



**Université Cadi Ayyad**  
**Faculté des sciences et techniques**



**FILIERE D'INGENIEUR : ENERGIES RENOUVELABLES-MOBILITE ELECTRIQUE**

## **Projet de Fin d'Année**

Réalisé au sein de la société :



**Période de stage : Du 05/07/2023 Au 05/09/2023**

*Sujet :*

**Développement d'un outil basé sur le Machine Learning  
pour améliorer les libellés proposés dans DiagBox**  
**Automatisation d'extraction des données de diagnostic  
automobile**

**Réalisé par :**

***M. ILOU Ayyoub***

**Encadré par :**

***Mr. AMRI Yassine [Encadrant]***

***Mr. BENYAKHLAF Oussama [Parrain]***

Année Universitaire : 2022/2023

---

## Dédicace

*Je dédie cet humble travail à Dieu pour sa grâce infinie...*

*Comme marque de reconnaissance et d'amour avec honneur et plaisir je dédie*

*Ce travail :*

***À mes parents,***

*Témoignage de mon affection et gratitude pour leurs sacrifices envers mon éducation... Que Dieu vous protège.*

***Aux enseignants,***

*Grâce à votre enseignement, j'ai atteint ce niveau. Ce travail est le fruit de votre confiance et de vos efforts. Je vous en suis reconnaissant.*

***Aux amis,***

*Souvenir de notre amitié sincère.*

***À tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de Continuer...***

***Je dédie ce modeste travail***

*BOUCHIAD Ouakki*

---

## Remerciements

*Il m'est agréable de m'acquitter d'une dette de reconnaissance auprès de toutes les personnes, dont le soutien au cours de la réalisation de ce projet a favorisé son aboutissement.*

*Avant tout, mes remerciements s'adressent à monsieur **ROSTI Abdelghani**, madame **GLIOULA Chaimae**, ainsi qu'à nos responsables d'équipe COMREPA et à **SAID Youssef**, responsable du pôle APV. Leur généreuse offre de me permettre de réaliser mon stage PFA au sein de l'équipe COMREPA a été un privilège. Leur partage de savoir-faire et la mise à disposition du matériel essentiel ont grandement contribué à l'accomplissement de ce projet dans des conditions optimales, marquées par une cordiale convivialité.*

*Je tiens à exprimer ma vive gratitude envers Mr. **BENYAKHLAF Oussama** et Mr. **AMRI Yassine** pour leur encadrement, leur présence et leur patience tout au long de ma période de stage, ainsi que pour l'intérêt qu'ils ont bien voulu porter à mon travail. Leurs conseils, explications et remarques pertinentes m'ont permis d'accomplir avec succès mes missions.*

*Je remercie également tous les membres de l'équipe.*

*Je n'oublie surtout pas mes parents pour leur soutien moral et matériel, et j'ai toujours répondu présent lors de l'accomplissement de ma mission.*

*Enfin, je désire exprimer ma profonde gratitude envers l'ensemble du corps professionnel et administratif de **la faculté des sciences et techniques de Béni-Mellal**, ainsi qu'envers chaque individu ayant apporté sa contribution à la réalisation réussie de ce projet.*

---

## Résumé

Ce rapport décrit notre expérience de stage au sein de Capgemini, une société multinationale de conseil et d'ingénierie, où nous avons travaillé sur l'amélioration de l'outil de diagnostic automobile DiagBox. Notre objectif était de développer un outil en utilisant Python et des techniques d'apprentissage automatique pour optimiser la qualité des descriptions en français qui expliquent les problèmes des voitures en réparation. Nous avons automatisé le processus d'analyse préalable aux mises à jour de DiagBox en créant des scripts pour manipuler des fichiers Excel, XML et texte. Cette automatisation a permis d'accélérer et de préciser l'analyse. Notre travail vise à faciliter le travail des mécaniciens en leur fournissant des descriptions claires et concises, améliorant ainsi l'efficacité du diagnostic.

### ***Mots clés :***

Automobile, Diagnostique, Automatisation, Développement,, RCD, Analyse, Libellés, Apprentissage automatique...

---

## *Abstract*

This report outlines our internship experience at Capgemini, a multinational consulting and engineering company, where we worked on enhancing the automotive diagnostic tool DiagBox. Our objective was to develop a tool using Python and machine learning techniques to enhance the quality of descriptions in French that explain car issues during repair processes. We automated the pre-update analysis process of DiagBox by creating scripts to manipulate Excel, XML, and text files. This automation expedited and refined the analysis. Our work aims to facilitate mechanics' tasks by providing clear and succinct descriptions, thus improving diagnostic efficiency.

### ***Keywords:***

Automobile, Diagnostics, Automation, Development, OBD, Analysis, Labels, Machine Learning...

## *Table des matières*

### Table des matières

Introduction Générale.....	11
Chapitre 1 : Introduction à l'Entité d'Accueil.....	12
1    Introduction : .....	12
2    Groupe Altran : .....	12
3    Fiche technique Altran : .....	12
4    Activités : .....	13
5    Altran Maroc : .....	14
6    Organisme de l'entreprise : .....	15
7    Organisme de la direction technique : .....	16
8    Conclusion : .....	17
Chapitre 2 : Environnement Global du Projet .....	18
1    Introduction : .....	18
2    Service après-vente et développement automobile : .....	18
2.1    Description de l'équipe COMREPA : .....	18
1.2    La mission de COMREPA : .....	19
2    Mise en oeuvre et encadrement du projet : .....	20
2.1    Charte du projet : .....	20
2.2    Problématique : .....	21
2.3    Objectifs du projet : .....	22
3    Méthodologie du projet : .....	23
3.1    Chronologie : Évolution des Étapes et Avancements : .....	23
3.2    Méthodologie du projet : .....	23
4    Conclusion : .....	24
Chapitre 3 : Unité de Commande et Diagnostique pour l'Automobile .....	25
1    Introduction : .....	25
2    Unité de commande et l'architecture E/E du véhicule : .....	25
2.1    Unité de commande : .....	25
2.2    l'architecture Electrique/Electronique du véhicule : .....	27
3    Multiplexage : .....	28
4    Test de diagnostic de voiture : .....	29

4.1	Aperçu :	29
4.2	Protocole de communication UDS :	30
5	Conclusion :	33
Chapitre 4 : Outil basé sur le Machine Learning pour améliorer les Libellés Proposés dans DiagBox .....		34
1	Introduction :	34
2	Vue globale du projet :	34
2.1	Problématique :	34
2.2	L'intelligence artificielle :	34
2.3	Les Outils :	35
2.4	Le Processus :	36
3	L'acquisition de données :	37
4	La vectorisation du texte :	37
5	Le modèle de prédiction :	39
6	Logigramme d'outil :	41
7	Le déploiement du modèle :	43
8	Conclusion :	44
Chapitre 5 : Automatisation d'Extraction des Données de Diagnostic .....		45
1	Introduction :	45
2	Les outils :	45
3	La 1 <sup>er</sup> tâche d'automatisation (XML vers Excel) :	46
3.1	Conception de l'interface :	46
3.2	Développement d'algorithme :	47
4	La 2 <sup>ème</sup> tâche d'automatisation (Excel (RCD) vers Excel) :	47
4.1	Conception de l'interface :	47
4.2	Développement d'algorithme :	48
5	Conclusion :	49
Conclusion Générale .....		50
Références :		51

## Liste des figures

Figure 1 : Organisation générale de Altran Maroc .....	16
Figure 2 : Organisation de la direction technique Altran Maroc.....	16
Figure 3 : Département des systèmes intelligents .....	19
Figure 4 : Cycle en V de DiagBox .....	20
Figure 5 : Exemples d'ECUs de voiture .....	26
Figure 6 : Évolution possible des architectures E /E des véhicules .....	27
Figure 7 : Architecture E /E type orientée zone .....	28
Figure 8 : Image illustrant la solution Bosch pour les bus de données.....	28
Figure 9 : Processus de diagnostic en six étapes.....	29
Figure 10 : La topologie Client(DIAGBOX)-Server<(ECU) .....	31
Figure 11 : Structure du message de requête UDS .....	31
Figure 12 : Réponse positive de l'UDS.....	33
Figure 13 : Réponse négative de l'UDS .....	33
Figure 14 : Les types de l'AI.....	35
Figure 15 : Le processus à suivre.....	36
Figure 16 : Préparation de données.....	37
Figure 17 : La méthode de Tokenizer .....	38
Figure 18 : Exemple de vectorisation .....	38
Figure 19 : L'architecture du modèle .....	40
Figure 20 : Le Modèle Sequential.....	41
Figure 21 : L'interface graphique d'utilisateur .....	43
Figure 22 : L'ajout les données et réentraînement du modèle .....	44
Figure 23 : L'interface pour la 1ère tâche d'automatisation .....	46
Figure 24 : L'interface de la 2ème tâche d'automatisation.....	48



---

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Fiche technique de Altran Monde .....	13
Tableau 2 : Fiche technique de Altran Maroc .....	15
Tableau 3 : Charte du projet.....	21
Tableau 4 : TimeLine .....	23
Tableau 5 : Exemple de SID du protocole UDS.....	32
Tableau 6 : Les outils et les bibliothèques python .....	36
Tableau 7 : Les outils utilisés dans l'automatisation .....	45

## Liste des acronymes

Abréviation	Désignation
CRA	<i>Compte Rendu d'Analyse</i>
RCD	<i>Repair Communication Délivrable</i>
UDS	<i>Unified Diagnostic Services</i>
APV	<i>Après-Vente</i>
ECU	<i>Electronic Control Unit</i>
OBD	<i>On_Board Diagnostic</i>
RAM	<i>Random Access Memory</i>
EEPROM	<i>Electrically erasable programmable read-only memory</i>
E\E	<i>Electrique\ électronique</i>
IA	<i>Intelligence Artificielle</i>
RNN	<i>Recurrent Neural Network</i>
LSTM	<i>Long Short-Term Memory</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

---

## *Introduction Générale*

---

Notre stage se déroule au sein de la société Capgemini, c'est un Bureau d'étude multinationale d'automobile installée dans plusieurs pays dont le Maroc, Spécialement à Casanearshore-Casablanca. Sa mission principale est de fournir des services de conseil et d'ingénierie dans différents secteurs, notamment l'aérospatiale, l'automobile, les télécommunications, les sciences de la vie, l'énergie et les services financiers.

L'objectif est de créer un outil en utilisant le langage de programmation Python et des techniques d'apprentissage automatique pour rendre les descriptions fournies dans l'outil de diagnostic DiagBox plus claires et de meilleure qualité. Ces descriptions sont en français et décrivent ce qui se passe avec une voiture pendant sa réparation. Elles doivent suivre certaines règles énoncées dans un guide d'écriture pour être courtes, simples et compréhensibles par les mécaniciens.

L'une des défis réside dans la nécessité de réaliser une analyse préalable avant de développer des mises à jour pour l'outil DiagBox. Cette analyse implique la comparaison de données, une tâche qui peut être chronophage et sujette à des erreurs. Pour contourner ces problèmes, l'automatisation à l'aide du langage Python est essentielle. Cela implique la création de scripts de programmation qui vont gérer des fichiers Excel, XML et des fichiers texte pour extraire les informations nécessaires à cette analyse.

Dans le premier chapitre, nous commencerons par une brève présentation de la Société Capgemini. Le deuxième chapitre abordera les activités de l'équipe COMREPA et le contexte général du projet. Ensuite, dans le troisième chapitre, nous expliquerons l'unité de commande électronique et le diagnostic automobile. Le quatrième chapitre décrira la tâche de développement d'outil basé sur l'apprentissage automatique. Enfin, dans le dernier chapitre, nous expliquerons les outils d'automatisation.

---

# *Chapitre 1 : Introduction à l'Entité d'Accueil*

---

## 1 Introduction :

Ce chapitre vise à présenter de manière globale le groupe Capgemini Engineering, en abordant son passé, sa structure organisationnelle, ses objectifs et son approche méthodologique.

## 2 Groupe Altran :

Altran occupe une position prééminente à l'échelle mondiale dans le domaine du conseil en ingénierie et des services de recherche et développement. Son rôle consiste à encourager l'innovation sous une perspective nouvelle, en accompagnant les clients dans l'élaboration de produits et services de pointe pour l'avenir.

Le Groupe fournit un soutien complet tout au long du cycle de vie d'un projet, depuis sa conception jusqu'à son industrialisation. Altran a apporté son expertise à de grands acteurs de divers domaines depuis plus de trois décennies : aérospatiale, automobile, défense, énergie, ferroviaire, finance, sciences de la vie, télécommunications, etc. En 2017, Altran a enregistré un chiffre d'affaires de 2,282 milliards d'euros et compte actuellement plus de 33 000 employés répartis dans plus de 20 pays.

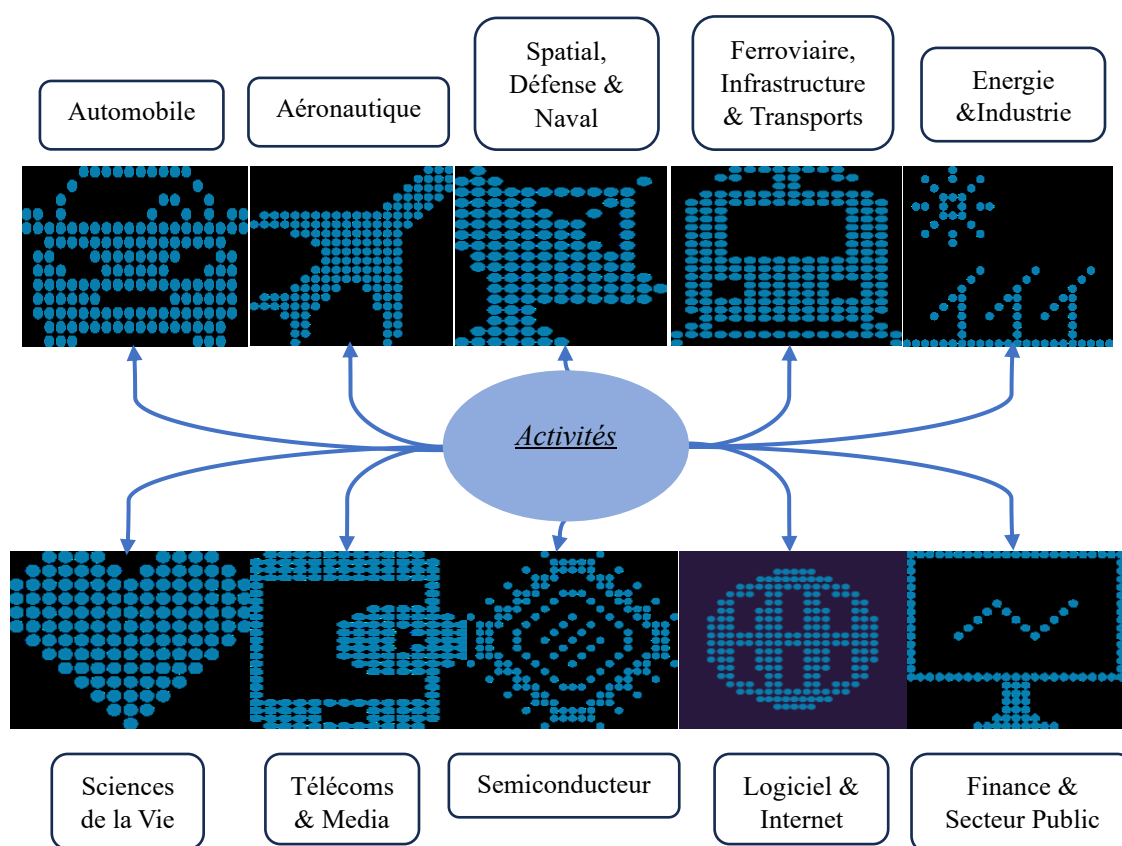
## 3 Fiche technique Altran :

Altran se positionne en tant que société de consultation dans le domaine de l'ingénierie. Elle a été établie en France en 1982 par Alexis Kniazeff et Hubert Martigny.

Tableau 1 : Fiche technique de Altran Monde

<i>Activité</i>	<i>Conseil en ingénierie avancée, R&amp;D et technologies</i>
<i>Date de création</i>	<i>2014</i>
<i>Direction</i>	<i>Aiman EZZAT, Président-directeur général du groupe Capgemini</i>
<i>Forme juridique</i>	<i>S.A à conseil d'administration</i>
<i>Chiffre d'affaires</i>	<i>2,916 Milliards d'euros en 2018</i>
<i>Adresse</i>	<i>96 Avenue Charles de Gaulle, 92200 Neuilly-sur-Seine, France</i>
<i>Téléphone</i>	<i>+33 1 46 41 70 00</i>
<i>Site web</i>	<i><a href="https://www.altran.com/fr/fr/">https://www.altran.com/fr/fr/</a></i>

#### 4 Activités :



Altran à l'échelle mondiale propose une expertise transversale via des solutions personnalisées pour divers secteurs. Altran Maroc se concentre quant à lui sur cinq domaines industriels distincts :



#### AUTOMOBIL : L'INDUSTRIE AUTOMOBILE A UN TOURNANT

Aider les clients à relever les défis d'un environnement en pleine mutation.



#### AÉRONAUTIQUE : VERS LA PROCHAINE GENERATION D'AVIONS

Aider les constructeurs à relever les défis R&D, de production et d'activité.



#### FERROVIAIRE, INFRASTRUCTURE ET TRANSPORTS : REINVENTER LA MOBILITE

Fournir des solutions high-techs pour faire avancer les entreprises.



#### SCIENCES DE LA VIE : PARTENAIRE SUR L'ENSEMBLE DE LA CHAÎNE DE SOIN

Accompagner les clients à chaque étape du cycle de vie des produits.



#### TÉLÉCOMS & MEDIA : DEVELOPPER DE NOUVELLES SOURCES DE REVENUS

Aider les opérateurs à se diversifier dans les applications et les logiciels.

## 5 Altran Maroc :

En établissant sa présence au Maroc, Altran a cherché à établir une plateforme de proximité pour soutenir l'expansion internationale du groupe, en particulier dans les domaines de l'automobile, de l'aéronautique et des transports.

En effet, notre rôle consiste à accompagner les clients d'Altran dans leurs démarches d'innovation, d'optimisation des coûts et d'expansion internationale. Notre équipe au Maroc aspire également à être un partenaire de proximité pour les grands comptes clients d'Altran présents sur le territoire national. Dans le contexte de la stratégie "émergence" initiée par le gouvernement marocain, de nombreuses entreprises étrangères en pleine croissance ont choisi de s'installer ici. Parmi celles-ci, Altran Maroc se concentre principalement sur les secteurs de l'automobile, de l'aéronautique et de l'énergie renouvelable. En outre, notre présence s'appuie sur la stratégie d'offshoring mise en place par le gouvernement, qui offre des avantages considérables en termes de compétence et de coût (spécialisation des cursus supérieurs dans les domaines de l'offshoring, programmes de formation, attractivité des rémunérations, avantages fiscaux, etc.). Altran est implantée au Maroc depuis mai 2014.

Tableau 2 : Fiche technique de Altran Maroc

<i>Activité</i>	<i>Conseil en ingénierie avancée, R&amp;D et technologies</i>
<i>Date de création</i>	<i>2014</i>
<i>Direction</i>	<i>Idriss LASRI, Directeur général d'Altran Maroc</i>
<i>Forme juridique</i>	<i>S.A à conseil d'administration</i>
<i>Chiffre d'affaires</i>	<i>2,916 Milliard d'euros en 2018 pour le groupe Altran</i>
<i>Adresse</i>	<i>1100, Bd Al Qods Sidi Maarouf, CasaNearShore 20270, Casablanca, Maroc</i>
<i>Téléphone</i>	<i>+212 5 29 01 51 01</i>
<i>Site web</i>	<i><a href="https://www.altran.com/ma/fr/">https://www.altran.com/ma/fr/</a></i>

## 6 Organisme de l'entreprise :

La structure centrale de la direction d'Altran Maroc est constituée de trois directions principales, tel qu'illustré dans le schéma ci-dessous.

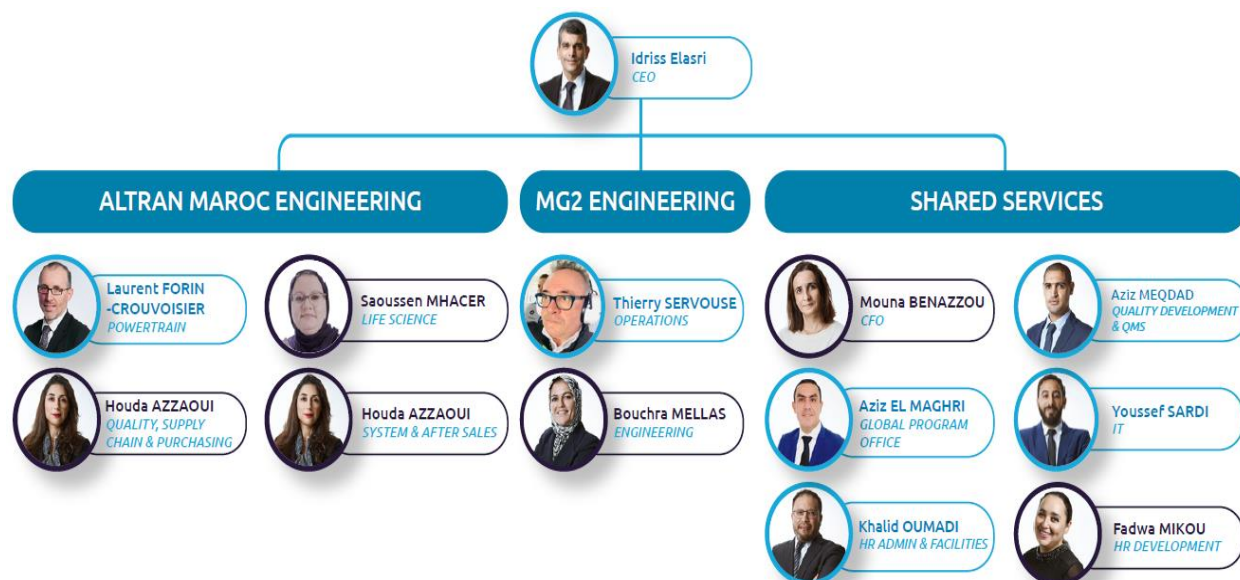


Figure 1 : Organisation générale de Altran Maroc

## 7 Organisme de la direction technique :

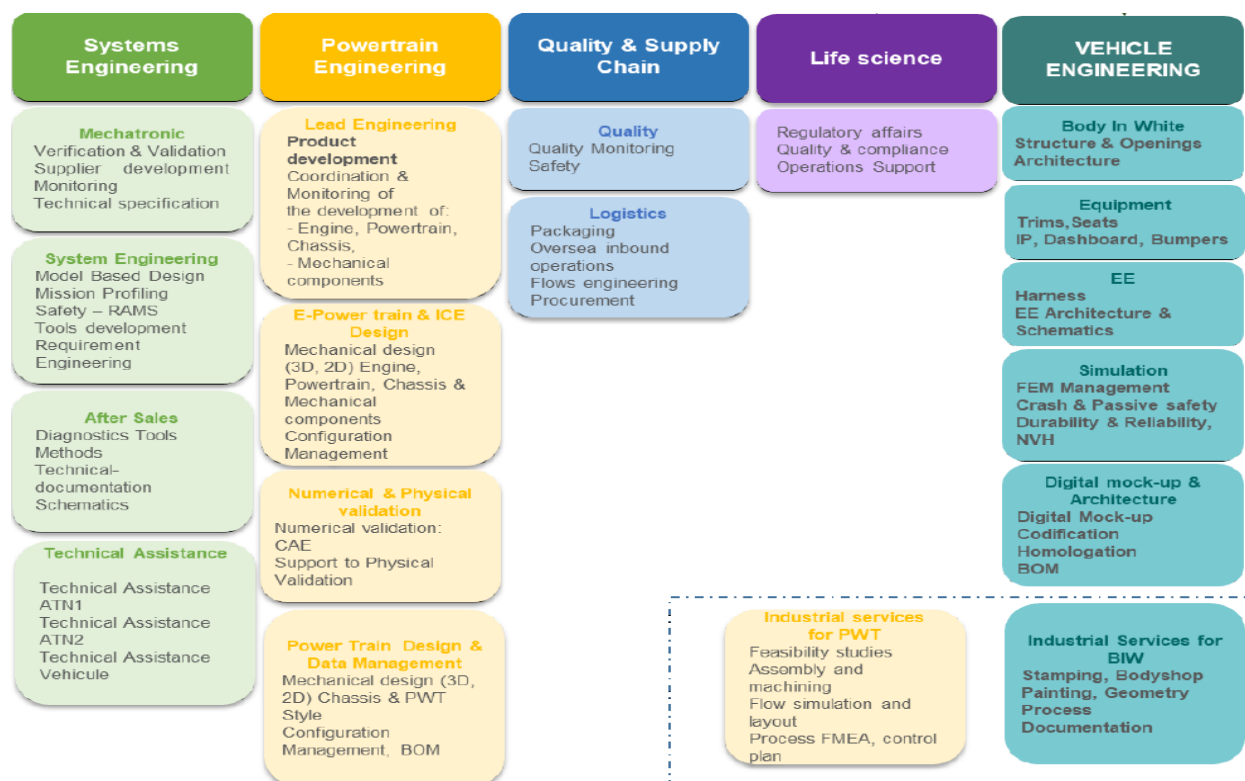


Figure 2 : Organisation de la direction technique Altran Maroc



## 8 Conclusion :

Cette section nous a offert l'opportunité de fournir une vue d'ensemble de l'entreprise Capgemini Engineering, en incluant l'acquisition d'Altran, ses opérations internationales et sa structure hiérarchique. De plus, ce chapitre a présenté une perspective holistique des missions variées de l'entreprise ainsi que de ses activités principales

---

# *Chapitre 2 : Environnement Global du Projet*

---

## 1 Introduction :

La création des outils au cœur de ce projet revêt une importance primordiale au sein de l'équipe COMREPA, visant à réduire le temps nécessaire pour obtenir des informations et à centraliser toutes les données dans un fichier compact. Ce chapitre a pour dessein d'exposer mon projet, sa problématique, les objectifs escomptés ainsi que les aspects techniques et organisationnels.

## 2 Service après-vente et développement automobile :

### 2.1 Description de l'équipe COMREPA :

Dans l'enceinte de Capgemini Engineering, au sein du domaine automobile, l'équipe COMREPA s'inscrit au sein des initiatives du département des Systèmes Intelligents, spécifiquement au sein du pôle après-vente APV. Ce groupe opère en générant les mises à jour mensuelles pour la DIAGBOX, un instrument de diagnostic au service de PSA.

Les services de COMREPA sont :

- **Analyse des données de diagnostic** : Collecte et analyse des exigences de diagnostic, conception de procédures de diagnostic, conception de demandes de communication.
- **Création et développement de logiciels** : Mise en oeuvre des spécifications de diagnostic et des exigences de programmation, production d'un outil de diagnostic qui assure la lecture des codes d'erreur, la configuration, le téléchargement, la préparation de nouveaux véhicules et la procédure de remplacement.

- **Test & Validation** : Développement de cas de test, tests unitaires, validation logicielle.

Le diagramme de la figure 4 ci-dessous montre la mise en oeuvre de l'activité COMREPA.

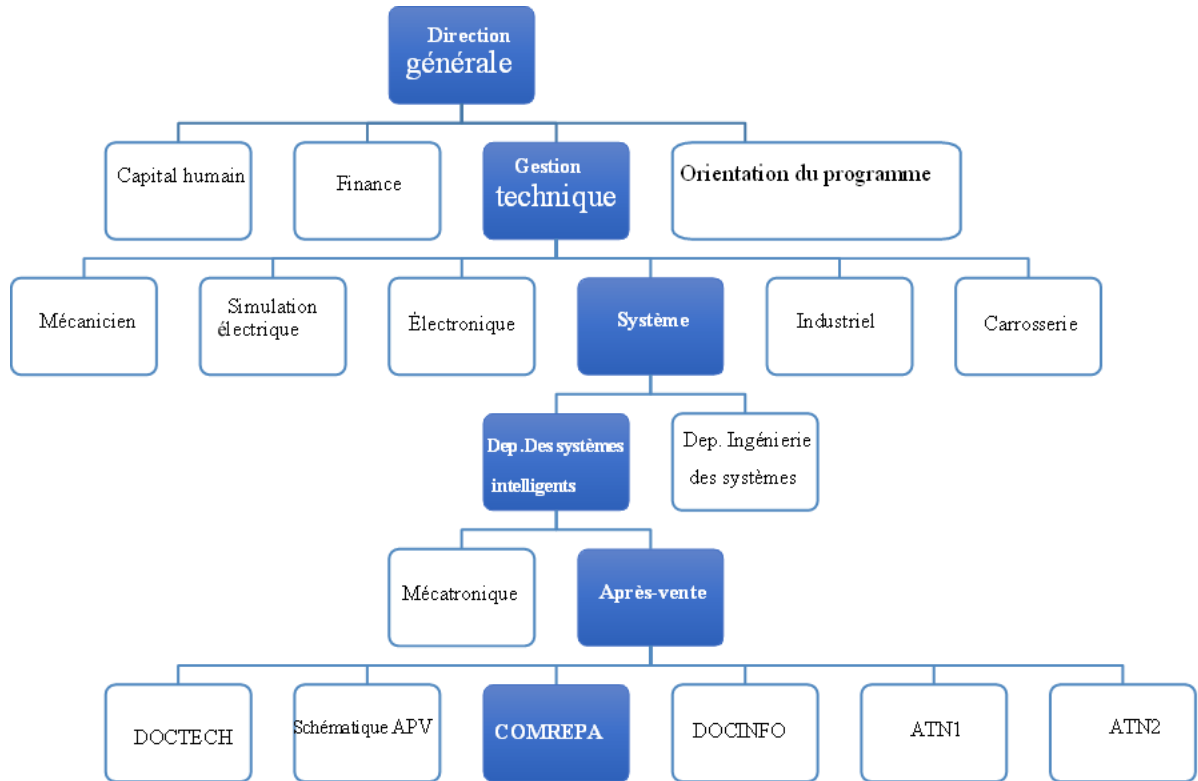


Figure 3 : Département des systèmes intelligents

## 1.2 La mission de COMREPA :

Les missions de l'équipe COMREPA sont :

**Réception des besoins** : Au cours de cette phase, l'équipe reçoit les données d'entrée, les commentaires et les exigences du message d'intérêt public du client.

**Planification** : Planification des tâches.

**Analyse** : Analyse des données d'entrée, afin de réaliser le cahier des charges (CRA/RCD) qui comprend toutes les informations nécessaires pour l'équipe de développement.

**Développement de l'outil de diagnostic** : Développement de l'outil de diagnostic à l'aide du D2Center qui regroupe tous les outils de développement des données de diagnostic.

**Test unitaire** : Test sur DIAGBOX pour vérifier la conformité des données de diagnostic développées avec les exigences (Fichier CRA).

**Validation** : Les tests de validation sont basés sur des situations réelles pour vérifier l'adéquation fonctionnelle du logiciel par rapport aux exigences souhaitées par le client.

L'approche adoptée pour le développement de l'outil de diagnostic DIAGBOX est la méthode V-cycle, résumée dans la figure suivante :

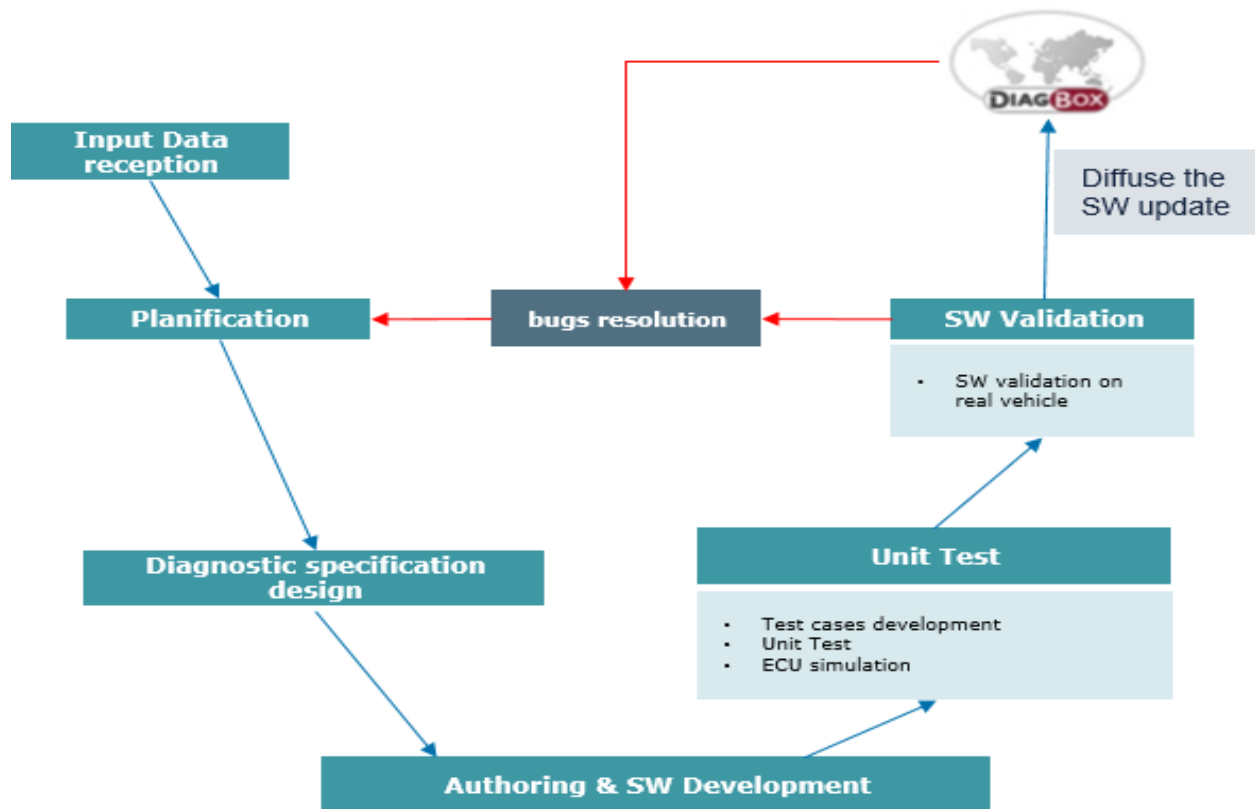


Figure 4 : Cycle en V de DiagBox

## 2 Mise en oeuvre et encadrement du projet :

### 2.1 Charte du projet :

Tableau 3 : Charte du projet

Projet :	Améliorer les libellés proposés dans DiagBox et Automatiser l'extraction des données à partir de RCD, dans le but : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Améliorer la qualité du travail</li> <li>➤ Réduire le temps et les efforts nécessaires pour réaliser l'opération d'analyse</li> </ul>
Chefs du projet :	Mr. BENYAKHLAF Oussama et Mr. AMRI Yassine
Contexte de projet :	Automatisation et améliorer des tâches effectuées manuellement en utilisant l'outil Python.
Description du projet :	
<p>❖ <b>L'équipe du projet :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ROSTI Abdelghani, Team leader</li> <li>- GLIOULA Chaimae, Team leader</li> <li>- BENYAKHLAF Oussama, Consultant</li> <li>- AMRI Yassine, Consultant</li> <li>- BOUCHIAD Ouakki</li> <li>- ILOU Ayyoub (Binôme)</li> </ul> <p>❖ <b>Responsabilités de chefs du projet :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planifier et respecter le planning</li> <li>- Trancher sur des choix techniques</li> <li>- Formaliser les besoins et contraintes du projet</li> <li>- Assurer le bon déroulement du projet</li> <li>- Communiquer avec l'équipe du projet</li> <li>- Mise à disposition et veille sur la disponibilité des données</li> </ul> <p>❖ <b>Responsabilités de l'équipe du projet :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Suivre la performance du projet</li> </ul> <p>❖ <b>Moyens matériels mobilisés :</b> Ordinateurs</p> <p>❖ <b>Calendrier du projet :</b> du 05/07/2023 jusqu'à 05/09/2023</p>	

## 2.2 Problématique :

Au sein de l'équipe COMREPA, le défi majeur consiste à surmonter les obstacles liés à l'extraction de données du fichier CRA et le fichier RCD, engendrant des pertes de temps et des erreurs potentielles. Le fichier RCD, représenté sous forme d'un fichier Excel, offre une vue globale du développement en traitant une ou plusieurs sous-familles de calculateurs, assurant ainsi la continuité des développements passés et présents.

Cette problématique prend forme dans le contexte de la collaboration avec le client STELLANTIS, qui transmet des besoins spécifiques pour l'amélioration de l'outil de diagnostic des véhicules, DIAGBOX. L'objectif est d'accroître la capacité de DIAGBOX à identifier efficacement les problèmes des véhicules en cas de dysfonctionnement, simplifiant ainsi le travail des techniciens et des garagistes pour l'analyse et la résolution des problèmes.

La problématique aussi se dessine autour de la nécessité de développer un modèle de prédiction et de correction linguistique efficace pour les phrases techniques automobiles, visant à rehausser la précision et la qualité des formulations dans le domaine automobile. Pour que les phrases proposées seront simples, claires et courtes afin que les professionnels de la réparation automobile, tels que les techniciens et les garagistes, puissent aisément comprendre la situation lors de leur communication avec les véhicules à partir l'outil DiagBox.

## 2.3 Objectifs du projet :

En vue d'assurer un bon déroulement de ce projet, on est amené à définir les objectifs à atteindre durant cette période de stage.

Parmi les objectifs attendus pour ce projet :

- Améliorer l'efficacité de l'ensemble du processus de travail.
- Réduire le temps et les efforts nécessaires pour réaliser l'opération d'analyse et extraction des données nécessaires pour le développement.
- Minimiser les erreurs humaines qui peuvent survenir lorsqu'une tâche est effectuée manuellement.
- Améliorer la qualité des libellés proposées.
- Ne pas retarder le produit pour les clients.

### 3 Méthodologie du projet :

#### 3.1 Chronologie : Évolution des Étapes et Avancements :

Avant d'explorer en détail les événements du projet, il est important d'examiner la séquence temporelle à l'aide du tableau ci-dessous :

Tableau 4 : TimeLine

Semaine	Tache :
S1	Intégration
S2-3	Tache 1 : Préparation (Data et la correction linguistique) Tache 2 : Automatisation d'extraction des données (XML vers Excel)
S4	Tache 1 : Approche de prédiction (entraînement du modèle...)
S5-6	Tache 1 : Evaluation + Déploiement (Interface utilisateur) Tache 2 : Automatisation d'extraction des données (Excel vers Excel)
S7	Tache 1 : Finalisation
S8	Documentation

#### 3.2 Méthodologie du projet :

J'ai suivi un flux de travail qui m'a permis d'accomplir mes tâches comme illustré ci-dessous :

**Planification du projet :** J'ai orchestré avec mon binôme des réunions initiales avec les superviseurs professionnels pour établir la feuille de route du projet. J'ai ensuite défini les objectifs de manière adaptable en utilisant la méthode du cycle en V.

**Avancement et suivi :** L'avancement du projet suivi de présentations programmées chaque semaine, ainsi que des réunions avec les superviseurs si nécessaire.

**Suivi du projet par le superviseur académique :** Des échanges de courriels ont assuré le suivi académique et technique par le superviseur académique.

**Rédaction du rapport de stage :** Le rapport de stage, qui résume l'expérience acquise pendant le stage, me permet de décrire et de mettre en valeur le travail accompli, la contribution du stagiaire ainsi que ses avantages.

## 4 Conclusion :

Jusqu'à présent, nous avons acquis une vision claire de la société hôte, "Capgemini Engineering", ainsi que de son lien avec l'industrie automobile, et nous avons identifié ses clients essentiels comme STELLANTIS, qui entretient une relation directe avec l'équipe COMREPA. Cette équipe s'occupe de mettre à jour mensuellement l'outil de diagnostic PSA DiagBox.

Nous avons aussi abordé le problème auquel les ingénieurs font face lors du processus de développement.



---

# *Chapitre 3 : Unité de Commande et Diagnostique pour l'Automobile*

---

## 1 Introduction :

La grande majorité des véhicules modernes sont plus informatisés que jamais. Cette informatisation permet de vérifier minutieusement les voitures avec des tests de diagnostic auto-exécutant pour maintenir le véhicule en parfait état de fonctionnement. Ces tests peuvent analyser les composants et les systèmes intégrés d'une voiture à la recherche d'erreurs ou de dysfonctionnements avant qu'ils ne deviennent vraiment dangereux.

Dans le cadre de ce chapitre, nous allons examiner en détail le processus de diagnostic automobile, y compris sa réalisation pratique et ses composantes essentielles. Cela englobe les unités de commande électronique (ECU) ainsi que la mise en réseau des véhicules. De plus, nous allons explorer les divers types de diagnostics possibles et étudier la communication entre le scanner de diagnostic et l'unité de commande électronique.

## 2 Unité de commande et l'architecture E/E du véhicule :

### 2.1 Unité de commande :

L'unité de commande électronique (ECU : Electronic Control Unit) est le composant électronique d'une voiture, sont des cerveaux électroniques qui supervisent et régulent une multitude de fonctions au sein de l'automobile moderne. Les voitures modernes ont cent ECU ou même plus. L'ECU peut manipuler un système dans un véhicule, ou plusieurs systèmes (figure 7).

## ❖ Automotive ECUs:

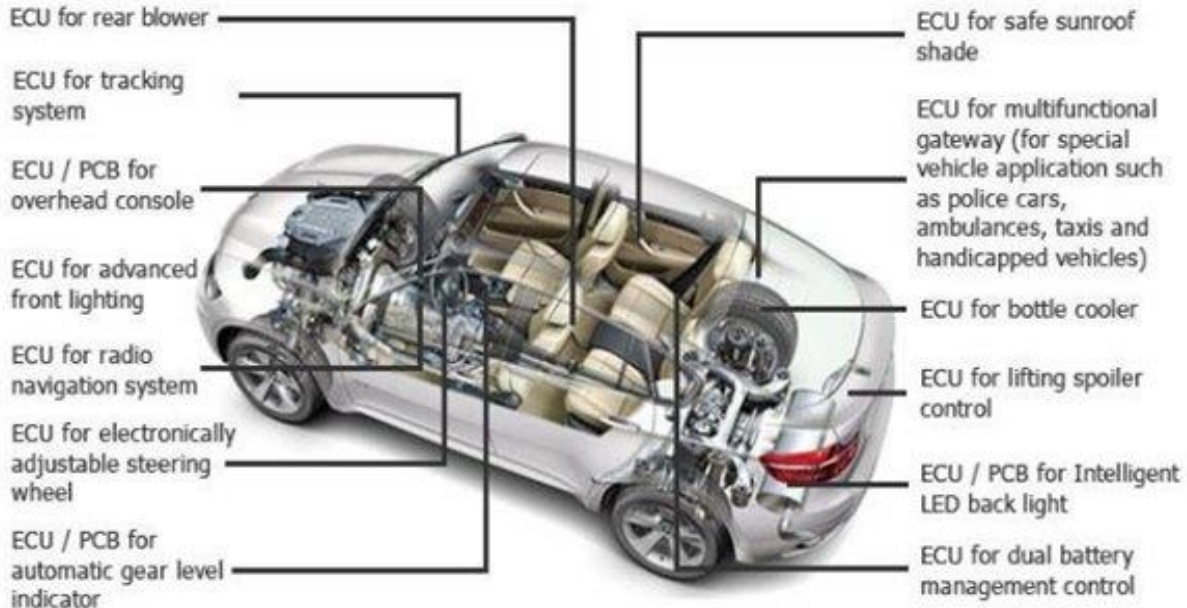


Figure 5 : Exemples d'ECUs de voiture

Les éléments matériels importants de l'ECU sont le microcontrôleur, la RAM, l'EEPROM, la mémoire Flash et les émetteurs-récepteurs de bus. Pour son logiciel, il dispose d'un chargeur de démarrage, d'un logiciel d'application et d'une identification de l'ECU & Software.

L'ECU reçoit des signaux provenant d'une ou plusieurs sources, comme par exemple le bouton de verrouillage de porte d'une voiture qui contrôle l'ECU dédié à ce verrouillage. Ces signaux peuvent être soit analogiques soit numériques. L'ECU ensuite communique avec un actionneur pour répondre aux signaux reçus.

Parmi les calculateurs les plus répandus, on trouve l'unité de contrôle moteur, le module de contrôle de carrosserie (BCM), l'unité de contrôle de transmission (TCU), le module de contrôle de groupe motopropulseur (PCM), le module de contrôle télématique et le système de gestion de la batterie. De nombreuses raisons ont conduit l'industrie automobile à utiliser des calculateurs, telles que les normes d'émission, la sécurité du conducteur et le confort.

## 2.2 l'architecture Electrique/Electronique du véhicule :

Le terme « architecture électrique/électronique » fait référence à la convergence du matériel électronique, des communications réseau, des applications logicielles et du câblage en un seul système intégré qui contrôle les fonctions du véhicule dans les domaines du contrôle, de la carrosserie et de la sécurité, de l'info divertissement, de la sécurité active, de la commodité et de la fonctionnalité de connectivité.

Plusieurs architectures modernes basées sur l'idée générale de centralisation ont progressivement remplacé les architectures décentralisées dans le but d'améliorer l'évolutivité des architectures E/E. La figure 10 illustre l'histoire et l'avenir envisagé des architectures E/E.

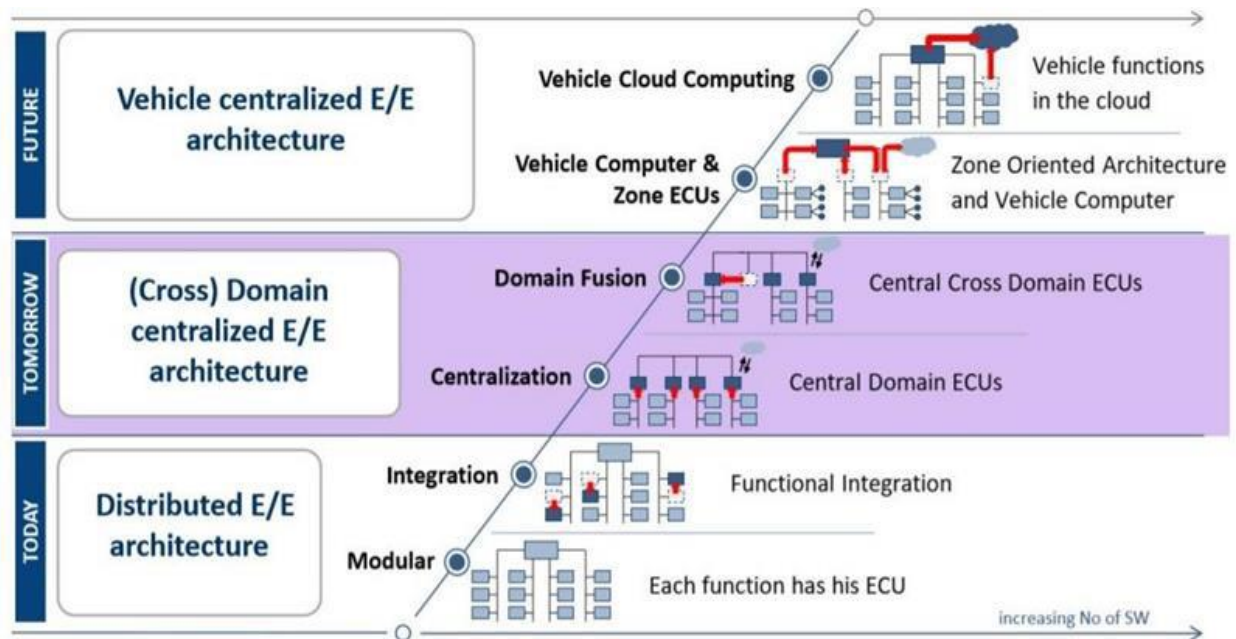


Figure 6 : Évolution possible des architectures E /E des véhicules

Les équipementiers automobiles OEM (Original Equipment Manufacturers) se concentrent actuellement sur l'idée d'intégrer plusieurs fonctions connexes dans un seul calculateur puissant. La figure 11 montre la réalisation d'une architecture orientée zone.

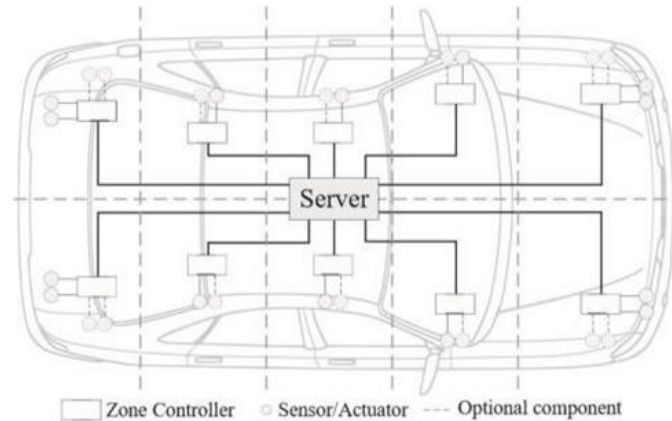


Figure 7 : Architecture E /E type orientée zone

### 3 Multiplexage :

Le multiplexage, également connu sous le nom de bus de données, est une technologie essentielle dans le secteur automobile moderne. Il permet de rationaliser la communication entre les différents systèmes électroniques embarqués d'un véhicule en utilisant un réseau commun de câblage. Plutôt que d'avoir des câbles distincts pour chaque composant, le multiplexage permet de transmettre plusieurs signaux sur un même câble, ce qui réduit la complexité du câblage et les coûts de fabrication.

Avantages du Multiplexage :

- Réduction du Câblage
- Flexibilité et Évolutivité
- Réduction des Interférences
- Meilleure Gestion de l'Énergie

#### Bosch technologies for driver assistance systems

- Surround sensors (radar, video)
- Brake control system
- Occupant safety
- Electric power steering
- CAN bus

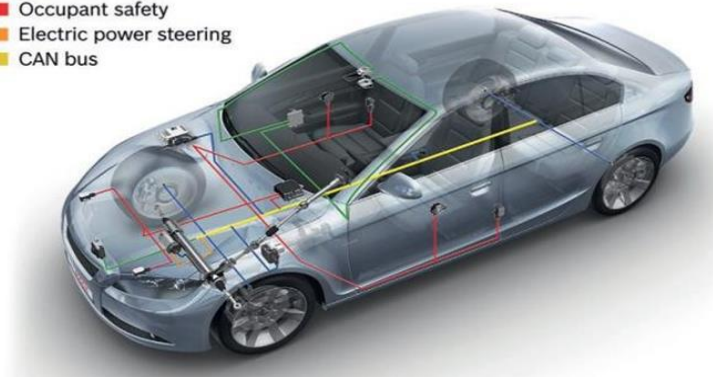


Figure 8 : Image illustrant la solution Bosch pour les bus de données

Il existe deux principaux types de multiplexage utilisés dans le secteur automobile :

- ❖ **Multiplexage Analogique** : Dans ce type de multiplexage, plusieurs signaux analogiques sont combinés et transmis sur un même câble en utilisant différentes fréquences porteuses. Cela permet de séparer les signaux au niveau du récepteur.
- ❖ **Multiplexage Numérique** : Le multiplexage numérique implique la conversion des signaux en données numériques. Ces données sont ensuite regroupées et transmises sous forme de paquets. Les protocoles de communication tels que le Controller Area Network (CAN) et le Local Interconnect Network (LIN) sont couramment utilisés pour le multiplexage numérique dans l'automobile.

## 4 Test de diagnostic de voiture :

### 4.1 Aperçu :

Un test de diagnostic automobile est une analyse numérique des différents systèmes et composants informatiques de la voiture. Les véhicules modernes sont beaucoup plus numérisés que les gens ne le pensent. Un logiciel spécialisé fonctionne chaque fois que le moteur d'une voiture est allumé pour surveiller diverses fonctionnalités et créer des rapports de données qui peuvent être collectés et analysés lors d'un test de diagnostic de voiture. (Figure 15) montre une méthode très simple du processus de diagnostic.

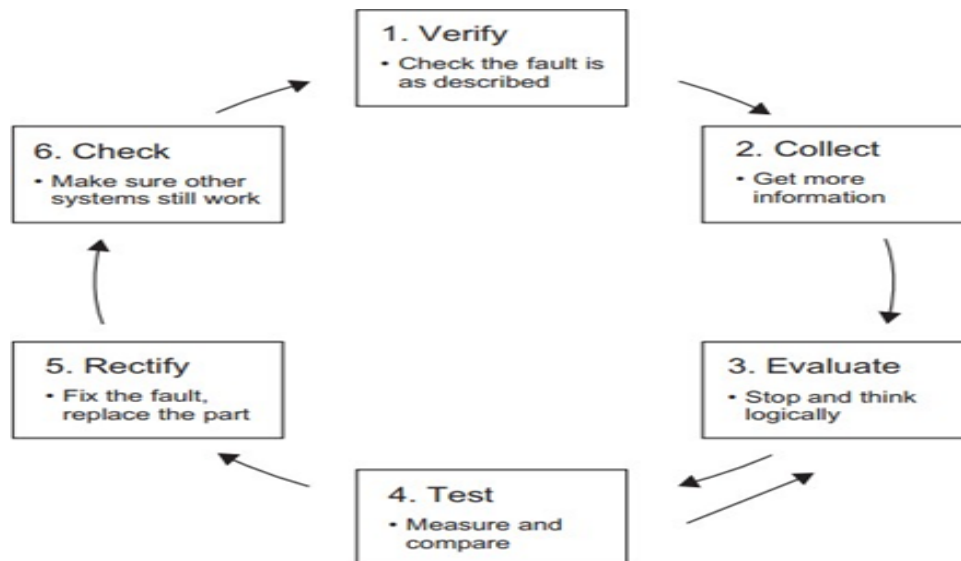


Figure 9 : Processus de diagnostic en six étapes

La boucle du test s'effectue en 6 étapes :

- **1. Vérifier** : Y a-t-il un problème, pouvez-vous confirmer les symptômes.
- **2. Recueillir** : Obtenez plus d'informations sur le problème, en observation et recherche.
- **3. Évaluer** : Arrêtez-vous et réfléchissez aux données probantes.
- **4. Test** : Effectuer d'autres tests dans un ordre logique.
- **5. Rectifier** : Résoudre le problème.
- **6. Vérifier** : Assurez-vous que tous les systèmes fonctionnent maintenant correctement.

Les tests de diagnostic de la voiture sont généralement effectués lorsque le tableau de bord d'un véhicule affiche un signal de vérification du moteur ou un autre éclairage de voyant d'avertissement. Ce qui introduit les diagnostics hors-bord et à bord du véhicule.

Alors que les protocoles de diagnostic embarqués du véhicule tels que OBD / OBD2 sont principalement chargés du diagnostic lié aux émissions, le diagnostic du véhicule hors-bord (UDS, KWP, etc.) gère les diagnostics liés à tous les autres calculateurs de véhicule.

## 4.2 Protocole de communication UDS :

L'Unified Diagnostic Services (UDS) représente un protocole de grande importance dans le domaine automobile, assurant la communication entre les systèmes de diagnostic et les calculateurs embarqués. Son rôle consiste à détecter les anomalies et à reconfigurer les calculateurs en conséquence, si nécessaire.

Dans la pratique, la communication via le protocole UDS s'opère selon un modèle client-serveur. Le client est généralement un outil de test tandis que le serveur est un calculateur embarqué dans le véhicule. Par exemple, il est possible de connecter une interface de bus CAN au connecteur OBD2 d'une voiture et d'envoyer des requêtes UDS au véhicule. Si l'unité de contrôle électronique (ECU) ciblée prend en charge les services UDS, elle répondra de manière appropriée. Cette interaction donne lieu à divers scénarios :

- La lecture et la suppression des codes de diagnostic (DTC) pour résoudre des problèmes spécifiques du véhicule.

- L'extraction des valeurs des paramètres, tels que les températures, l'état de charge et le numéro de VIN (Vehicle Identification Number), entre autres.
- L'initiation de sessions de diagnostic afin de tester des caractéristiques cruciales pour la sécurité, par exemple.
- La modification du comportement du calculateur à travers des réinitialisations, la mise à jour du micrologiciel (flashing) et la manipulation des paramètres.

En somme, le Protocole UDS assure une communication stratégique entre les outils de diagnostic et les systèmes embarqués des véhicules, facilitant ainsi le diagnostic, la maintenance et la mise à jour des calculateurs pour garantir le bon fonctionnement des véhicules modernes.

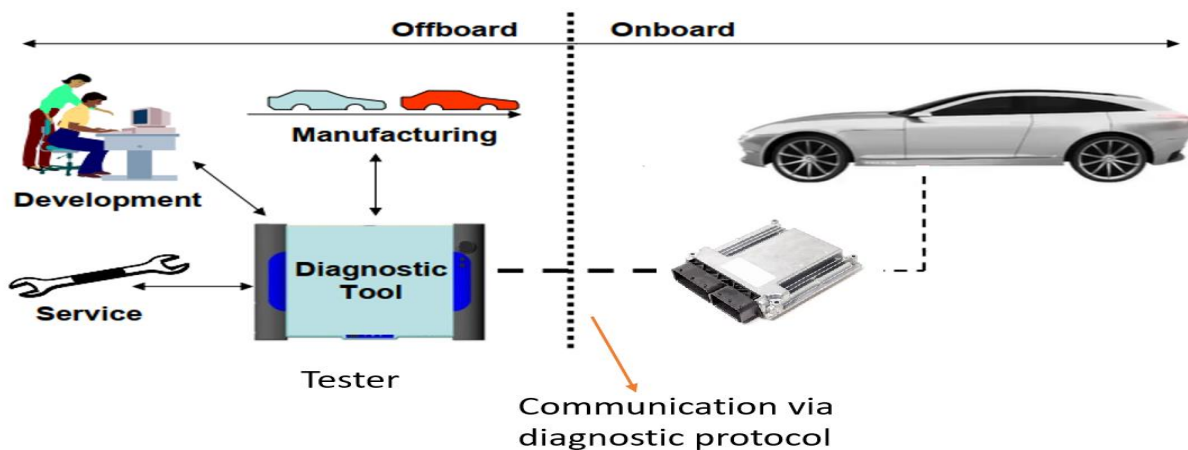


Figure 10 : La topologie Client(DIAGBOX)-Server<(ECU)

### ❖ Structure du message :

La composition du message de requête UDS présente plusieurs champs distincts. Néanmoins, l'attention se portera exclusivement sur trois éléments : l'identifiant de service (SID), l'octet de sous-fonction et les paramètres de demande de données (DID).

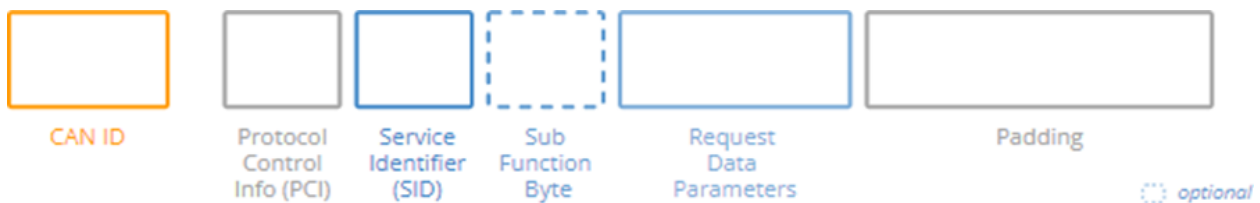


Figure 11 : Structure du message de requête UDS



- ID de service UDS (SID) : fait référence aux services que nous souhaitons utiliser. On retrouve les différents types de services dans le tableau 5.

Tableau 5 : Exemple de SID du protocole UDS

<b>SID :</b>	<b>Services :</b>	<b>Description :</b>
0x10	Contrôle de session de diagnostic	Activer différentes sessions de diagnostic à l'intérieur de l'ECU
0x11	Réinitialisation de l'ECU	Réinitialisation de l'ECU pour revenir à la session par défaut
0x27	Accès sécurisé	Limiter l'accès aux données et aux services pour prévenir les accès non autorisés
0x22	Lecture de données par identifiant	Demander des données à l'ECU ou aux ECU
0x2E	Écriture de données par identifiant	Écrire des données sur l'ECU ou les ECU
0x19	Lire les informations DTC	Lire les codes de diagnostic de panne (DTC) enregistrés dans l'ECU
0x31	Contrôle des routines	Contrôler tous les services de routine (effacement de mémoire, routines de test, etc.)

- UDS Sub Function Byte : est utilisé dans les trames de requête UDS telles que dans 0x19 service.
- UDS « Request Data Parameters » DID : ce type de paramètre de données de requête est utilisé pour fournir une configuration supplémentaire d'une demande au-delà du SID et de l'octet de sous-fonction optionnelle.

❖ **Réponse UDS positive :**



La base de réponse positive commence par le SID + 0x40, par exemple « réponse positive au service 0x22 demande contiendra la réponse SID 0x62 (0x22 + 0x40) et le DID de 2 octets, suivi de la charge utile de données réelle pour la demande DID Figure 12. En règle générale, la structure d'un message de réponse UDS positif dépend du service.

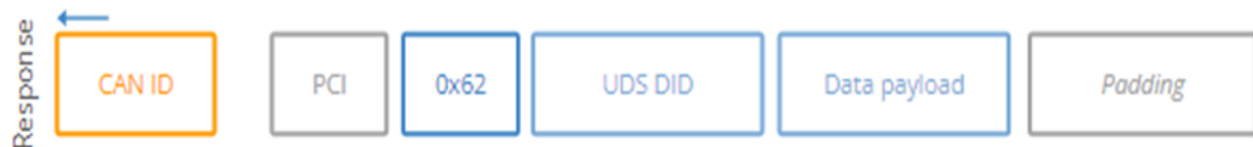


Figure 12 : Réponse positive de l'UDS

#### ❖ Réponse UDS négative :

Dans certains cas, un calculateur peut fournir une réponse négative à une requête UDS, par exemple, si le service n'est pas pris en charge. Le SID est toujours 0x7F suivi du SID rejeté et du code de réponse négative (NRC) Figure 13.

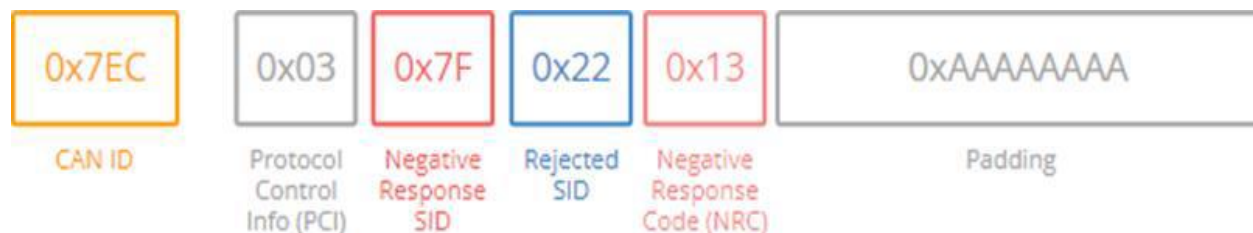


Figure 13 : Réponse négative de l'UDS

## 5 Conclusion :

Dans le présent chapitre, nous avons examiné les diverses modalités de diagnostic ainsi que leurs protocoles opérationnels. Par ailleurs, nous avons abordé le concept fondamental au sein du projet UDS. Nous allons désormais explorer l'outil Diagbox Tester, son processus de développement, et comprendre comment COMREPA le déploie et le développe en l'absence d'un calculateur physique réel.

---

## *Chapitre 4 : Outil basé sur le Machine Learning pour améliorer les Libellés Proposés dans DiagBox*

---

### 1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous aborderons le domaine du Machine Learning. De plus, nous explorerons la méthodologie derrière le choix optimal d'un modèle et la création d'une interface utilisateur pour un déploiement efficace.

### 2 Vue globale du projet :

#### 2.1 Problématique :

Nous avons pour mission de développer un module en apprentissage automatique capable de vérifier si les phrases fournies par les utilisateurs sont grammaticalement et techniquement correctes. Pour clarifier, notre entreprise met à notre disposition un ensemble de données contenant des phrases correctes que nous devons utiliser pour entraîner notre module. Ainsi, lorsque n'importe quel ingénieur de l'entreprise saisit une phrase en français décrivant le message de l'ECU (Unité de Contrôle Électronique), notre module devrait être en mesure de déterminer sa justesse linguistique et technique.

#### 2.2 L'intelligence artificielle :

L'intelligence artificielle (IA) désigne un domaine de la science informatique qui se concentre sur la création et le développement de systèmes et d'algorithmes capables de simuler des processus cognitifs humains tels que l'apprentissage, la résolution de problèmes, la prise de

décision et la reconnaissance de modèles. L'objectif de l'IA est de permettre aux machines d'accomplir des tâches qui exigeraient normalement l'intelligence humaine, en utilisant des méthodes telles que l'apprentissage automatique, les réseaux neuronaux artificiels et le traitement du langage naturel.

L'apprentissage automatique, une branche de l'intelligence artificielle, se divise en plusieurs types majeurs. L'apprentissage supervisé implique l'entraînement d'un modèle sur des données étiquetées afin de prédire de nouvelles étiquettes. L'apprentissage non supervisé explore les schémas intrinsèques des données non étiquetées pour découvrir des structures cachées. L'apprentissage par renforcement consiste à entraîner des modèles à prendre des décisions optimales en interagissant avec un environnement. Ces approches diverses permettent de résoudre une gamme étendue de problèmes, de la classification à la recommandation en passant par la génération de contenu.

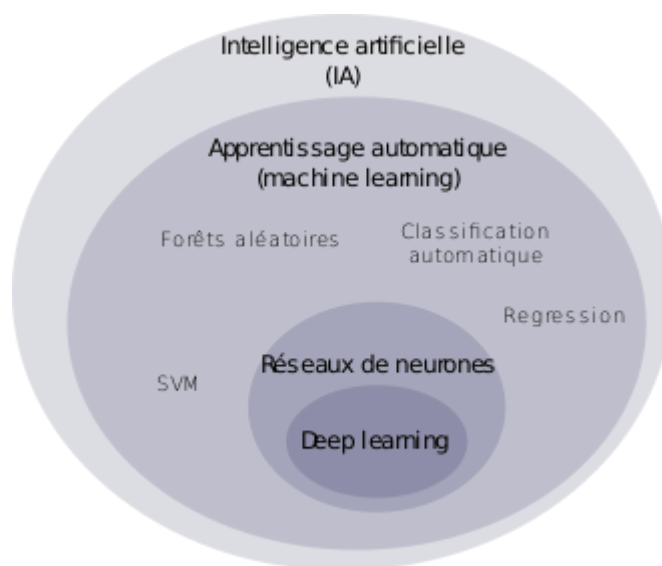






Figure 14 : Les types de l'AI

## 2.3 Les Outils :

Durant le développement de cet outil, nous avons exploité des outils et bibliothèques Python essentiels au projet. Ces ressources ont joué un rôle crucial en accélérant le processus de création, en garantissant la robustesse des fonctionnalités et en assurant la pérennité de l'application développée.

Tableau 6 : Les outils et les bibliothèques python

	Grâce à ses fonctionnalités, nous avons pu réaliser l'analyse de données textuelles de manière efficace et exécuter l'entraînement des modèles de machine Learning.
	Pour élaborer l'interface utilisateur, PyCharm a facilité la conception et la personnalisation de cette interface.
	Afin de concevoir, entraîner et déployer le modèle de machine Learning.
	L'utilisation de PyQt5 pour l'interface utilisateur s'est avérée avantageuse, offrant une création rapide d'interfaces sophistiquées grâce à sa documentation complète, sa grande communauté de développeurs, et son intégration harmonieuse avec Python.

## 2.4 Le Processus :

Avant de créer un modèle de machine Learning, il est crucial de suivre une étape par étape. D'abord, il faut rassembler les données. Ensuite, il faut examiner et préparer soigneusement ces données pour choisir le meilleur modèle de prédiction. Enfin, on crée une interface utilisateur à la fin du processus.

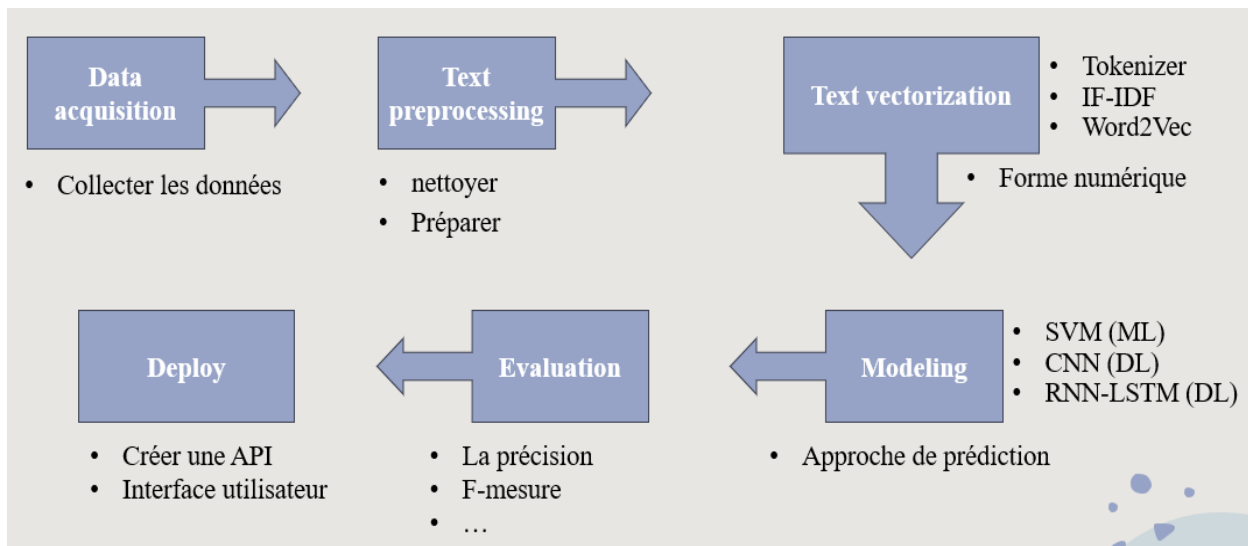


Figure 15 : Le processus à suivre

### 3 L'acquisition de données :

Dans la phase d'acquisition de données, l'entreprise nous fournit des données sous forme de texte, comprenant exclusivement des phrases en français valides. Cependant, le nombre de phrases valides se révèle insuffisant pour assurer un entraînement optimal du module. Ainsi, afin de renforcer le processus d'entraînement, nous avons généré des phrases invalides à partir des phrases fournies (Phrases valide et un guide rédactionnel). Par la suite, nous avons fait appel à les bibliothèques Python Pandas et Openpyxl pour le traitement de ces données. Cette étape s'est avérée essentielle afin de parvenir à un équilibre et une libération appropriés des données. Une fois cette préparation achevée, nous avons organisé ces phrases au sein d'un fichier Excel, comprenant deux colonnes distinctes : l'une pour la phrase elle-même et l'autre pour la classification de la phrase en tant que correcte ou non. Pour les phrases incorrectes, la colonne de classification contient une valeur numérique comprise entre 0 et 0,15, tandis que les phrases correctes se voient attribuer une valeur numérique entre 0,85 et 1.

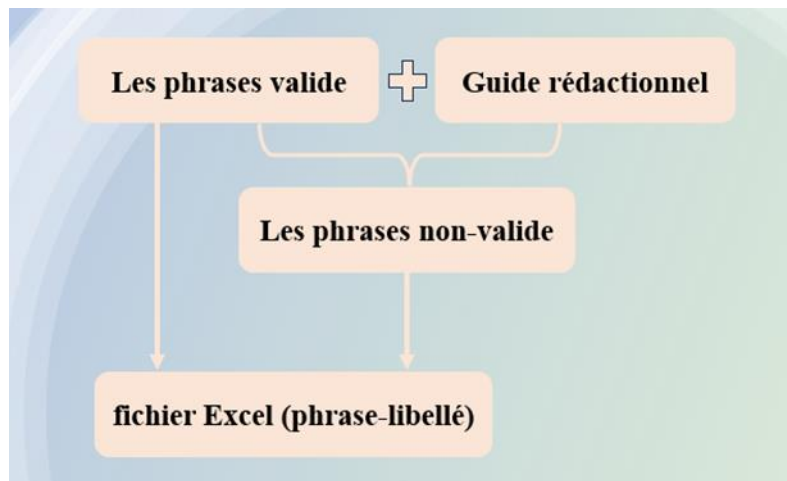


Figure 16 : Préparation de données

### 4 La vectorisation du texte :

Le traitement des données textuelles vise à les transformer en une forme cohérente et structurée, ce qui améliore les performances et la généralisation du modèle.

La tokenisation implique de subdiviser une séquence en éléments distincts, appelés jetons, qui généralement correspondent à des mots, des nombres et/ou des symboles de ponctuation. Pour

faciliter la préparation du texte en vue de son utilisation dans les modèles textuels, le package `tensorflow_text` propose divers tokenizers. En effectuant la tokenisation directement dans le graphe TensorFlow, les disparités entre les étapes d'entraînement et d'inférence ainsi que la gestion de scripts de prétraitement deviennent superflues.

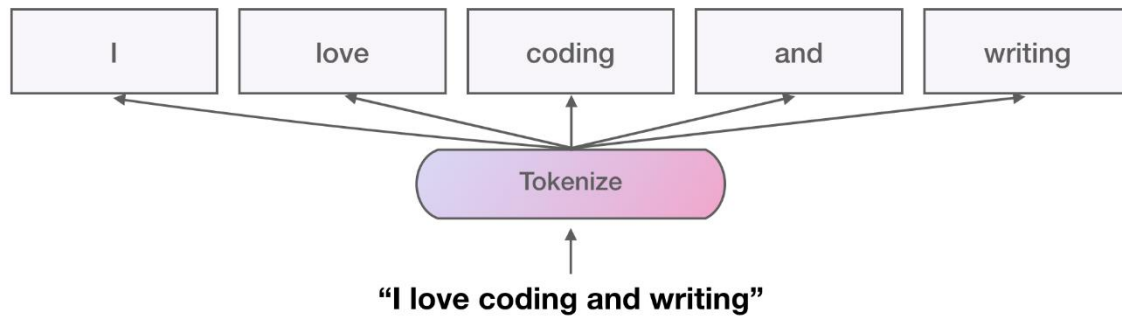


Figure 17 : La méthode de Tokenizer

La phase de vectorisation des phrases revêt une importance clé dans notre projet. Elle transforme les phrases en représentations numériques compréhensibles par les algorithmes d'apprentissage automatique. En utilisant des techniques de traitement du langage naturel, nous créons des vecteurs de mots qui saisissent les significations et relations entre les termes. Cette étape renforce la capacité de notre module à distinguer les phrases correctes des incorrectes, renforçant ainsi l'efficacité de notre système de vérification.

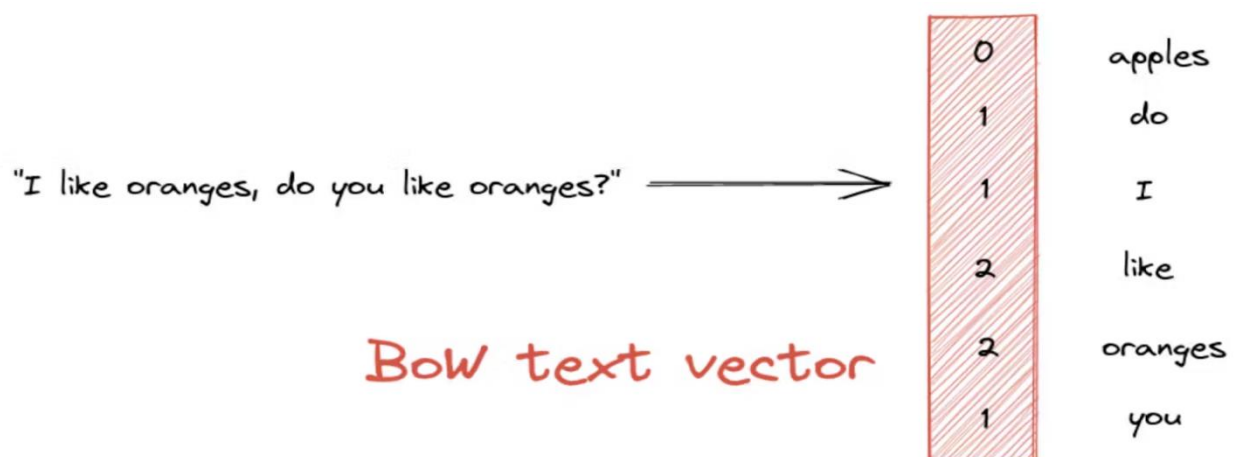


Figure 18 : Exemple de vectorisation

## 5 Le modèle de prédiction :

Les réseaux LSTM (Long Short-Term Memory) sont une architecture de réseau de neurones récurrents (RNR) conçue pour surmonter les limites des RNR traditionnels en capturant les dépendances à long terme et en évitant le problème du gradient qui s'estompe. Les LSTM sont particulièrement efficaces pour les tâches impliquant des séquences de données, comme le traitement du langage naturel et l'analyse de séries temporelles.

Au cœur de l'unité LSTM, on retrouve trois composants principaux : l'état de la cellule, la porte d'entrée (input gate) et la porte de sortie (output gate). Voici une explication simplifiée de son fonctionnement :

- **État de la cellule** : L'état de la cellule agit comme un tapis roulant parcourant toute la séquence, permettant aux informations pertinentes de circuler tout en empêchant les données non pertinentes de perturber le processus d'apprentissage.
- **Porte d'entrée** : La porte d'entrée décide quelles informations de l'entrée actuelle et de l'état caché précédent doivent être ajoutées à l'état de la cellule. Elle calcule une valeur candidate puis met à jour l'état de la cellule.
- **Porte d'oubli** : La porte d'oubli décide quelles informations de l'état de la cellule doivent être oubliées. Elle détermine quelles parties de l'état de la cellule précédent sont inutiles pour l'étape temporelle actuelle.
- **Porte de sortie** : La porte de sortie décide de la sortie finale en fonction de l'entrée actuelle et de l'état de la cellule mis à jour. Elle combine l'état de la cellule avec l'entrée actuelle et l'état caché précédent pour produire la sortie de l'étape temporelle actuelle.

La capacité des LSTM à ajouter, supprimer et mettre à jour sélectivement les informations de l'état de la cellule leur permet de capturer les dépendances à long terme dans les séquences. Cela en fait des candidats adaptés pour les tâches où la compréhension du contexte sur de plus longues distances est cruciale.

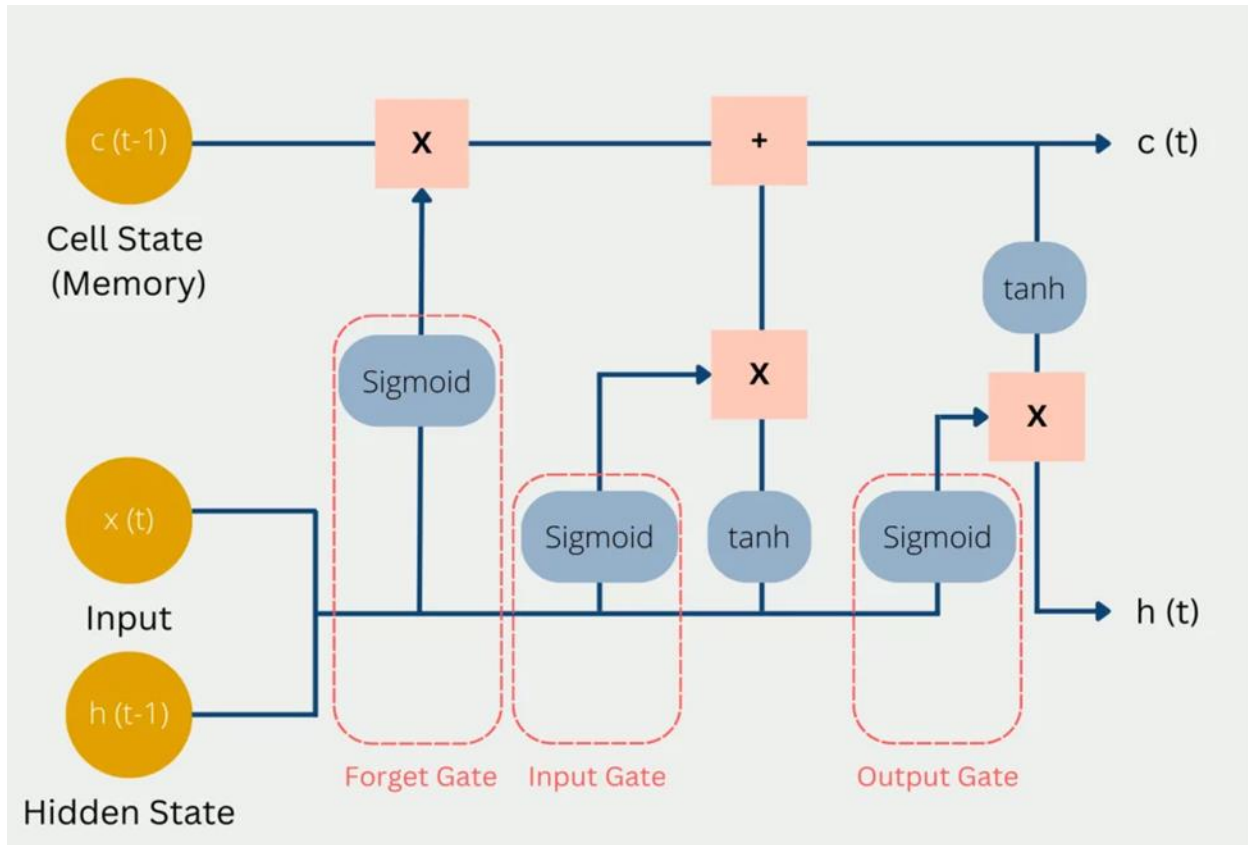


Figure 19 : L'architecture du modèle

Les Réseaux de Neurones Récurrents (RNN), en particulier les Long Short-Term Memory (LSTM), excellent dans le traitement du texte en raison de leur capacité à capturer les dépendances séquentielles à travers le temps. Les LSTMs sont conçus pour mémoriser et oublier des informations sur de longues séquences, évitant ainsi les problèmes de vanishing gradient. Leur architecture permet de modéliser efficacement les relations complexes entre les mots, ce qui en fait des choix puissants pour des tâches telles que la génération de texte, la traduction et la classification du texte.

#### ❖ La structure de modèle utilisé :

Ce modèle séquentiel est composé de trois couches principales :

- **Embedding Layer :** Cette couche gère l'encodage des mots en vecteurs de taille 100, permettant au modèle de comprendre la sémantique des mots dans le texte. La forme de sortie est (None, 61, 100), indiquant une séquence de 61 mots avec des vecteurs de 100 dimensions pour chaque mot. Le nombre total de paramètres est de 850,900.



- **LSTM Layer** : La couche LSTM (Long Short-Term Memory) joue un rôle clé dans la compréhension des séquences. Elle réduit la séquence de mots en une représentation de 64 dimensions, capturant ainsi les dépendances temporelles dans le texte. Cette couche ajoute 42,240 paramètres.
- **Dense Layer** : La dernière couche est une couche dense avec une sortie de dimension 1, visant à produire une prédiction binaire (peut-être une classification binaire). Elle ajoute 65 paramètres.

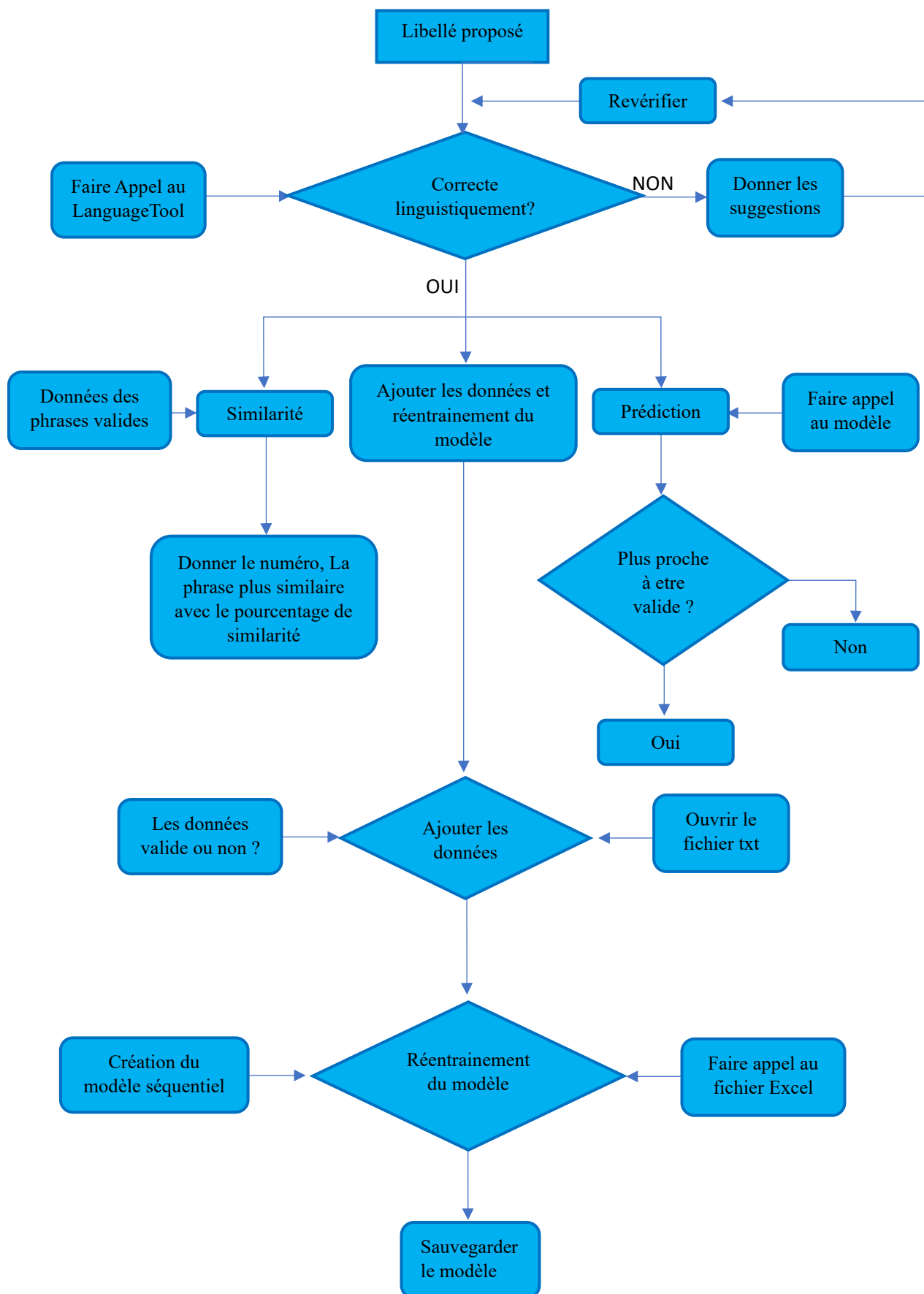
Le modèle a un total de 893,205 paramètres à entraîner. Les paramètres entraînaux représentent la somme totale des paramètres de toutes les couches. Cette architecture combine un traitement efficace des séquences, de la sémantique des mots et de la prédiction binaire, ce qui en fait un choix adapté pour des tâches telles que la classification de texte.

Model: "sequential"

Layer (type)	Output Shape	Param #
embedding (Embedding)	(None, 61, 100)	850900
lstm (LSTM)	(None, 64)	42240
dense (Dense)	(None, 1)	65
Total params: 893,205		
Trainable params: 893,205		
Non-trainable params: 0		

Figure 20 : Le Modèle Sequential

## 6 Logigramme d'outil :



## 7 Le déploiement du modèle :

Le déploiement d'une interface graphique revêt une importance capitale en garantissant une expérience conviviale et flexible pour les utilisateurs. En offrant un accès facile aux fonctionnalités, il simplifie l'interaction tout en favorisant l'adaptabilité aux besoins changeants. Ainsi, une mise en place efficace de l'interface graphique décuple la facilité d'utilisation et accroît la flexibilité, renforçant ainsi la satisfaction des utilisateurs.

Voilà l'interface graphique d'utilisateur :

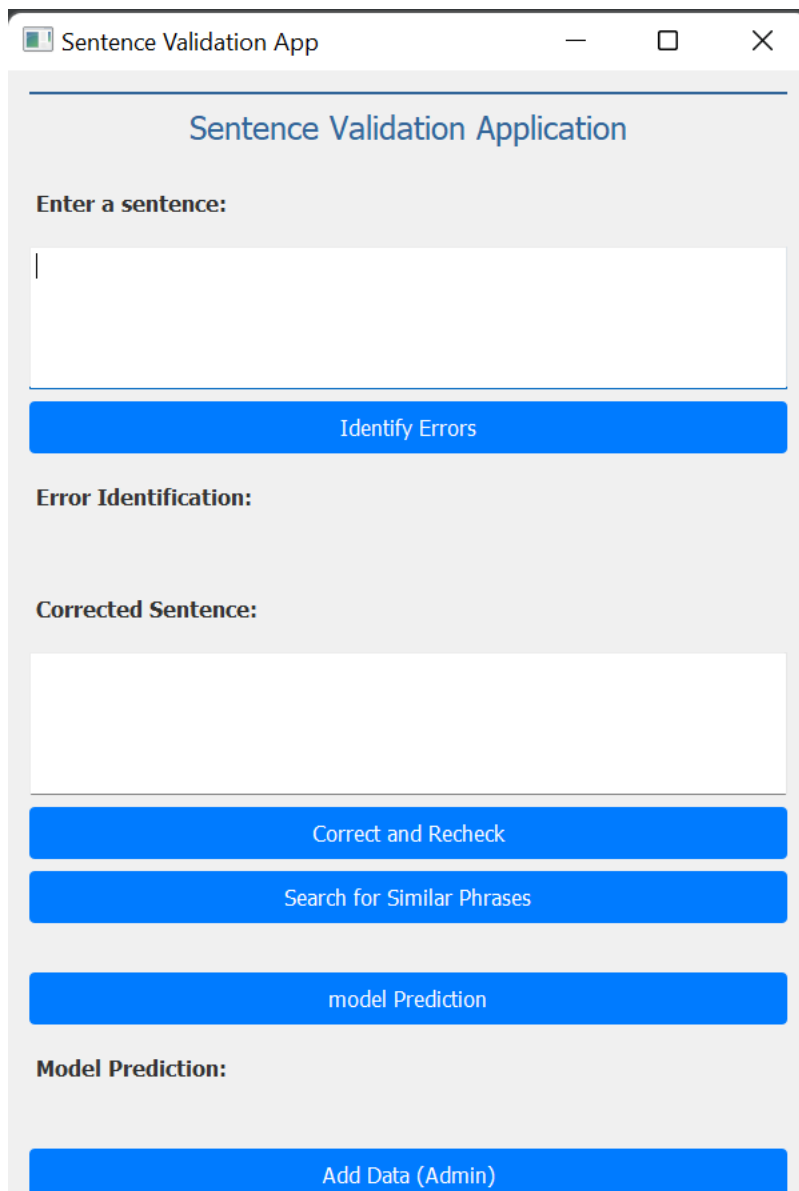
The image shows a web application window titled "Sentence Validation App". The interface is clean and modern, with a light gray background and blue accents. At the top, the title "Sentence Validation Application" is displayed in a blue font. Below this, there is a section labeled "Enter a sentence:" with a large white text input field. Underneath the input field is a prominent blue button labeled "Identify Errors". Following this button, there are three more sections, each with a label and a corresponding blue button: "Error Identification:" with a button labeled "Correct and Recheck", "Corrected Sentence:" with a button labeled "Search for Similar Phrases", and "Model Prediction:" with a button labeled "model Prediction". At the very bottom of the interface is a blue button labeled "Add Data (Admin)". The overall layout is vertical and intuitive, guiding the user through the sentence validation process.

Figure 21 : L'interface graphique d'utilisateur

L'utilisateur entre une phrase et vérifie si elle contient des erreurs. S'il y en a, il les corrige en utilisant les suggestions jusqu'à ce que la phrase soit exempte d'erreurs. Ensuite, s'il souhaite trouver la phrase la plus proche parmi les données valides existantes, il clique sur le bouton de similarité. Pour évaluer le degré de validité et d'acceptabilité de la phrase, il appuie sur le bouton de prédiction.

Si de nouvelles données sont disponibles, l'utilisateur peut cliquer sur le bouton 'Ajouter des données' pour incorporer un fichier Excel contenant ces informations, puis procéder à la réentraînement du modèle.

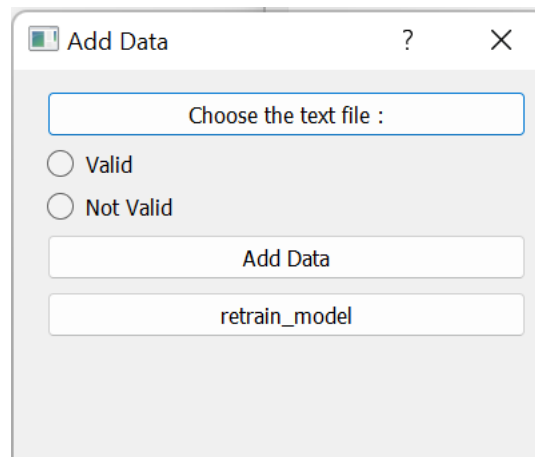


Figure 22 : L'ajout des données et réentraînement du modèle

## 8 Conclusion :

Ce segment détaille les étapes engagées dans la création de l'outil de validation, couvrant la préparation des données, la conception du modèle LSTM, et en concluant avec la présentation de l'interface graphique.



# Chapitre 5 : Automatisation d'Extraction des Données de Diagnostic

## 1 Introduction :

Le but de ce chapitre consiste à présenter les instruments essentiels en vue de créer la conception de l'application d'automatisation à l'aide de Python, en plus de détailler l'algorithme élaboré et l'interface graphique associée.

## 2 Les outils :

Tableau 7 : Les outils utilisés dans l'automatisation

	Pour élaborer l'interface utilisateur et manipuler les fichiers, PyCharm a facilité la conception et la personnalisation de cette interface.
	L'utilisation de PyQt5 pour l'interface utilisateur s'est avérée avantageuse, offrant une création rapide d'interfaces sophistiquées grâce à sa documentation complète, sa grande communauté de développeurs, et son intégration harmonieuse avec Python.

Il y a d'autres bibliothèques utilisées comme :

- **Pandas** : Pandas est un package Python fournissant des structures de données rapides, flexibles et expressives conçues pour rendre le travail avec des données « relationnelles » ou « étiquetées » à la fois facile et intuitif.
- **LXML** : LXML est une bibliothèque Python, qui permet une manipulation facile des fichiers XML et HTML, et peut être utilisée pour le moissonnage Web.

- **Openpyxl** : Openpyxl est simplement une bibliothèque Python pour lire / écrire Excel. Nous l'avons utilisé dans notre projet pour créer ou manipuler les fichiers Excel (comme : RCD).

### 3 La 1<sup>er</sup> tâche d'automatisation (XML vers Excel) :

Cette activité implique de récupérer les références, puis d'explorer les contenus de tous les fichiers XML présents dans un répertoire (Chaque fichier XML renferme des renseignements concernant un calculateur spécifique). Ensuite, les informations requises sont extraites et enregistrées dans un fichier Excel nouvellement créé si la référence de recherche est trouvée. Dans le cas contraire, un avertissement est généré pour indiquer son absence.

Les informations extraites permettent au consultant d'accélérer son analyse, lui permettant ainsi de passer plus rapidement à l'étape de développement et à la mise à jour de l'outil DiagBox.

#### 3.1 Conception de l'interface :

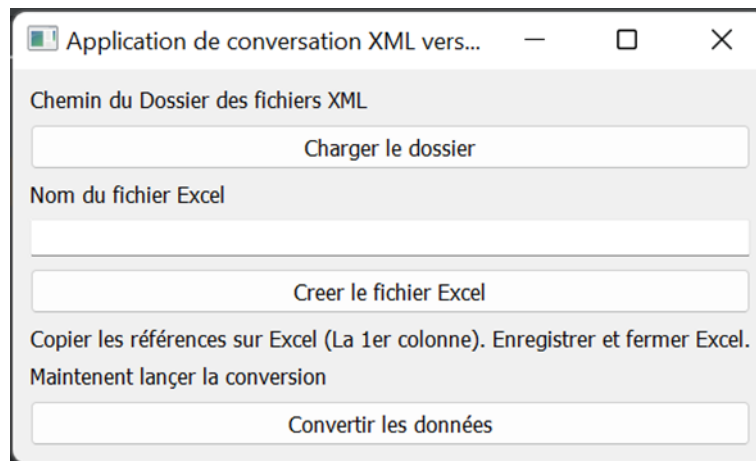
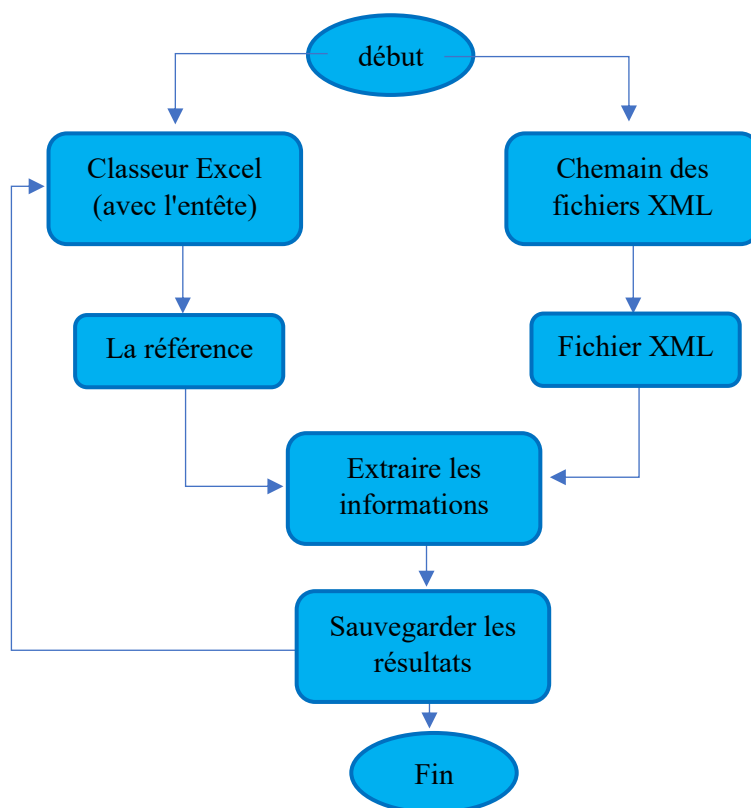


Figure 23 : L'interface pour la 1<sup>ère</sup> tâche d'automatisation

Finalement, l'utilisateur effectue un clic sur le bouton de 'conversion des données'. Ce bouton a pour effet de générer et sauvegarder un classeur Excel qui renferme les références ainsi que les résultats de la recherche au sein des fichiers XML.

### 3.2 Développement d'algorithme :



## 4 La 2ème tache d'automatisation (Excel (RCD) vers Excel) :

En utilisant un classeur Excel comportant à la fois l'en-tête et les données d'entrée, cette opération vise à fournir au consultant une perspective sur ces informations en les comparant avec le contenu du fichier RCD. Les résultats de cette comparaison sont ensuite enregistrés dans le classeur Excel, en mettant en avant toute information pertinente. Ces résultats assistent le consultant dans la réalisation d'une analyse rapide, qui à son tour est employée pour élaborer l'outil de diagnostic DiagBox.

### 4.1 Conception de l'interface :

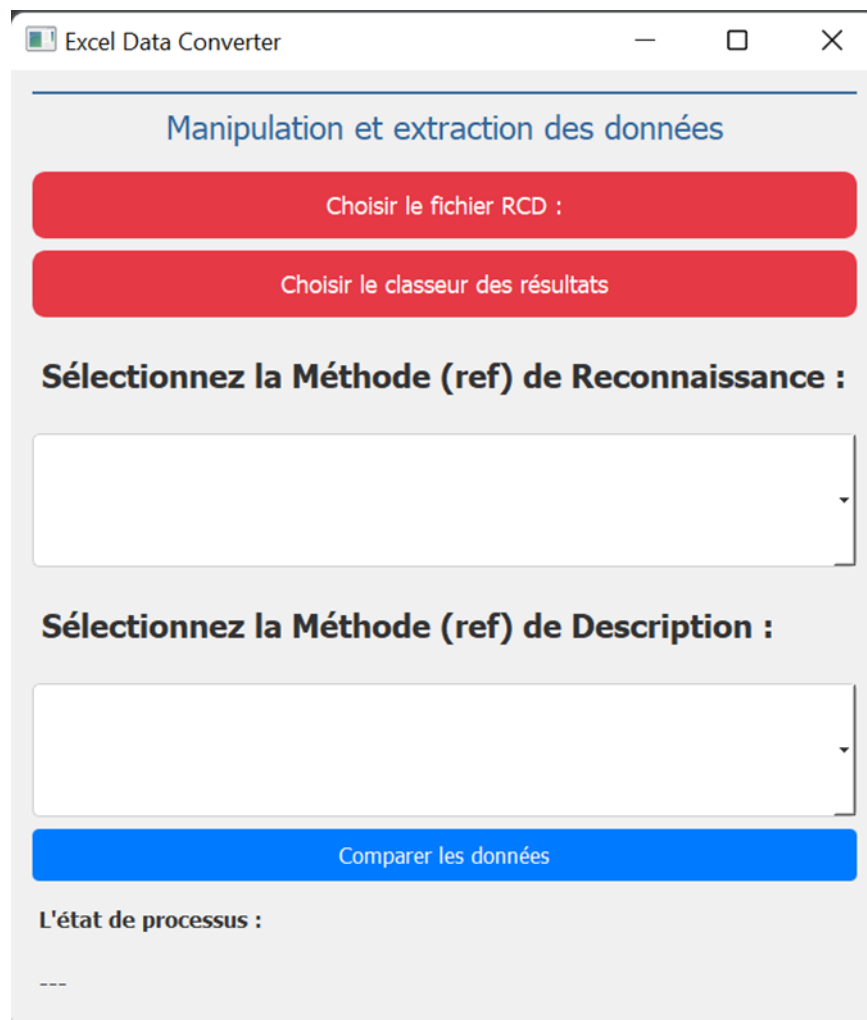
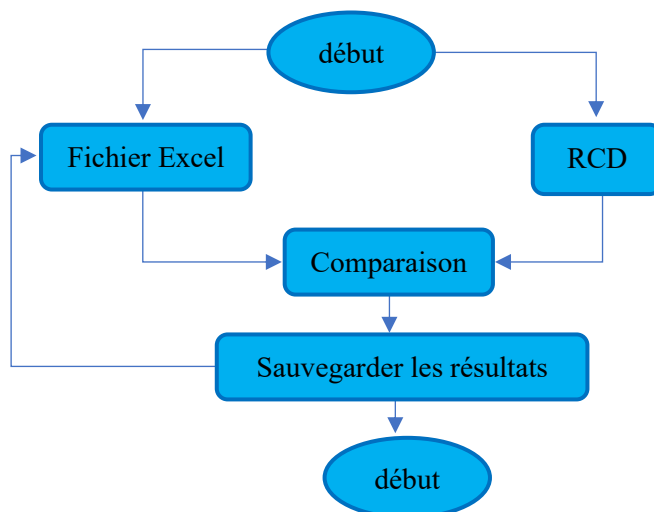


Figure 24 : L'interface de la 2ème tâche d'automatisation

#### 4.2 Développement d'algorithme :





**Remarque :** Cette section, traite des informations confidentielles de l'entreprise. Des parties sont omises et d'autre ne présentent pas toutes les solutions. Ces informations sont masquées afin de préserver la confidentialité de l'équipe et l'entreprise.

## 5 Conclusion :

Le rôle de COMREPA réside dans la manipulation de données provenant de calculateurs, présentées sous la forme de fichiers Excel et XML. Cette activité exige un investissement en temps et en attention considérable. C'est pourquoi l'automatisation à l'aide du langage Python revêt une importance cruciale. Elle permet non seulement de gagner du temps, mais également de minimiser les erreurs lors de l'analyse, qui constitue une étape essentielle précédant le processus de développement.

---

## *Conclusion Générale*

---

En conclusion, notre expérience de stage au sein de la société Capgemini nous a permis de plonger dans l'univers dynamique de l'ingénierie automobile et de l'informatique appliquée à ce domaine. Nous avons pu constater l'importance cruciale d'outils de diagnostic précis et clairs pour les mécaniciens lors de la réparation de véhicules, afin d'assurer une compréhension rapide et précise des problèmes rencontrés.

L'outil que nous avons développé en utilisant le langage de programmation Python et les techniques d'apprentissage automatique représente une avancée significative dans l'amélioration des descriptions fournies dans l'outil DiagBox. En rendant ces descriptions plus accessibles, concises et en accord avec les règles de rédaction, notre outil vise à faciliter le travail des réparateurs et à optimiser l'efficacité de leur processus de diagnostic.

Le processus d'automatisation que nous avons mis en place, impliquant la manipulation de fichiers Excel, XML et de fichiers texte, a démontré son importance pour accélérer et préciser l'analyse préalable aux mises à jour de l'outil DiagBox. En évitant les erreurs humaines et en réduisant le temps nécessaire à cette tâche, notre approche contribue à une meilleure qualité des mises à jour.

Ce stage nous a également donné l'opportunité de comprendre le fonctionnement d'une équipe dynamique telle que COMREPA au sein de Capgemini. Travailler dans un environnement professionnel où la collaboration, la créativité et la résolution de problèmes sont encouragées a été une expérience enrichissante.

## Références :

- [1] CSS Electronics: <https://www.csselectronics.com/pages/uds-protocol-tutorial-unified-diagnostic-services>
- [2] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Capgemini\\_Engineering](https://fr.wikipedia.org/wiki/Capgemini_Engineering)
- [3] [https://www.tensorflow.org/text/tutorials/text\\_classification\\_rnn?hl=fr](https://www.tensorflow.org/text/tutorials/text_classification_rnn?hl=fr)
- [4] [https://www.tensorflow.org/api\\_docs/python/tf/keras/layers/LSTM](https://www.tensorflow.org/api_docs/python/tf/keras/layers/LSTM)
- [5] <https://metalblog.ctif.com/2021/09/06/les-reseaux-de-neurones-recurrents-pour-les-series-temporelles/>
- [7] [https://en.wikipedia.org/wiki/Unified\\_Diagnostic\\_Services](https://en.wikipedia.org/wiki/Unified_Diagnostic_Services)

Tous les sites ont été consultés le 29/08/2023