

# ***L'informatique de gestion en Formule 1***

*Auteur : Abderrahmane Chakroune  
Étudiant en informatique de gestion à l'Université de la Sarre*

## ***Note de l'auteur***

La rédaction de ce rapport a été un objectif personnel pour moi et représente plus qu'un simple projet académique. Il s'agit d'une expérience qui a approfondi ma compréhension de l'informatique de gestion tout en me permettant d'explorer l'une de mes plus grandes passions : la Formule 1. Travailler dessus m'a aidé à relier la théorie à la pratique, là où les données et la prise de décision rencontrent la vitesse et la précision du sport automobile.

J'espère que les lecteurs pourront vivre cette même expérience et interagir avec le projet via le dépôt GitHub <https://github.com/F1-BI-Project/F1-BI-Dashboards>. Vous pourrez y explorer les jeux de données et le code Python des tableaux de bord, expérimenter avec ce code et contribuer au développement de nouvelles fonctionnalités qui rapprochent les analyses des scénarios réels de la Formule 1. Mon objectif est que ce travail se développe au-delà de ce rapport, en tant qu'espace collaboratif où se rencontrent curiosité, technologie et passion pour la course automobile.

## Contenu

1. INTRODUCTION .....	4
2. CADRE DE L'INFORMATIQUE DE GESTION .....	4
A. L'informatique: .....	5
B. Administration des affaires (ou économie) : .....	5
C. Informatique de gestion (Le Pont) : .....	5
3. APPLICATION DANS LES ÉQUIPES DE FORMULE 1 .....	6
4. EXEMPLES DE CAS : LE PONT EN ACTION .....	10
1. Optimisation des arrêts aux stands : .....	10
2. Gestion des coûts plafonnés : .....	17
3. Logistique et chaîne d'approvisionnement : .....	22
5. DÉFIS DE L'APPLICATION DE L'INFORMATIQUE DE GESTION EN FORMULE 1 .....	28
6. CONCLUSION .....	31
7. Appendice .....	32

# 1. INTRODUCTION

Analyse en temps réel, optimisation de stratégie, développement de voitures, performances mécaniques, expérience des fans... La Formule 1 est l'un des sports les plus gourmands en données au monde, où les décisions doivent être prises sous une pression temporelle et financière extrême. Lors d'une séance (essais, qualifications ou course), chaque voiture produit plusieurs gigaoctets de données (aussi appelées télémétrie). Or, ces données brutes n'ont que peu de valeur si elles ne sont pas transformées en informations exploitables et utiles.

L'informatique d'entreprise est considérée comme le pont entre la technologie et l'administration des affaires, et elle offre un cadre utile pour analyser la manière dont les équipes de Formule 1 convertissent les données et les informations techniques en décisions commerciales et en succès à court et à long terme.

Dans cet article, nous explorons le fonctionnement de l'informatique de gestion en Formule 1, en soulignant le côté technologique, le côté commercial et, surtout, le pont qui relie les deux.

## 2. CADRE DE L'INFORMATIQUE DE GESTION

Les piliers fondamentaux de l'informatique de gestion sont l'informatique, la gestion/économie d'entreprise et l'informatique de gestion elle-même. Cette discipline comble le fossé entre ces deux disciplines en appliquant les technologies de l'information aux processus et à la gestion d'entreprise. Ce domaine interdisciplinaire se concentre sur la création et la gestion de systèmes d'information, ainsi que sur l'exploitation des données pour améliorer les opérations, la prise de décision et la transformation numérique d'une organisation.

Avant tout, il est important de comprendre ce que sont les systèmes d'information, car ils sont au cœur de l'informatique d'entreprise. Ils constituent une combinaison structurée de personnes, de processus et de technologies permettant de collecter, traiter, stocker et diffuser l'information. Un système d'information ne se résume pas à un simple logiciel : il comprend également les flux de travail, les données et les règles de décision qui guident la transformation de l'information (données) en connaissances exploitables (décisions).

Dans le monde des affaires, un exemple de système d'information pourrait être un système ERP (Enterprise Resource Planning) qui intègre les finances, la logistique, les RH et la production dans une seule plateforme.

En Formule 1, en revanche, les systèmes d'information seraient plus « spécialisés » ; ainsi, au lieu d'une plateforme intégrant de nombreux outils (comme un système ERP), une équipe utiliserait différentes plateformes pour différentes tâches : systèmes de télémétrie, plateformes de simulation, outils de gestion budgétaire... sont alors tous des systèmes d'information spécialisés, qui transforment les données brutes en informations exploitables pour les ingénieurs de course et les chefs d'équipe

Décomposons maintenant les trois principaux piliers de l'informatique d'entreprise :

## A. L'informatique:

Ce pilier fournit les bases techniques : programmation, bases de données, algorithmes, architecture système, cybersécurité, et bien plus encore. Sans ces éléments, les systèmes d'information ne peuvent exister.

En affaires, cela impliquerait de créer des applications fiables, des bases de données sécurisées et des infrastructures évolutives.

En Formule 1, l'informatique prend en charge la collecte de données telles que la télémétrie à partir de plus de 300 capteurs sur une voiture, assure les transmissions sans fil de la piste au mur des stands/garage (et vice versa) et prend en charge les logiciels de simulation réalistes.

## B. Administration des affaires (ou économie) :

Ce pilier se concentre sur les aspects organisationnels et économiques : gestion, finances, comptabilité, contrôle de gestion, logistique, marketing et stratégie. Il définit le « pourquoi » et le « où » la technologie est appliquée.

Dans le monde des affaires, cela comprend l'optimisation des coûts, l'amélioration des processus et la prise de décision dans des conditions de ressources limitées.

En Formule 1, les principes de gestion d'entreprise sont visibles dans le respect des plafonds de coûts (fixés par la FIA), la gestion de la chaîne d'approvisionnement (logistique) pour le déplacement de milliers de pièces à l'échelle mondiale et l'équilibre des investissements entre le développement automobile à long terme et les performances à court terme.

## C. Informatique de gestion (Le Pont) :

Il s'agit du pilier interdisciplinaire qui intègre les deux autres : l'application directe de l'informatique aux besoins des entreprises. Il couvre la conception de systèmes, la modélisation de processus, les outils d'aide à la décision et les stratégies basées sur les données.

Dans le monde des affaires, cela pourrait signifier des tableaux de bord reliant les données de vente à la planification de la chaîne d'approvisionnement, par exemple.

En Formule 1, l'informatique de gestion est le pont qui transforme la télémétrie brute en stratégies d'arrêt au stand (implication à court terme), relie la planification financière aux taux d'usure des composants et relie l'optimisation logistique aux objectifs de performance dans le cadre du plafond des coûts de la FIA (fédération internationale de l'automobile).

Ainsi, en substance, l'informatique construit les outils, l'administration des affaires définit les objectifs et l'informatique de gestion garantit que les outils sont appliqués efficacement pour atteindre ces objectifs, que ce soit dans une start-up, une multinationale ou dans l'environnement à enjeux élevés de la Formule 1.

### 3. APPLICATION DANS LES ÉQUIPES DE FORMULE 1

Evan Short, chef d'équipe des systèmes électroniques de piste chez Mercedes AMG Petronas, écurie de Formule 1, a déclaré un jour dans une interview :

*Si l'on considère la quantité totale de données générées par la voiture pendant le week-end, incluant les vidéos et toutes sortes d'informations complémentaires, cela représente près d'un téraoctet, voire un peu plus, par voiture. Mais si l'on considère les données les plus intéressantes, à savoir les flux de données en direct générés par la voiture pendant qu'elle roule, on parle d'environ 30 mégaoctets par tour, et deux à trois fois plus une fois la voiture au stand et après le déchargement des données.*

C'est pourquoi j'aime à considérer la Formule 1 comme le laboratoire le plus rapide du monde. Chaque voiture est un véritable centre de données mobile, générant plusieurs mégaoctets de données (télémétrie) à chaque tour, tandis que chaque décision, qu'elle soit technique, financière ou stratégique, peut faire la différence entre la victoire et la défaite.

L'informatique de gestion est au cœur de cet écosystème : elle transforme des montagnes de données techniques brutes en informations exploitables, guidant non seulement les ingénieurs de course, mais aussi les stratèges, les directeurs financiers et les responsables commerciaux.

- **LE CÔTÉ TECHNOLOGIQUE : L'INFORMATIQUE EN MOUVEMENT**

Chaque voiture de Formule 1 est équipée de plus de 300 capteurs, dont le seul rôle est de suivre les performances en temps réel : température des pneus, usure des freins, consommation de carburant, état du moteur... et bien plus encore. Il faut savoir qu'un seul tour produit plus d'informations et de données qu'une petite entreprise moyenne n'en génère en plusieurs mois. Sans oublier que ces flux de données circulent en quelques millisecondes de la voiture au muret des stands/garage, et même jusqu'au siège de l'équipe, qui se trouve la plupart du temps à des milliers de kilomètres du circuit.

C'est là que le pilier informatique de l'informatique de gestion constitue l'épine dorsale. Les systèmes informatiques, les bases de données et les plateformes cloud garantissent la réception, le stockage, le nettoyage et le traitement de ces données avec une rapidité et une précision exceptionnelle. Les modèles d'apprentissage automatique (ML) simulent les résultats des courses, prédisent les pannes de composants et peuvent même anticiper les stratégies et décisions des concurrents aux stands, ce qui contribue à un avantage concurrentiel. Des tableaux de bord et des outils personnalisés, comme la plateforme ATLAS de *McLaren Applied*, permettent aux ingénieurs d'interagir avec les données en temps réel.

Gardez à l'esprit que sans l'informatique de gestion, cette masse de données télémétriques reçues à chaque tour resterait un vain mot. Grâce à l'informatique de gestion, elle devient le support d'une prise de décision intelligente.

- **LE CÔTÉ BUSINESS : MANAGEMENT À 300KM/H**

« *Si j'ai collecté et analysé les données de la voiture, où intervient exactement le côté commercial ?* » est probablement la question que vous vous posez.

Or, les données à elles seules ne permettent pas de gagner des courses, ni de prendre des décisions, et c'est là qu'intervient le pilier de l'administration des affaires : la traduction des données techniques en actions stratégiques et financières.

Lors d'une course, les stratèges devront décider s'il faut s'arrêter maintenant ou prolonger et s'arrêter plus tard : une décision qui, à première vue, semble sportive, mais comme les points ont un impact direct sur les primes, la visibilité des sponsors et, bien sûr, le classement du championnat, elle est aussi financière. Et selon les règles de plafonnement des coûts de la FIA (Fédération internationale de l'automobile), chaque choix technique a des conséquences budgétaires : *pousser un moteur trop loin pendant une course peut générer des gains à court terme, mais peut aussi engendrer des millions d'euros de pertes en cas de panne prématurée.* Ainsi, demander à un pilote de « ralentir » peut sembler une décision prise pour l'aider pendant la course, mais en réalité, c'est bien plus que cela.

Les opérations et la logistique sont également affectées. La télémétrie (données collectées en direct par les capteurs du véhicule), indiquant des taux de défaillance de composants plus élevés dans les climats chauds, pourrait inciter l'équipe logistique à ajuster les stocks de pièces détachées lors des expéditions, ce qui réduirait les coûts et les délais.

Sur le plan commercial, les résultats des courses influencent directement l'engagement des fans et la valeur du sponsoring. Par conséquent, une meilleure performance se traduit par une meilleure exposition télévisée, une meilleure visibilité et des retours plus importants pour les partenaires commerciaux (sponsors).

De cette manière, l'informatique d'entreprise garantit que les informations issues de la piste circulent facilement et de manière ciblée dans les décisions organisationnelles, financières et marketing.

- **Le Pont : L'informatique d'entreprise en action**

La véritable puissance de l'informatique d'entreprise réside dans sa capacité à connecter ces deux mondes, en agissant comme un pont entre les données techniques à haute fréquence et la stratégie de gestion à long terme.

Prenons l'exemple d'un aileron avant endommagé :

- Côté technologie : Des capteurs détectent que l'aileron avant est légèrement endommagé et n'offre pas l'appui aérodynamique nécessaire à la voiture. De plus, les modèles prédictifs estiment une perte d'environ 0,3 seconde par tour due à l'endommagement de l'aileron avant.
- L'informatique d'entreprise comme passerelle : un tableau de bord d'aide à la décision présente des scénarios au stratège de la course :
  - *Arrêtez-vous maintenant et changez l'aileron avant -> Les chances de podium augmentent de 12%, mais dépensez 300 000 euros pour le nouvel aileron avant.*
  - *Ne pas s'arrêter -> Réduire les chances de podium, mais préserver les ressources.*
- Côté commercial : l'ingénieur, le stratège, le directeur d'équipe et l'équipe financière évaluent les compromis, en équilibrant la performance compétitive avec la durabilité financière dans le cadre du plafond des coûts.

Ainsi, l'informatique de gestion ne se contente pas de fournir des chiffres, elle les présente de manière à ce que les décideurs de l'organisation puissent les exploiter. Elle traduit les données brutes en risques, opportunités et stratégies.

- **Implications à court terme et à long terme :**

Le pont n'est pas statique ; il fonctionne sur différentes échelles de temps.

- À court terme : Le jour de la course, l'informatique de gestion permet des prises de décision rapides et sous haute pression. Les tableaux de bord transforment les données télémétriques brutes en visuels clairs (indicateurs vert, jaune et rouge, par exemple) et en indicateurs de probabilité, permettant aux stratèges de réagir instantanément. Ainsi, un appel au stand, un avertissement de ralentissement pour protéger les freins ou un changement de dernière minute pour contrer la stratégie d'une équipe rivale reposent tous sur la capacité de l'informatique de gestion à filtrer les bruits techniques pour en tirer des informations exploitables.
- Long terme : Tout au long d'une saison, les mêmes données (utilisées pendant une course pour prendre des décisions à court terme) sont agrégées et analysées à des fins de planification stratégique.  
Les tendances d'usure des composants éclairent les décisions d'investissement en R&D ; les données logistiques permettent d'optimiser les plannings de transport et de réduire les coûts ; et les indicateurs d'engagement des fans, liés aux résultats des courses, guident les négociations de sponsoring et les campagnes marketing.

Il est important de comprendre que ces deux niveaux se complètent. Les données d'un week-end de course éclairent les décisions concernant les priorités de la saison suivante, tandis que les contraintes financières et stratégiques à long terme déterminent les possibilités offertes par la compétition.



- ***L'informatique d'entreprise comme avantage concurrentiel :***

Enfin, ce qui rend l'informatique de gestion indispensable en Formule 1, ce n'est pas seulement la rapidité ou la quantité de sa technologie, mais la continuité de son intégration. Chaque seconde passée en piste, chaque euro dépensé, chaque interaction avec les supporteurs génère des données, et l'informatique de gestion veille à ce qu'aucune d'entre elles ne soit gaspillée : le pilier informatique capture, analyse, traite et stocke ces données, le pilier administration les contextualise et le pont informatique de gestion les prépare à la prise de décision.

Et au final, la réussite d'une équipe ne se limite plus à construire la voiture la plus rapide. Il s'agit de créer une organisation performante et intelligente, où technologie et business fusionnent grâce à l'informatique de gestion dans un cycle continu d'apprentissage, d'analyse, de prise de décision et d'amélioration. C'est là le véritable avantage concurrentiel.

## 4. EXEMPLES DE CAS : LE PONT EN ACTION

L'informatique de gestion en Formule 1 est particulièrement visible lorsque les données techniques sont transformées en décisions concrètes, tant pour les performances en course que pour la gestion de l'entreprise. Dans les exemples suivants, j'essaie d'illustrer le fonctionnement pratique de ce « pont », à l'aide de données d'exemple, de simulations Python et de tableaux de bord interactifs.

### 1. Optimisation des arrêts aux stands :

Côté technologie (données) : La télémétrie des capteurs du véhicule enregistre l'usure des pneus, leur température (pour chaque pneu et la température moyenne), les temps au tour, etc. Des modèles prédictifs simulerait la dégradation des pneus et l'évolution attendue des temps au tour pour chaque type de pneu.

Côté commercial (décision) : les stratèges et les ingénieurs de course devraient alors décider du tour optimal jusqu'au stand, en équilibrant la position sur la piste, les performances des pneus et la probabilité de défaillance des composants.

L'informatique de gestion comme passerelle : un tableau de bord d'aide à la décision intégrant télémétrie et simulations prédictives. Il afficherait des indicateurs tels que :  
la perte de temps au tour attendue en cas de non-parcours ; la probabilité de défaillance des pneus  
; et des scénarios risque-récompense pour différentes stratégies.

Exemples de données : [https://github.com/F1-BI-Project/F1-BI-Dashboards/blob/main/Dashboards BlinF1/Data samples/telemetry 30laps.txt](https://github.com/F1-BI-Project/F1-BI-Dashboards/blob/main/Dashboards%20BlinF1/Data%20samples/telemetry%2030laps.txt)

**Lap** : Numéro du tour

**FL\_tire\_temp\_C** : Température du pneu avant gauche en Celsius

**FR\_tire\_temp\_C** : Température du pneu avant droit en Celsius

**RL\_tire\_temp\_C** : Température du pneu arrière gauche en Celsius

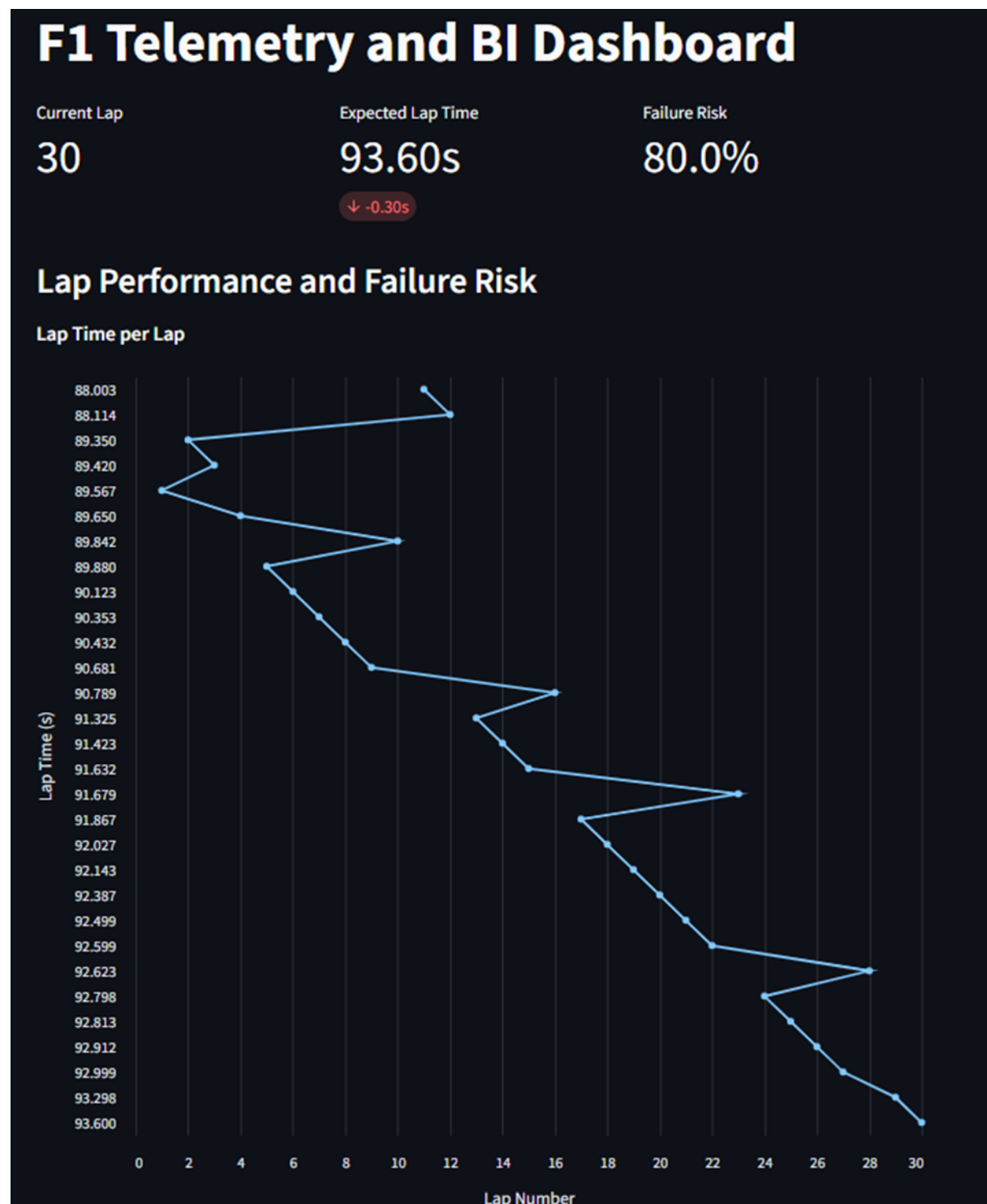
**RR\_tire\_temp\_C** : Température du pneu arrière droit en Celsius

**Tire\_wear\_pc** : Pourcentage d'usure des pneus

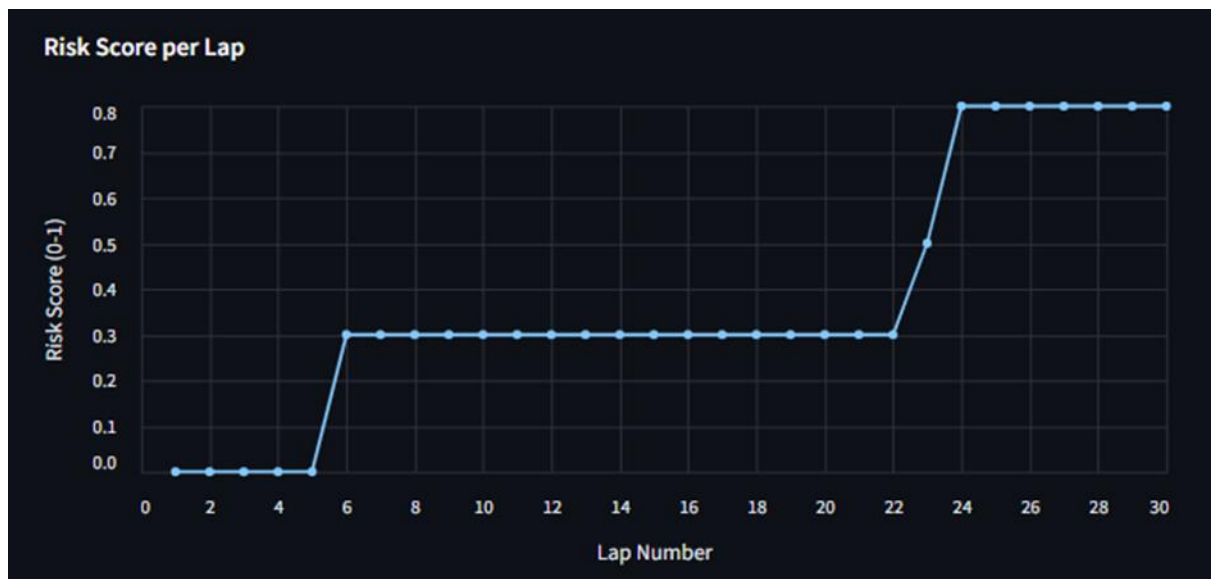
**Lap\_Time\_s** : Temps au tour en secondes

Lap	FL_tire_tem p_C	FR_tire_temp _C	RL_tire_temp _C	RR_tire_temp _C	Tire_wear_pc	Lap_Time_s
1	85	84	80	81	5	89.567
2	88	87	82	83	8	89.350
3	90	89	83	84	10	89.420
4	92	91	85	86	13	89.650
5	94	92	86	87	15	89.880
6	96	94	88	89	19	90.123
7	97	95	89	90	23	90.353
8	98	96	90	91	25	90.432
9	99	97	91	92	28	90.681
10	100	98	92	93	32	89.842
11	101	99	93	94	33	88.003
12	102	100	94	95	36	88.114
13	102	101	94	96	39	91.325
14	103	101	95	97	44	91.423
15	104	102	96	97	46	91.632
16	104	102	96	98	50	90.789
17	105	103	97	98	53	91.867
18	105	103	97	99	54	92.027
19	106	104	98	99	59	92.143
20	106	104	98	100	60	92.387
21	106	104	98	100	64	92.499
22	107	105	99	101	66	92.599
23	107	105	99	101	71	91.679
24	107	105	99	101	74	92.798
25	108	106	100	102	77	92.813
26	108	106	100	102	80	92.912
27	108	106	101	102	82	92.999
28	109	107	101	103	84	92.623
29	109	107	103	104	87	93.298

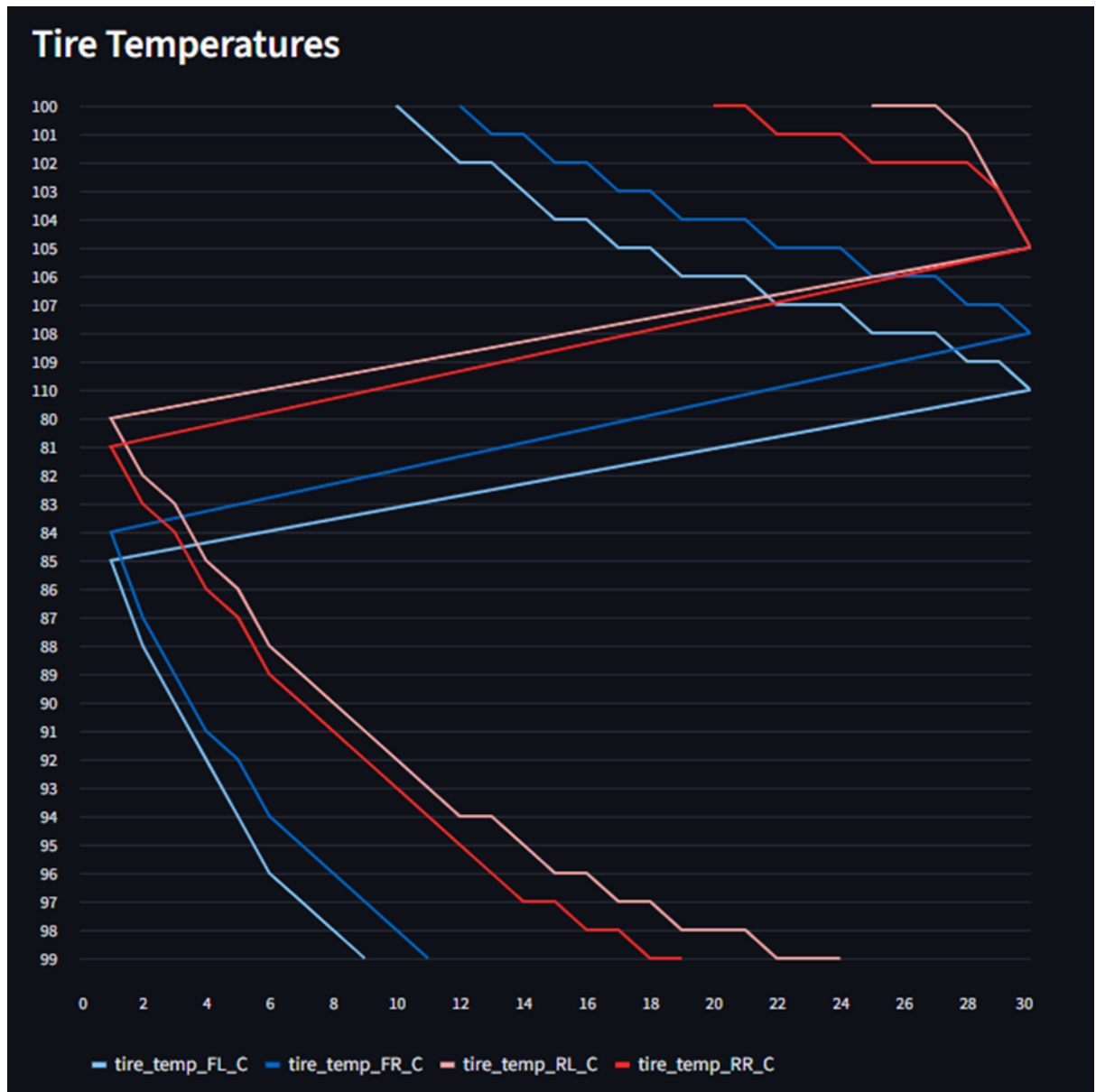
EXEMPLE DE DONNÉES REPRÉSENTANT LA TÉLÉMÉTRIE REÇUE DES CAPTEURS DE LA VOITURE AU COURS D'UNE SESSION POUR CHAQUE TOUR.



**Figure 4.1.1:** Cette image montre le haut du tableau de bord de télémétrie avec « Tour actuel », « Temps au tour prévu » et « Risque de panne » comme trois variables en constante évolution, ainsi qu'un graphique des performances au tour.

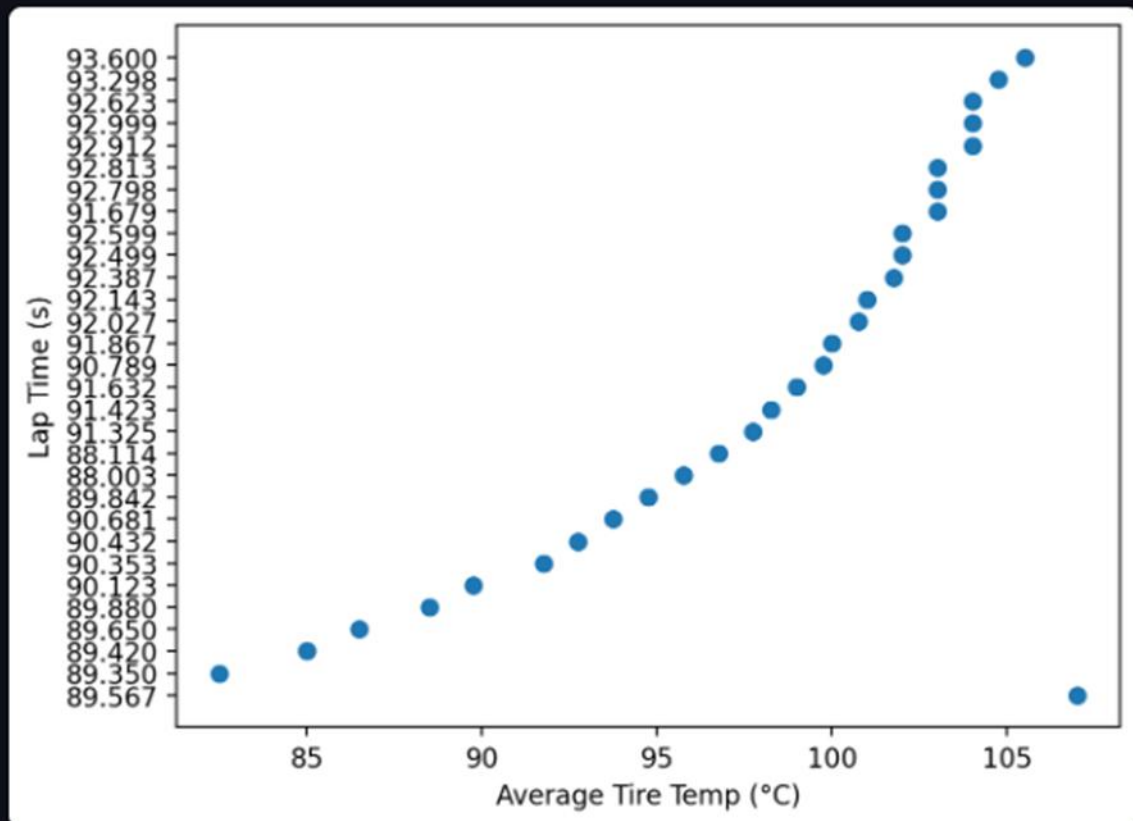


**Figure 4.1.2 :** Graphique montrant le risque de défaillance par tour.



**Figure 4.1.3 :** Graphique montrant les variations de température des pneus par tour.

## Correlation: Lap Time vs Average Tire Temp



## Summary Statistics

	Avg Lap Time	Fastest Lap	Slowest Lap	Average Failure Risk
Values	91.2276	88.003	93.600	0.3733

⚠ Pit Now → Estimated gain of -22.8s in final race time

Stay out → Estimated loss of 0.4s per lap

**Figure 4.1.4 :** Graphique de corrélation montrant le lien entre les températures des pneus et les temps au tour, ainsi qu'un exemple de modèle prédictif d'aide à la décision.

Comme vous pouvez le constater, en collectant et en organisant les données de télémétrie, nous avons pu créer un tableau de bord fonctionnel qui traduit les chiffres bruts en informations exploitables. Les exemples de données présentés illustrent le type d'informations qui alimentent le système d'une équipe : nombre de tours, température et usure des pneus, et temps au tour.

Grâce au tableau de bord, ces données individuelles deviennent des tendances, des indicateurs et des éléments interactifs visualisés qui aident les équipes à prendre des décisions éclairées. Par exemple, les ingénieurs peuvent suivre les scores de risque par tour et les stratégies évaluer les options d'arrêt au stand d'un seul coup d'œil.

Les instantanés de tableau de bord précédents illustrent comment ces ensembles de données sont transformés en outils clairs d'aide à la décision, comblant le fossé entre les mesures techniques et les actions commerciales stratégiques dans une équipe de Formule 1.

*Pour le tableau de bord de télémétrie interactif complet, exécutez le code Python suivant avec Streamlit sur votre ordinateur :*

[https://github.com/F1-BI-Project/F1-BI-Dashboards/blob/main/Dashboards\\_BlinF1/Dashboard\\_code/Telemetry.py](https://github.com/F1-BI-Project/F1-BI-Dashboards/blob/main/Dashboards_BlinF1/Dashboard_code/Telemetry.py)

*Ou vous pouvez interagir directement avec le tableau de bord en cliquant sur le lien suivant :*

<https://f1-bi-dashboards-telemetry.streamlit.app>



## 2. Gestion des coûts plafonnés :

Côté technologie (données) : L'utilisation des composants, leurs cycles, leurs scores de fiabilité et leurs coûts de remplacement sont collectés, stockés et analysés. Des modèles prédictifs permettent d'estimer la probabilité de défaillance et le coût attendu en cas de remplacement immédiat ou ultérieur.

Côté commercial (décision) : La direction de l'équipe doit allouer le budget dans le cadre du plafond budgétaire de la FIA. Elle doit déterminer comment répartir les dépenses entre les différentes améliorations, comme les composants moteur, et les améliorations de fiabilité.

L'informatique d'entreprise comme passerelle : un tableau de bord de composants intègre les données et visualise des informations telles que :

- Jauges de fiabilité pour les composants critiques
- Probabilités de défaillance projetées - Analyse coûts-avantages du remplacement des composants maintenant ou plus tard

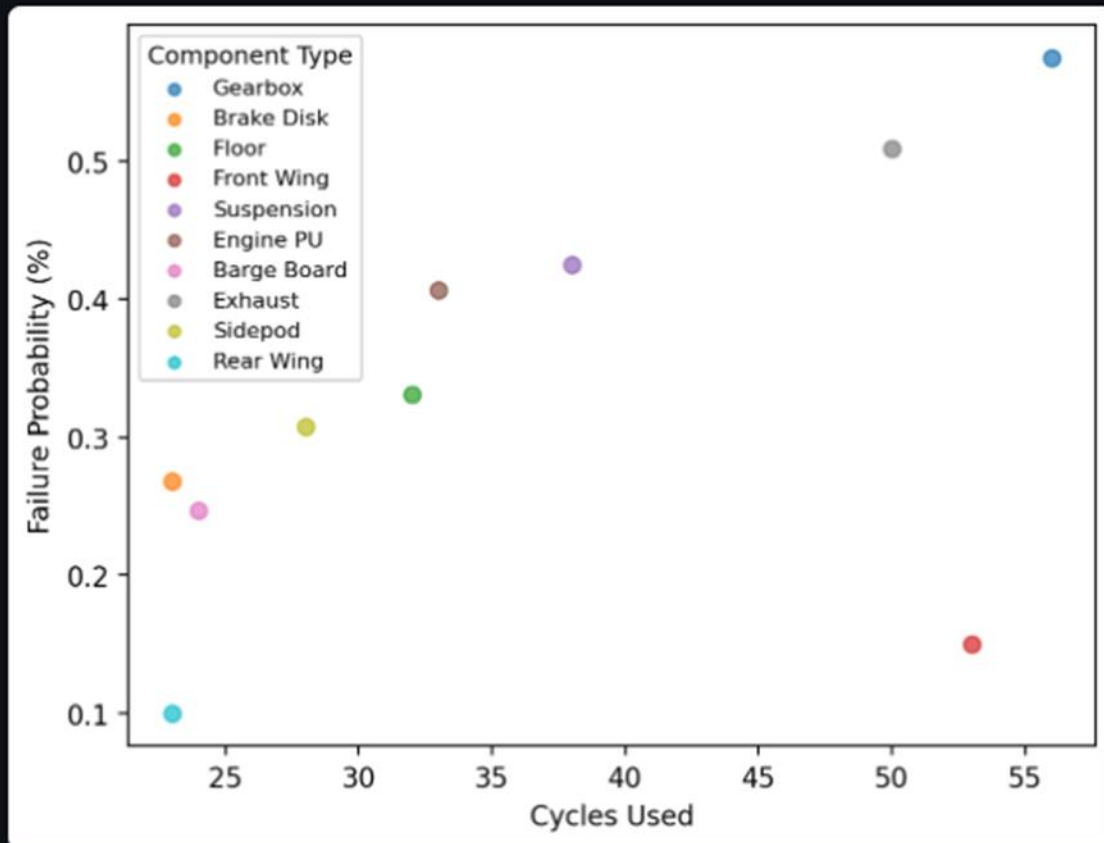
Exemple de données : [https://github.com/F1-BI-Project/F1-BI-Dashboards/blob/main/Dashboards\\_BlinF1/Data\\_samples/components\\_example\\_data.txt](https://github.com/F1-BI-Project/F1-BI-Dashboards/blob/main/Dashboards_BlinF1/Data_samples/components_example_data.txt)

**Proj\_fail\_prob\_next\_race** : Probabilité d'échec projetée lors de la prochaine course.

Composant_id	Type de composant	Cycles utilisés	Cycles de vie attendus	Coût de remplacement_EUR	Fiabilité_Score_0_1	Proj_fail_prob_next_race
<b>CMP-101</b>	Boîte de vitesse	56	100	400 000	0,851	0,575
<b>CMP-102</b>	Disque de frein	23	80	50 000	0,682	0,268
<b>CMP-103</b>	Sol	32	80	50 000	0,632	0,331
<b>CMP-104</b>	Aileron avant	53	80	80 000	0,600	0,150
<b>CMP-105</b>	Suspension	38	80	50 000	0,600	0,425
<b>CMP-106</b>	Unité de commande du moteur	33	100	2.000.000	0,698	0,407
<b>CMP-107</b>	Panneau de barge	24	80	40 000	0,708	0,247
<b>CMP-108</b>	Échappement	50	80	50 000	0,600	0,509
<b>CMP-109</b>	Ponton latéral	28	80	50 000	0,641	0,308
<b>CMP-110</b>	Aileron arrière	23	80	50 000	0,708	0,100

TABLEAU MONTRANT DES EXEMPLES TYPIQUES DE DONNÉES DE COMPOSANTS AUTOMOBILES

## Component Wear vs Failure Probability

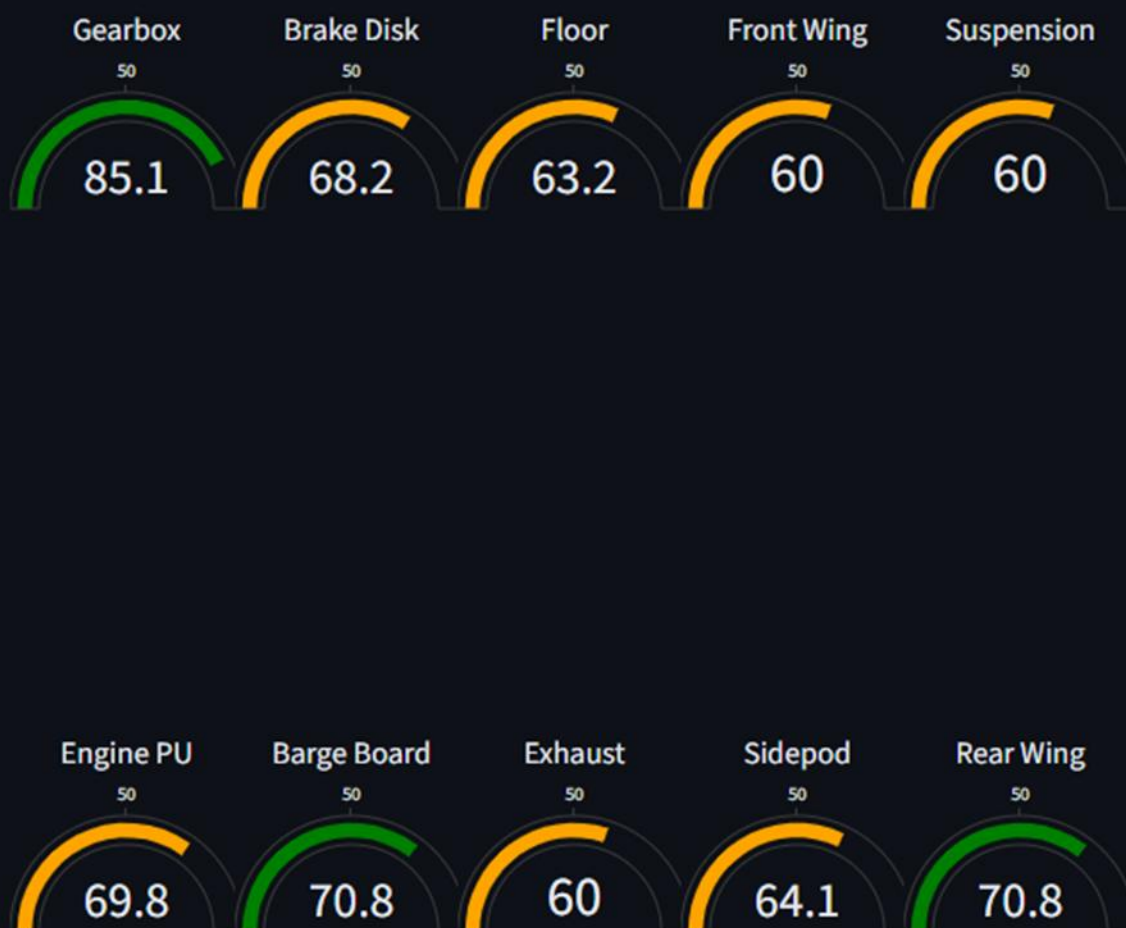


## Failure Probability by Component



**Figure 4.2.1 :** Graphique montrant la corrélation entre les cycles utilisés d'un composant et sa probabilité de défaillance, ainsi qu'un diagramme montrant la probabilité de défaillance de chaque composant.

## Reliability Score (Percentage) per Component



**Figure 4.2.2 :** Jauges indiquant le score de fiabilité de chaque composant.

## Predict failure probability and expected cost: Replace Now vs. Replace Later

Number of laps to simulate

10

### Highest-Risk Component if Replaced Later

CMP-108 (Exhaust)

0.38

↑ Expected Cost: €19087.50

### Replace Now vs Replace Later Cost



**Figure 4.2.3 :** Partie prédictive du tableau de bord des composants montrant la différence de coût entre le remplacement d'un composant maintenant et plus tard.

Vous pouvez donc constater qu'en combinant les données brutes des composants avec des calculs prédictifs, le tableau de bord transforme les chiffres statiques en informations utiles et exploitables. Ce tableau de bord permet à l'équipe de visualiser l'état actuel de chaque composant, d'anticiper les pannes potentielles et de comparer les implications financières du remplacement immédiat et ultérieur des pièces. Les fonctionnalités interactives, telles que l'ajustement du nombre de tours à simuler, démontrent comment les données en temps réel et les modèles prédictifs éclairent les décisions opérationnelles à court terme, tandis que les tendances agrégées soutiennent la planification budgétaire et des ressources à long terme. En résumé, le tableau de bord illustre la valeur fondamentale de l'informatique décisionnelle en Formule 1 : relier les données et les analyses des capteurs techniques à la prise de décisions stratégiques et orientées métier pour optimiser les performances, la fiabilité et la rentabilité.

*Pour le tableau de bord interactif complet des composants, exécutez le code Python suivant à l'aide de Streamlit sur votre ordinateur :*

[https://github.com/F1-BI-Project/F1-BI-Dashboards/blob/main/Dashboards\\_BlinF1/Dashboard\\_code/Component.py](https://github.com/F1-BI-Project/F1-BI-Dashboards/blob/main/Dashboards_BlinF1/Dashboard_code/Component.py)

*Ou vous pouvez interagir directement avec le tableau de bord en cliquant sur le lien suivant :*

<https://f1-bi-dashboards-components.streamlit.app>

### 3. Logistique et chaîne d'approvisionnement :

Côté technologie (données) : les détails de l'expédition tels que l'origine, la destination, l'ETA, le statut, les retards, les frais de transport et les transporteurs sont collectés.

Côté commercial (décision) : Les responsables logistiques doivent planifier efficacement le transport des pièces de rechange, minimiser les coûts et réduire les risques de retards, qui pourraient avoir un impact sur les opérations.

L'informatique d'entreprise comme pont : un tableau de bord d'expédition prend en charge les données d'expédition et peut visualiser :

- Répartition des retards par statut d'expédition - Coût de transport par rapport au retard, avec des points colorés par transporteur
- Un tableau récapitulatif sous forme de détails détaillés des expéditions individuelles.

Exemple de données : [https://github.com/F1-BI-Project/F1-BI-Dashboards/blob/main/Dashboards\\_BlinF1/Data\\_samples/shipments\\_example\\_data.txt](https://github.com/F1-BI-Project/F1-BI-Dashboards/blob/main/Dashboards_BlinF1/Data_samples/shipments_example_data.txt)

**Shipment\_id** : Numéro d'identification de l'expédition

**Origine** : Usine d'origine de l'expédition

**Destination** : Destination de l'expédition

**Transporteur** : Transporteur utilisé pour l'expédition

**Delay\_hours** : Heures de retard estimées

**Transport\_Cost\_EUR** : Coût total de l'expédition en euros

**Current\_status** : Statut actuel de l'expédition

ID d'expédition	Origine	Destination	Transporteur	Delay_hours	Transport_Cost_EUR	Current_status
SHIP-201	Usine en Italie	Autriche	Ligne de course	6	10 000	Retardé
SHIP-202	siège social au Royaume-Uni	Belgique	Ligne de course	6	12.500	Retardé
SHIP-203	Usine en Italie	Monaco	SpeedCargo	0	15 000	En transit
SHIP-204	Atelier de peinture France	Italie	AirFast	24	26 000	Retardé
SHIP-205	Fournisseur allemand	Italie	Ligne de course	24	10 000	Retardé
SHIP-206	Entrepôt en Espagne	Belgique	TransMoto	0	9 000	En transit
SHIP-207	Entrepôt en Espagne	Monaco	Ligne de course	12	45 000	Retardé
SHIP-208	Usine en Italie	Monaco	DHL	0	19 000	En transit
SHIP-209	Fournisseur allemand	Monaco	Transmoto	12	75 000	Retardé
SHIP-210	Usine en Italie	Pays-Bas	DHL	12	22 000	Retardé

TABLEAU PRÉSENTANT LES DONNÉES D'EXPÉDITION TYPIQUES POUR LA LOGISTIQUE



**Figure 4.3.1** : Nombre total d'expéditions, retard moyen, coût de transport maximal et transporteur le plus retardé comme principales variables interactives, et un diagramme montrant la distribution des retards par statut d'expédition.

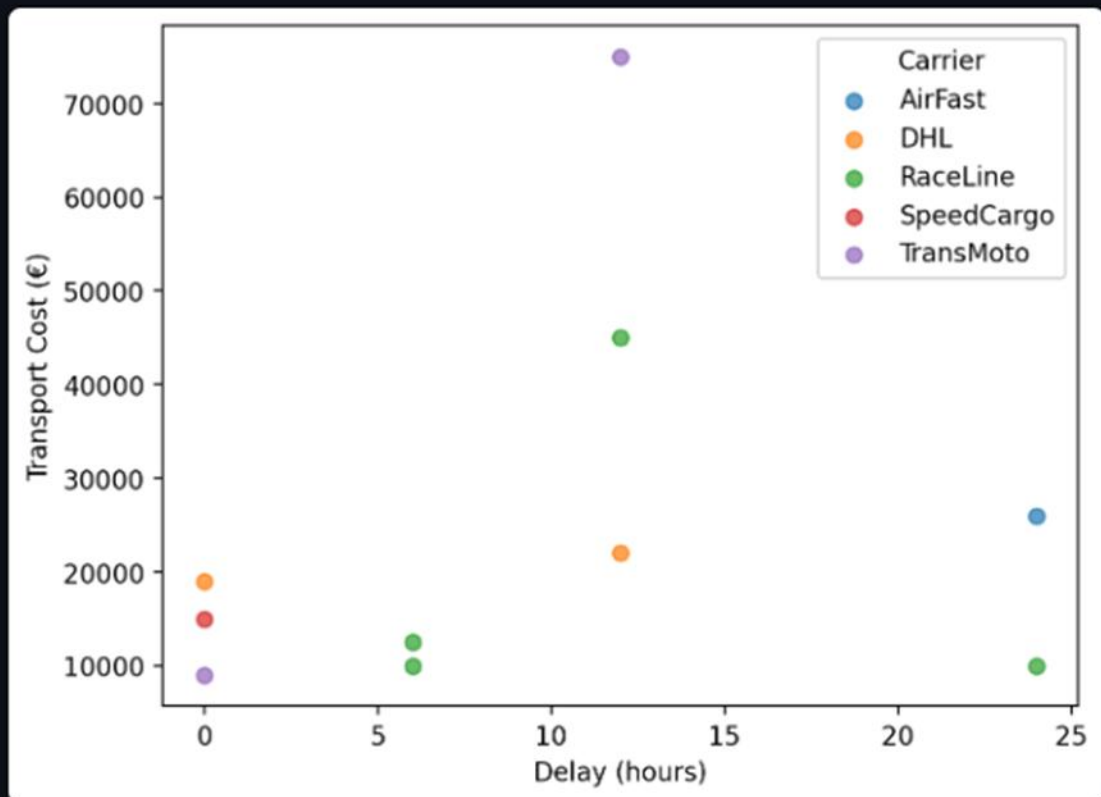
## Shipment Details

shipment_id	origin	destination	carrier	delay_hours	transport_cost_EUR	current_status
SHIP-201	Italy Factory	Austria	RaceLine	6	10000	Delayed
SHIP-202	UK HQ	Belgium	RaceLine	6	12500	Delayed
SHIP-203	Italy Factory	Monaco	SpeedCargo	0	15000	In Transit
SHIP-204	France Paintshop	Italy	AirFast	24	26000	Delayed
SHIP-205	Germany Supplier	Italy	RaceLine	24	10000	Delayed
SHIP-206	Spain Warehouse	Belgium	TransMoto	0	9000	In Transit
SHIP-207	Spain Warehouse	Monaco	RaceLine	12	45000	Delayed
SHIP-208	Italy Factory	Monaco	DHL	0	19000	In Transit
SHIP-209	Germany Supplier	Monaco	TransMoto	12	75000	Delayed
SHIP-210	Italy Factory	Netherlands	DHL	12	22000	Delayed

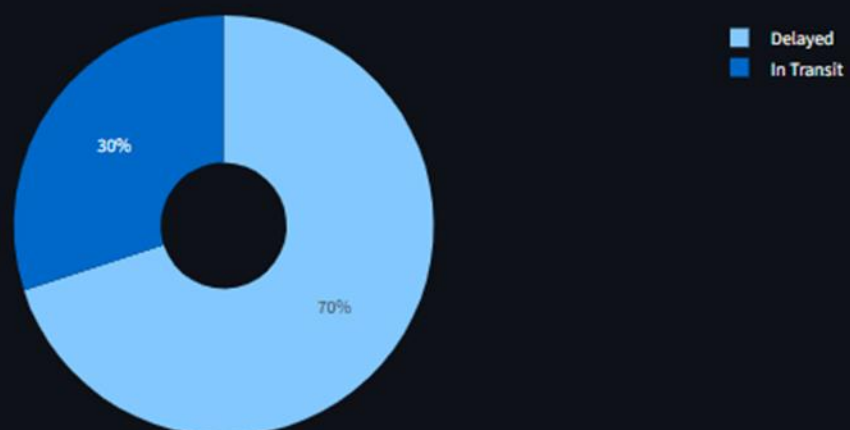
**Figure 4.3.2 :** Aperçu des données sous forme de tableau.



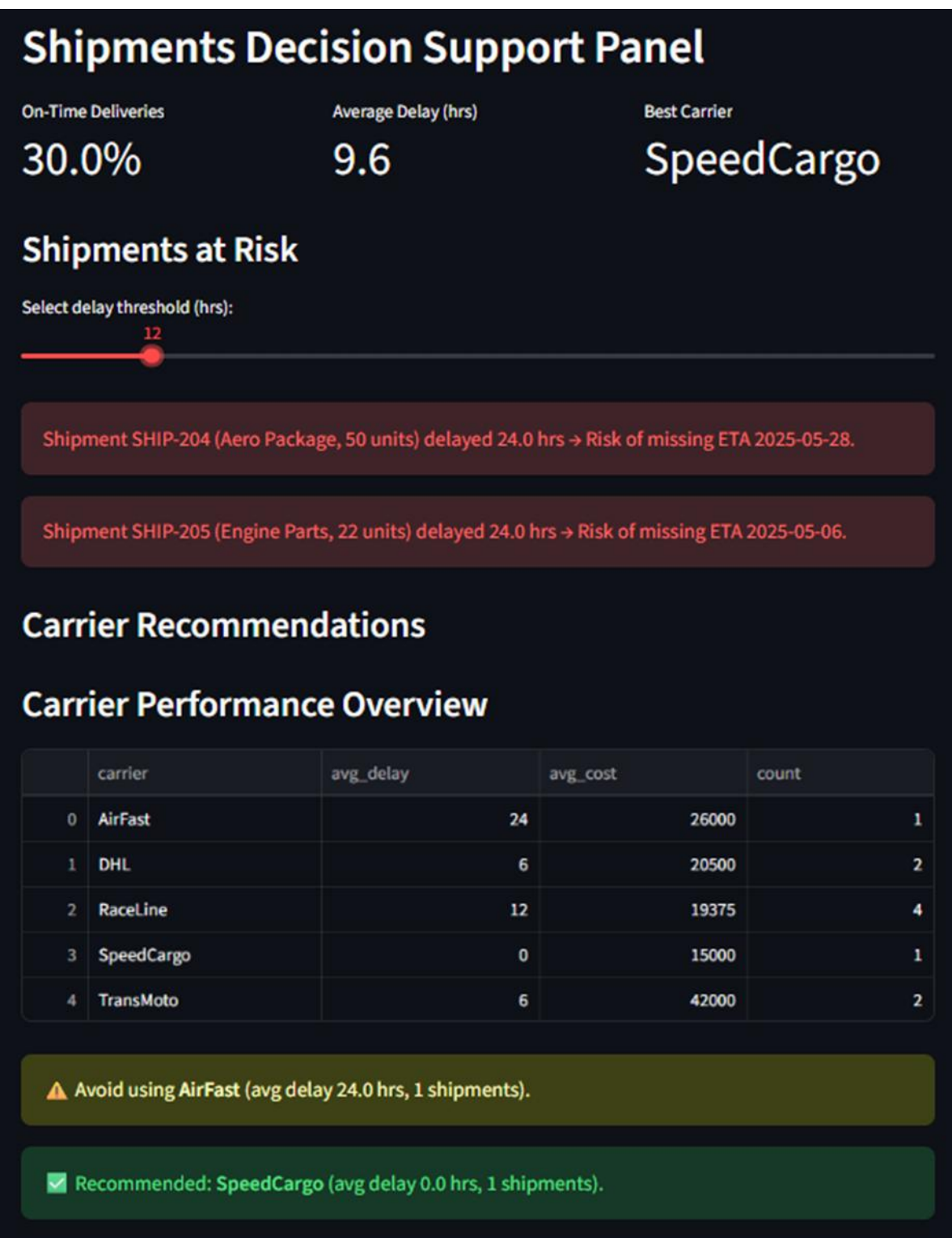
## Transport Cost vs Delay



## Shipment Status Overview



**Figure 4.3.3 :** Graphique montrant la corrélation entre le coût d'une expédition et son retard, ainsi qu'un diagramme d'aperçu de l'état de l'expédition.



**Figure 4.3.4 :** Partie prédictive du tableau de bord d'aide à la décision, présentant les expéditions à risque en fonction d'un seuil de retard. Elle inclut également une recommandation du transporteur, basée sur ses performances.

Le tableau de bord des expéditions illustre l'étendue de l'informatique de gestion au-delà de la voiture elle-même et dans l'écosystème opérationnel plus large de la Formule 1. En surveillant les retards, les coûts et les performances des transporteurs depuis une interface unique, les responsables peuvent identifier rapidement et à temps les inefficacités et les risques qui, autrement, resteraient cachés dans les données logistiques brutes, ou du moins difficiles à identifier. La possibilité de suivre la fiabilité des transports en temps réel et d'analyser les tendances à long terme permet aux équipes d'anticiper les retards, d'optimiser les itinéraires d'expédition et d'allouer les ressources plus efficacement. Cela permet de garantir que les pièces critiques arrivent au bon endroit, au bon moment et au bon coût, minimisant ainsi les risques opérationnels et préservant les performances lors des week-ends de course. Une fois de plus, nous voyons comment l'informatique de gestion transforme des données techniques fragmentées, de simples chiffres, en un outil d'aide à la décision clair qui améliore à la fois l'efficacité et la compétitivité.

*Pour le tableau de bord complet des expéditions et de la logistique, exécutez le code Python suivant avec Streamlit sur votre ordinateur :*

[https://github.com/F1-BI-Project/F1-BI-Dashboards/blob/main/Dashboards\\_BlinF1/Dashboard\\_code/Shipments.py](https://github.com/F1-BI-Project/F1-BI-Dashboards/blob/main/Dashboards_BlinF1/Dashboard_code/Shipments.py)

*Ou vous pouvez interagir directement avec le tableau de bord en cliquant sur le lien suivant :*

<https://f1-bi-dashboards-shipments.streamlit.app>

En résumé, les trois tableaux de bord (télémétrie, fiabilité des composants et expéditions) illustrent comment l'informatique de gestion transforme les données des capteurs et autres sources d'information en informations exploitables. En Formule 1, les millisecondes en piste, le cycle de vie des composants et les retards logistiques sont autant de facteurs qui influencent la performance et la compétitivité. Ce que nous avons observé ne se limite pas à la visualisation des données, mais à l'aide à la décision : recommandations pour les arrêts au stand issues des données de télémétrie et du tableau de bord, analyse coûts-risques pour le remplacement des composants, et évaluations des transporteurs pour la planification logistique.

Bien sûr, il s'agissait de petits échantillons de données aléatoires destinés à nous aider à comprendre et à comprendre le fonctionnement des systèmes. Dans la réalité, les éléments à prendre en compte sont bien plus nombreux, ce qui complexifie considérablement la prise de décision. Mais après tout, je pense que les exemples précédents, aussi simples et superficiels soient-ils, offrent des éclairages utiles qui illustrent le rôle moteur de l'informatique de gestion en Formule 1, transformant les données en connaissances et les connaissances en stratégie.

Cette capacité à relier les opérations à court terme à la planification à long terme souligne pourquoi la BI n'est pas seulement un soutien en F1, mais est essentielle pour maintenir à la fois le succès sportif et la viabilité commerciale.

## 5. DÉFIS DE L'APPLICATION DE L'INFORMATIQUE DE GESTION EN FORMULE 1

Si, dans les sections précédentes, nous avons souligné comment l'informatique décisionnelle peut aider les équipes à prendre des décisions plus judicieuses et plus rapides, sur et hors piste, la mise en œuvre de ces systèmes en situation réelle peut s'avérer bien plus complexe. On peut même dire que l'environnement à enjeux élevés de la Formule 1 est défini à la fois par sa complexité et par les conséquences de toute défaillance, ce qui impose aux équipes une extrême prudence dans la conception et l'utilisation de leurs systèmes de BI.

### *a) Protection des données sensibles :*

Cela n'a rien de surprenant, mais en Formule 1, les données constituent l'atout le plus précieux d'une équipe, et préserver leur confidentialité est crucial. Le partage d'informations, même au sein de différents services d'une même équipe, comporte un risque de fuites potentiellement exploitées par les concurrents. Par conséquent, l'exigence de confidentialité peut limiter la collaboration, ralentir l'intégration des connaissances et complexifier l'organisation. Parallèlement, les équipes doivent trouver des moyens de garantir que les bonnes personnes aient accès aux informations pertinentes au bon moment, en conciliant confidentialité et efficacité.

### *b) Combiner différents types de données :*

Comme nous l'avons vu, une équipe de Formule 1 collecte une quantité considérable d'informations : données télémétriques des voitures, historique d'usure et d'entretien des composants, budgets financiers, données logistiques et indicateurs d'engagement des sponsors. Chacune de ces sources possède son propre format, sa propre fréquence de mise à jour et son propre objectif. Les intégrer au sein d'un système unique et cohérent, capable de fournir des informations claires et exploitables, est loin d'être simple. Les équipes doivent planifier soigneusement leurs flux de données, harmoniser les formats et coordonner leurs ingénieurs, leurs stratèges et leur direction afin de garantir l'intégration parfaite de toutes les pièces du puzzle. Sans une intégration adéquate, des informations précieuses peuvent rester inexploitées, empêchant les décideurs d'avoir une vue d'ensemble et de prendre la décision optimale.

c) *Prendre des décisions en temps réel :*

La rapidité de prise de décision en Formule 1 constitue un autre défi majeur. Certains choix cruciaux, comme le timing des arrêts au stand ou la stratégie pneumatique, doivent être effectués en quelques secondes, sur la base d'informations constamment mises à jour et changeantes, comme nous l'avons vu. Les outils informatiques de gestion traditionnels sont souvent conçus pour des analyses s'étalant sur des heures, des jours, voire des semaines. Ils doivent donc être adaptés pour fournir des informations instantanées pendant une course. Les tableaux de bord doivent être intuitifs et mettre en évidence les informations les plus importantes sans submerger l'utilisateur. Les systèmes doivent également être précis et rapides, car le moindre retard ou la moindre erreur d'interprétation peuvent impacter les résultats de la course et les résultats financiers.

d) *Limites des modèles prédictifs*

Même les modèles prédictifs les plus avancés ont leurs limites. Les prévisions concernant les pannes de composants, les performances en course ou les retards logistiques ne sont évidemment jamais parfaites, et des événements imprévus, tels que des changements météorologiques soudains et des accidents en piste, peuvent rapidement fausser les prévisions. Se fier excessivement aux modèles sans jugement humain peut alors créer des angles morts et conduire à de mauvaises décisions. Les équipes de Formule 1 doivent donc s'appuyer sur l'informatique décisionnelle, en combinant des informations basées sur les données avec l'expérience et l'expertise, et rester toujours prêtes à ajuster leurs stratégies en fonction de l'évolution des conditions.

Un exemple très intéressant, survenu dans la réalité, illustre bien les limites des modèles prédictifs :

lors de la troisième séance de qualification de Singapour en 2018, l'écurie Mercedes AMG Petronas F1 avait prédit que le tour le plus rapide réalisable avec sa voiture était de 1:36:700, un résultat obtenu grâce aux simulations de l'écurie, utilisant toutes les données et supercalculateurs disponibles. Mais le tour réalisé par Lewis Hamilton (pilote Mercedes de 2013 à 2024) a déjoué toutes les attentes, réalisant un chrono impressionnant de 1:36:015, soit près de 0,7 seconde de moins que la simulation de l'écurie, ce qui représente un écart considérable en Formule 1.

Ceci n'est qu'un exemple de la façon dont les modèles prédictifs peuvent aller dans la mauvaise direction et dont, sans jugement humain, ils n'offrent pas beaucoup d'avantages.

En conclusion, si l'informatique de gestion offre des outils puissants pour optimiser les performances, réduire les risques et soutenir les décisions stratégiques, son application en Formule 1 est loin d'être simple. Les équipes doivent trouver un équilibre entre confidentialité des données et facilité d'utilisation, surmonter les défis liés à l'intégration de divers types de données, garantir des prises de décision rapides et fiables, et rester conscientes des limites des modèles prédictifs. Comprendre ces défis est essentiel pour concevoir des systèmes d'informatique de gestion non seulement techniquement avancés, mais aussi pratiques et capables de procurer un réel avantage concurrentiel sur- et hors-piste.

## 6. CONCLUSION

La Formule 1 est une vitrine convaincante de l'informatique de gestion en action. Si ce sport produit d'immenses volumes de données techniques et opérationnelles, le succès ne dépend pas des données elles-mêmes, mais de l'efficacité avec laquelle les équipes les transforment en informations exploitables qui éclairent les décisions sportives et commerciales.

L'informatique de gestion fait le lien entre la technologie brute et la gestion stratégique, permettant aux équipes d'optimiser leurs performances sur la piste tout en assurant la pérennité de l'organisation.

Pour les étudiants et les praticiens de l'informatique de gestion, je pense que la Formule 1 offre une étude de cas riche et pratique. Elle souligne l'importance d'intégrer la collecte de données, l'analyse prédictive, les systèmes d'aide à la décision et la stratégie d'entreprise dans des conditions de forte pression et en temps réel. Au-delà du sport automobile, les enseignements tirés de la Formule 1 sont transférables à tout secteur où des données complexes doivent être rapidement traduites en décisions éclairées et à enjeux élevés. En définitive, la Formule 1 illustre comment l'informatique de gestion peut transformer des chiffres bruts en avantage concurrentiel, démontrant ainsi la véritable puissance et la pertinence de cette discipline dans les environnements les plus exigeants.

## 7. Appendice

Tous les ensembles de données, le code Python et les tableaux de bord de ce projet sont accessibles au public pour exploration et développement ultérieur :

- Le référentiel complet du projet est accessible sur [GitHub](#).
- Des exemples de fichiers de données utilisés dans les tableaux de bord sont disponibles [ici](#).
- Les scripts Python pour créer les tableaux de bord interactifs peuvent être trouvés [ici](#).

### Sources:

- [Comment fonctionnent les données en Formule 1 – Racecar Engineering](#)
- [Analyse des données F1 : Transformer les performances – Catapult](#)
- [Stratégie F1 : Mercedes AMG F1](#)
- [Comment fonctionne la stratégie de course en Formule 1 – Ingénieur en sport automobile](#)
- [Des grands livres aux chronos : les métiers de la finance en F1 – Fluid Jobs](#)
- [Gestion de la logistique en F1 – Formula 1 Official](#)
- [Le plafond des coûts de la F1 décomposé](#)

### Tableaux de bord :

- [Tableau de bord de télémétrie](#)
- [Tableau de bord des composants](#)
- [Tableau de bord des expéditions](#)



### ***Une note finale personnelle***

Ce rapport reflète non seulement mon travail, mais aussi ma passion. La Formule 1 m'a toujours fasciné et l'explorer sous l'angle de l'informatique de gestion m'a permis de comprendre comment les données influencent les décisions en coulisses. Ce projet a approfondi ma passion pour ce domaine et a renforcé ma motivation à continuer d'apprendre.

J'espère que ce travail vous aidera à voir la profondeur et le potentiel de la combinaison des données et de l'innovation, et je vous encourage à interagir avec lui, à explorer le référentiel GitHub, à expérimenter les tableaux de bord et même à les développer pour rendre les modèles plus réalistes et dynamiques.

Merci de votre lecture et de m'avoir rejoint dans ce voyage en tant qu'étudiant en informatique de gestion passionné par la Formule 1.

*Abderrahmane Chakroune*