

## **SOMMAIRE**

- 1. INTRODUCTION**
- 2. PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE : RENAULT GROUP**
  - **2.1. Une mutation vers la « Tech Company »**
  - **2.2. Le département XOTA : Cœur de la connectivité**
  - **2.3. Enjeux stratégiques au siège de Boulogne-Billancourt**
- 3. LA TECHNOLOGIE FOTA : LE VÉHICULE CONNECTÉ**
  - **3.1. Définition et concept : Le Firmware-Over-The-Air**
  - **3.2. Les bénéfices pour le client et pour Renault**
- 4. LA CAMPAGNE VESPA : DÉPLOIEMENT À GRANDE ÉCHELLE**
  - **4.1. L'esprit « Vespa » : Agilité et rapidité**
  - **4.2. Les 3 piliers stratégiques : Correctif, Évolutif, Performance**
  - **4.3. Le parcours client : Un processus en 3 étapes**
- 5. LE VIN : LA CARTE D'IDENTITÉ NUMÉRIQUE DU VÉHICULE**
  - **5.1. Identification et ciblage chirurgical**
  - **5.2. Sécurité et traçabilité du déploiement**
- 6. ARCHITECTURE ÉLECTRONIQUE ET COMPOSANTS CLÉS**
  - **6.1. Le TCU et le SGW : Les piliers de la communication**
  - **6.2. L'IVI (Infodivertissement) : Interface homme-machine**
  - **6.3. Analyse comparative : Renault vs Dacia**
- 7. MISSIONS TECHNIQUES ET OUTILS DE DIAGNOSTIC**
  - **7.1. Simulation de campagnes : Mock-up et outil Aeris**
  - **7.2. Diagnostic terrain : Sonde Bosch et prise OBD**
  - **7.3. Analyse physique : Le faisceau en Y**
- 8. CONCLUSION**

## **1. INTRODUCTION**

**Dans le cadre de mon BTS Services Informatiques aux Organisations (SIO), j'ai effectué un stage de plusieurs semaines au siège de Renault Group à Boulogne-Billancourt. J'ai intégré l'équipe XOTA (X-Over-The-Air), spécialisée dans le déploiement de logiciels à distance pour les flottes de véhicules connectés.**

**Ce stage m'a plongé dans un environnement industriel de pointe, me permettant de développer des compétences concrètes sur les systèmes embarqués et la gestion de données massives. Sous la tutelle d'Abel Karim, Ingénieur Système XOTA, j'ai bénéficié d'un accompagnement quotidien. Nos échanges techniques m'ont permis de progresser rapidement sur les problématiques de connectivité automobile.**

**L'objectif principal était de maîtriser la technologie FOTA (Firmware-Over-The-Air), de piloter des campagnes de mise à jour via l'outil VESPA, et d'utiliser des outils de simulation et de diagnostic comme Aeris ou les sondes Bosch. Ce rapport détaille mes missions, les compétences acquises et les enseignements tirés de cette immersion au cœur du "Software Defined Vehicle".**

## **2. PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE : RENAULT GROUP**

## **2.1. Une mutation vers la "Tech Company"**

Renault Group ne se limite plus à la construction mécanique ; avec son plan "Renaulution", il devient une véritable entreprise technologique. Le siège de Boulogne-Billancourt est le centre de pilotage où sont définies les stratégies logicielles des marques Renault, Dacia et Alpine.

## **2.2. Le département XOTA : Cœur de la connectivité**

L'équipe XOTA gère la technologie **FOTA**, permettant de mettre à jour les calculateurs du véhicule à distance (4G/5G/Wi-Fi). Ce service est crucial pour garantir la sécurité et la performance des véhicules sans intervention physique en atelier. L'équipe intervient sur tout le cycle : de la préparation des fichiers à la simulation sur **Mock-up**, jusqu'au suivi du déploiement réel.

## **2.3. Enjeux stratégiques au siège**

Ma présence au siège m'a permis d'observer la collaboration entre XOTA, la cybersécurité (boîtier **SGW**) et le marketing. L'enjeu des campagnes **VESPA** est triple : corriger les bugs, ajouter des fonctionnalités et optimiser les performances (batterie, moteur) pour offrir un véhicule évolutif au client.

# **3. LA TECHNOLOGIE FOTA : LE VÉHICULE CONNECTÉ**

## **3.1. Définition et concept : Le Firmware-Over-The-Air**

La technologie **FOTA (Firmware-Over-The-Air)** est au cœur de la stratégie numérique de Renault. Elle permet de réaliser des mises à jour logicielles à distance, sans que le véhicule n'ait besoin de se rendre physiquement en atelier. Ce processus repose sur une connexion sans fil automatique utilisant les réseaux **4G, 5G ou Wi-Fi**.

Le principe est d'intervenir directement sur le "Firmware", c'est-à-dire le logiciel interne qui pilote les calculateurs de la voiture. Chez Renault, ce déploiement est piloté via l'outil interne **VESPA**. Cette technologie transforme la voiture en un objet évolutif capable de s'améliorer continuellement après sa sortie d'usine.

---

### **3.2. Les bénéfices pour le client et pour Renault**

L'adoption du FOTA via la campagne VESPA apporte des avantages mutuels considérables.

#### **Pour le Client :**

- **Gain de temps** : Plus besoin de se déplacer au garage pour de simples mises à jour logicielles.
- **Valeur résiduelle** : Le véhicule reste performant et à jour, ce qui préserve sa valeur sur le marché de l'occasion.
- **Sérénité** : Le processus est entièrement gratuit, automatique et transparent.

#### **Pour Renault :**

- **Réduction des coûts** : Les frais liés aux campagnes de rappel physiques et aux garanties sont drastiquement réduits.
- **Réactivité** : Le groupe peut corriger des bugs logiciels de manière quasi instantanée sur l'ensemble de la flotte.
- **Image de marque** : Cela renforce la position de Renault en tant que constructeur technologique et moderne.



Légende : Visualisation sur le "Metteur" (compteur) d'un véhicule Renault lors d'un test d'optimisation de l'énergie, l'un des bénéfices clés de la technologie.

#### 4. LA CAMPAGNE VESPA : DÉPLOIEMENT À GRANDE ÉCHELLE

#### 4.1. L'esprit "Vespa" : Agilité et rapidité

Le projet **VESPA** est le nom de code interne utilisé au siège de Renault pour désigner chaque vague massive de mises à jour logicielles. Le choix de ce nom n'est pas anodin et définit la méthodologie de travail que j'ai observée au sein de l'équipe d'Abel Karim.

L'esprit "Vespa" renvoie directement au célèbre scooter italien, symbolisant une intervention qui doit être :

- **Agile** : La capacité du système à s'adapter à différentes configurations de véhicules très rapidement.
- **Légère** : L'optimisation des paquets de données envoyés pour ne pas saturer la mémoire des calculateurs ou le réseau 4G/5G.
- **Rapide** : Un déploiement efficace qui ne doit pas immobiliser le véhicule du client plus de quelques minutes.

Cette philosophie de travail permet à Renault de faire évoluer le véhicule sans aucune intervention physique en atelier. Durant mon stage, j'ai compris que cette agilité est ce qui permet de passer d'une simple idée d'amélioration logicielle à une réalité concrète sur des milliers de voitures en un temps record.

---

#### 4.2. Les 3 piliers stratégiques : Pourquoi déployer VESPA ?

Le déploiement massif de la campagne VESPA ne se fait pas au hasard. Elle répond à trois objectifs majeurs, appelés "piliers", qui permettent à Renault de couvrir l'ensemble des besoins du véhicule tout au long de sa vie.

**1. Le Pilier Correctif : L'efficacité du SAV à distance** C'est le pilier le plus critique pour la fiabilité. Il a pour but d'éliminer les bugs électroniques ou logiciels détectés après la mise en circulation du véhicule.

- **Enjeu** : Avant le FOTA, un bug logiciel obligeait le client à prendre rendez-vous en concession pour une intervention physique. Avec VESPA, Renault "répare" la voiture pendant qu'elle est stationnée chez le client. Cela réduit drastiquement les coûts de garantie et augmente la satisfaction client.

**2. Le Pilier Évolutif : La voiture qui s'améliore** Ce pilier transforme l'expérience à bord. Il permet d'injecter de nouvelles fonctionnalités sans changer de matériel.

- **Exemples** : Mise à jour des cartes du GPS, ajout de nouveaux menus sur l'interface multimédia, ou encore amélioration de la précision des aides à la conduite (ADAS). Cela permet au véhicule de rester compétitif face aux nouveaux modèles qui sortent sur le marché.

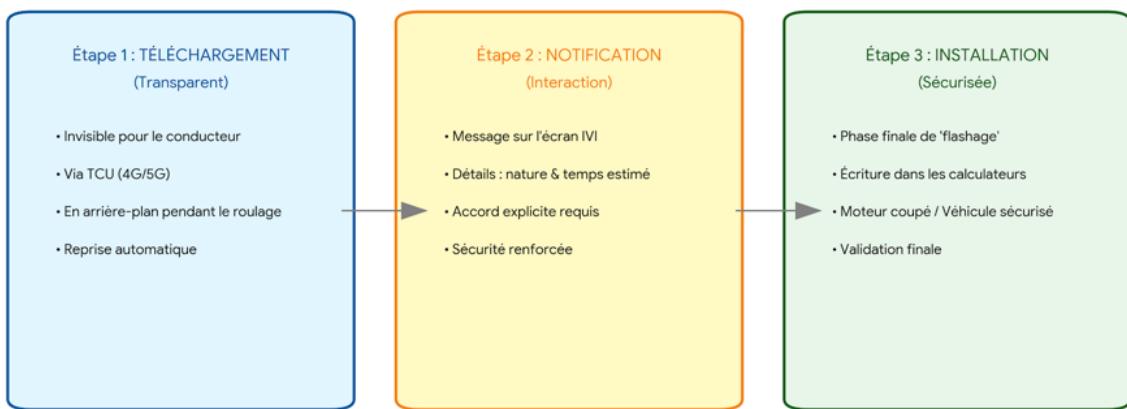
**3. Le Pilier Performance : L'optimisation des organes vitaux** Le logiciel pilote désormais la puissance et l'énergie. Ce pilier vise à optimiser le comportement des composants matériels.

- **Exemples :** Amélioration de la gestion thermique du **LBC** (Lithium Battery Controller) pour gagner quelques kilomètres d'autonomie sur les véhicules électriques, ou optimisation de la rapidité de connexion du **TCU**.

#### 4.3. Le parcours client : Un processus en 3 étapes

Pour garantir une expérience utilisateur fluide et sécurisée, le déploiement d'une mise à jour via la campagne VESPA suit un protocole strict découpé en trois phases distinctes. Ce processus permet au client de rester maître de son véhicule tout en bénéficiant de la technologie FOTA.

Processus de Mise à Jour FOTA - Campagne VESPA



#### 5. LE VIN : LA CARTE D'IDENTITÉ NUMÉRIQUE DU VÉHICULE

Le **VIN** (Vehicle Identification Number) est le numéro de série unique composé de 17 caractères gravé sur chaque véhicule. Durant mon stage au siège, j'ai compris que

ce numéro n'est pas qu'une simple immatriculation, mais le pivot central de la précision technologique chez Renault.

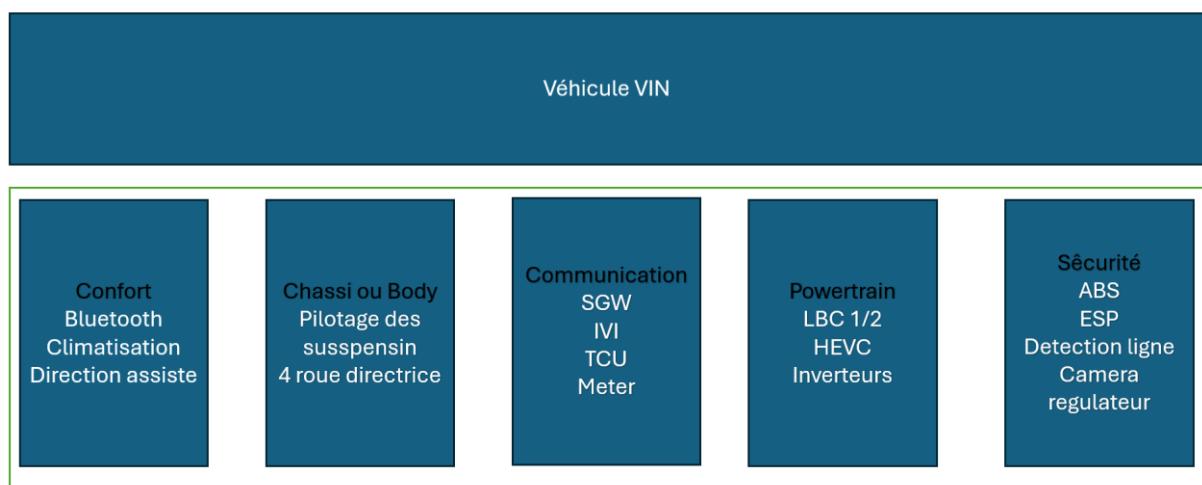
### 5.1. Identification et ciblage chirurgical

Pour la campagne Vespa, le VIN sert de filtre de précision indispensable.

Contrairement à une mise à jour de smartphone, toutes les Renault ne reçoivent pas la mise à jour en même temps. Le processus d'identification se déroule ainsi :

- **Extraction des données** : Renault définit des critères précis pour une campagne, comme une période de production spécifique ou un modèle particulier (ex: toutes les Mégane E-Tech produites entre juin et décembre 2023).
- **Identification de la configuration** : Le système informatique central utilise le VIN pour connaître la configuration exacte de la voiture, incluant son moteur, ses options et sa version logicielle actuelle.
- **Compatibilité garantie** : Cette étape permet de s'assurer que le "paquet" logiciel envoyé par les airs est 100% compatible avec le matériel (hardware) installé dans ce véhicule précis.
- **Autorisation de téléchargement** : Une fois le VIN identifié et validé, le serveur FOTA autorise uniquement ce véhicule spécifique à télécharger la mise à jour.

Ce ciblage est vital pour la **sécurité** : il élimine tout risque d'installer un logiciel de Zoe sur un modèle Austral, ce qui pourrait endommager les calculateurs.



Légende : Schéma de l'organisation des familles de calculateurs (Confort, Sécurité, etc.) reliés au VIN pour un ciblage sans erreur.

---

### 5.2. Sécurité et traçabilité du déploiement

Le **VIN** permet au siège une traçabilité totale de la flotte, indispensable pour piloter la qualité des campagnes.

- **Suivi en temps réel** : Renault identifie précisément les succès et les échecs d'installation par véhicule, permettant aux ingénieurs **XOTA** de corriger rapidement d'éventuels bugs sur des séries spécifiques.
- **Personnalisation** : La mise à jour s'adapte à l'équipement réel (ex: sièges chauffants) détecté via le VIN, évitant d'alourdir le système avec des données inutiles.
- **Historique certifié** : Chaque mise à jour réussie est inscrite dans le dossier numérique du véhicule, garantissant un suivi fiable lors des futurs entretiens en atelier.

Cette gestion assure un processus **gratuit, automatique et sécurisé**, offrant une sérénité totale aux clients du groupe.

## 6. ARCHITECTURE ÉLECTRONIQUE ET COMPOSANTS CLÉS

Pour que la campagne VESPA soit un succès, le logiciel doit traverser une architecture réseau complexe et sécurisée. Lors de mon stage, j'ai étudié les deux boîtiers qui servent de fondation à toute communication entre le siège de Renault et le véhicule.

### 6.1. Le TCU et le SGW : Les piliers de la communication

Le transfert de données ne se fait pas directement vers l'écran ou le moteur ; il passe par des passerelles spécifiques qui filtrent et distribuent l'information.

- **Le TCU (TeleCommunication Unit)** : Il s'agit du cerveau communicant du véhicule. C'est ce boîtier qui contient la carte SIM intégrée permettant la connexion aux réseaux 4G/5G ou Wi-Fi. Il fait le pont entre les serveurs FOTA de Renault et le réseau interne de la voiture.
- **Le SGW (Secure Gateway)** : Comme son nom l'indique, c'est une passerelle de sécurité. Son rôle est vital : il agit comme un pare-feu (Firewall) qui analyse les données entrantes pour s'assurer qu'elles sont authentiques et qu'elles ne contiennent aucun logiciel malveillant. Il protège ainsi l'intégrité des fonctions vitales du véhicule (freins, direction) contre toute tentative de piratage.



*Légende : Vue d'un boîtier de sécurité SGW (Secure Gateway). Ce composant est le rempart indispensable pour valider l'intégrité des données reçues via le TCU.*

Une fois que le **TCU** a reçu les données et que le **SGW** les a validées, le logiciel peut alors être redistribué vers les différentes familles de calculateurs, qu'il s'agisse du confort, du châssis ou de la sécurité.

---

## 6.2. L'IVI (Infodivertissement) : Interface entre l'homme et la machine

L'**IVI** (In-Vehicle Infotainment) représente l'écran central et le système multimédia du véhicule. Lors de mon stage, j'ai pu constater que ce composant est bien plus qu'un simple outil de divertissement : c'est le point de contact unique entre la technologie FOTA et le conducteur.

C'est via l'**IVI** que se concrétise la phase de **Notification** décrite précédemment dans le parcours client. Son rôle est triple :

- **Information** : Il affiche les détails de la mise à jour VESPA prête à être installée (nouveautés, correctifs).
- **Sécurité** : Il vérifie que les conditions d'installation sont réunies (moteur coupé, batterie suffisante) avant d'autoriser le lancement.
- **Validation** : Il recueille le consentement du client. Aucune mise à jour logicielle critique n'est flashée sans une action tactile de l'utilisateur sur cet écran.

Dans le cadre de mes tests de diagnostic, l'**IVI** me servait d'indicateur visuel pour confirmer que les paquets envoyés depuis nos serveurs au siège étaient bien arrivés à destination et étaient prêts pour la phase finale d'installation.



*Légende : Interface IVI Renault haut de gamme. On y aperçoit les menus de navigation et de réglages, points d'entrée des notifications de mise à jour.*

---

## 6.3. Analyse comparative : Renault vs Dacia

Travailler au siège social m'a permis de gérer des campagnes pour différentes marques du groupe. J'ai pu constater que, bien que la technologie **FOTA** soit commune, son application et son interface varient selon la philosophie de chaque marque.

- **Renault : La complexité technologique** Sur les modèles Renault, j'ai manipulé des systèmes **IVI** extrêmement complets et denses, gérant de nombreux services connectés (GPS, streaming, Bluetooth). L'interface est riche, avec une mise en page travaillée pour offrir une expérience premium à l'utilisateur. Ici, le **FOTA** est un outil de modernisation constante du véhicule.
- **Dacia : "L'essentiel" optimisé** À l'opposé, l'approche de Dacia est souvent décrite comme "lochaust" (ou low-cost). L'interface de l'**IVI** est beaucoup plus sobre et épurée. On y retrouve uniquement les fonctions essentielles, ce qui simplifie le parcours client lors des mises à jour.
- **Un socle technique identique** Malgré ces différences visuelles, la rigueur technique reste la même. J'ai notamment travaillé sur des dossiers Dacia concernant la mise à jour du **LBC (Lithium Battery Controller)**. Cela prouve que même sur un modèle plus accessible, Renault utilise la puissance de la campagne **VESPA** pour garantir la fiabilité des organes vitaux de la voiture.



*Légende : Écran de mise à jour Dacia en phase de préparation pour le calculateur LBC. On y voit un design plus simple mais une exécution logicielle identique aux standards Renault.*

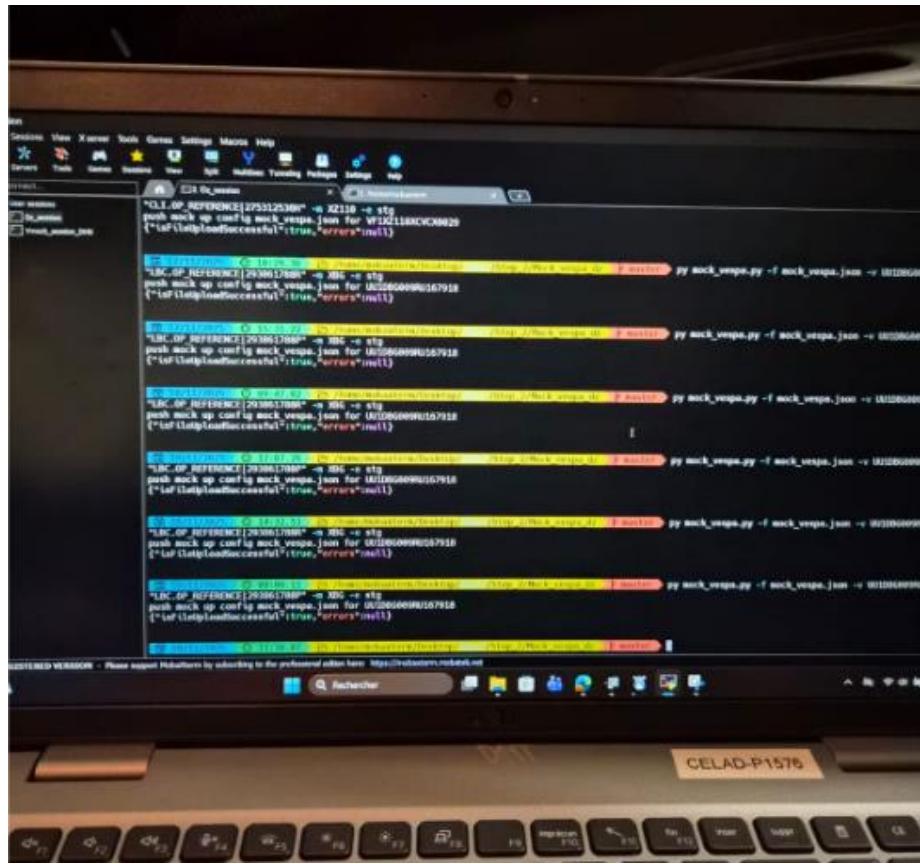
## 7. MISSIONS TECHNIQUES ET OUTILS DE DIAGNOSTIC

Au-delà de la stratégie globale, mon stage a comporté une dimension technique forte. J'ai dû manipuler des outils informatiques spécifiques pour préparer et valider chaque étape de la campagne VESPA.

### 7.1. Simulation de campagnes : Mock-up et outil Aeris

Avant de déployer un logiciel sur des milliers de véhicules clients, il est impératif de réaliser des simulations en environnement contrôlé. C'est ce que l'on appelle la création de **Mock-up**.

- **L'environnement de travail** : J'évoluais sous un environnement Windows classique pour accéder aux outils de développement internes de Renault.
- **L'outil Aeris** : Cet outil est indispensable pour définir la cible de la mise à jour. Il permet de savoir avec précision sur quel calculateur le logiciel doit être injecté.
- **Utilisation des lignes de commande** : Ma mission consistait à taper des scripts et des lignes de commande spécifiques pour simuler l'envoi de données.
- **Ciblage des composants** : Grâce à ces commandes, j'ai pu tester l'injection de logiciels vers des composants variés comme le **Meter** (le compteur du tableau de bord) ou le **TCU**.
- **Vérification du succès** : L'analyse des journaux de bord (logs) sur mon écran me permettait de confirmer que le serveur acceptait la configuration et que le véhicule fictif réagissait correctement avant le passage au test physique.



*Légende : Terminal de lignes de commande via l'outil Aeris, utilisé pour la création de Mock-up et la validation des flux de données.*

## 7.2. Diagnostic terrain : Sonde Bosch et prise OBD

Une fois les simulations validées, la phase de test sur véhicule réel est indispensable pour confirmer la réussite du processus FOTA. Lorsque des échecs de mise à jour étaient détectés durant une campagne VESPA (souvent via les journaux d'erreurs analysés sur PC), je devais intervenir physiquement sur le véhicule pour comprendre l'origine du blocage.

- **Connexion au véhicule :** Pour communiquer avec le système embarqué, j'utilisais une **Sonde Bosch MTS 6531**.
- **Interface OBD :** Cette sonde est branchée directement sur la **prise OBD** (On-Board Diagnostics) située généralement sous le tableau de bord du conducteur.
- **Lecture des calculateurs :** Cet outil de test professionnel permet de "parler" à l'architecture électronique et de lire l'état de chaque calculateur.
- **Analyse des défauts :** Ma mission consistait à identifier les codes erreurs qui empêchaient la mise à jour à distance de s'exécuter correctement.

- **Maintenance corrective** : Grâce à cette interface, il m'était possible d'effacer les défauts persistants ou de "flasher" (installer manuellement) une version logicielle spécifique pour débloquer la situation et tester sa stabilité en direct.

Cette étape est cruciale car elle permet de faire le lien entre le code informatique et le comportement réel de la voiture, garantissant ainsi que la mise à jour finale envoyée aux clients sera parfaitement fiable.



*Légende : Branchement de la sonde Bosch MTS 6531 (marquée "FOTA RSL") sur la prise OBD pour le diagnostic et le flashage forcé d'un calculateur défaillant.*

---

### 7.3. Analyse physique : Le faisceau en Y

Pour les problématiques de communication les plus complexes, là où le diagnostic via la prise OBD ne suffit plus, j'ai été amené à utiliser un dispositif plus intrusif : le **faisceau en Y**.

- **Fonctionnement technique** : Ce câble spécifique s'intercale physiquement entre le connecteur d'origine et le calculateur ciblé.
- **Interception des données** : Le rôle de ce faisceau est de "récapituler" les signaux électriques et les données numériques qui transitent sur le réseau.
- **Analyse de communication** : Grâce à ce branchement, nous pouvons observer en temps réel si les calculateurs parviennent à communiquer entre eux ou s'il existe une rupture de signal.

- **Détection de pannes matérielles** : Cet outil est indispensable pour identifier si un défaut de mise à jour vient du logiciel lui-même ou d'une défaillance physique du câblage. Il permet de vérifier si la ligne de données fonctionne ou si elle est "muette", ce qui bloquerait irrémédiablement le processus VESPA.
- **Application aux familles de calculateurs** : J'ai utilisé cet outil pour analyser la connectivité entre des familles très différentes, allant des systèmes de **Confort** (climatisation, Bluetooth) aux systèmes de **Sécurité** les plus critiques (ABS, ESP).

Cette manipulation m'a permis de comprendre que derrière l'aspect "invisible" du FOTA se cache une infrastructure physique robuste qu'il faut savoir tester et valider pour garantir la sécurité totale des passagers.



*Légende : Faisceau en Y de test utilisé pour l'interception et l'analyse des trames de données entre les différents calculateurs du véhicule.*

## 8. Conclusion

Ce stage de fin d'études au sein du pôle **XOTA** au siège social de **Renault Group** a été une expérience extrêmement formatrice. Il m'a permis d'appréhender concrètement les défis de l'automobile connectée et de comprendre que la valeur d'un véhicule moderne repose désormais autant sur sa robustesse logicielle que sur sa conception mécanique.

J'ai pu monter en compétence sur des outils industriels de pointe, de la simulation de campagnes via **Aeris** au diagnostic physique par **sonde Bosch** et **faisceau en Y**. J'ai ainsi découvert l'envers du décor de la technologie **FOTA**, un levier stratégique qui permet à Renault de réduire ses coûts tout en offrant un véhicule évolutif et sécurisé à ses clients.

Le pilotage de la campagne **VESPA** m'a également appris la rigueur nécessaire pour gérer des déploiements à grande échelle, où chaque **VIN** doit être traité avec une précision chirurgicale pour garantir la compatibilité et la sécurité des systèmes. Travailler sur les écosystèmes **Renault** et **Dacia** a enrichi ma vision en me montrant comment une même base technologique peut s'adapter à des philosophies de marques différentes.

En conclusion, cette immersion au cœur du "Software Defined Vehicle" a confirmé mon intérêt pour les systèmes embarqués et la connectivité. Les compétences techniques et méthodologiques acquises durant ces semaines constituent un atout majeur pour la suite de mon parcours professionnel dans le secteur de l'informatique et des nouvelles mobilités.