

PROJET VIRTUOZ

DOCUMENT DE SPÉCIFICATIONS FONCTIONNELLES ET TECHNIQUES

LOT 2

COCKPIT INTERACTIF ET AMÉNAGEMENT INTÉRIEUR

Glossaire

- Ramping ou rampage : comportement d'avancement automatique à basse vitesse lorsque la marche avant est engagée.
- Robomobiliste : Conducteur expérimental

Abréviations & Définitions

- DBW : Drive by Wire
- IPC : Industrial Personal Computer
- API : (Interface de Programmation d'Application, ou Application Programming Interface
- CAN : Controller Area Network
- DBC : DataBase CAN
- NDA : Accord de non-divulgateion. Non-Disclosure Agreement
- IHM/HMI : Interface Homme-Machine / Human-Machine interface
- P-R-N-D : Commandes de transmission (Parking – Reverse – Neutral – Drive)
- RHD : Right Hand Drive (Véhicule à conduite à droite)
- ECU : Electronic Control Unit
- AD : Autonomous Driving
- xR : Solutions immersives (Augmented Reality, Virtual Reality, Mixed Reality...)
- HUD : Head Up Display
- IR : Infra rouge / Infra red

Table des matières

1.	Introduction.....	4
1.1.	Contexte et objectifs du projet.....	4
1.2.	Portée du projet	4
1.3.	Parties prenantes sur les lots de travaux.....	5
1.4.	Références normatives et réglementaires	5
2.	Objectifs et périmètre	5
2.1	Description générale / Définition du cockpit interactif et habitacle.....	5
2.2	Aménagement intérieur	5
2.3	Interface/connexion avec le coffre de toit instrumenté	6
2.4	Intégration/Interdépendance avec les autres lots (Robotisation, instrumentation) .	6
3	Spécifications fonctionnelles.....	7
3.1	Modularité des IHMs.....	7
3.2	Compatibilité avec systèmes de Driver Monitoring et retour d'informations conducteur	8
4	Spécifications techniques.....	8
4.1	Architecture physique	8
4.1.1	Topologie du câblage partie data/bus.....	9
4.1.2	Topologie du câblage partie alimentation électrique	9
4.1.3	Implantation et encombrement des commandes et IHMs, systèmes de feedback conducteur et systèmes de monitoring	9
4.2	Exigences techniques	13
4.2.1	Points d'accès bus de données et alimentations électriques	13
4.2.2	Dispositifs de fixation des équipements et IHM.....	14
4.2.3	IHMs/Dispositifs feedback conducteurs	14
4.3	Livrables.....	14
4.3.1	Dossier technique.....	15
4.4	Cahier de recettes et plan de tests.....	15
4.5	Prise en charge et restitution des véhicules.....	15
4.6	Garanties, maintenance et service après-vente.....	16

4.7	Planning.....	16
-----	---------------	----

1. Introduction

1.1. Contexte et objectifs du projet

Dans le cadre de l'Equipex+ Tirrex financé *via* des investissements d'avenir et de France 2030, le laboratoire Heudiasyc est le partenaire leader du volet « véhicules intelligents » avec 4 autres laboratoires CNRS et 2 équipes INRIA. L'objectif du projet, à terme, est de bénéficier d'une plateforme de recherche nationale sur la thématique des véhicules intelligents et en particulier du véhicule autonome privatif partenaire de conduite.

La plateforme sera composée dans un premier temps de deux véhicules appelés « Virtuoz » avec conduite à droite (RHD) de type Renault Scenic E-Tech de série. Ces véhicules sont robotisés et instrumentés pour mener des expérimentations de recherche.

À bord d'un Virtuoz, trois personnes peuvent être impliquées lors des expérimentations :

- Un conducteur de sécurité assis à l'avant droit et en charge de la sécurité des expérimentations. Il a accès aux commandes d'origine du véhicule en RHD et à l'arrêt d'urgence. Sa présence est obligatoire.
- Si besoin (dans le cas de la conduite partagée), un conducteur expérimental (appelé aussi « Robomobiliste ») assis à l'avant gauche et en DBW avec un cockpit interactif qui est la personne expérimentant de nouvelles façons de conduire
- Si besoin, un expérimentateur (appelé aussi opérateur) assis à l'arrière qui gère les expérimentations (démarrage des systèmes, enregistrements, etc.) et suit les protocoles expérimentaux.

1.2. Portée du projet

Les expérimentations de recherche seront les plus versatiles possibles dans le domaine de la navigation autonome (développement de systèmes de perception, décision ou contrôle), avec une ouverture vers les sciences humaines et sociales (cogniticiens, ergonomes, psychologues de la conduite, etc.). Les expérimentations pourront être réalisées sur site propre sécurisé ou bien sur routes ouvertes à la circulation publique.

Les plateformes techniques (véhicules) seront accessibles au niveau national aux laboratoires de recherche travaillant sur ces thématiques.

Les spécifications, développements, documentations et plans seront publics pour toute structure académique souhaitant dupliquer la plateforme.

1.3. Parties prenantes sur les lots de travaux

- Laboratoire Heudiasyc - UMR CNRS 7253 – Université de Technologie de Compiègne (UTC)
- Laboratoire Cristal - UMR CNRS 9189 – Université de Lille
- Institut Pascal – UMR CNRS 6602 – Université Clermont Auvergne (UCA)

1.4. Références normatives et réglementaires

- ISO 26262 : Sécurité fonctionnelle
- ISO 21434 : Véhicules routiers — Ingénierie de la cybersécurité
- ECE-R10 : Exigences de compatibilité électromagnétique (CEM) applicables aux véhicules et à leurs composants électriques et électroniques

2. Objectifs et périmètre

2.1 Description générale / Définition du cockpit interactif et habitacle

Créer un poste de conduite « flexible » pour un conducteur expérimental (Robomobiliste) installé sur le siège avant gauche du véhicule VirtuoZ afin de conduire des expérimentations avec des équipements facilement démontables.

Tester plusieurs modalités haptiques et IHM immersives (écrans divers, xR, HUD, retours sonores, etc.) de conduite partagée avec un système autonome.

Tester plusieurs modalités d'observation de l'engagement de l'opérateur dans la tâche de conduite (avec des caméras, capteurs d'efforts, etc.)

2.2 Aménagement intérieur

L'aménagement intérieur concerne :

- Le cockpit interactif
- Le coffre du véhicule
- Le passage des différents câbles dans l'habitacle
- Le passage des différents câbles reliant le véhicule au coffre de toit
- Les sources d'alimentation 12V et 220V.

Le coffre arrière du véhicule doit être aménagé

- Pour accueillir dans sa partie basse des équipements fixes (PC, batteries du système DBW, alimentations, connecteurs, centrale inertielle, etc.)
- Pour pouvoir accéder à ces équipements et à leurs interfaces
- Pour accueillir d'autres équipements temporaires dans sa partie haute (avec un plancher aéré par exemple) liés aux expérimentations (PC spécifiques, unités de traitement de capteurs de l'habitacle, etc.)

2.3 Interface/connexion avec le coffre de toit instrumenté

L'offre doit également inclure des interfaces et des connectiques avec le coffre de toit instrumenté.

- Une platine connectique extérieure et étanche (IP56) avec des connecteurs pour les énergies (12V/220V), le réseau Ethernet du véhicule, les accès aux réseaux CAN du véhicule et du système DBW.
- Un passe câble étanche (IP56) pour permettre de compléter les réseaux et de s'interfacer avec d'autres systèmes extérieurs au véhicule.

2.4 Intégration/Interdépendance avec les autres lots (Robotisation, instrumentation)

Le répondant veillera à ce que la solution et les équipements proposés dans le cadre du présent lot soit intégrable et puisse être interfacée avec les équipements et installations prévus au lot 1 ainsi qu'avec les équipements embarqués complémentaires prévus au projet (PC embarqué avec interfaces CAN et Ethernet, équipements réseaux, système GNSS...(cf document SYNTHESE_VIRTUOZ)

Lot 1 – Robotisation	Points de fixations et encombrements des équipements DBW
Lot 1 - Robotisation	Connectiques, bus, et alimentation du système DBW et de ses accessoires.
Instrumentation/Équipements embarqués	Nombre de points de connexions et alimentations électriques. IPC embarqué, IHMs, driver monitoring...

3 Spécifications fonctionnelles

3.1 Modularité des IHMs.

Les solutions proposées doivent permettre de nombreux cas d'études via des expérimentations flexibles et évolutives au travers de systèmes de fixations rapides pour installer des :

- Actionneurs en DBW (joystick, volant, pédales, etc.)
- Head up Display (HUD) pour la réalité augmentée ou immersive
- Écrans tactiles pour affichage et interaction avec l'opérateur
- Enceintes audio et microphones
- Caméras et autres systèmes vidéo d'observation de l'opérateur

Ceci afin de permettre :

- Des changements/remplacements rapides des différents types d'IHM

- Avec des IHM supportant plusieurs entrées (tactile, haptique, vocal...)
- Fournir un feedback au conducteur (visuel, sonore, haptique, spatialisé...)
- D'adapter l'ergonomie aux opérateurs, positions ajustables des IHMs

3.2 Compatibilité avec systèmes de Driver Monitoring et retour d'informations conducteur

La solution proposée doit permettre l'installation de dispositifs de « Driver monitoring » et de retour d'informations au conducteur expérimental (Robomobiliste) :

- Caméras (classiques, IR, etc.) pour le suivi du regard, les expressions du visage, la position de la tête
- Dispositifs d'éclairage (en infrarouge par exemple)
- Retours sonores (haut-parleurs devant et à l'arrière du conducteur expérimental (Robomobiliste)) et haptiques

4 Spécifications techniques

4.1 Architecture physique

La solution proposée doit intégrer dans l'habitacle des points d'ancrage (avec une structure mécanique adaptée le cas échéant) et les accès aux réseaux et bus de données du véhicule et de la solution DBW (Lot 1 « Robotisation ») ainsi que les alimentations électriques pour les équipements expérimentaux qui seront installés en fonction des expérimentations.

- Câblage : Les passages des câbles doivent être intégrés dans les structures (par des tubes ou une goulotte) ou passer sous les moquettes pour la propreté de l'installation et pour éviter les câbles apparents.
- « Goulotte » : Les passages de câbles doivent être démontables/déclipsables pour faciliter les passages et les modifications de câblages.
- L'architecture doit veiller à garantir la sécurité des passagers et conserver l'homologation du véhicule.

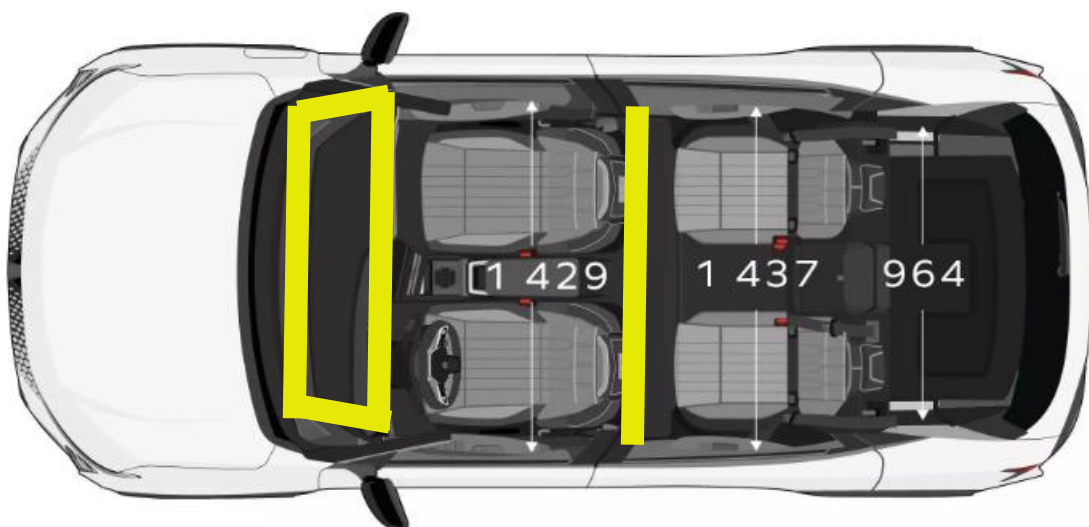
4.1.1 Topologie du câblage partie data/bus

La solution proposée doit permettre l'accès aux bus de données du véhicule et du système DBW (Lot 1) en plusieurs points de l'habitacle et dans le coffre du véhicule ainsi que des interfaces pour connecter un coffre de toit instrumenté.

4.1.2 Topologie du câblage partie alimentation électrique

La solution proposée doit fournir l'accès à des sources d'alimentation électrique en plusieurs points de l'habitacle ainsi que pour alimenter un coffre de toit instrumenté (12V et 220V). La puissance délivrée sous 220V devra être d'au moins 1kW.

4.1.3 Implantation et encombrement des commandes et IHMs, systèmes de feedback conducteur et systèmes de monitoring



Légende : Structure mécanique supportant les équipements



Une structure supportant les IHMs et équipements de façon modulable pourrait être inspirée des arceaux de sécurité de véhicules de compétition (à une échelle plus appropriée) ou utiliser des profilés similaires à du profilé Bosch permettant de fixer et démonter rapidement les équipements. La solution proposée devra veiller à la sécurité des passagers du véhicule en cas d'accident.

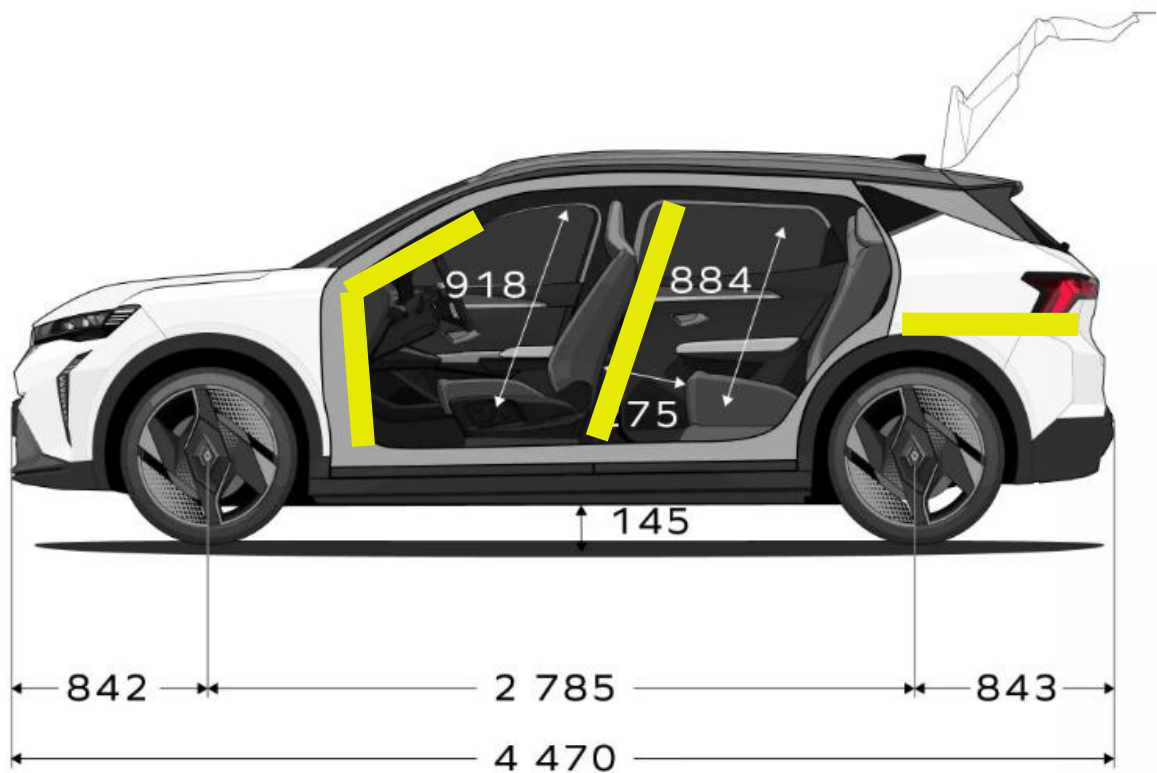
Cette structure doit permettre de fixer divers éléments (expérimentaux ou de monitoring) de manière modulaire et non invasive.

Des fixations et points d'ancrage sont envisagés :

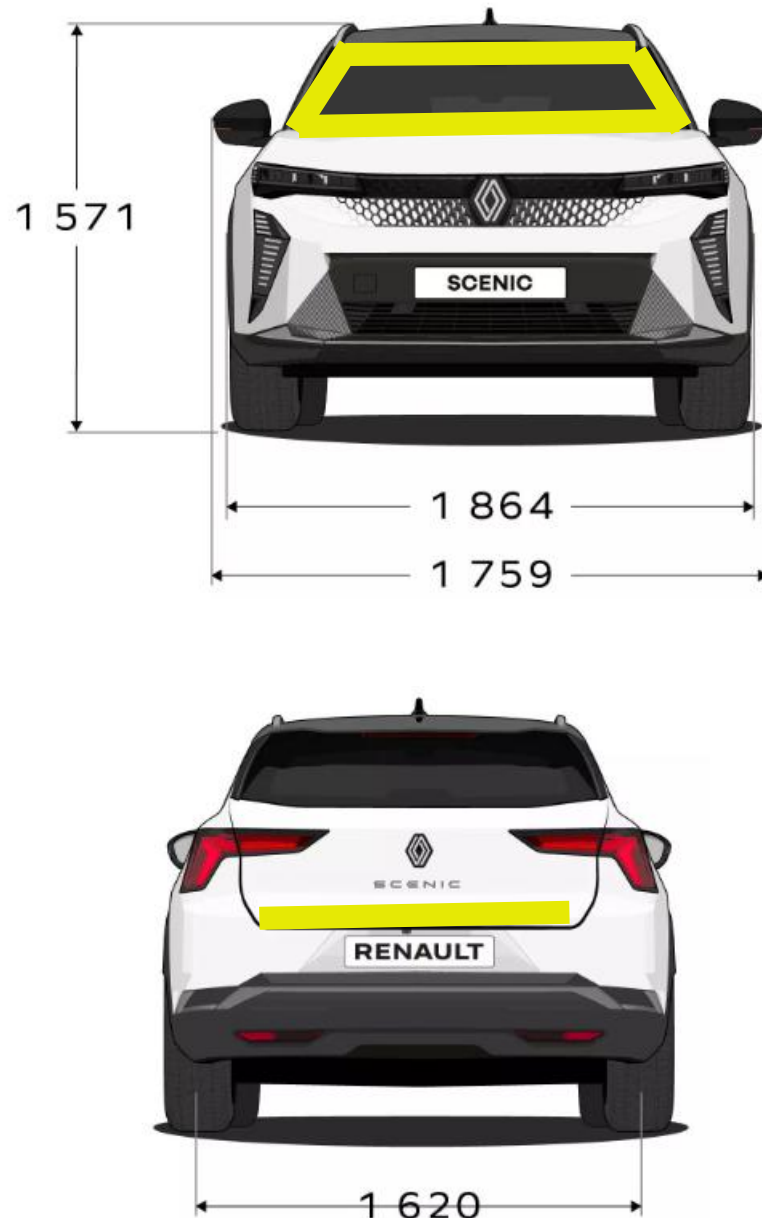
- Sur les montants de pare-brise (piliers A).
- Le long du haut du pare-brise.
- Au bout de la face supérieure de la planche de bord.
- Au niveau de la partie basse de la planche de bord et potentiellement des pieds/jambes (pour éventuellement disposer des caméras).
- Derrière les sièges avant.

Intégration :

- La structure doit être rigide et intégrée au véhicule (au niveau du châssis ou des structures existantes) pour garantir la solidité, notamment pour fixer un volant à retour de force ou un joystick avec la possibilité de les régler pour le conducteur expérimental (Robomobiliste).
- Rien ne doit être fixé sur les sièges avant.
- Modélisation : Il est demandé au prestataire de fournir des propositions de solutions via un plan ou une maquette virtuelle pour valider le concept avant la réalisation physique



Une structure derrière les sièges avant devra permettre de fixer des équipements de driver monitoring, des haut-parleurs pour un feedback spatialisé pour le conducteur ainsi qu'un PC/écran/clavier/souris ou pc portable accessible aux places arrière pour la supervision des expérimentations.



Une structure devra être installée dans le coffre comme plancher double fond. Ce double fond accueillera les équipements embarqués dans le véhicule :

- IPC
- Centrale inertielle
- Récepteur GNSS RTK
- OBU V2x
- Routeur 4G/5G
- Alimentations (par exemple batterie 12V)
- Système DBW
- Batteries de secours du système DBW

La fourniture de cette liste d'équipements n'est pas à inclure dans ce lot.

Cette structure « double fond » dans le coffre doit assurer une fonction de ventilation passive (grilles, tôles perforées...). Une redirection du système de climatisation vers le coffre peut être proposée en fonction du nombre d'équipements actifs installés dans l'espace.

Des points d'accès aux bus CAN véhicule et CAN DBW devront y être accessibles.

Des alimentations électriques 12V et 220V devront alimenter cet espace.

4.2 Exigences techniques

4.2.1 Points d'accès bus de données et alimentations électriques.

La solution proposée doit permettre l'accès aux bus de données du véhicule et du système DBW du Lot 1.

Des accès physiques aux bus CAN cités, au travers d'interfaces normalisées sur la structure mécanique, doivent être mis à disposition à l'avant et l'arrière de l'habitacle ainsi que dans le coffre.

Un précâblage Ethernet dans l'habitacle et le coffre ainsi qu'un système de fixation pour un switch Ethernet (Gigabit) dans l'habitacle doivent être prévus dans la solution proposée afin de pouvoir connecter certains équipements tels que des caméras, par exemple.

Un précâblage devra être prévu pour l'installation d'un système audio 5.1 ou 5.0 au niveau de l'habitacle. Le Robomobiliste (conducteur expérimental) devra être enveloppé par un retour audio spatialisé.

Plusieurs points d'alimentation électrique (12V/220V) doivent être prévus sur les structures mécaniques qui seront proposées, au niveau du tableau de bord, des sièges avant, des sièges arrière et dans le coffre.

Des borniers pourront être proposés afin de pouvoir raccorder/centraliser des connexions électriques. **Ces borniers devront être sécurisés contre les risques électriques et des fusibles/disjoncteurs devront protéger le système.**

4.2.2 Dispositifs de fixation des équipements et IHM.

Les équipements et IHMs doivent pouvoir être montés et démontés rapidement en divers points de la structure support (structure mécanique/arceaux) tels que :

- Clips
- Attaches rapides
- Supports aimantésAutre

4.2.3 IHMs/Dispositifs feedback conducteurs

Les structures mécaniques de support des équipements (de type arceaux ou équivalent) doivent autoriser des fixations en tous points de la structure mécanique proposée afin de pouvoir multiplier les possibilités de configurations du poste de conduite tant en termes d'ergonomie du poste de conduite, de positionnement des équipements de driver monitoring ou encore des retours d'informations vers le conducteur (haut-parleurs, retours visuels, etc).

Le nombre de points d'accès aux bus CAN (véhicule et DBW), au réseau Ethernet, aux points d'alimentations électriques (12V/220V) devra être prévu en conséquence afin d'assurer une grande modularité.

4.3 Livrables

4.3.1 Dossier technique

Un dossier technique devra être fourni.

Ce dossier contiendra à minima :

- Fiches techniques des composants
- Plan de câblage
- Plan d'intégration

4.4 Cahier de recettes et plan de tests

L'attributaire du lot devra proposer :

- **Cahier de recette** : Document principal regroupant tous les tests à effectuer pour vérifier la conformité du système aux besoins fonctionnels et techniques. Il contient :
 - Introduction, objectifs, contexte et portée des tests
 - Planification et stratégie de tests (types de tests, environnement, ressources)
 - Description détaillée des cas de tests (scénarios, prérequis, données d'entrée, résultats attendus)
 - Résultats obtenus et suivi des anomalies
 - Synthèse et approbations finales
- **Plan de tests** : Document qui précise les conditions d'application, les rôles des personnes impliquées, le planning, et la méthodologie pour exécuter les tests.

A noter que tous les câblages, données (CAN, Ethernet) et alimentations électriques(12V/220V) devront être testés et qualifiés et faire l'objet d'un rapport (débit, bande passante, continuités, etc.)

4.5 Prise en charge et restitution des véhicules

Le répondant devra inclure dans son offre les frais de prise en charge des véhicules dans les ateliers du répondant ou de son/ses sous-traitants ainsi que les frais éventuels de restitution des véhicules.

La livraison des véhicules devra être effectuée dans les six (6) mois au maximum après la notification du marché.

4.6 Garanties, maintenance et service après-vente

Le répondant indiquera dans son offre les durées de garantie, modalités de prise en charge, et inclura une offre forfaitaire de maintenance et service après-vente de 3 ans après la livraison et recette des livrables.

Le répondant distinguera la garantie contractuelle d'un an minimum (pour laquelle les conditions devront être précisées pour les différents équipements, matériels et prestations) et le contrat de maintenance qui couvrira, pour une durée de 3 ans à compter de la validation des tests, l'entretien et le dépannage des équipements, l'installations pour assurer leur bon fonctionnement ainsi que l'accès aux éventuelles mises à jour logicielles.

4.7 Planning

Les travaux d'étude, de réalisation/intégration, les tests ainsi que la recette et validation des « services faits » devront absolument être terminés pour la mi-novembre 2026.

