



Centre universitaire de santé McGill
McGill University Health Centre

**SYSTÈME D'AIDE À LA DÉCISION
POUR LA PRÉVISION
DE LA CONSOMMATION
DES PRODUITS CRITIQUES
À L'AIDE DE
L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE
« MACHINE LEARNING »**

Le vendredi 14 juin, 2024

QUI SOMMES NOUS?



Othmane Faroud
B.Ing, LSSBB, EMBA

Chef de Service

Systeme d'information et
amélioration des processus



Maria Kouider
B.Com, MMA(c)

Analyste TI

Systeme d'information et
amélioration des processus

Sous le leadership de Mr. Azzedine Abderrahim
Directeur Approvisionnement et Logistique

TABLE DES MATIÈRES

01. Objectifs, contexte, et architecture TI

02. L'apprentissage automatique

03. Système back - end

04. Système front - end

05. Démonstration

06. Avantages

07. Leçons apprises et étapes

08. Conclusion



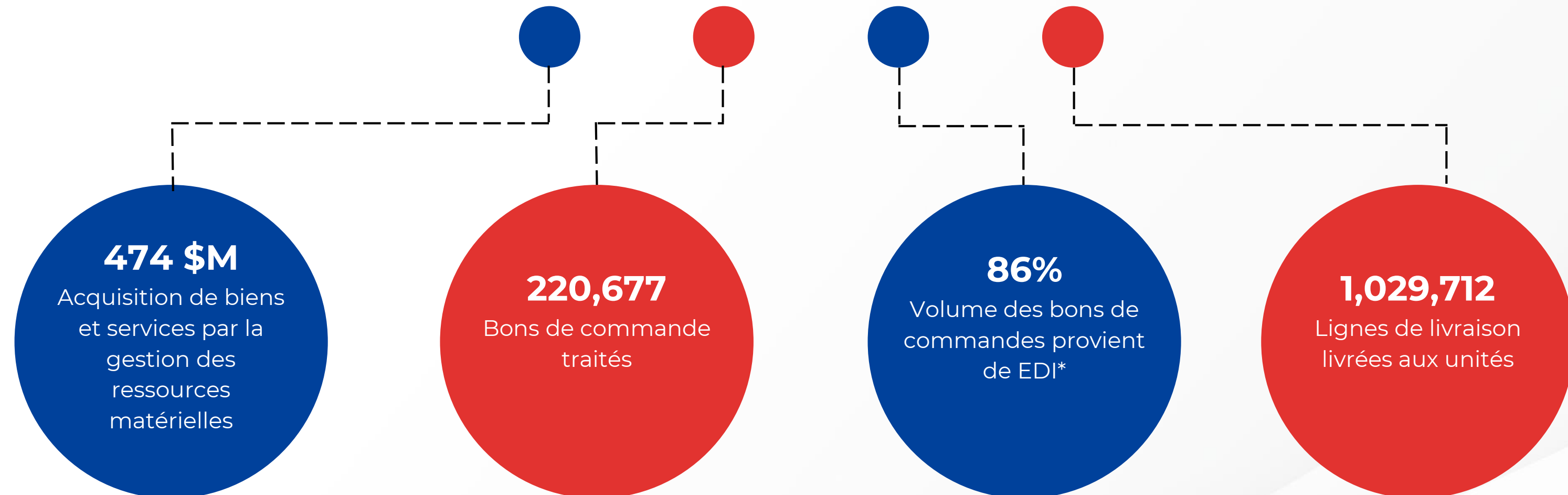
01 - OBJECTIFS DE LA CONFÉRENCE

- Donner un avant goût du potentiel de la valorisation des données par le biais de l'analytique, principalement les outils de AI/ ML, afin de rationaliser et d'accélérer la prise de décision en vue d'améliorer la résilience de la chaine d'approvisionnement et de la logistique au CUSM.
- La mise en pratique du modèle MIT

MIT - Cadre d'analyse de données pour de meilleures décisions organisationnelles



01 - LA DAL AU CUSM EN CHIFFRE (2022- 2023)



01 – CONTEXTE

Situation rencontrée

La COVID-19 était considérée comme un événement qualifié de Black Swan, un événement qui a surpris et impacté tout le monde de près et de loin, principalement la chaîne d'approvisionnement.

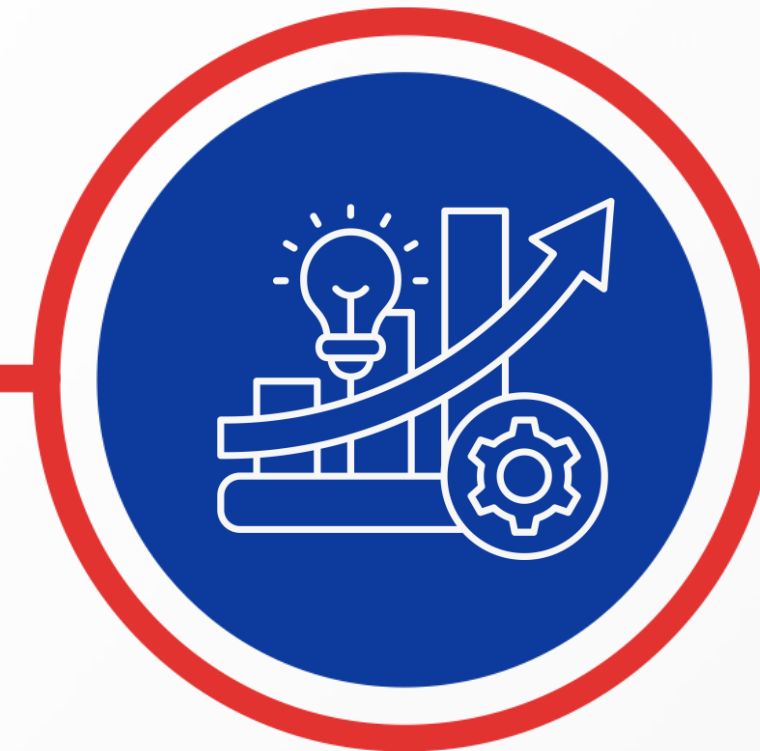


Besoins identifiés

Passer d'un mode réactif, dépendant des demandes des requérants, à un mode proactif en prédisant les consommations des produits critiques grâce à l'utilisation des outils d'apprentissage automatique (Machine Learning).

Pistes d'améliorations

Capitaliser sur la science des données afin de développer un outil d'aide à la décision (PaaS) pour rationaliser la prise de décision, éviter d'avoir des commandes en souffrance (B/O) ou un surplus (produits expirés), et de répondre aux différents besoins des requérants.



01 - CONTEXTE (SUITE)

Partenariats multidisciplinaire

- DAL : Direction approvisionnement et logistique
- DRI : Direction des ressources informatiques
- DSI : Direction des soins infirmiers
- Adoption d'une approche pour identifier ce qu'est un produit critique
- 406 produits critiques

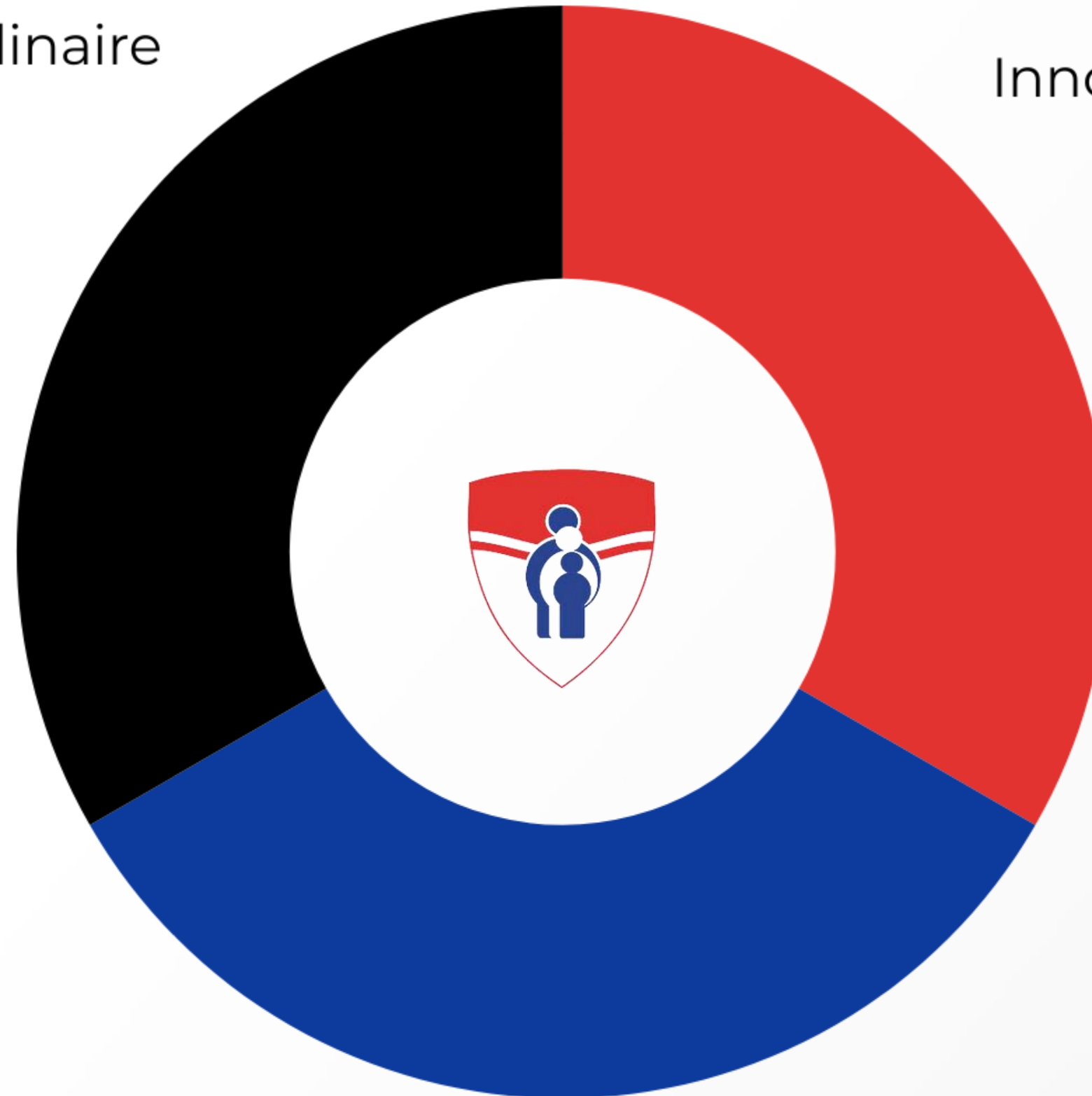
Innovation et processus

Innover en utilisant les ressources internes (Zéro Dollar), ce qui permet de développer des compétences en matière de capabilités digitales au sein du CUSM.

Mise en place d'un outil accessible et disponible pour le CUSM.

Adaptabilité

Entraînement et test de l'apprentissage automatique (Machine Learning)



01 - ARCHITECTURE DE TI

Technologies telles les ordinateurs, dispositifs portables, réseaux

Architecture d'affaires et processus

Affaires :
Processus et activités d'affaires qui utilisent...

Architecture des données

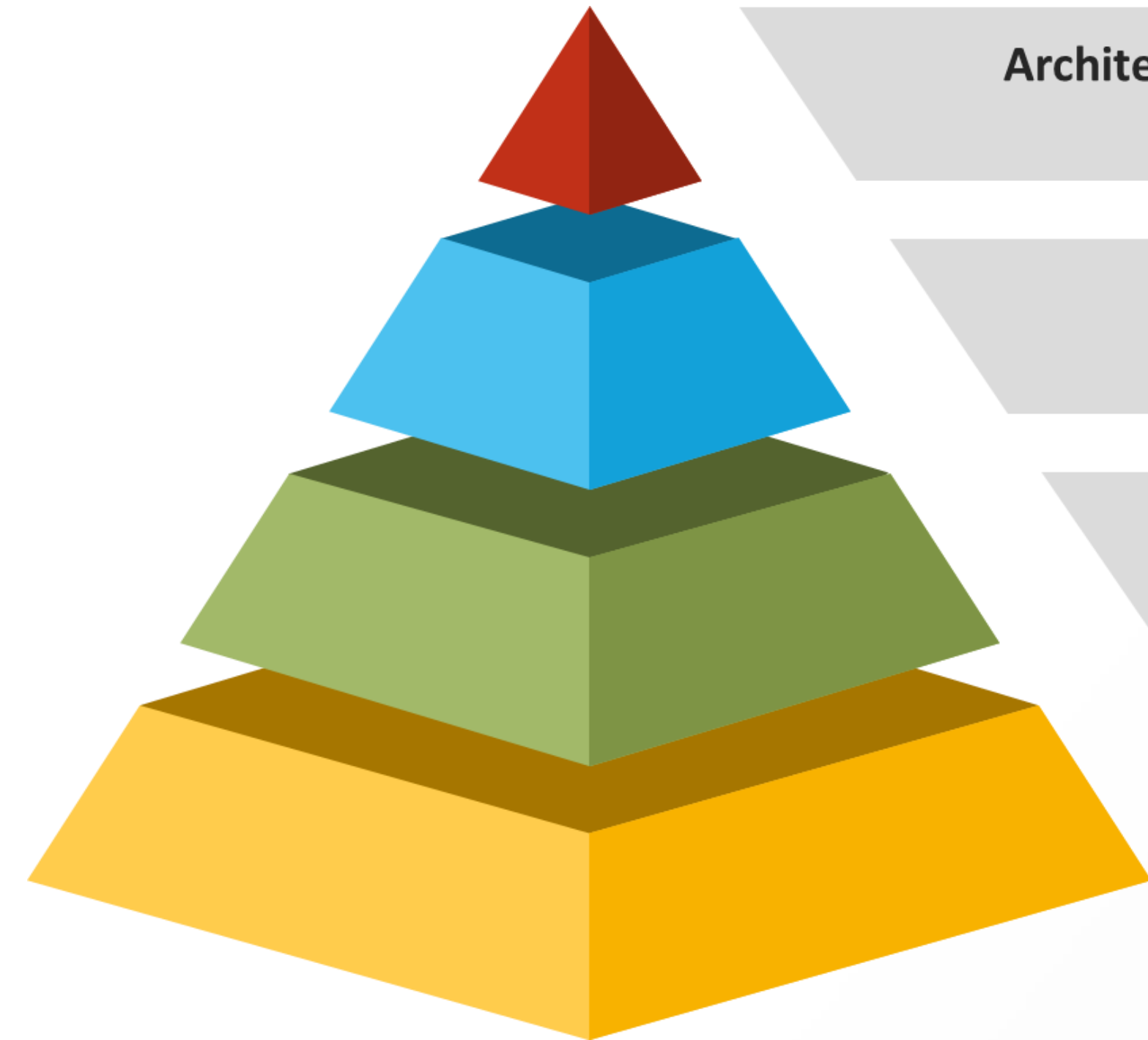
Données :
Qui doivent être gérées, organisées, sauvegardées

Architecture des applications

Applications :
Développées (PaaS) qui s'exécutent

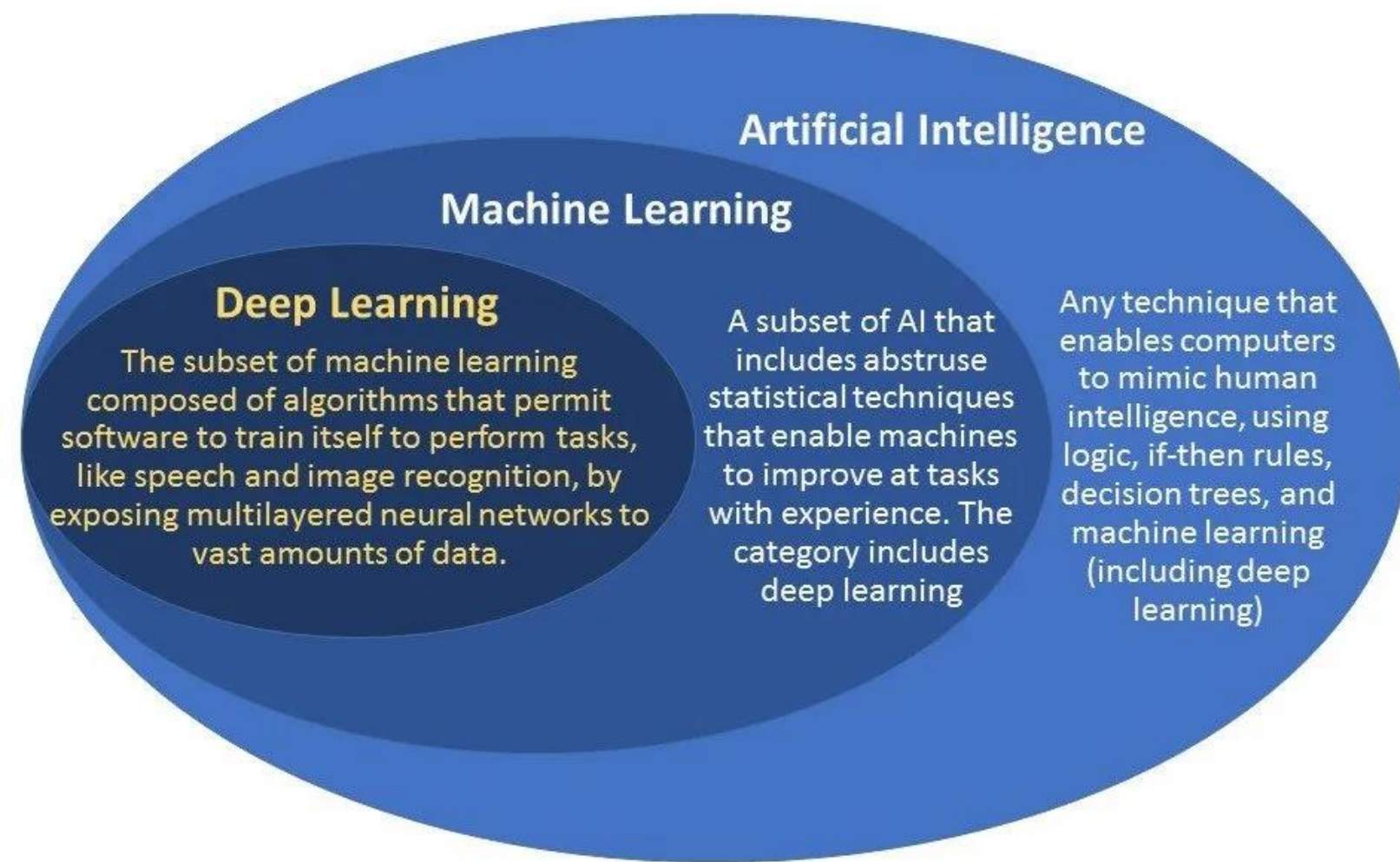
Architecture technologique

Technologies :
Les ordinateurs et serveurs



02 - L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE (ML)

“Le machine learning (ML) est une forme d'intelligence artificielle (IA) qui est axée sur la création de systèmes qui apprennent, ou améliorent leurs performances, en fonction des données qu'ils traitent. L'intelligence artificielle est un terme large qui désigne des systèmes ou des machines simulant une forme d'intelligence humaine. Le machine learning et l'IA sont souvent abordés ensemble et ces termes sont parfois utilisés de manière interchangeable bien qu'ils ne renvoient pas exactement au même concept. Une distinction importante est que, même si l'intégralité du machine learning repose sur l'intelligence artificielle, cette dernière ne se limite pas au machine learning.” - Oracle



Supervisé

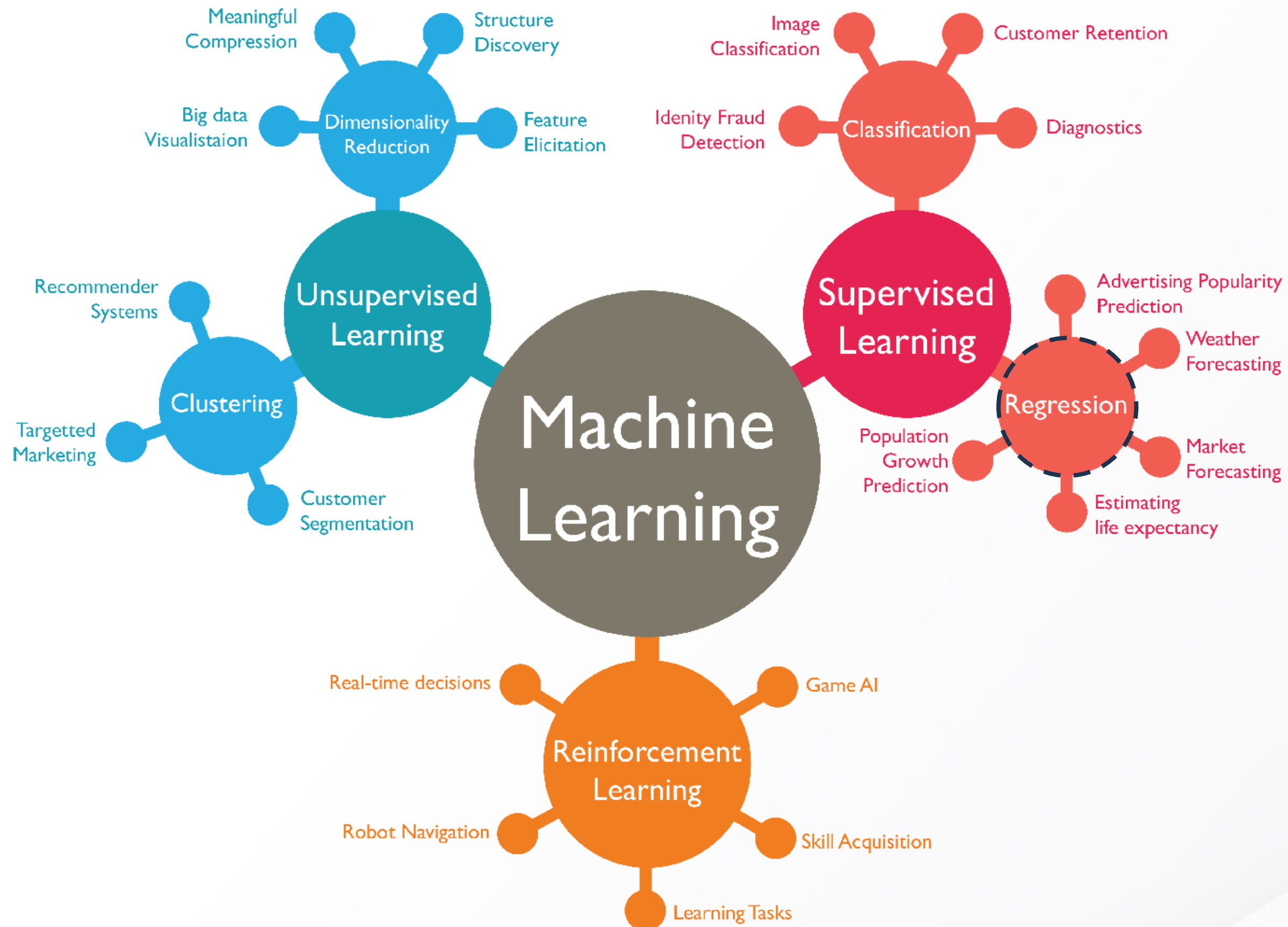
- Utilise des données étiquetées pour entraîner des modèles.
- Exemples : Régression linéaire, Régression logistique, Arbres de décision, Machines à vecteurs de support (SVM), Réseaux de neurones.



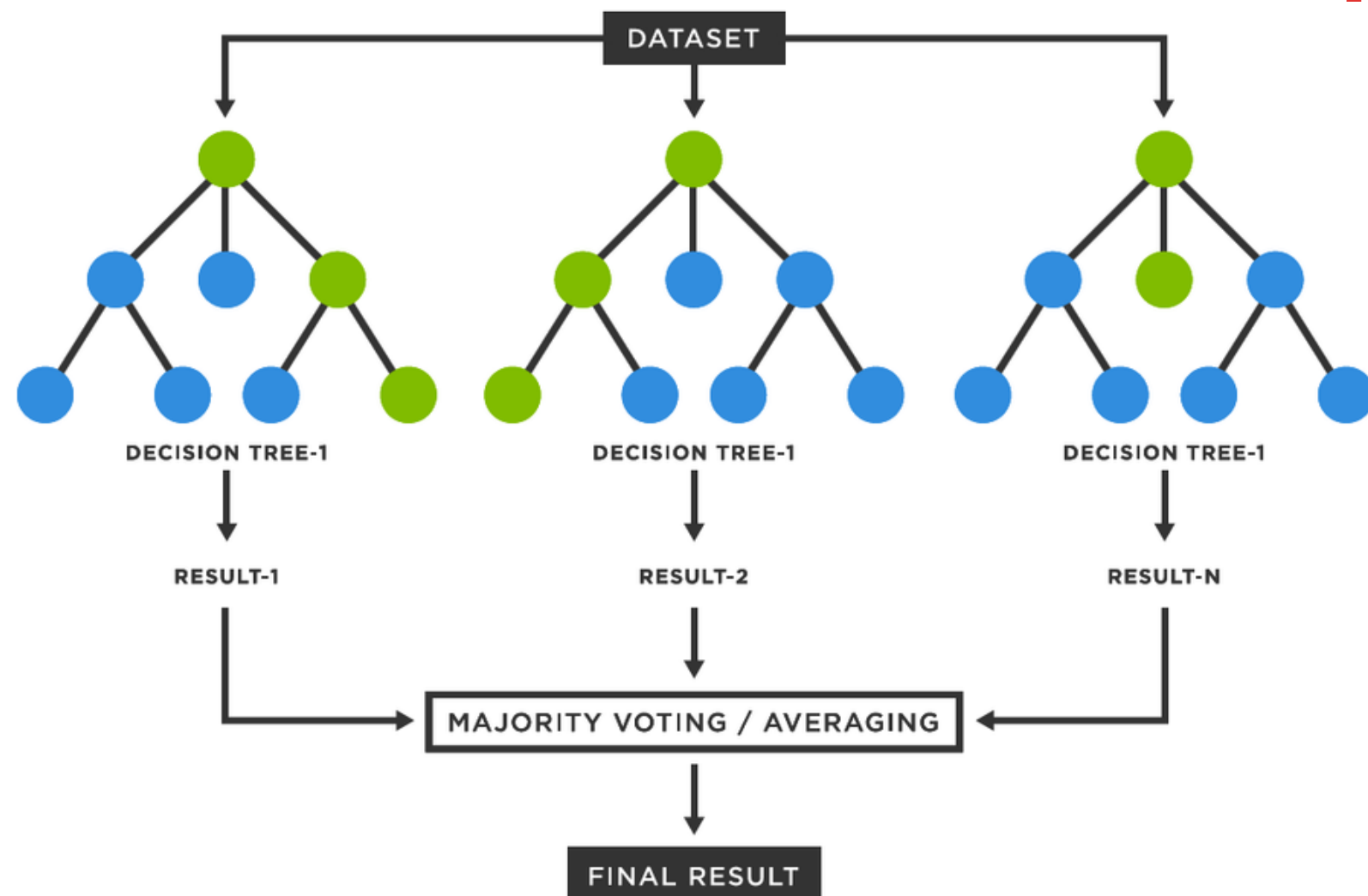
Non supervisé

- Utilise des données non étiquetées pour trouver des structures cachées.
- Exemples : K-means, Analyse en composantes principales (PCA), Clustering hiérarchique, Réseaux de neurones auto-encodés.

02 - L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE (ML) (SUITE)



02 – FORÊT ALÉATOIRE (RF).



<https://medium.com/@denizgunay/random-forest-af5bde5d7e1e>

Définition:

La forêt aléatoire (Random Forest) est un algorithme d'apprentissage supervisé pour la classification et la régression. Elle construit plusieurs arbres de décision et utilise la majorité des votes ou la moyenne des prédictions pour améliorer la précision et réduire le surapprentissage. Les forêts aléatoires sont robustes aux erreurs et capables de gérer de grandes bases de données avec de nombreuses variables d'entrée.

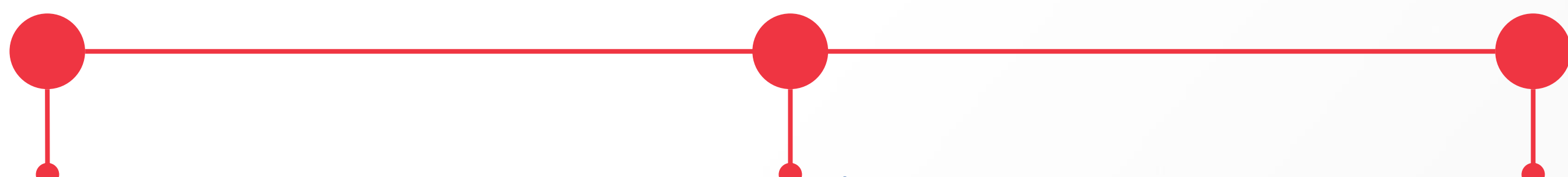
Avantages:

- Disponible sur Python avec scikit-learn
- Robustesse
- Précision
- Flexibilité
- Stabilité
- Robustesse aux erreurs dans les données

Désavantages

- Complexité et consommation de ressources
- Moins interprétables

03 - BACK - END



Périmètre du projet

Nous avons choisi de nous concentrer uniquement sur les produits critiques, car le CUSM possède un catalogue actif de 90 000 produits. En tant que projet pilote, ce périmètre nous semblait le plus adéquat pour garantir une gestion efficace et pertinente des ressources.

Extraction Transformation

Nous avons utilisé la suite SQL Business Intelligence pour créer des ensembles de données et extraire les informations de consommation de chaque produit de octobre 2015 à décembre 2023. Nous avons ensuite nettoyé les données afin qu'elles soient plus faciles à interpréter et à manipuler.

Base de donnée SQL

Nous avons créé une base de données sur SQL afin de stocker les extractions effectuées. À noter qu'une amélioration possible serait d'utiliser les tables transactionnelles Oracle de Logibec pour établir une connexion directe.

03 - BACK - END (SUITE)



```
from flask import Flask, render_template, request
import pandas as pd
import datetime
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor
from sklearn.metrics import mean_absolute_error, r2_score
import plotly.express as px
from plotly.subplots import make_subplots
import plotly.graph_objects as go
from plotly.offline import plot
import matplotlib.pyplot as plt
import pickle
```

Training Testing

Nous avons utilisé 80% des données pour l'entraînement et 20% pour les tests. Nous avons créé des subdivisions de l'ensemble de données et enregistré le modèle dans une bibliothèque nommée PKL (pickle) disponible sur Python, afin de ne pas perdre en performance.

Framework Flask

Flask est un micro-framework web en Python que nous avons utilisé pour développer notre application de prévision de la consommation de produits critiques. Il nous a permis de créer une interface utilisateur pour l'entraînement, le test et la visualisation des prédictions réalisées par notre modèle de forêt aléatoire.

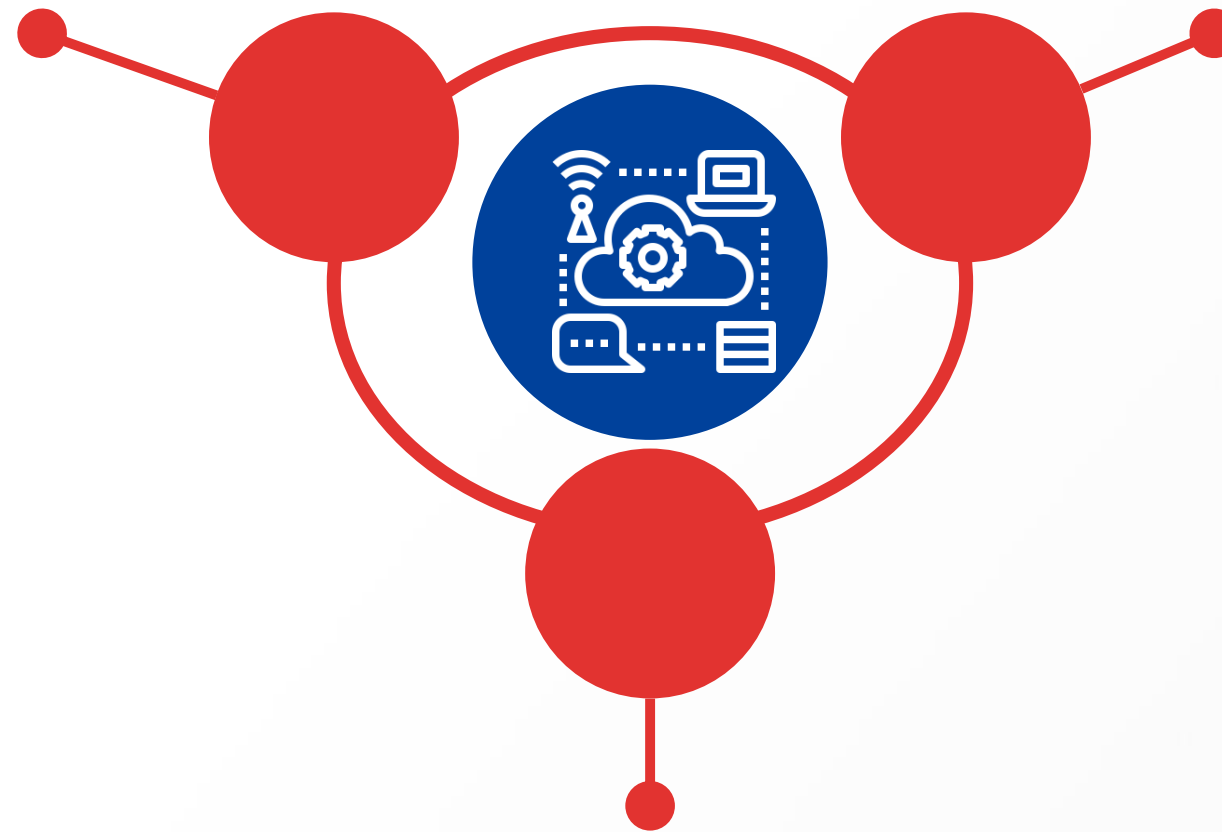
Évaluation du modèle

Afin d'évaluer le modèle, nous avons utilisé deux indicateurs statistiques : le coefficient de détermination (R^2) et l'erreur absolue moyenne (MAE). Ces indicateurs nous permettent de mesurer respectivement la qualité de la prédiction et la précision des prédictions par rapport aux valeurs réelles.

03 - INFRASTRUCTURE

Serveur Linux [Red Hat]

Nous avons déployé le modèle d'apprentissage automatique sur un serveur Linux, hébergé sur une machine virtuelle. Nous y avons installé Python ainsi que toutes les bibliothèques utilisées dans le cadre du projet, assurant ainsi un environnement stable et cohérent pour l'exécution de notre application.



Apache

Un serveur web qui permet d'héberger notre application et de gérer les requêtes des utilisateurs de manière efficace. Il assure la disponibilité et la performance de notre application tout en offrant des fonctionnalités avancées de gestion des ressources et de sécurité.

Sécurité

Nous avons sécurisé l'accès à notre application en utilisant une URL protégée par un certificat SSL. Cette mesure de sécurité a été gérée par la Direction des Ressources Informatiques (DRI), garantissant ainsi la confidentialité et l'intégrité des données.

04 - FRONT - END



B

Bootstrap est une collection d'outils destinés à la création du design de sites et d'applications web, incluant le graphisme, les animations, et les interactions avec la page dans le navigateur. Cet ensemble comprend des codes HTML et CSS, des formulaires, des boutons, des outils de navigation, et d'autres éléments interactifs, ainsi que des extensions JavaScript optionnelles.

Interface utilisateur (UI)

- Page 1 (Index)
 - Menu déroulant pour le code de produit , la date, et la soumission de la demande
- Page 2 (Result)
 - Affiche le produit sélectionné, le jour, le mois et l'année.
 - Utilise des icônes pour une meilleure représentation visuelle de l'information.
 - Sections clairement étiquetées pour la consommation prédite et les informations sur les erreurs.
 - Section de graphique Plotly pour visualiser les prévisions et les exporter.
 - Bouton "Retour à la sélection" pour une navigation facile.

04 - FRONT - END (SUITE)

B

Expérience utilisateur (UX)

- Design Responsive : Utilise Bootstrap pour un design adapté aux mobiles et réactif.
- Intégration de Select2 : Améliore le menu déroulant des produits avec une fonctionnalité de recherche et une meilleure convivialité.
- Support Bilingue : Toutes les étiquettes et en-têtes sont fournis en anglais et en français, s'adressant à un public plus large.
- Retour Visuel : Des icônes et des éléments visuels (par exemple, des coches, des icônes de calendrier) fournissent un retour clair et immédiat à l'utilisateur.
- Informations sur les Erreurs : Des métriques d'erreur détaillées (MAE et R-carré) sont fournies pour la transparence du modèle.
- Navigation de Retour : Bouton facilement accessible pour revenir à la page de sélection précédente.



04 - FRONT - END (SUITE)

- Bibliothèques CSS et JS : Inclut Bootstrap, Select2, FontAwesome et Plotly pour un style et une fonctionnalité améliorés.
- Style centralisé : CSS en ligne pour des personnalisations et des ajustements rapides.
- Accessibilité : Utilise des balises et des attributs appropriés pour une meilleure accessibilité (par exemple, des étiquettes pour les éléments de formulaire, du texte alternatif pour les images).
- Contenu dynamique : Utilise le templating pour le rendu du contenu dynamique (par exemple, boucle à travers les produits, les jours, les mois et les années).

05 - DÉMONSTRATION





Février 2024

GRM 47

KIT SUCT CATH 14FR W/GLOVE
VINYL TYPE II N/LATX

Selected Product / Produit sélectionné: 47.0

Day / Jour: 1

Month / Mois: 3

Year / Année: 2024

Predicted Consumption / Consommation prédite

Random Forest Prediction / Prédiction de la forêt aléatoire: 4128.0

Year: 2025		
Period	Quantity	
202501	4,180.00	

Une difference de 52 unités soit une
erreur de 1.25%

EXEMPLES



Mai 2024

GRM 1542

GLOVE, SURGICAL, N/POWDER-
NEOPRENE 6.5, STERILE, N/LTX



Selected Product / Produit sélectionné: 1542.0

Day / Jour: 1

Month / Mois: 5

Year / Année: 2024

Predicted Consumption / Consommation prédite

Random Forest Prediction / Prédiction de la forêt aléatoire: 338.0

Year: 2025		
Period	Quantity	
202501	450.00	
202502	300.00	

Une difference de 38 unités soit une
erreur de 12%

06 - AVANTAGES - CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT

Anticiper les demandes des cliniciens

Avoir une meilleure visibilité sur les opérations Bord-à-bord [E-2-E]

Éviter d'avoir des commandes en souffrance

Éviter d'avoir des produits expirés

Améliorer la résilience par le biais de la gestion des risques

Rationalisation de la prise de décision

Une meilleure allocation des ressources humaines

Une meilleure gestion de l'espace de la capacité stockage

Le tout pour une gestion efficace et efficiente du coût total de la chaîne d'approvisionnement



PaaS

06 - AVANTAGES - PaaS

Prise de décisions basée sur les données

Approche agile alignée stratégiquement avec
l'agilité organisationnelle du CUSM

Simplicité et rapidité de développement

Augmentation de l'agilité TI

Traitement en nombre et scalabilité

07 - LES LEÇONS APPRISES

- **L'importance d'assurer l'intégrité des données entrées dans les systèmes d'information organisationnels (SIO)**
- **La capitalisation sur les expériences pour développer des capacités digitales en interne**
- **La gouvernance et la qualité des données**
- **La nécessité de l'approche processus pour une meilleure transformation numérique**
- **L'implication des parties prenantes pour la minimisation de l'hésitation digitale**



07 - ÉTAPES FRANCHISES ET PROCHAINES ACTIVITÉS

1

Architecture de TI



2

Développement de PaaS



3

Entraînement et période de test de la solution



4

Formation des parties prenantes



08 - CONCLUSION

***Les problèmes
modernes nécessitent
des solutions
modernes.***





Centre universitaire de santé McGill
McGill University Health Centre

QUESTIONS
MERCI!