

PLAN PROJET

réalisé par l'équipe PAULSABIA

Membres de l'équipe :
Noura FAIZ, Fahd FADHA,
Adil GHALEM, Nouh CHALGHEM
Hajar FORSI DROBI

Encadré par :
Gilles LEPINARD

March 17, 2024

Contents

1	Objectif du document	3
2	La caractérisation du projet	4
2.1	Le contexte du projet	4
2.2	Les parties prenantes	4
2.2.1	SkyConseil : MOA	4
2.2.2	Enseignants : MOA	5
2.2.3	PaulSabIA : MOE	5
3	Le référentiel de management de projet	5
3.1	Arbre produit (PBS)	5
3.1.1	Product Vision Board (PVB)	7
3.1.2	Tableau de bord	7
3.1.3	Pipelines	7
3.1.4	Modèle prédictif	8
3.1.5	Plan Projet	8
3.1.6	Document de présentation pour la soutenance	8
3.2	L'arbre des tâches (WBS)	9
3.3	Le calendrier de disponibilité des ressources humaines et matérielles	11
3.4	Les jalons à respecter	11
3.5	L'agencement des tâches	12
3.6	Planning de référence	12
3.7	Organisation de l'équipe et interactions avec les parties prenantes	14
3.7.1	OBS	14
3.7.2	Rôles au sein de l'équipe MOE	16
3.7.3	Rôles au sein des autres parties prenantes :	16
3.7.4	Répartition des responsabilités : Synthèse des rôles attribués	17
3.8	Moyens de suivi du déroulement du projet	17
3.8.1	Gestion des décisions	17
3.8.2	Gestion des actions	17
3.9	Moyens et règles de communication	17
3.10	Gestion de la qualité	18
3.11	Gestion des risques et opportunités	18
4	Le référentiel de développement de projet	19
4.1	Tableau de bord	19
4.1.1	Méthode de gestion du besoin	19
4.1.2	Méthode de développement	19
4.1.3	Méthode de gestion de configuration	19
4.1.4	Méthode de test et d'approbation	19
4.1.5	Méthode de déploiement et livraison	19
4.1.6	Méthodes de contrôle qualité	19
4.2	Rapport initial d'analyse EDA	19
4.2.1	Méthode de développement:	19

4.2.2	Méthode de déploiement et livraison:	19
4.2.3	Méthode de contrôle qualité:	20
4.3	Pipelines	20
4.3.1	Méthode de développement:	20
4.3.2	Méthode de gestion de configuration:	20
4.3.3	Méthode de test et d'approbation :	20
4.3.4	Méthode de déploiement et livraison :	20
4.3.5	Méthode de contrôle qualité :	20
4.4	Développement du modèle prédictif v1	20
4.4.1	Méthode de développement:	20
4.4.2	Méthode de gestion de configuration:	21
4.4.3	Méthode de test et d'approbation :	21
4.4.4	Méthode de déploiement et livraison :	21
4.4.5	Méthode de contrôle qualité :	22
4.5	Le Suivi du Projet et du Développement	22
4.5.1	État Courant des Décisions	22
4.5.2	État Courant des Actions	22
4.5.3	État Courant des Risques et Opportunités	22
4.5.4	Gantt Courant au Regard du Gantt de Référence	22
4.5.5	Kanban Courant	22
5	Le Bilan de Projet	23
5.1	État du Projet à Termination	23
5.2	Leçons Apprises	24
5.2.1	Gestion du Temps	24
5.2.2	Adaptabilité et Flexibilité	24
5.2.3	Acquisition de Compétences et Outils	24
5.2.4	Retour d'Expérience	25
5.3	Perspectives pour la suite du projet	25
5.3.1	Finalisation et Livraison	25
5.4	Recommandations aux équipes futures	25
6	Glossaire	25

1 Objectif du document

Ce document a été produit par l'équipe PaulSabIA dans le cadre d'un projet réalisé pour SkyConseil. Il s'inscrit également dans le module de Gestion de Projet à l'Université Paul Sabatier.

C'est un cadre essentiel pour définir la manière dont le projet est mené et pour identifier les différents artefacts générés tout au long de son cycle de vie. Il représente une référence centrale permettant de comprendre en profondeur tous les aspects du projet.

En effet, il englobe des éléments tels que la portée du projet, ses objectifs spécifiques, les parties prenantes impliquées ainsi que leurs attentes respectives. De plus, il met en lumière l'organisation mise en place pour superviser le projet, en détaillant les responsabilités de chaque acteur et les mécanismes de coordination adoptés.

Par ailleurs, ce document offre une analyse approfondie de l'état actuel du projet, fournissant ainsi une vision claire de sa progression et des éventuels obstacles rencontrés. En somme, il représente une ressource incontournable pour toute personne désireuse d'acquérir une vision globale et précise du projet et de ses enjeux.

Les parties du projet à cycle de vie lent sont détaillées dans ce plan, tandis que les données à cycle de vie rapide seront référencées. En cas de problème avec l'un des liens, veuillez contacter [fahdfadhatun@hotmail.com].

Rôles concernant le Plan Projet

- **Responsable** : Hajar FORSI DROBI
- **Contributeurs** : FADHA Fahd et FAIZ Noura
- **Approbateur** : Hajar FORSI DROBI

2 La caractérisation du projet

Dans ce projet, nous devons répondre aux besoins de deux clients simultanément. SkyConseil, une entreprise spécialisée dans les solutions informatiques pour l’aéronautique, souhaite que nous développions un modèle d’intelligence artificielle (IA) pour prédire la consommation de carburant des avions. Les données disponibles comprennent des informations sur plusieurs modèles d’avions Airbus, tels que le A319, A321, A330 et A350, ainsi qu’un ensemble de données pour des modèles inconnus. Ces données incluent des paramètres de vol comme la distance parcourue, les conditions météorologiques et le poids de l’avion. L’objectif principal est de concevoir un modèle IA précis capable de prédire la consommation de carburant en fonction de quatre variables d’entrée : altitude, température standard de l’air (SAT), poids et vitesse verticale. Si le calendrier le permet, une extension du projet consistera à inclure la prédiction de la vitesse verticale.

Dans cette optique, les professeurs responsables du module de Gestion de Projet souhaitent des livrables définis qui mettent en lumière notre organisation, notre méthode de travail, ainsi que notre capacité à gérer efficacement les différentes étapes du projet.

2.1 Le contexte du projet

Il existe des simulateurs capables d’estimer la consommation de carburant des avions, fondés sur des modèles mathématiques qui ne sont pas toujours d’une précision optimale. Le client exprime le désir d’explorer les méthodes de l’intelligence artificielle pour déterminer leur applicabilité à cette problématique.

Un risque inhérent à ce projet réside dans la possibilité de ne pas parvenir à élaborer un modèle suffisamment précis à son terme. Pour cette raison, la création d’un modèle n’est pas l’unique livrable attendu par le client. Les observations, analyses et pipelines établis au cours de ce projet seront utilisés pour orienter les développements futurs.

2.2 Les parties prenantes

2.2.1 SkyConseil : MOA

L’équipe de SkyConseil est le MOA, avec à sa tête deux experts : Oliver Salzmänn, ingénieur aéronautique, et Thomas Lorigny, ingénieur spécialisé en intelligence artificielle (IA). Dès le début du projet, les besoins initiaux sont exprimés et documentés lors du Kick-Off meeting, mais ils seront ajustés tout au long du projet. Le client souhaite que le projet soit effectué selon la méthode Agile. La gestion de besoins se fait par le biais de réunions régulières et d’échanges de courriels.

La validation des besoins se fait lors des réunions de revue de sprint, où les livrables sont examinés et approuvés par les parties prenantes impliquées.

Ghalem Adil endosse le rôle de PO, chargé de traduire les exigences et les besoins du client. Pour ce faire, il élabore des User Stories au début de chaque

sprint. Ces User Stories sont des descriptions succinctes des fonctionnalités du produit du point de vue de l'utilisateur. Elles sont ensuite validées par le client et servent de guide pour orienter le développement du projet, garantissant ainsi que les résultats finaux correspondent aux attentes du client.

2.2.2 Enseignants : MOA

M. Gilles Lepinard assume également le rôle de client dans le cadre pédagogique du projet, visant à garantir l'application des bonnes pratiques d'organisation et de développement par l'équipe projet. Il fournit des orientations et des directives aux membres de l'équipe lors d'un cours chaque jeudi. Il évalue les livrables qui lui sont destinés, notamment ce plan projet, pour vérifier leur adéquation avec les attentes pédagogiques définies.

2.2.3 PaulSabIA : MOE

L'équipe projet PaulSabIA est constituée de cinq membres étudiants, chacun apportant ses compétences et son expertise pour contribuer au développement du produit final. Sa mission consiste à saisir les objectifs globaux du projet, à établir une organisation efficace, et à le mener à bien. Pour ce faire, ils collaborent étroitement avec les autres parties prenantes afin de bien cerner leurs besoins et leurs attentes. Ils adoptent des méthodes agiles pour organiser leur travail. Les membres de l'équipe sont responsables de la réalisation de l'organisation du projet, la réalisation des tâches assignées et de la communication régulière avec le client.

3 Le référentiel de management de projet

3.1 Arbre produit (PBS)

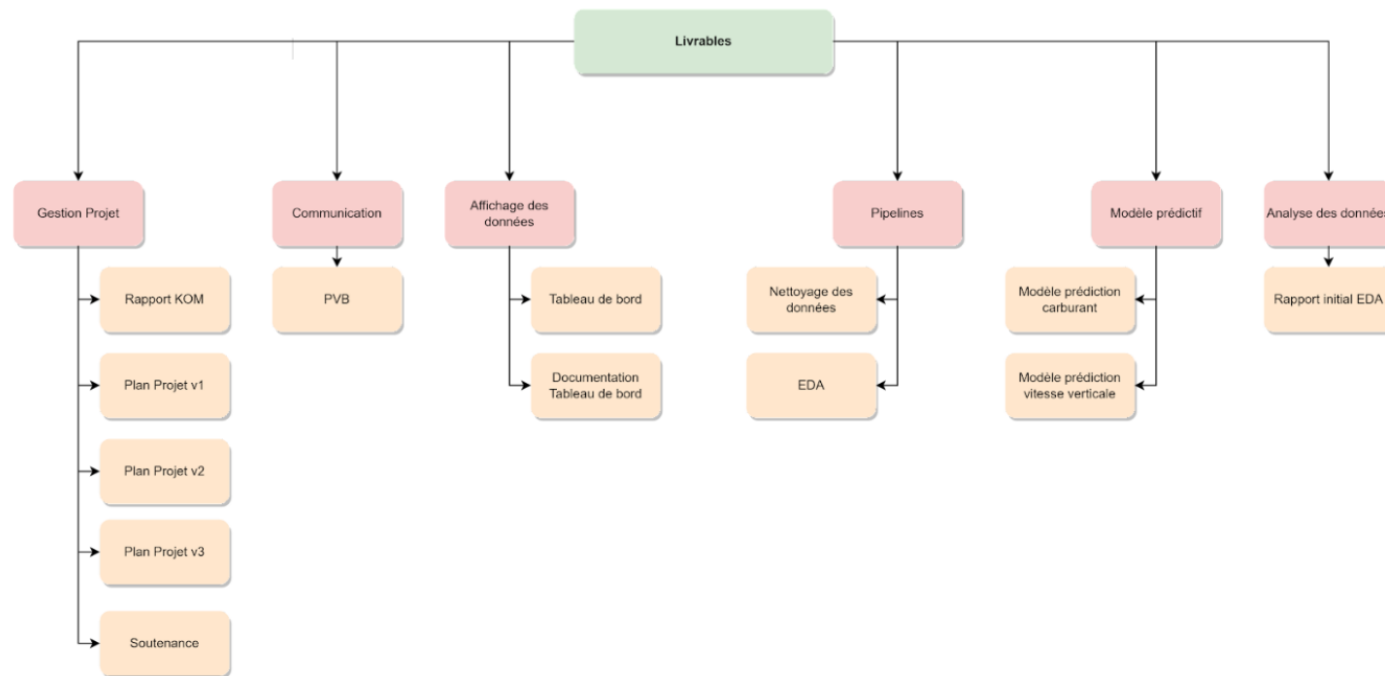


Figure 1: PBS

3.1.1 Product Vision Board (PVB)

Un Product Vision Board est un outil visuel qui synthétise la vision, les objectifs et la stratégie d'un projet. Lors du kick-off meeting, le client souhaite que l'équipe présente un PVB afin de favoriser un meilleur alignement avec ses besoins. Il est créé selon une approche one-shot et offre une vue globale permettant ainsi à toutes les parties prenantes de comprendre rapidement et clairement la direction à suivre.

3.1.2 Tableau de bord

Un tableau de bord est réalisé, il est destiné à fournir une interface interactive pour visualiser les données et les résultats du modèle prédictif. Une approche incrémentale permettra une évolution progressive du tableau de bord, avec une version initiale mise à jour avec des ajustements et des améliorations continus en fonction des retours des clients et des évolutions des besoins.

Une documentation, accompagnera le tableau de bord pour fournir des instructions d'utilisation, des explications sur les fonctionnalités et une référence technique. Elle est également produite de façon incrémentale, en parallèle au développement du tableau de bord.

3.1.3 Pipelines

Une *pipeline* en informatique est une séquence d'opérations ou de transformations appliquées successivement à des données, généralement dans le cadre du traitement de données. Elles permettent d'automatiser les traitements de nouvelles données et seront développées suivant une approche incrémentale.

Pipeline de nettoyage des données

La pipeline de nettoyage de données de vols est un ensemble de scripts Shell et de fonctions Python conçus pour nettoyer massivement les données de vols en entrée. Cette pipeline permet de traiter les données brutes et de les transformer en un format standardisé et propre, prêt à être utilisé pour des analyses ultérieures ou des modélisations.

Ces fonctionnalités sont les suivantes :

- Lecture des données de vols bruts à partir de fichiers d'entrée.
- Application de règles de nettoyage pour éliminer les valeurs aberrantes, les données manquantes, illisibles et les incohérences.
- Transformation des données en un format standardisé conforme aux besoins de l'ingénieur IA et des modèles prédictifs.
- Exportation des données nettoyées vers des fichiers pour une utilisation ultérieure.

Pipeline EDA

La pipeline d'analyse exploratoire des données (EDA) est un ensemble de fonctions hébergées sur la plateforme de Google Colab. Cette pipeline permet

d'effectuer une analyse exploratoire des données de manière interactive et collaborative, en utilisant les fonctionnalités et les ressources disponibles sur Google Colab et un ensemble de fonctions développées par l'équipe.

Ces fonctionnalités sont les suivantes :

- Importation des données à partir de différentes sources, y compris des fichiers locaux, des fichiers drives, etc.
- Génération interactive de graphiques et de statistiques descriptives pour explorer la distribution et les relations entre les variables.

3.1.4 Modèle prédictif

Le modèle de prédiction de la consommation de carburant est développé selon une approche itérative, impliquant des cycles continus de conception, de développement et de test pour améliorer progressivement sa précision et sa fiabilité. Une première version du modèle a été élaborée en utilisant les données disponibles pour le modèle A319, en se concentrant d'abord sur la phase de croisière qui est privilégiée par le client. Ensuite, les phases de montée et de descente sont abordées.

La première itération sert de point de départ pour évaluer la performance initiale des modèles sur la phase de croisière (cruise). Le modèle est ensuite testé pour évaluer sa capacité à prédire avec précision la consommation de carburant dans différentes situations de vol, à partir de features initiales fournies. Les résultats des tests sur des métriques prédéfinies sont analysés pour identifier les points forts et les faiblesses du modèle, ainsi que les domaines où des améliorations sont nécessaires.

Les détails de l'implémentation sont développés en sous-section 4.4.

3.1.5 Plan Projet

Le Plan Projet est un document crucial qui établit la feuille de route détaillée pour la réalisation du projet. Il identifie les tâches, les ressources, les délais et les responsabilités nécessaires à son succès. Ce document fournit une structure claire pour guider l'exécution du projet et garantir que toutes les parties prenantes sont alignées sur les objectifs et les jalons clés.

La rédaction du Plan Projet suit une approche itérative, avec trois versions attendues. Élaborées tout au long du projet, chaque version est améliorée à la lumière des retours de M. Lepinard.

3.1.6 Document de présentation pour la soutenance

La soutenance est une présentation orale effectuée par l'équipe pour exposer l'organisation et la gestion de ce projet. Le public est composé d'enseignants. L'objectif principal de la soutenance est de communiquer de manière claire et efficace les principales informations relatives à la gestion du projet.

La soutenance s'agira d'une présentation visuelle, format diaporama, accompagnée d'une explication orale.

3.2 L'arbre des tâches (WBS)

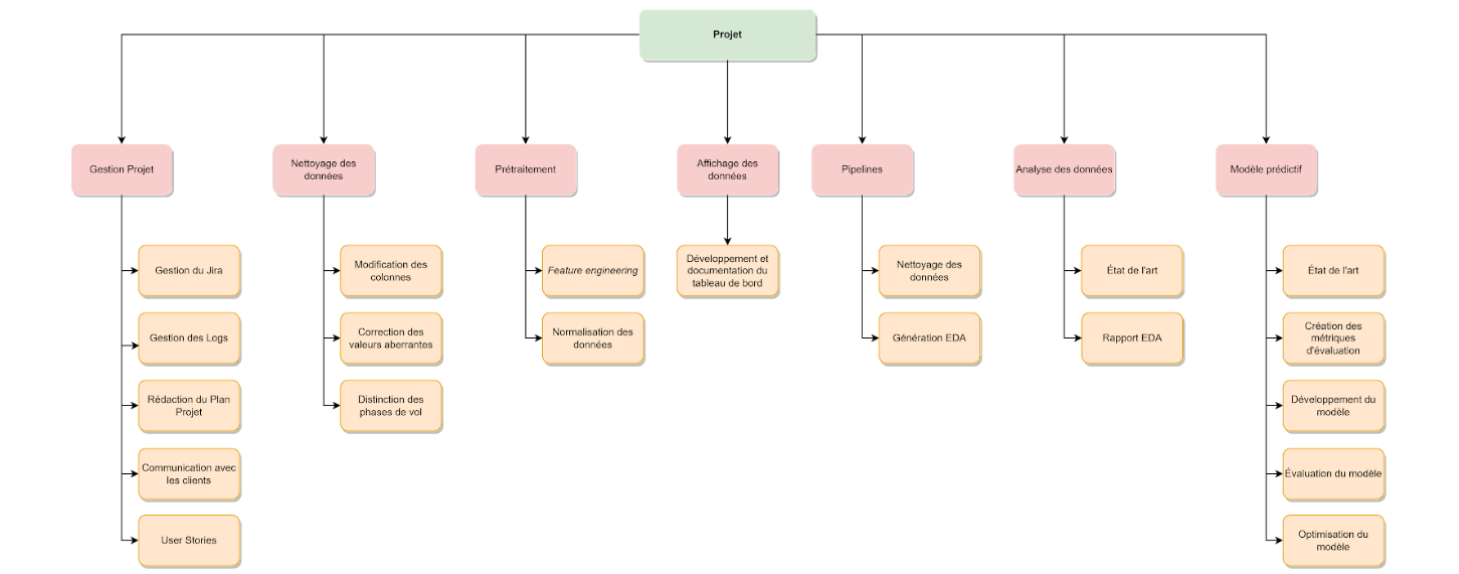


Figure 2: WBS

3.3 Le calendrier de disponibilité des ressources humaines et matérielles

- **Ressources Humaines** : Les membres de l'équipe sont disponibles le lundi et le mardi pour le développement ainsi que pour les réunions de suivi.
- **Ressources Matérielles** :
 - Ordinateurs Personnels : Chaque membre de l'équipe utilisera son propre ordinateur pour le développement et les analyses.
 - Grands Écrans de l'Entreprise : Utilisés pour les réunions de suivi, les revues de projet, et les sessions de travail collaboratif nécessitant une visualisation de données ou de code sur un grand écran.

3.4 Les jalons à respecter

Skyconseil	Faculté
Sprint 1 : 09/01 — 23/01	12 janvier : Rapport Kick-Off Meeting
Sprint 2 : 23/01 — 13/02	17 février : Rendu avancement projet 1
Sprint 3 : 13/02 — 27/02	
Sprint 4 : 27/02 — 12/03	17 mars : Rendu avancement projet 2
Sprint 5 : 12/03 — 26/03	
Sprint 6 : 26/03 — 09/04	
Sprint 7 : 09/04 — 27/04	14 avril : Rendu avancement projet 3 30 avril : Soutenance

Table 1: Calendrier

Le projet est réalisé suivant la méthode agile. Il est divisé en 7 sprints, d'une durée moyenne de 15 jours chacun.

Dans le cadre du premier sprint, notre équipe se concentre sur le développement d'une première version du tableau de bord pour faciliter la visualisation des données. Nous procédons également au nettoyage des données en corrigeant les valeurs aberrantes, en supprimant, fusionnant et renommant des colonnes, et en réalisant un premier traitement pour distinguer les trois phases de vol : montée, descente et croisière. Parallèlement, nous entamons le développement d'une pipeline visant à faciliter le nettoyage des données futures, incluant la création d'une nouvelle colonne pour estimer la vitesse verticale.

Pour le deuxième sprint, nous prenons en compte les retours formulés par le client lors de la revue du sprint précédent, le 23/01. Nous finalisons le traitement des données ainsi que la pipeline de nettoyage. La tâche principale de ce sprint est d'effectuer une analyse exploratoire des données (EDA) des vols du modèle A319 afin de mieux comprendre les relations entre les paramètres et la variable cible (consommation de carburant). Cette analyse nous permettra de mieux préparer le développement d'un premier modèle prédictif lors du troisième

sprint. Nous mettons également en place une pipeline permettant d'automatiser la génération des futures analyses exploratoires des données (EDA).

Au cours du troisième sprint, l'équipe se concentre sur le prétraitement et l'ingénierie des caractéristiques des données, ainsi que sur la normalisation des données. Nous corrigeons un possible problème d'unités concernant la vitesse verticale et procédons à la reconstitution de la température en SAT dans certains vols. De plus, nous créons des fichiers train, test et d'évaluation. Nous générons et commentons une nouvelle analyse exploratoire des données (EDA).

Lors du quatrième sprint, l'équipe finalise le prétraitement des données et commence simultanément le développement du modèle prédictif. Divers modèles sont testés et leurs hyperparamètres sont optimisés pour obtenir les meilleurs résultats. Ils sont évalués en utilisant les mesures de MSE et R2 ainsi qu'une métrique personnalisée conçue pour faciliter la communication avec les ingénieurs aéronautiques, qui ne sont pas familiers avec les métriques statistiques citées précédemment. Les deux meilleurs modèles sont conservés et la prédiction de carburant lors de la phase de montée est commencée.

3.5 L'agencement des tâches

L'organisation des tâches est établie de manière collaborative suite aux réunions de revue de sprint avec nos clients. Après chaque sprint, nous examinons les retours et ajustons les priorités selon les besoins du client pour définir les tâches et les objectifs du sprint suivant. Cette méthode assure que nos efforts de développement sont parfaitement alignés sur les attentes du client et nous permet de rester flexibles et réactifs aux changements. Puis, pour chaque tâche définie pour le sprint, nous procéderons à une estimation de la charge de travail nécessaire. Cette estimation sera ensuite répartie de manière équilibrée parmi les membres de notre équipe, en veillant à respecter les disponibilités et à tirer parti des compétences spécifiques de chacun.

3.6 Planning de référence

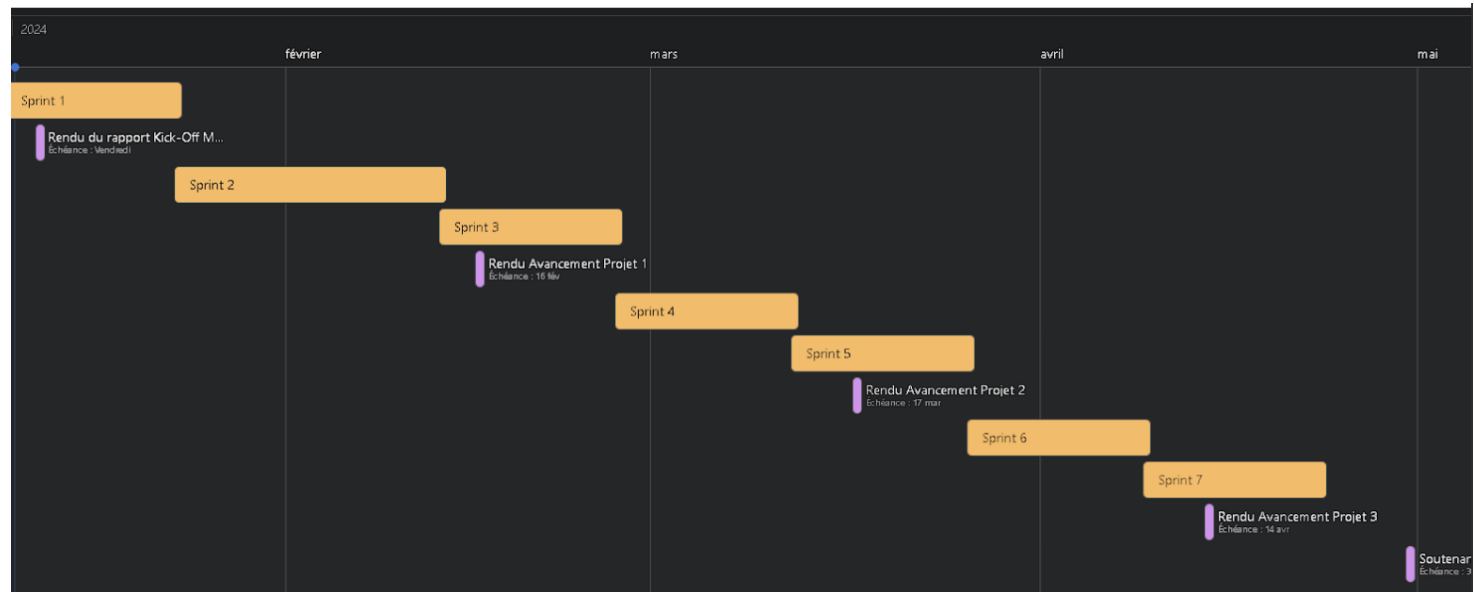


Figure 3: Gantt

3.7 Organisation de l'équipe et interactions avec les parties prenantes

Divers rôles ont été attribués aux différents intervenants dans le cadre de ce projet.

3.7.1 OBS

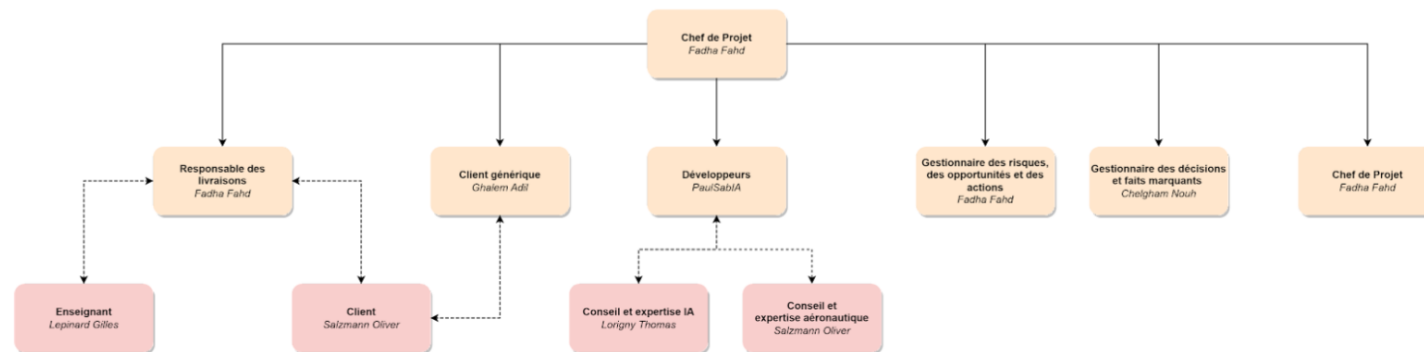


Figure 4: OBS

3.7.2 Rôles au sein de l'équipe MOE

- **Chef de Projet** : Il est responsable de la planification et coordination des diverses activités nécessaires pour mener à bien le projet. Il se charge également de la communication avec les autres parties prenantes.
- **Développeurs** : Ils contribuent au développement du code du projet.
- **Responsable des livraisons** : Doit assurer le dépôt à temps de tous les livrables destinés à l'université ainsi que la mise à jour régulière du BitBucket et du Google Drive côté SkyConseil.
- **Gestionnaire des risques, des opportunités et des actions** : Identifie, évalue et gère les risques et les opportunités du projet, ainsi que les actions nécessaires pour les traiter. Responsable de la mise à jour régulière des logs des risques, des opportunités et des actions.
- **Gestionnaire des décisions et faits marquants** : Documente les décisions prises au cours du projet et les événements importants. Responsable de la mise à jour régulière des logs des décisions et des faits marquants.
- **Client générique** : A un aperçu PO, son rôle est de traduire les exigences et les besoins du client. Pour ce faire, il élabore les User Stories qui correspondent aux attentes du client.
- **Rédaction du plan projet** : Sont chargées de la rédaction des trois version du plan projet.

3.7.3 Rôles au sein des autres parties prenantes :

- **Conseil et expertise IA** : Un ingénieur expérimenté qui conseille l'équipe, et qui assure une supervision du projet afin d'assurer son alignement avec les besoins exprimés par le MOA. Il assure également la modération des Daily et aide à estimer la charge de travail nécessaire à diverses tâches de développement.
- **Conseil et expertise aéronautique** : Ingénieur aéronautique fournissant des conseils et une expertise spécialisée dans le domaine, garantissant ainsi une gestion avisée des aspects aéronautiques du projet.
- **Enseignant** : Dans le cadre du module de gestion de projet, il fournit un enseignement structuré sur les principes, les méthodes et les meilleures pratiques de gestion de projet.

Rôle	Individu	Partie Prenantes
Chef de Projet	Fadha Fahd	MOE
Développeurs	Toute l'équipe PaulSabIA	MOE
Responsable des livraisons	Fadha Fahd	MOE
Gestionnaire des risques, des opportunités et des actions	Ghalem Adil	MOE
Client générique	Ghalem Adil	MOE
Gestionnaire des décisions et faits marquants	Chelgham Nouh	MOE
Rédaction du plan projet	Forsi Drobi Hajar, Faiz Noura, Fadha Fahd	MOE
Conseil et expertise IA	Lorigny Thomas	MOA
Conseil et expertise aéronautique	Salzmann Oliver	MOA
Enseignant	Lepinard Gilles	MOA

Table 2: Répartition des rôles au sein du projet

3.7.4 Répartition des responsabilités : Synthèse des rôles attribués

3.8 Moyens de suivi du déroulement du projet

3.8.1 Gestion des décisions

Dans notre projet, nous enregistrons les décisions prises lors des revues de sprint et pendant le développement directement dans Jira sous forme de *user stories*. Cela nous aide à relier chaque décision aux besoins des utilisateurs et à éclaircir ce qui doit être fait. Chaque *user story* décrit les résultats attendus et est assignée aux membres de l'équipe. Cette méthode simplifie le suivi des décisions et leur mise en œuvre.

3.8.2 Gestion des actions

Après chaque revue de sprint avec le client, nous organisons une réunion avec notre ingénieur IA pour transformer les décisions en actions. Ensemble, nous listons les tâches nécessaires, les documents dans un fichier partagé, et les distribuons selon les compétences et les intérêts de chacun. Cela assure que tous comprennent et s'engagent sur les prochaines étapes.

Les divers logs, ainsi que l'utilisation d'un tableau de Kanban sur Jira, permettent de suivre le déroulement du projet.

Un suivi régulier du travail est assuré grâce aux réunions quotidiennes, appelées *Daily*, qui se déroulent chaque lundi et mardi après-midi. Lors de ces réunions, tous les membres de l'équipe partagent leurs avancées, favorisant ainsi une meilleure coordination. En cas de divergence significative entre la charge de travail réelle et prévue, l'importance de la tâche est évaluée ; si elle n'est pas essentielle, elle est abandonnée ou mise en attente, en fonction de l'état d'avancement du projet.

Les dates de livraison sont clairement spécifiées, et le Responsable des Livraisons veille à ce que tous les livrables soient envoyés à temps à leurs destinataires respectifs.

3.9 Moyens et règles de communication

Dans le cadre du projet, une diversité de moyens et de règles de communication ont été établis afin de faciliter les échanges et la coordination entre les membres

de l'équipe ainsi qu'avec les parties prenantes externes.

Au sein de l'équipe PaulSabIA, la communication se fait principalement via un serveur Discord interne. Ce canal permet de discuter des avancements, de partager des informations et de coordonner les diverses tâches entre les membres de l'équipe.

Concernant les interactions avec les membres du Projet SkyConseil, plusieurs canaux de communication ont été instaurés. Tout d'abord, pour le dépôt des livrables, SkyConseil souhaite initialement utiliser BitBucket pour une gestion centralisée des soumissions. Néanmoins, à cause de contraintes liées à l'impossibilité de créer des comptes gratuits pour tous les membres de l'équipe, un deuxième dépôt git a été créé sur GitHub, où tous les membres peuvent contribuer. Le code est ensuite synchronisé avec BitBucket à la fin de chaque sprint.

Par ailleurs, un Google Drive partagé contenant les données brutes, traitées, ainsi que les pipelines, l'analyse des données et le développement des modèles sur Google Colab est accessible à l'équipe et à SkyConseil.

Pour les discussions quotidiennes et les questions, un canal Discord dédié appelé "Perfo avion" est utilisé en collaboration avec Thomas Lorigny afin de résoudre rapidement les problèmes et de clarifier les interrogations.

En ce qui concerne les courriels adressés à Oliver, Fahd Fadhat est chargé de rédiger les messages et de les envoyer pour assurer une communication efficace avec cette partie prenante. De plus, un deuxième Drive, accessible uniquement aux membres du groupe, contient les documents relatifs à l'organisation du projet (comptes rendus, logs, etc.) et les rendus destinés à l'université.

Quant aux échanges avec le professeur, les soumissions de livrables sont effectuées via Moodle, en accord avec les directives fournies.

Ces moyens et règles de communication ont été mis en place dans le but de garantir une coordination fluide et efficace des activités du projet, tout en assurant une traçabilité et une transparence dans les échanges entre les membres de l'équipe et les parties prenantes externes.

3.10 Gestion de la qualité

Dans le cadre de notre contrôle qualité, nous organisons des réunions quotidiennes chaque lundi et mardi, impliquant tous les membres de l'équipe ainsi que l'ingénieur IA. Durant ces sessions, chaque membre présente ses réalisations récentes ainsi que les tâches restantes. Cela permet à l'ingénieur de valider le travail accompli et d'assurer que les livrables respectent les standards de qualité attendus. Cette pratique régulière favorise une communication ouverte, permet une validation continue des progrès et assure une adéquation constante avec les objectifs de qualité du projet.

3.11 Gestion des risques et opportunités

L'ensemble des risques sont gérés par des discussions entre les parties prenantes. Adil Ghalem s'occupe de garder à jour l'historique des risques et opportunités

dans un log.

4 Le référentiel de développement de projet

4.1 Tableau de bord

4.1.1 Méthode de gestion du besoin

Utilisation de la méthode Agile, le client spécifie ses besoins pour une première retour, et des modifications sont apportées suite à des retours.

4.1.2 Méthode de développement

Développement en Python à l'aide du framework *Dash* et de la librairie *Bootstrap*.

4.1.3 Méthode de gestion de configuration

Hajar FORSI DROBI s'est occupée du développement. L'outil a ensuite été partagé avec le reste de l'équipe sur GitHub et avec le client sur Bitbucket.

4.1.4 Méthode de test et d'approbation

L'outil a été validé par l'équipe PaulSabIA, avant d'être présenté au client lors des réunions de sprint review.

4.1.5 Méthode de déploiement et livraison

À l'aide de Bitbucket, Fahd, responsable des livraisons se charge de la livraison à SkyConseil.

4.1.6 Méthodes de contrôle qualité

Des critères de qualité sont définis pour le dashboard, notamment en termes d'efficacité et d'adaptabilité aux données. Des validations par les membres de l'équipe sont effectuées pour garantir la qualité du produit final. Une révision des retours du client permettent également d'améliorer continuellement le produit.

4.2 Rapport initial d'analyse EDA

4.2.1 Méthode de développement:

Utilisation de bibliothèques et outils de traitement de données tels que Pandas, NumPy, et Matplotlib/Seaborn, en utilisant le langage Python.

4.2.2 Méthode de déploiement et livraison:

Fahd, responsable des livraisons se charge de l'envoi du rapport aux membres de SkyConseil par mail ainsi que sur Drive.

4.2.3 Méthode de contrôle qualité:

Une relecture est effectuée pour assurer la cohérence des données et de la qualité des analyses avant la présentation au client.

4.3 Pipelines

4.3.1 Méthode de développement:

Utilisation de Google Colab pour gérer le code source et les différentes versions des scripts et méthodes de nettoyage des données. La pipeline sera ensuite développée à partir de ces scripts.

4.3.2 Méthode de gestion de configuration:

Fahd a partagé les différentes fonctions et l'aide d'un Google Colab qui a l'avantage d'un suivi des modifications et d'un backup pour le client.

4.3.3 Méthode de test et d'approbation :

Test unitaire par l'équipe sur différents slots de données.

4.3.4 Méthode de déploiement et livraison :

La pipeline sera livrée au client à travers la plateforme Bitbucket.

4.3.5 Méthode de contrôle qualité :

Établissement de critères de qualité pour les données nettoyées, tels que la précision, la cohérence et l'intégrité. Des tests seront effectués (graphiquement et contenu des données) pour vérifier que les données sont au bon format et non dénaturées.

4.4 Développement du modèle prédictif v1

4.4.1 Méthode de développement:

Après avoir réalisé un état de l'art des modèles de régression existants, les développeurs ont sélectionné les modèles les plus pertinents pour la problématique. Voici la liste des modèles retenus :

1. **Régression Ridge :** Une méthode statistique utilisée pour modéliser la relation entre une variable dépendante et plusieurs variables indépendantes. Elle vise à éviter le surajustement des données en ajoutant une pénalité à la fonction de coût du modèle. Cela aide à obtenir des modèles plus stables en préservant les variables importantes et en réduisant les effets des variables moins significatives.

2. **SGDRegressor** : un algorithme de régression linéaire qui utilise la descente de gradient stochastique pour optimiser les paramètres du modèle, adapté aux ensembles de données volumineux.
3. **SVR (Machine à vecteurs de support pour la régression)** : une méthode de régression en apprentissage automatique qui limite les écarts des prédictions par rapport à une marge définie, adaptée aux données non linéaires.
4. **Régression linéaire Lasso** : une technique de régression qui réduit la complexité du modèle en pénalisant la somme des valeurs absolues des coefficients.
5. **Réseau de neurones** : Un modèle d'apprentissage automatique capable de capturer des modèles complexes à partir de données non linéaires grâce à ses couches de neurones interconnectées.

Les développeurs ont ensuite exploré diverses méthodes d'optimisation, telles que le réglage des hyperparamètres et la manipulation des données d'entrée, en utilisant notamment des techniques de prétraitement et d'ingénierie des paramètres (feature engineering). Voici la liste des modèles retenus :

4.4.2 Méthode de gestion de configuration:

Un document Google partagé est utilisé pour rédiger l'état de l'art et comparer les résultats obtenus par chaque modèle. Chaque individu a la liberté de développer les modèles selon ses propres préférences et méthodes et doit ensuite partager son code sous forme d'un notebook sur Google Colab.

4.4.3 Méthode de test et d'approbation :

Une fois que chaque développeur a optimisé son modèle respectif, ils évaluent les performances de chaque modèle. Ils divisent leurs données en ensembles d'entraînement et de test, utilisant la validation croisée lorsque cela est possible pour obtenir des estimations fiables des performances. Chaque modèle est évalué en fonction de métriques choisies telles que l'erreur quadratique moyenne (MSE) ou le coefficient de détermination (R^2). Une métrique personnalisée est développée, permettant de mesurer le pourcentage de prédictions respectant un intervalle de confiance donné. Les performances des différents modèles sont comparées et les meilleurs retenus.

4.4.4 Méthode de déploiement et livraison :

Les résultats des modèles sont présentés au client lors de la réunion de clôture du quatrième sprint. Les modèles opérationnels sont livrés à l'aide de la plateforme BitBucket.

4.4.5 Méthode de contrôle qualité :

Pour garantir la fiabilité et la précision des modèles, l'équipe bénéficie de l'expertise de l'ingénieur Thomas Lorigny. Il s'investit dans la vérification et évaluation des prédictions générées, détecte les éventuelles anomalies ou incohérences et propose des solutions d'amélioration.

4.5 Le Suivi du Projet et du Développement

4.5.1 État Courant des Décisions

L'état courant du log des décisions, régulièrement mis à jour par Nouh Chelgham, peut être consulté en suivant ce lien :

Lien vers le log des décisions

Si ce lien ne fonctionne pas ou nécessite un accès, merci d'écrire à fahdfad-hatun@hotmail.com.

4.5.2 État Courant des Actions

L'état courant du log des actions, régulièrement mis à jour par Adil Ghalem, peut être consulté en suivant ce lien :

Lien vers le log des actions

Si ce lien ne fonctionne pas ou nécessite un accès, merci d'écrire à fahdfad-hatun@hotmail.com.

4.5.3 État Courant des Risques et Opportunités

L'état courant du log risques et opportunités, régulièrement mis à jour par Adil Ghalem, peut être consulté en suivant ce lien :

Lien vers le log risques et opportunités

Si ce lien ne fonctionne pas ou nécessite un accès, merci d'écrire à fahdfad-hatun@hotmail.com.

4.5.4 Gantt Courant au Regard du Gantt de Référence

Le Gantt de référence dans la section 3.6 présentait les différents sprints et les livrables à rendre. Actuellement, le Gantt global n'a pas changé, ce qui indique que nous respectons les délais prévus.

4.5.5 Kanban Courant

L'équipe utilise un tableau Jira pour visualiser et suivre les tâches en cours, en attente et terminées. Ce tableau est mis à jour régulièrement pour refléter l'état actuel du projet et aider à la gestion des flux de travail. Le tableau Jira est accessible en suivant ce lien : Lien vers Jira

Si ce lien ne fonctionne pas ou nécessite un accès, merci d'écrire à fahdfad-hatun@hotmail.com.

5 Le Bilan de Projet

5.1 État du Projet à Termination

Le projet se trouve actuellement au stade du cinquième sprint, le quatrième ayant été clôturé le 12 mars. Divers modèles sont développés et les deux meilleurs sont gardés pour la suite du développement. Les détails du développement sont explicités dans la section 4.4. La performance des premier modèles est évaluée notamment à l'aide de la mesure R2, qui varie de 0 à 1, où 1 indique un ajustement parfait du modèle aux données.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant, où l'on constate que la valeur R2 est relativement basse, avec une mesure de 0,19 pour le meilleur modèle. Cependant, une analyse visuelle des données ainsi qu'une métrique personnalisée ont permis aux ingénieurs aéronautiques de détecter une erreur dans le filtrage des données de la phase de croisière. En effet, une différence d'interprétation entre l'équipe MOA et les ingénieurs aéronautiques concernant la définition de la phase de croisière a été identifiée. Alors que l'équipe MOA la considérait comme la partie du vol excluant la montée et la descente, les ingénieurs aéronautiques incluaient également les changements mineurs de trajectoire, tels que les virages ou les petites montées et descentes. Cette divergence explique pourquoi de nombreuses données utilisées pour notre modèle présentent des valeurs anormalement élevées. Ces découvertes suscitent l'espoir d'une possible amélioration des modèles explorés.

R2	MSE	Polynomial Features	Standardisation/ Normalisation	Architecture utilisée (modèle et paramètres)
0.19	7 381	3	MinMaxScaler()	Ridge Regression (alpha=0.1)
0.15	8 200	4	RobustScaler()	SGDRegressor (penalty=l2, learning_rate=constant, $\eta_0 = 0.1$, max_iter=10000, alpha=2)
0.14	8 521	/	QuantileTransformer()	SVR (epsilon=0.1, kernel=poly)
-0.05	0.008	1	MinMaxScaler()	LinearRegression Lasso: Alpha correspondant: 0.004
-1.86	26 396	/	/	Réseau de neurones

Table 3: Résultat des modèles pour la croise

Modèle	Résultat pour 5% d'erreur	Résultat pour 1% d'erreur
Ridge	85%	28%
SGDRegressor	81%	17%

Table 4: Quantifieur de bonnes réponses pour un intervalle de confiance

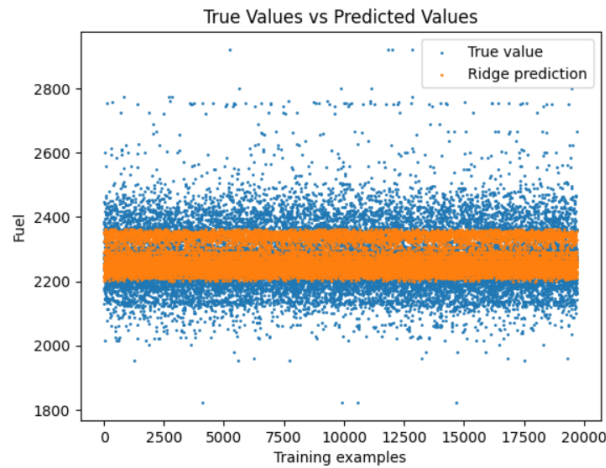


Figure 5: Estimation des prédictions par rapport à ce qui était attendu

5.2 Leçons Apprises

5.2.1 Gestion du Temps

Organiser efficacement notre emploi du temps est essentiel. Entre nos études universitaires et la gestion du projet, il est crucial de planifier nos journées et de prioriser les tâches pour éviter d'être submergés.

Nous avons sous-estimé le temps nécessaire à la rédaction du premier plan projet, ce qui nous a conduits à réévaluer notre méthode de gestion pour cette phase du projet.

5.2.2 Adaptabilité et Flexibilité

La capacité à ajuster notre organisation et notre développement pour tenir compte des retours des autres parties prenantes est vitale. Des réunions fréquentes et des validations sont nécessaires pour garantir que notre projet reste aligné sur les besoins et les attentes des parties prenantes, tout en nous permettant de nous adapter rapidement aux changements et aux nouvelles informations.

5.2.3 Acquisition de Compétences et Outils

Chaque sprint constitue une opportunité pour tous les membres de l'équipe d'approfondir leurs connaissances en apprentissage automatique à travers des formations continues et des recherches approfondies. Cette démarche constante nous permet d'améliorer continuellement nos compétences techniques.

5.2.4 Retour d'Expérience

Nous recueillons les retours de l'entreprise sur le projet, en mettant l'accent sur notre organisation et notre communication, notamment avec les ingénieurs aéronautiques qui ne sont pas familiers avec le jargon informatique. Ceci nous permet d'identifier nos points forts ainsi que les axes d'amélioration pour nos projets académiques ou professionnels à venir..

5.3 Perspectives pour la suite du projet

5.3.1 Finalisation et Livraison

Notre objectif principal est d'améliorer la performance de notre modèle afin d'évaluer l'adéquation des méthodes d'intelligence artificielle à cette problématique. De plus, nous nous engageons à compléter et à améliorer le plan du projet conformément aux exigences pédagogiques, tout en respectant les délais convenus.

5.4 Recommandations aux équipes futures

- **Communiquez Régulièrement** : Gardez les lignes de communication ouvertes avec tous les participants pour vous assurer que tout le monde est sur la même longueur d'onde.
- **Restez Flexibles** : Soyez prêts à ajuster vos plans en fonction des nouvelles informations ou des retours pour maintenir le projet sur la bonne voie.
- **Continuez à Apprendre** : Encouragez l'équipe à se tenir à jour avec les dernières connaissances et compétences pertinentes pour le projet.
- **Faites des Tests Fréquents** : Testez votre travail dès le début et régulièrement pour détecter et résoudre les problèmes tôt.

6 Glossaire

R² : Le coefficient de détermination, R², mesure la proportion de la variance de la variable dépendante expliquée par le modèle de régression. Il varie de 0 à 1, où 1 indique un ajustement parfait du modèle aux données, et 0 indique un ajustement médiocre. MSE EDA SAT