

AGV VALL

Cahier des Charges Fonctionnelles

Equipe :

BLAUWBLOMME Victorien

MELUT Adrien

HABRE Louise

MOLLICHON Léo

Version du : 21/10/2025

SOMMAIRE

I. Contexte et justification.....	3
II. Objectifs du projet.....	3
III. Expression fonctionnelle.....	4
III.1. Fonctions principales.....	4
III.2. Fonctions secondaires.....	4
III.3. Diagramme de pieuvre.....	4
III.4. Acteurs externes.....	4
III.5. Fonctions contraintes.....	5
IV. Contraintes.....	6
IV.1. Qualitatives.....	6
IV.2. Financières et organisationnelles.....	6
V. Critères d'acceptation.....	6
VI. Hypothèses.....	7
VII. Risques identifiés.....	7
VII.1. Risques liés au déroulement du projet.....	7
VII.2. Risques techniques et qualitatifs.....	7
VIII. Livrables attendus.....	7
IX. Synthèse et limites du projet.....	8
X. Perspectives d'évolution et limites techniques et organisationnelles.....	8

I. Contexte et justification

Les entrepôts modernes connaissent une croissance rapide du volume de marchandises à traiter, notamment avec l'essor du e-commerce et des chaînes d'approvisionnement mondialisées. Les opérations logistiques reposent de plus en plus sur la rapidité, la précision et la flexibilité.

Dans ce cadre, le transport interne de colis représente une activité répétitive, consommatrice de temps et de main-d'œuvre. Les déplacements manuels des opérateurs, souvent sur de longues distances, augmentent la fatigue et le risque d'accidents de travail.

L'automatisation par des véhicules autonomes (AGV) permet de réduire ces contraintes. Ces robots sont capables de naviguer de manière indépendante dans un environnement structuré (warehouse, usine), en assurant le déplacement des charges entre les zones de stockage, de préparation de commandes et d'expédition

II. Objectifs du projet

- **Assurer la navigation** dans l'entrepôt en sécurité et en autonomie complète
- **Garantir la précision** de ses déplacements entre les différents points d'intérêts.
- **Assurer la sécurité** en évitant les obstacles



Figure 1 : Diagramme Bête à cornes

III. Expression fonctionnelle

III.1. Fonctions principales

- FP1 : Transporter une charge d'un point A à un point B de manière autonome sur un trajet défini et optimisé (LIDAR).
- FP2 : Assurer la sécurité des utilisateurs et de l'environnement (arrêt d'urgence ≤ 100 ms, détection d'obstacles)
- FP3 : Gérer son énergie (surveillance de la batterie et indication grâce à une LED)

III.2. Fonctions secondaires

Réf.	Fonction	Critères mesurables	Validation
FS1	S'adapter à différents types de charges (formats, poids, volume)	Poids jusqu'à 5 kg sans perte de stabilité ecart de vitesse $< 10\%$ avec des charges de 1, 3 et 5kg par rapport à la vitesse nominale	Test sur charges variables
FS2	Alerte sonore et visuelle	Intensité sonore ≥ 70 dB, LED visible à 3 m	Vérification en condition d'utilisation

III.3. Diagramme de pieuvre

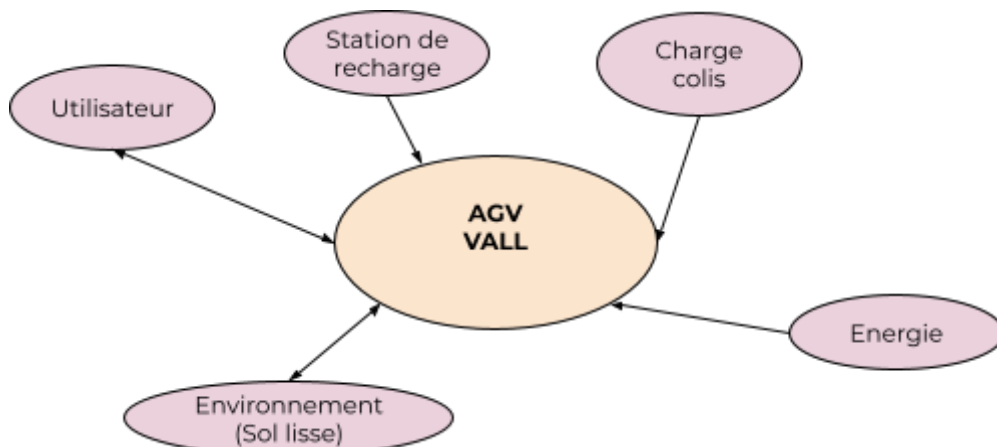


Figure 2 : Diagramme d'environnement de pieuvre

III.4. Acteurs externes

- Utilisateurs / Chargement et déchargement : utilisation du système au quotidien.
- La charge sur le robot.
- Energie : batterie
- Environnement : sol lisse
- Station de recharge

III.5. Fonctions contraintes

Acteur	Rôle	Fonctions / Contraintes associées
Utilisateurs / Chargement et déchargement	Personnes manipulant ou interagissant avec le robot au quotidien.	<ul style="list-style-type: none"> • Le système doit être simple et rapide à utiliser au quotidien. • Sécurité garantie lors des opérations de manipulation (éviter blessures / erreurs). • Accessibilité et ergonomie adaptées à tous les utilisateurs.
La charge sur le robot	Objet ou matériel transporté par le robot.	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilité du robot assurée avec la charge transportée. • Maintien des performances malgré la variation de poids.
Énergie (batterie)	Source d'alimentation du robot.	<ul style="list-style-type: none"> • Autonomie ≥ 2 h. • Gestion intelligente de l'énergie (optimisation des trajets et des cycles). • Sécurité électrique (pas de surchauffe, recharge contrôlée).
Environnement (sol lisse)	Milieu dans lequel évolue le robot.	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité de déplacement fiable sur sol lisse. • Adhérence et sécurité du déplacement garanties. • Respect des contraintes environnementales (propreté, absence d'obstacles).
Station de recharge	Infrastructure permettant la recharge automatique du robot.	<ul style="list-style-type: none"> • Temps de recharge optimisé. • Positionnement précis du robot pour assurer la recharge. • Sécurité électrique et compatibilité avec le système énergétique du robot.

IV. Contraintes

IV.1. Qualitatives

- Interface facile d'utilisation pour tous utilisateurs
- Durée de vie des composants >2000h
- Taille de l'AGV max-> 40x30x20cm
- Respect des normes de sécurité électrique

IV.2. Financières et organisationnelles.

- Le budget fictif global du projet incluant les composants et la fabrication du prototype (consommable, ressource, utilisation machine...) ne doit pas dépasser 1500 euros.

V. Critères d'acceptation

Qualité concerné	Critère d'acceptation	Protocole de validation
Précision positionnement	erreur de position finale ≤ 100 mm sur trajectoire de 10 m (écart de position < 1%)	Test de parcours type avec mesure moyenne via un relevé de distance
Vitesse de croisière	0,5 m/s en mission standard	Test de parcours type avec mesure moyenne via encodeurs
Accélération	Accélération maximale $\leq 0,5$ m/s ² pour éviter un basculement de charges	Test de parcours type avec mesure de l'inclinaison <5% sur des virages de 90°
Vitesse maximum	Vitesse maximale contrôlée $\leq 1,5$ m/s	Test de parcours type avec mesure moyenne via encodeurs
Temps d'arrêt d'urgence	≤ 100 ms	protocole de validation complet : simulation d'obstacle à 0,5 m, chronométrage du signal capteur→moteur, enregistreur temps réel
Autonomie	2h en utilisation	test en mission : 5 cycles d'utilisation d'1h et vérification que la consommation de batterie <50%

VI. Hypothèses

- Utilisation sur sol principalement lisse, mais test complémentaire prévu sur sol légèrement irrégulier. (irrégularité <5 mm, type de sol différent comme béton lisse, PVC, parquet)
- Environnement intérieur (température 10–35 °C, humidité < 70 %).
- Utilisateurs formés au protocole de sécurité.

VII. Risques identifiés

VII.1. Risques liés au déroulement du projet

- Disponibilité des composants : risque de retard de livraison ou non disponibilité dans le magasin ICAM.
- Compétences insuffisantes : informatiques, techniques, d'analyses, organisationnelles ...

VII.2. Risques techniques et qualitatifs

Risque	Impact	Plan d'action
Perte de connectivité	Non réalisation de la mission	arrêt du robot et message d'erreur
Usure des composants	casse prématuré	test spécifique de la fatigue et l'endurance des composants
Panne capteur	Risque de collision	arrêt de la mission et message d'alerte problème capteur
Surchauffe de la batterie	Arrêt système, incendie	ventilation si nécessaire BMS avec capteur de température
Instabilité des charges transportés	chute objet, non réalisation de la mission	surface antidérapante butée anti glissement autour du plateau de transport

VIII. Livrables attendus

- Cahier des Charges
- Planning de Gantt

- FBS, PBS
- BDF
- Cahier de conception
- Rapport de tests de performance (latence, autonomie, compatibilité).
- Notice d'utilisation

IX. Synthèse et limites du projet

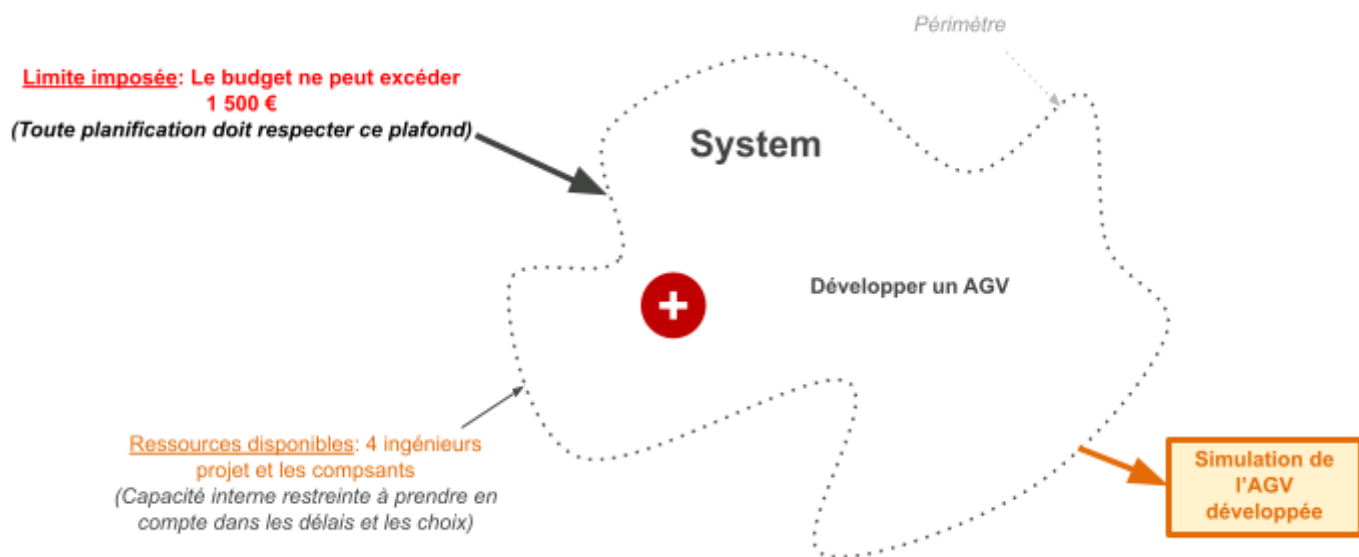


Figure 3 : Limites du système

X. Perspectives d'évolution et limites techniques et organisationnelles.

X.1. Perspectives d'évolution du projet

Le projet AGV VALL constitue une première étape vers le développement d'un système logistique autonome et intelligent. Plusieurs axes d'amélioration et d'évolution sont envisageables à court et moyen terme.

Optimisation de la navigation :

- Intégration d'un algorithme de planification dynamique de trajectoire (SLAM ou navigation IA légère).
- Gestion adaptative des vitesses selon le contexte (charge, obstacles, type de sol).

Amélioration de la gestion énergétique :

- Mise en place d'un système de recharge automatique sans fil ou par positionnement guidé.

- Développement d'une stratégie de recharge intelligente pour plusieurs AGV partageant la même station.

Communication et coordination multi-AGV :

- Création d'un réseau local inter-robots (Wi-Fi ou Bluetooth Mesh) pour la coordination des missions et la prévention des collisions.
- Implémentation d'un système de supervision centralisé permettant la gestion simultanée de plusieurs unités.

Amélioration de la sécurité et de la maintenance :

- Redondance des capteurs critiques (LIDAR).
- Diagnostic embarqué et remontée d'alertes en temps réel (tension batterie, température, capteur défaillant).

Ergonomie et expérience utilisateur :

- Interface tactile ou mobile pour la configuration et le suivi des missions.
- Formation simplifiée et automatisée via tutoriel interactif intégré à l'interface.

Extension de l'environnement d'usage :

- Adaptation du robot à des sols semi-irréguliers et à des environnements semi-structurés (petits obstacles, pentes légères).
- Amélioration de la résistance aux conditions variables (température, humidité)

X.2. Limites techniques et organisationnelles actuelles

Malgré ses performances prometteuses, le projet présente plusieurs contraintes qui conditionnent sa mise en œuvre :

Limites techniques :

- Dépendance à la qualité du sol et à la luminosité ambiante pour les capteurs.
- Autonomie limitée à 2 h, imposant des cycles de recharge fréquents.
- Capacité de charge restreinte (≤ 5 kg), limitant le type de colis transportables.
- Système de navigation encore dépendant d'un environnement structuré et balisé.

Limites organisationnelles :

- Budget plafonné à 1500 €, restreignant les choix matériels et composants.
- Temps de développement et de tests contraint par la disponibilité des ressources ICAM.

- Besoin de compétences avancées en robotique, informatique embarquée et analyse de capteurs pour le déploiement complet.