvent surcharger la capacité du matériel informatique existant. Dans ce cas, les entreprises peuvent puiser dans des ressources informatiques supplémentaires disponibles dans le nuage public.

Dans une telle situation, dans la plupart des cas, il est suffisant de transférer la couche de logique d'application vers le nuage public alors que la base de données de l'application restera *sur site* ou dans le nuage privé.

Du moment où la couche de la base de données doit aussi être migrée vers le nuage public, il y a alors une gestion des bases de données en mode « nuage hybride ». Avec plusieurs répliques de la base de données résidant sur des diverses plateformes infonuagiques, une des premières sources d'inquiétude pour les gestionnaires TI est la synchronisation des ceux-ci. Une architecture de base de données *masterless* (c.-à-d. non supervisée), capable de voir toutes les instances de toutes les installations de la base de données, sera plus facile à administrer qu'une architecture maître-esclave classique.

Une autre préoccupation des entreprises associées aux architectures « nuage hybride » et au déploiement de la base de données sur plusieurs plateformes est le risque associé à la sécurité des données. Pour réduire ce risque, une série de mesures de sécurité doit être mise en place dans l'ensemble de l'architecture du nuage hybride : la mise en place d'un mécanisme d'authentification et d'autorisation des accès (LDAP, Kerberos, etc.), l'installation d'un outil de surveillance de l'accès à la base de données ainsi que l'utilisation de systèmes de cryptage pour toutes les données transférées dans le réseau.

Quand vient le temps de choisir parmi les trois types de déploiement, les dirigeants des TI doivent concentrer leur réflexion autour de trois axes : 1) l'axe stratégique, 2) l'axe économique et 3) l'axe pratique/opérationnel. Pour faciliter le choix des décideurs, nous avons regroupé dans le tableau 1 les meilleures options, en fonction des besoins recherchés :

Besoin d'entreprise	Sur site	Infonuagique	Hybride
Besoin de flexibilité et customisation?	X		X
Besoin de fiabilité et sécurité?	X		
Besoin de mises à jour fréquentes?		X	
Besoin d'une mise en marché rapide?		X	

Disponibilité accrue de l'application?	X		X
Coût total de possession	X		
Confidentialité des données requise	X		
Intégration requise avec d'autres applications sur site	X		
Accès à l'application de l'extérieur de l'entreprise?		X	X

Tableau 1 - Sur site vs. Infonuagique vs. Hybride

La stratégie de déploiement infonuagique possède quelques avantages, qui devraient intéresser principalement les jeunes entreprises :

- OpEx : Aucun coût initial, l'entreprise n'effectue que des paiements réguliers, ce qui en fait une dépense d'exploitation;
- Coûts prévisibles : des montants mensuels avec très peu de variations qui couvrent l'essentiel des coûts informatiques comme les licences, la sauvegarde des données et les mises à jour;
- Déploiement rapide : en quelques heures ou jours;
- Évolutivité (Scalability) : l'entreprise paie seulement pour ce qu'elle utilise. L'application en nuage peut s'adapter facilement aux nouveaux besoins d'entreprise en ajoutant des licences, des espaces disques, des bandes passantes ou des CPU.

Comment choisir? Quel est le meilleur choix pour une entreprise? On considère qu'il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse à ces questions. Chaque entreprise est différente et a des exigences différentes qui vont influencer le choix de la stratégie de déploiement. Cependant, certaines questions se posent, peu importe la taille ou le domaine d'activité de l'entreprise :

- CapEx vs OpEx – Pouvez-vous vous permettre l'investissement initial requis pour une solution sur site?
- Reprise après sinistre – Avez-vous des capacités requises pour assurer une reprise des activités optimale, dans des délais raisonnables?

- Mise à niveau automatique– Pour les opérations courantes de l’entreprise, devriez-vous posséder la dernière version de l’application?
- Où sont déployées les applications avec qui la nouvelle solution doit s’intégrer?

La réponse est donc très subjective et variera d’une entreprise à une autre. Des entreprises du service public, du domaine médical, financier, assurance vont probablement privilégier de solutions sur site permettant à leurs services dédiés d’avoir la main sur la sécurité des données. Des entreprises matures du demain de la restauration et de la vente au détail vont privilégier les types de déploiement « sur site » pour la capacité d’intégration accrue et pour leurs besoins accrus de disponibilité. D’autres entreprises vont tout simplement choisir le « best-of-breed » et vont hériter en même temps le type de déploiement de la solution choisie.

2.4 Patron d’interconnexion

Nous avons vu, dans les chapitres précédents, qu’une entreprise peut réduire la charge d’intégration en faisant un choix judicieux quand vient le temps de choisir les applications qu’elle décide d’implémenter. La modernisation des applications patrimoniales peut faciliter l’intégration de celles-ci avec les autres applications du système informatique, permettant ainsi de donner une deuxième vie à ces logiciels si importants pour certaines entreprises.

À son tour, le choix entre les types de déploiement sur site et infonuagique va impacter significativement la stratégie d’intégration globale des systèmes informatiques de l’entreprise. Désormais, le centre de gravité du système informatique se déplace de plus en plus vers l’infonuagique, avec l’adoption massive du modèle SaaS par les entreprises.

Nonobstant les choix faits par une entreprise, ceux responsables de créer l’architecture d’intégration doivent prendre en compte les divers types de déploiement, *sur site*, infonuagique et hybride. Par exemple, une architecture hybride qui doit gérer quatre types de communications :

- *sur site* vers *sur site*;

- nuage vers nuage;
- nuage vers *sur site*;
- *sur site* vers nuage.

Les plateformes ESB ont été développées originalement pour intégrer des applications *sur site*, incluant des systèmes patrimoniaux. On considère qu'il est tout à fait logique de continuer d'utiliser ces plateformes, encore plus si les fonctionnalités sont déjà développées et répondent toujours aux besoins de l'entreprise.

Quand vient le temps d'intégrer deux applications infonuagiques, l'entreprise peut décider de créer sa propre intégration, d'utiliser de tiers connecteurs de type point à point ou d'utiliser les outils d'intégration de base fournis par chacune des applications SaaS. Voici un résumé des avantages et inconvénients pour chacune ses trois options.

Approche	Avantage	Désavantage
Créer sa propre intégration	Contrôle total dans le processus	Besoin de ressources techniques, difficile à faire évoluer.
Connecteurs de type point à point	Coût initial réduit, facile à utiliser.	Disponibilité réduite, difficile d'apporter des modifications.
Outils natifs	Couvre les besoins essentiels, documentation fournie.	Présent en nombre limité, customisation impossible.

Hormis certains avantages limités à court terme, il est recommandé d'éviter ces approches. À long terme, le manque de standardisation fera en sorte que l'architecture d'intégration sera moins agile et moins capable d'intégrer facilement de nouvelles solutions informatiques. En effet, l'entreprise vivra les mêmes enjeux que ses prédécesseurs, soit avant l'arrivée des plateformes de types EAI et ESB.

De plus, il est considéré comme mauvaise pratique que deux applications hébergées sur le nuage puissent s'échanger des informations par l'entremise d'un ESB, hébergé dans le réseau interne de l'entreprise. À leur tour, les intégrations entre une application infonuagique et une autre *sur site* peuvent être gérées, à la limite, par le bus ESB, mais cette solution nécessiterait

l'ajout d'intergiciels additionnels. Mais le plus important désavantage d'une solution utilisant un ESB est le fait que cette approche n'est pas capable de gérer des utilisateurs multiples à partir d'instances des logiciels uniques.

Ainsi, la meilleure solution semble être une architecture d'intégration comportant deux volets : un bus ESB pour les échanges entre les applications sur site et une plateforme iPaaS à l'extérieur du pare-feu d'entreprise, les deux connectés via un seul canal sécurisé de communication.

L'implémentation d'une plateforme iPaaS au système informatique d'une entreprise va simplifier l'échange de données entre les systèmes informatiques de l'entreprise, en standardisant la façon que les nouvelles technologies SaaS vont s'y ajouter. En quelque sorte, elle peut être perçue comme une évolution logique de la plateforme ESB, pour répondre aux besoins d'intégration propres aux architectures hybrides. Actuellement on considère cette nouvelle plateforme d'échange de données comme étant un incontournable du moment où l'entreprise décide d'utiliser des logiciels SaaS en plus de leurs logiciels *sur place*.

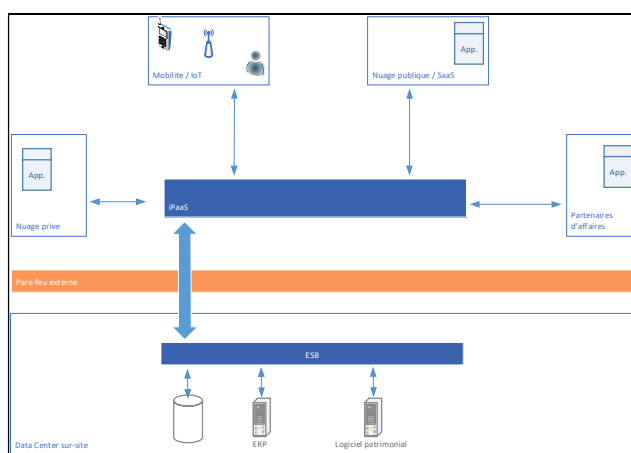


Figure 6 - Plateforme d'intégration en tant que service

Étant hébergée chez un fournisseur externe et offerte comme un service, la plateforme iPaaS offre plusieurs avantages propres aux applications infonuagiques :

- Elle allège la charge de travail de l'équipe TI, car elle n'a plus à se préoccuper de la gestion d'une nouvelle infrastructure;
- OpEx : Elle ne demande aucun investissement initial, l'entreprise n'effectue que des paiements réguliers, ce qui en fait une dépense d'exploitation;
- Ses interfaces graphiques sont conviviales, permettant de créer, gérer et surveiller les intégrations métiers facilement;
- Elle est agile, flexible et capable de s'adapter aux besoins actuels et futurs d'interconnexion de l'entreprise. Si un service n'est plus nécessaire, l'administrateur peut l'enlever facilement, réduisant ainsi ses coûts mensuels.

Cependant, pour plusieurs entreprises, l'avantage le plus important est le fait que la plupart des solutions iPaaS proposent des connecteurs préconçus pour plusieurs applications SaaS fort répandues sur le marché et proposent aussi certains connecteurs pour des applications *sur site*. Cela permet d'accélérer les projets d'intégration bien sûr si, sur cette liste, se retrouvent des applications SaaS que l'entreprise prévoit utiliser.

À ce jour, pour les entreprises qui ne sont pas encore familiarisées avec les fournisseurs iPaaS, il sera difficile de faire un choix judicieux uniquement basé sur le prix, car ces fournisseurs offrent des modèles de souscription différents selon des métriques de licences qui leur sont propres : par nombre d'utilisateurs, par nombre de connexions, par nombre de transactions par seconde, par nombre d'interfaces EDI, etc.

Au lieu de se préoccuper seulement du prix, il est préférable de faire un choix selon les caractéristiques suivantes :

- Au niveau technologique :
 - La solution doit être compatible avec les trois modèles de nuage : privée, public et hybride;
 - Elle doit être multi tenante et doit permettre la gestion des utilisateurs à l'intérieur d'une organisation;

- Elle doit permettre le développement et la réutilisation des API RESTful et des Web Services en plus de prendre en charge des architectures basées sur microservices et micro « gateway »;
- Elle doit supporter des intégrations nuage vers nuage, sur site vers nuage et nuage vers *sur site*;
- Elle doit être agnostique vis-à-vis du fournisseur du nuage.
- Au niveau de la convivialité :
 - Elle doit proposer des interfaces de type glisser-déposer pour l'implémentation des flux d'intégration ainsi que des gabarits prédéfinis pour accélérer le développement initial;
 - La plateforme doit utiliser un gestionnaire de code source comme GIT ou SVN et doit être capable de gérer plusieurs versions pour les applications;
 - Elle doit offrir un outil visuel d'investigation des erreurs et doit fournir des statistiques d'utilisation et de performance en temps réel;
 - Elle peut permettre d'automatiser les tests.
- Au niveau des interfaces existantes :
 - Elle est en mesure d'offrir des connecteurs de base pour des applications SaaS et pour des progiciels sur site, idéalement pour ceux que l'entreprise utilise;
 - Elle peut supporter des standards B2B tel que EDI, AS2 et X12;
 - La plateforme doit être compatible avec les bases de données, les formats de données et les protocoles de communications modernes;
 - Elle doit assurer la protection des API (API Key, OAuth 2.0) et doit permettre d'ajouter des règles de sécurité personnalisées pour l'authentification et l'autorisation.

Les entreprises qui sont encore réticentes à adopter une plateforme iPaaS ne devraient pas trop s'inquiéter, car les prochaines générations d'iPaaS ne cessent de s'améliorer. Elles visent à réduire les délais de mise sur le marché d'une solution d'intégration en couvrant le cycle de vie complet du développement de la solution depuis la conception jusqu'au déploiement, en passant par le développement, les tests, la production et la surveillance.

Le futur du iPaaS semble être assuré si on se base sur les consolidations et les achats des dernières années: Salesforce a acheté MuleSoft (2018), Boomi (Dell) a acheté Unifi (2020), JitterBit a acheté eBridge Connexion (2021). À son tour, le consultant Gartner, bien connu pour ses recommandations « best of breed » prévoit un succès continu pour les grands fournisseurs comme Oracle, SAP, Microsoft et IBM de même que pour les petits joueurs, issus de la révolution infonuagique récente.

2.5 Recommandation

Comme nous avons pu constater, une plateforme iPaaS aide les entreprises à interconnecter les applications basées dans le nuage et les applications gérées sur site, sans avoir à développer et gérer des solutions d'intégration internes. Avec le nombre significatif de fournisseurs iPaaS disponible sur le marché, choisir celui qui répond aux besoins de l'entreprise peut s'avérer une tâche ardue.

Pour faire un choix éclairé, les entreprises doivent considérer les fonctionnalités dont elles auront besoin au cours des prochains années sans toutefois négliger les besoins immédiats. Parmi les facteurs à ne pas négliger on mentionne la sécurité des données, l'existence des connecteurs génériques vers les applications utilisées par l'entreprise, la prise en charge de la gestion des versions des API ainsi que la capacité de la plateforme d'offrir une solution qui évoluera en même temps que les besoins de l'entreprise.

Les études faites par le consultant Gartner chaque année [14] permettent de classer les plus importants fournisseurs d'iPaaS à l'aide de quatre caractéristiques principales : 1) intégration des applications; 2) intégration des données; 3) intégration B2B et 4) gestion des API. On remarque que certains fournisseurs arrivent à bien se positionner dans ses classements pour chacune de ces quatre caractéristiques : Boomi (Dell), Jitterbit, MuleSoft, Workato, IBM. Ces classements ainsi que les témoignages des utilisateurs de ces plateformes peuvent servir de point de départ, quand il vient le temps de comparer plusieurs fournisseurs potentiels.

Le même site Gartner fournit des statistiques sur le choix des fournisseurs iPaaS que les entreprises font chaque année, en permettant de trier par leurs positions géographiques, par leur taille ainsi que par industrie [15]. Pour les entreprises du domaine du détail en Amérique de Nord, peu importe leur taille, le choix numéro un est *Integrator.io* de l'entreprise Celigo, suivi par Boomi et Jitterbit.

Comme nous avons pu le constater dans le premier chapitre, les entreprises du commerce de détail à la conquête de la transformation numérique cherchent toutes à :

- Fusionner leurs POS avec les autres plateformes transactionnelles (site Web transactionnel, tierces parties, etc.) dans le but d'améliorer l'expérience de leurs clients;
- Capturer et analyser les données client provenant de plusieurs sources;
- Avoir accès à des données statistiques détaillées, pour prendre les meilleures décisions pour l'entreprise et ainsi bien compétitionner;
- Garantir la sécurité des informations qu'elle possède;
- Une mise en marché rapide pour une nouvelle application ou nouvelle technologie.

En résumant les besoins d'intégrations des entreprises du domaine de détail on remarque qu'elles cherchent solution offrant des intégrations entre applications transactionnelles, des intégrations B2B avec leurs fournisseurs et la banque ainsi que de transfert de data de plusieurs sources pour des fins analytiques. Tous ses besoins peuvent être comblés par la plateforme *Integrator.io*.

Cette plateforme se positionne comme étant le meilleur choix pour les entreprises qui cherchent à rationaliser leurs processus en intégrant des applications métiers clés, comme des PGI, des CRM et des site Web transactionnels. Bâtie originellement autour du progiciel NetSuite d'Oracle, elle offre aujourd'hui une série des connecteurs préconçue (*SmartConnectors*) entre des applications infonuagiques très populaires : des PGI (par exemple : NetSuite, Microsoft Dynamics, Acumatica), des CRM (SalesForce), des gateway EDI (SpeedyEDI), des sites Web

transactionnels (par exemple : Shopify, Magento, BigCommerce) ainsi que des POS (par exemple : Square, Clover, LightSpeed).

Cette plateforme peut satisfaire les besoins de toutes sortes d'entreprises du domaine du commerce de détail, que ce soient des entreprises en démarrage, à la recherche des nouvelles applications et des solutions d'intégrations entre celles-là ou des entreprises en plein essor utilisant déjà des applications mentionnées ci-dessus.

Il faut noter que le iPaaS de Celigo n'est pas une solution hybride; c'est une plateforme infonuagique, permettant l'intégration avec des applications *sur site* de deux façons [16] :

- En permettant à *Integrator.io* d'accéder aux applications et aux bases de données à l'intérieur du pare-feu. Pour ce faire, l'administrateur réseau doit ajouter l'adresse IP du iPaaS à la liste des adresses autorisée (de l'anglais « whitelist »).
- En utilisant une application client Windows installée sur site, capable d'interagir avec des bases SQL, MongoDB, DynamoDB et avec des connexions de type HTTP et REST.

Architecture possible :

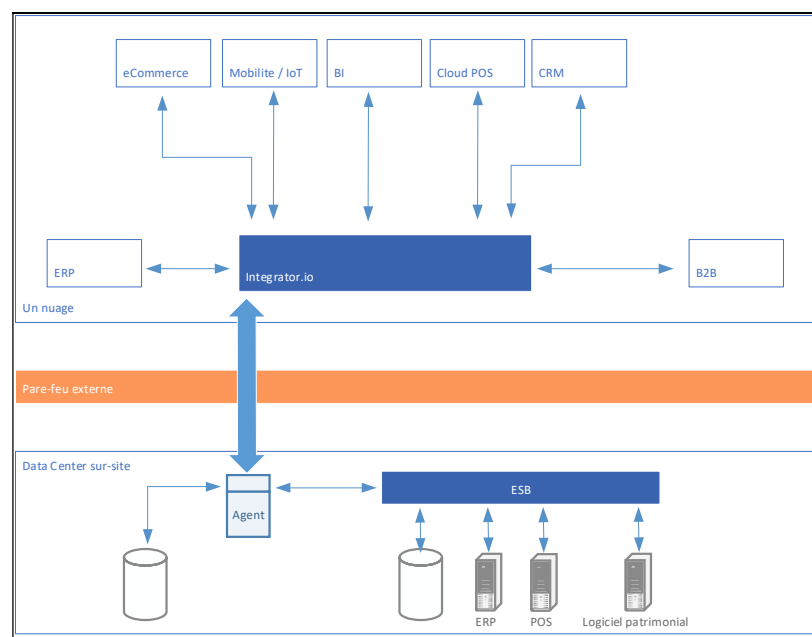


Figure 7 - Architecture proposée

Pour conclure, la transformation numérique d'une entreprise nécessite une intégration appropriée de l'infonuagique, une intégration de ses systèmes informatiques patrimoniaux ainsi que l'utilisation d'une approche agile à ce projet afin d'avoir une innovation plus rapidement. Les nouvelles plateformes iPaaS viennent combler les besoins des entreprises en ce qui est à trait aux intégrations des applications SaaS, leur permettant de se comporter comme un système bien connecté et de répondre ainsi aux objectifs globaux de l'entreprise.

Cependant, les produits iPaaS ne s'appliquent pas à tous les cas d'utilisation. Ils sont plutôt utilisés comme des plateformes d'intégration complémentaires dans les grandes entreprises, pour résoudre des intégrations spécifiques, liés aux applications SaaS. Ils sont encore loin de pouvoir remplacer complètement les plateformes traditionnelles *sur site*, impliquant les applications patrimoniales, et leur utilité est moindre pour des processus complexes, moins prévisibles et impliquant de nombreux systèmes, avec des règles d'affaires complexes.

LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] winsightgrocerybusiness
<https://www.winsightgrocerybusiness.com/retailers/supermarket-experience-its-time-integrate>
- [2] Paul Robertson, Integrating Legacy Systems with Modern Corporate Applications
- [3] Deloitte, Tech Trends 2021
<https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends.html>
- [4] G. Gudergan, P. Mugge, A. Kwiatkowski, H. Abbu, T. L. Michaelis, and D. Krechting, “Patterns of Digitization – What differentiates digitally mature organizations?,” in Proceedings, 2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC): Sophia Antipolis Innovation Park, France, 17-19 June 2019, Valbonne Sophia-Antipolis, France, 2019, pp. 1–8.
- [5] McAfee, Andrew, and Erik Brynjolfsson. (2012). “Big Data: The Management Revolution.” Harvard business review 90.
- [6] Blog - Most Vital Third-Party Integrations for E-commerce Websites
- [7] The Grocer: hat supermarkets can learn from banks about updating legacy IT
- [8] Hospitality Technology: POS Integration: The Problem Restaurants Want Solved in Next POS Buy
- [9] Hospitality Technology: 2019 Restaurant Technology Study: Exponential Digital Drives Quantum Convenience
- [10] Deloitte: Third-party risk is becoming a first priority challenge
<https://www2.deloitte.com/ca/en/pages/risk/articles/reduce-your-third-party-risk.html>
- [11] Naveen Erasala, David C. Yen, T.M. Rajkumar: “Enterprise Application Integration in the electronic commerce world”, Computer Standards & Interfaces 25 (2003) 69–82
- [12] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Qualtrics>
- [13] <https://www.gartner.com/en/documents/3990698>
- [14] <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-26NYXQS2&ct=210628&st=sb>
- [15] <https://www.gartner.com/reviews/market/enterprise-integration-platform-as-a-service>

[16] <https://docs.celigo.com/hc/en-us/articles/360004081771-Integrate-data-through-firewall-with-on-premise-agent>