

TABLE OF CONTENTS

1 Industrialisation de projets d'apprentissage automatique sur un serveur cloud computing par Dr BLEZA	3
1.1 Introduction	4
1.2 Définitions et modèles du cloud computing	5
1.2.1 Caractéristiques essentielles	5
1.2.2 Modèles de déploiement	6
1.2.3 Modèles de service	7
1.3 Construction d'un flux d'industrialisation d'un projet d'apprentissage automatique	9
1.3.1 Preuve de concept ou POC (Proof Of Concept)	9
1.3.2 Prototype	9
1.3.3 Pilote	9
1.3.4 Synergie de plusieurs équipes métiers	10
Bibliography	11

INDUSTRIALISATION DE PROJETS D'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE SUR UN SERVEUR CLOUD COMPUTING

Objectif

Présentation méthodologique et technique d'industrialisation des projets d'apprentissage automatique en utilisant les services informatiques à la demande, le cloud computing pour la onstruction d'un pipeline pour les projets d'apprentissage automatique

La révolution informatique a bouleversé complètement le mode de vie moderne entraînant la présence systématique des ordinateurs, tablettes et surtout du téléphone utilisé quasiment partout en cette année 2022. Ceci a véritablement changer le paradigme d'utilisation des services informatiques qui était basé essentiellement sur l'architecture Client-Serveur avec l'installation des centre de données (data-center) (DC). Le modèle client-serveur est un modèle informatique dans lequel un seul serveur fournit des dispositifs de services à de nombreux clients. Les techniques de stockage et de mise en réseaux ayant connu une évolution accélérée et complexifiée, par conséquent, la mise en place des DC est devenu très coûteux pour les entreprises car le fonctionnement du DC est permanent alors que les services ne sont pas fourni forcement en permanence. Des milliers d'heures de fonctionnement des DC ne sont plus rentabilisées. Alors certaines entreprises ont commencé par partager l'utilisation de leur DC avec d'autres utilisateurs afin de rendre optimale l'utilisation des leurs DC. C'est ainsi que l'offre de service internet à distance (cloud computing) a apparu. le cloud cumputing fourni des services informatiques, donne l'accès et le stockage de données à travers l'internet. Il s'agit simplement

de services distants sur internet qui permettent à n'importe qui d'accéder et de gérer tout type de données (images, vidéos, audios, documents, fichiers, etc) en ligne.

1.1 Introduction

Le modèle client-serveur dont l'accès, le contrôle des données et les droits du client sont gérés du côté serveur, présente de nombreux inconvénients. Un utilisateur qui souhaite accéder à certaines données doit se connecter au serveur qui lui alloue les ressources nécessaires. L'accès de plusieurs utilisateurs simultanément peut fortement limiter les performances du serveur dans ce modèle d'architecture. Pour contourner les difficultés que présente le modèle client-serveur, l'informatique distribuée a vu le jour. Au lieu de centraliser les données et la puissance de calcul en un seul endroit, puis de l'envoyer aux clients, le système distribué répartit les données et les tâches de calcul sur plusieurs nœuds qui fonctionnent à l'unisson. Même si le système distribué présente plusieurs avantages, il présente également certaines limites comme la synchronisation en cas de panne d'un nœud qui n'a pas encore transmis ses données uniques au système central. Afin de supprimer ces limitations, l'informatique en nuage (cloud computing (Sehgal and Bhatt, 2018; Lisdorf, 2021)) a vu le jour.

Le cloud est véritablement apparu dans les années 2000. Il apporte non seulement de la rapidité, l'instantanéité et la virtualisation des services informatiques mais aussi permet à tout type d'entreprise (individuelle, petite, moyenne et grande) d'accéder aux mêmes services applicatifs. Historiquement, tout a commencé en 1961 où John MacCharty a prononcé son discours au MIT (Massachusetts Institute of Technology) selon lequel l'informatique peut être vendue via un modèle commercial de services publics, comme l'eau et l'électricité. Mais le concept n'a pas été adopté à cette époque et très peu de recherches ont été faites autour de ce sujet à cette époque. Plusieurs dizaines d'années plus tard que, cette idée s'est développée dans les serveurs modernes et le concept de cloud computing a commencé à voir le jour notamment par une mise en application par Salesforce.com en 1999. Cette société fut la première à fournir une application d'entreprise sur internet.

Aujourd'hui, un grand nombre d'entreprises se sont positionnées sur ce marché, en gérant essentiellement des fermes de calcul ou des entrepôts de données (data-center) (DC) de très grandes capacités communément appelé service cloud. Des millions d'utilisateurs partagent ces ressources moyennant un abonnement payant, à l'image d'Amazon qui a lancé en 2002 Amazon Web Services (AWS) qui fournit les services de stockage et de calcul, puis en 2006 Elastic Compute Cloud Commercial Service, accessible à tous. En 2009, Google lance l'appli-

cation Cloud Computing Enterprise (Google Cloud), Microsoft lance Microsoft Azure et après cela d'autres grands groupes comme Alibaba, IBM, Oracle, HP présentent également leurs services Cloud. De nos jours, le Cloud Computing est devenu une compétence très populaire et importante. Le cloud computing est devenu tellement complet et complexe au point que les compétences dans le domaine peuvent constituer désormais des métiers à part entière tels que les "consultants ou ingénieurs cloud".

1.2 Définitions et modèles du cloud computing

Le cloud computing consiste à fournir des services, des applications et des données informatiques en utilisant une ou plusieurs ressources évolutives dynamiquement, à distance, avec une indépendance totale de l'emplacement physique du serveur ou du stockage qui répondent aux besoins des utilisateurs. Il existe plusieurs définitions (selon NIST¹ ou Armbrust²) du cloud computing, car elle est encore évolutive. Nous pouvons dire que le cloud computing est un modèle permettant un accès continu, pratique et à la demande à un ensemble partagé de ressources informatiques paramétrables tels que (sans être exhaustif) les réseaux, les serveurs de calcul, le stockage, les applications et services qui peuvent être fournis rapidement aux utilisateurs avec un minimum d'efforts de gestion ou d'interaction avec le fournisseur de services. Le modèle de cloud computing a généralement plusieurs caractéristiques (5), plusieurs (3) modèles de services et (3) modèles de déploiement.

1.2.1 Caractéristiques essentielles

- **Libre-service à la demande** : L'utilisation et l'adaptation automatique de capacité tout type de ressource informatique selon les besoins de l'utilisateur sans avoir d'interaction avec le fournisseur de service.
- **Mutualisation des ressources** : Les ressources informatiques du fournisseur sont mises en commun pour servir de multiples consommateurs à l'aide d'un modèle multi-locataires, avec différentes ressources physiques et virtuelles affectées et réaffectées dynamiquement en fonction de la demande des consommateurs et ce de façon complètement à distance (sans notion de l'emplacement physique des ressources). Les exemples

1. Mell P, Grance T (2009) The NIST definition of Cloud computing, version 15 ed. Available : <http://csrc.nist.gov/groups/SNS/Cloud-computing/Cloud-def-v15.doc>

2. Armbrust M, Fox A, Griffith R, Joseph AD, Katz R, Konwinski A, Lee G, Patterson D, Rabkin A, Stoica I, Zaharia M (2010) A view of cloud computing. ACM Commun 53 :50–58

de ressources comprennent le stockage, le traitement, la mémoire et la bande passante du réseau.

- **Large accès au réseau** : Les ressources disponibles sur le réseau sont accessibles par le biais de mécanismes standard qui favorisent l'utilisation par des plates-formes client hétérogènes, légères ou lourdes (par exemple : téléphones mobiles, tablettes, ordinateurs portables et postes de travail).
- **Élasticité rapide** : Les services sont approvisionnés et fournis de manière élastique, généralement automatiquement, pour évoluer rapidement vers une augmentation ou une baisse de capacité en fonction de la demande. Pour le consommateur, les capacités disponibles semblent souvent illimitées et peuvent être appropriées en n'importe quelle quantité et à n'importe quel moment.
- **Service évalué** : Les systèmes en nuage ou cloud contrôlent et optimisent automatiquement l'utilisation des ressources. L'utilisation des ressources peut être surveillée, contrôlée et signalée (en cas d'une consommation anormale ou d'un piratage), ceci pour la transparence entre le fournisseur et le consommateur pour le service utilisé.

1.2.2 Modèles de déploiement

Il existe deux modèles de déploiement du cloud computing (public et privé) dont la combinaison donne un troisième modèle appelé hybride.

1. **Cloud public** : c'est un type de cloud qui offre ses services accessibles à tous (entreprise, particulier) comme le cas de l'internet. les utilisateurs et services peuvent être n'importe où. c'est le cas des cloud déjà précités tels que Amazon AWS, Microsoft Azure, etc.
2. **Cloud privés** : le cloud privé est restreint à groupe d'utilisateurs précis, généralement à une organisation spécifique au sein d'une entreprise donnée. Il est comparable à un intranet, donc ses services sont fournis en interne à travers le réseau interne de l'organisation.
3. **Cloud hybride** : le cloud hybride offre ses services à un sous ensemble d'utilisateurs privés définis qui ont si nécessaire, la possibilité de s'étendre vers une infrastructure de cloud public. Alternativement, un fournisseur de services publics peut gérer à distance une partie de l'infrastructure dans une entreprise privée.

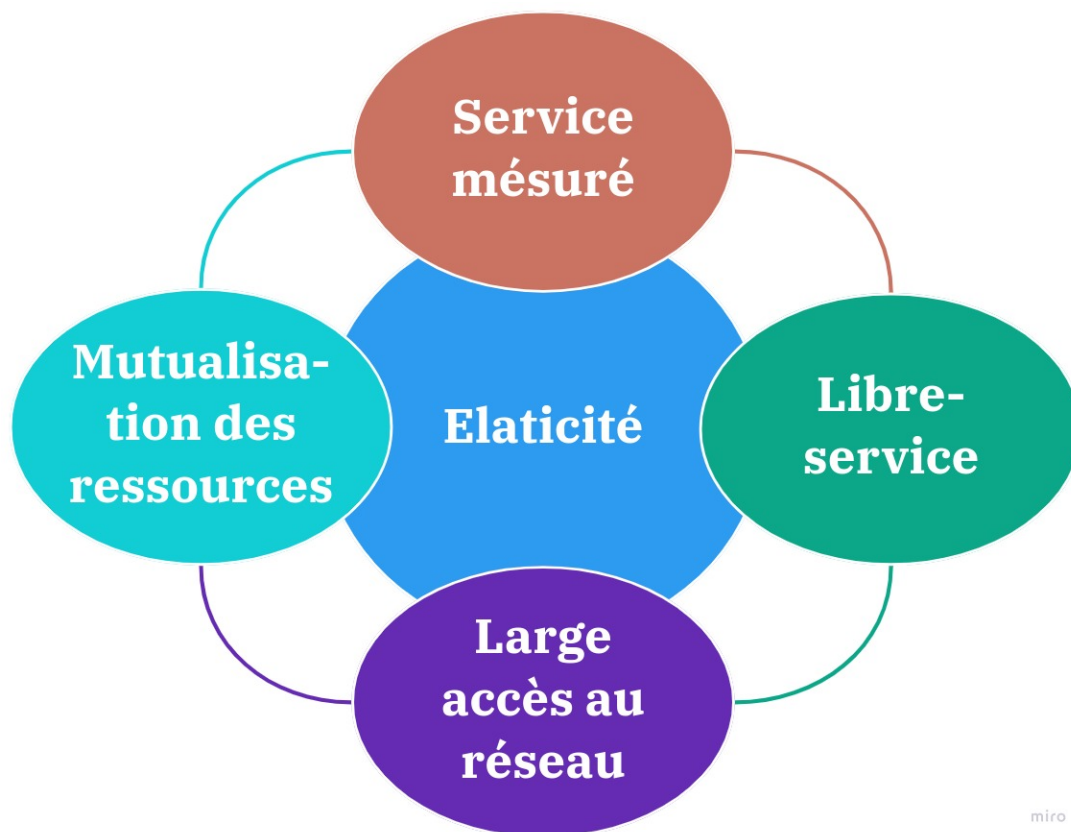


FIGURE 1.1 – Les cinq caractéristiques essentielles du cloud computing. Schéma issue du livre de Sehgal Batt (Sehgal and Bhatt, 2018)

1.2.3 Modèles de service

S'agissant des services de cloud, il en existe plusieurs modèles parmi lesquels, l'utilisateur peut choisir en vue de tirer meilleur profit en terme de ressources/budget. Ces modèles peuvent être définis et assemblés en une pyramide comme suit (Sehgal and Bhatt, 2018) :

1. **Infrastructure en tant que service (IaaS)** : fournit un accès direct aux matériels (serveur, réseau, stockage) virtualisés avec des spécifications . En tant modèle le plus flexible, (IaaS) offre des serveurs avec des spécifications de CPU, de mémoire et de stockage totalement contrôlable par l'utilisateur qui peut modifier à la haute ou à la baisse à sa guise. On peut citer pour ce modèle, comme exemple, AWS EC2 (Elastic Compute Cloud), OpenStack etc.
2. **Plateforme en tant que service (PaaS)** : offre le système d'exploitation et les bases de données en plus des ressources matérielles fournies dans le modèle IaaS. Le modèle

PaaS s'adresse aux développeurs d'application qui peuvent adapter automatiquement les services en fonction de leurs projet.

3. **Logiciel en tant que service (SaaS)** : axé sur les utilisateurs finaux du nuage au quotidien, le SaaS offre des applications à la demande comme les logiciels de CRM (Salesforce.com) documents et emails (Google.com) etc. Les utilisateurs n'ont besoin de gérer que leurs données. Les licences sont acquises sur la base d'un abonnement payant ou gratuit et les services sont livrés immédiatement.

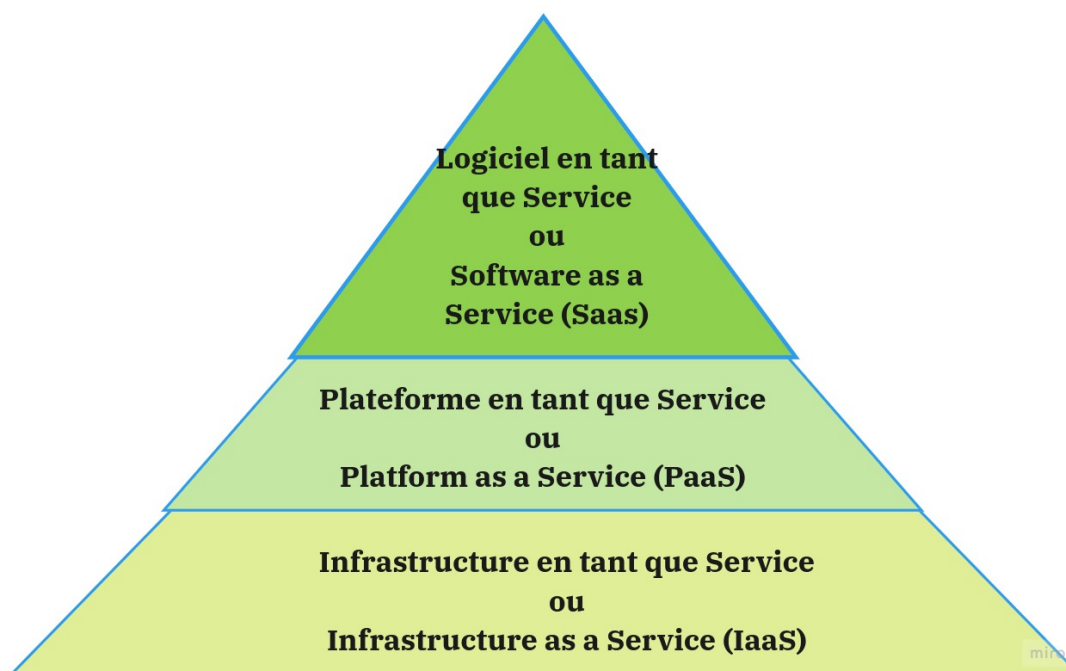


FIGURE 1.2 – Pyramide des services du cloud computing. Schéma issue du livre de Seghal Batt (Seghal and Bhatt, 2018)

Nous allons voir maintenant, La construction de flux de traitement des données de la mesure à la restitution sur l'application et les autres outils de visualisation.

1.3 Construction d'un flux d'industrialisation d'un projet d'apprentissage automatique

1.3.1 Preuve de concept ou POC (Proof Of Concept)

Le but ultime dès le lancement du projet est d'arriver à un déploiement en production sous forme d'application, solution etc. Le POC, permet d'élaborer l'ensemble des fonctionnalités envisagées pour construire le produit final qui fera le business. Cela passe par une évaluation de la valeur métier, l'intégration avec d'autres technologies pour établir un périmètre d'objectifs c'est-à-dire déterminer si le principe (idée, vision) est viable. Pour prendre la décision de continuer ou pas, le résultat final présenté doit pouvoir être mesurable et doit se baser sur un certain niveau de performances minimales acceptables. Pour cadrer les besoins (du point de vu utilisateur), plusieurs ateliers, sont organisés entre collègues du même pôle ou d'autres métiers (architecte d'entreprise, responsable applicatif, responsable infrastructure IT, Data Scientist etc.). Cela permet d'anticiper plusieurs points de la mise en production comme le mode d'accès à l'application, le nombre d'utilisateurs estimé, fréquence mise à jour de l'information (régime temps réel, quasi-temps réel, etc), le délai de réponse, le volume de transactions à traiter par jour, le taux de disponibilité. Un autre aspect à prendre en compte de s'assurer de disposer une donnée disponible, accessible, qualifiée et exploitable.

1.3.2 Prototype

Sur un environnement de développement ou de simulation du système, le prototype est un système qui permet de tester la future solution. Il permet de valider, supprimer ou adapter certaines hypothèses grâce aux différentes interactions itératives entre les différents pôles métiers concernés par le projet. Le prototype implémente que les fonctionnalités principales du produit final. Cette phase permet d'anticiper le étape suivant en terme d'infrastructures et de périmètre de pilotage. Le prototype répond aux attentes telles que l'architecture cible et le code correspondent aux standards de déploiement. Privilégier l'utilisation d'un outil de gestion de version comme Git qui favorise la réutilisation du code sans copier/coller.

1.3.3 Pilote

Le pilote, utilise un premier déploiement sur l'environnement de production avec tous les aspects discutés et considérés au niveau du prototype. Même s'il n'intègre que les principales

fonctionnalités de la solution finale, il permet de comprendre les différents éléments de mise en place de flux entrant, d'intégration de modèle et la restitution métier. L'usage de la solution à l'étape de pilote est accessible qu'à un nombre restreint d'utilisateurs (testeurs) dont les feedback sont très utiles pour l'amélioration, la correction de bugs etc. La réussite du déploiement se détermine dans la capacité d'organisation à déployer et automatiser les workflows, pour fluidifier et simplifier la mise en production sans créer de goulot d'étranglement. Dans cette optique, il convient d'utiliser des outils utilisés par les principes DevOps. DevOps influence le cycle de vie des applications tout au long de leurs phases de planification, de développement, de livraison et d'exploitation. Ces phases reposent les unes sur les autres et ne sont pas spécifiques à un rôle. Au sein d'une culture DevOps, chaque rôle est, dans une certaine mesure, impliqué dans les différentes phases. La figure 1.3 illustre une méthode DevOps applicable à d'industrialisation de projet de Machine Learning.

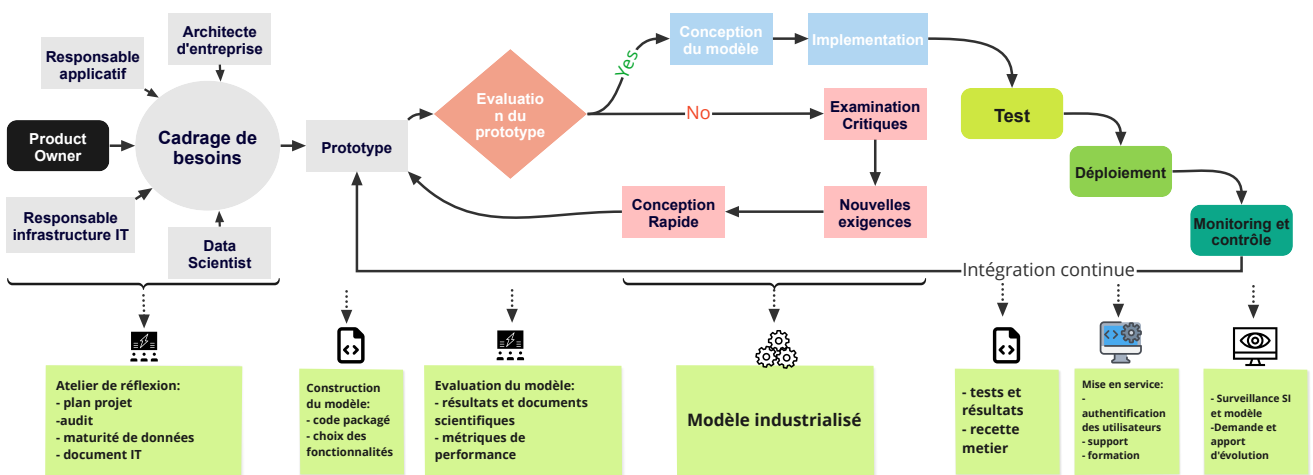


FIGURE 1.3 – Processus de mise en production basé sur le principe DevOps.

1.3.4 Synergie de plusieurs équipes métiers

Nous avons parlé des équipes et les interactions entre collègues dès le départ (de la POC à la mise en production effective), montrant l'importance de l'implication de chaque corps de métier à toutes les étapes d'évolution du projet. Sans être exhaustive, voici quelques profils (complémentaires) concernés dans le cas d'un projet.

- Product owner

- Data scientist
- Développeur Front et back (full stack)
- Ingénieur technicien

D'autres profils qu'on peut retrouver chez les structures plus grandes comme le data architect, le data engineer sont assumés par les profils (data scientist, développeur) dans le cas d'une start up.

Le product owner assure un rôle essentiel et garanti que le produit final corresponde ou réponde réellement au besoins des utilisateurs qu'il aurait sondé et recueilli en amont. Il a le rôle de maître d'orchestre qui a une vision globale et claire de l'orientation à donner au produit final. Comme pour les autres étapes, c'est une décision d'aller ou pas qui permet de clôturer le pilote. Il veille toujours à rester prêt des utilisateurs, suivre leur adoption du produit, restituer les éventuelles problématiques ou souhaits afin d'améliorer suffisamment le produit qui va satisfaire la majorité des utilisateurs.

Le data architect est impliqué toute suite dans les premières étapes pour assurer la bonne mise en place des différentes ressources techniques et matériels les mieux adaptées.

La mise en application peut maintenant s'effectuer sur l'une des plateformes de cloud computing sur le marché.

BIBLIOGRAPHIE

A. Lisdorf. Cloud Computing Basics : A Non-Technical Introduction. Springer, 2021.

N. K. Sehgal and P. C. Bhatt. Cloud computing. Springer, 2018.