



## ExploBot Dossier de Spécifications

Version 1

# THALES

Auteur	Équipe ExploBot	<a href="mailto:simon.fedeli@reseau.eseo.fr">simon.fedeli@reseau.eseo.fr</a> <a href="mailto:jeaneudes.laguerie@reseau.eseo.fr">jeaneudes.laguerie@reseau.eseo.fr</a> <a href="mailto:antoine.dehoux@reseau.eseo.fr">antoine.dehoux@reseau.eseo.fr</a> <a href="mailto:fatoumata.traore@reseau.eseo.fr">fatoumata.traore@reseau.eseo.fr</a> <a href="mailto:thomas.rocher@reseau.eseo.fr">thomas.rocher@reseau.eseo.fr</a>
Collaborateur	Pierre MADDONINI Bastien ROCOURT Thomas CHENU Mario RAJAOARISOA	
Encadrant	Matthias BRUN	

## **Vu d'ensemble**

Ce document de spécifications est structuré en 4 parties :

- La partie I présente les objectifs et la portée de ce document.
- La partie II, intitulée « description générale », a pour objectif de présenter l'environnement et le contexte de ExploBot, ainsi que les fonctionnalités principales attendues du SàE.
- La partie III spécifie les cas d'utilisations d'un point de vue utilisateur de notre projet.
- La partie IV présente en détail les IHM attendues, les fonctionnalités détaillées de l'IHM ainsi que le dictionnaire du domaine.

## 1. Introduction

### 1.1. Objet

Ce dossier de spécifications a pour objectif de définir les fonctionnalités et exigences attendues par la société Thales Services Numériques (désignée dans la suite du document comme le client) pour le développement logiciel d'un système autonome de cartographie supervisé par IHM : ExploBot. Dans le contexte de développement d'un prototype, ce dossier de spécifications se focalise sur une simple étape du cycle de vie du produit, à savoir l'étape d'utilisation du démonstrateur par un utilisateur, en n'adressant que les fonctionnalités principales attendues pour ce prototype.

Ce document permettra à l'équipe de concevoir, développer et tester les parties informatiques du prototype.

Les fonctionnalités et exigences présentées dans ce document ont été déterminées suite aux rencontres et échanges avec les représentants de la société Thales Services Numériques (voir compte-rendus [2. Réunion de lancement](#) ).

Ce dossier de spécifications s'inspire de la norme [IEEE/ISO/IEC 29148-2018].

Il utilise des schémas et illustrations respectant la norme UML en version 2.5.1 [UML 2.5.1\_2017].

### 1.2. Portée

Ce document décrit les fonctionnalités et exigences du Système à l'Étude (SàE) constitué :

- Du logiciel **Cute**, permettant à un utilisateur de visualiser et commander la cartographie ainsi que le déplacement autonome supervisé via une IHM d'un robot.
- Du logiciel **Carto** embarqué sur le robot permettant le contrôle de leurs périphériques associés.

### 1.3. Définition, acronymes et abréviations

Les abréviations utilisées dans le présent document sont répertoriées et expliquées dans le tableau présenté ci-dessous. Les termes utiles pour interpréter correctement ce dossier de spécifications sont définis dans le dictionnaire de domaine présent dans ce dossier dans la partie 5.

Acronymes, abréviations	Définition
CU	Cas d'Utilisation
IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)	Association professionnelle internationale définissant entre autres des normes dans le domaine informatique et électronique.
IHM (Interface Homme Machine)	Moyens permettant aux utilisateurs de ExploBot d'interagir avec ExploBot
N.A	Non Applicable
SàE (Système à l'étude)	Il s'agit de l'ensemble des logiciels ExploBot_CONTROLEUR et Cute.
SB	ExploBot
Carto	ExploBot_Controleur, contrôleur utilisé pour les robots du SàE
Cute	ExploBot_IHM. Interface Homme-Machine utilisée pour le SàE
UML (Unified Modeling Language)	Notation graphique normalisée, définie par l'OMG et utilisée en génie logiciel.
WIFI (Wireless Fidelity)	Technologie de connexion sans fil.

## 1.4. Contexte

Le projet ci-présent fait suite à un projet existant proposé par la société Thales Services Numériques. Il a été réalisé par les étudiants de l'école d'ingénieur ESEO lors de l'année scolaire 2022-2023. Le but fut de réaliser un pilotage de plusieurs robots via une IHM. Les robots utilisés furent deux Alphabot 2.

Cette année, la société Thales Services Numériques confie un nouveau projet aux étudiants de l'ESEO.

## 1.5. Enjeux et problématique

Le département EE4 de Thales Services Numériques souhaite exposer à un public externe leurs domaines d'activités sans compromettre sa confidentialité.

Voici leurs domaines d'activités :

- Radio : Systèmes de radiocommunication tactiques.
- Guerre Electronique : Systèmes d'interception, brouillage ou localisation de signaux.
- Chiffre : Systèmes de chiffrement/sécurisation des échanges de données.

Pour répondre à ce besoin, le département EE4 a confié au groupe de PFE le projet portant le nom d'ExploBot.

Le projet ExploBot consiste en la mise en place d'un démonstrateur permettant d'illustrer des domaines d'activités du département.

Le travail réalisé permettra de répondre à la problématique suivante :

**Comment cartographier une zone et déplacer un robot en adoptant une trajectoire optimisée jusqu'à une destination définie par l'utilisateur ?**

Pour ce faire, le démonstrateur pourrait avec un robot simuler un véhicule sur le terrain qui cartographierait une zone et transmettrait des informations sur des potentiels obstacles afin que les autres véhicules puissent emprunter le meilleur itinéraire.

Techniquement, les objectifs du projets sont donc :

- Reconnaissance d'un terrain délimité au travers du déplacement autonome d'un robot
- Détection d'obstacles.
- Transmission des coordonnées des obstacles vers le système de visualisation
- Construction de la carte en temps réel.
- Déplacement autonome et optimisé d'un robot entre 2 points sur la zone cartographiée sur demande du système de visualisation.

## 2. Description générale

### 2.1. Environnement

#### 2.1.1. Architecture matérielle et logicielle

Le diagramme de déploiement UML de la figure 1 représente l'architecture logicielle et matérielle du SàE.

Ce diagramme de déploiement identifie les entités matérielles et/ou logicielles avec lesquelles le SàE (composé des entités Cute et Carto) doit interagir et permet ainsi de déterminer les principaux échanges qu'il entretient avec son environnement.

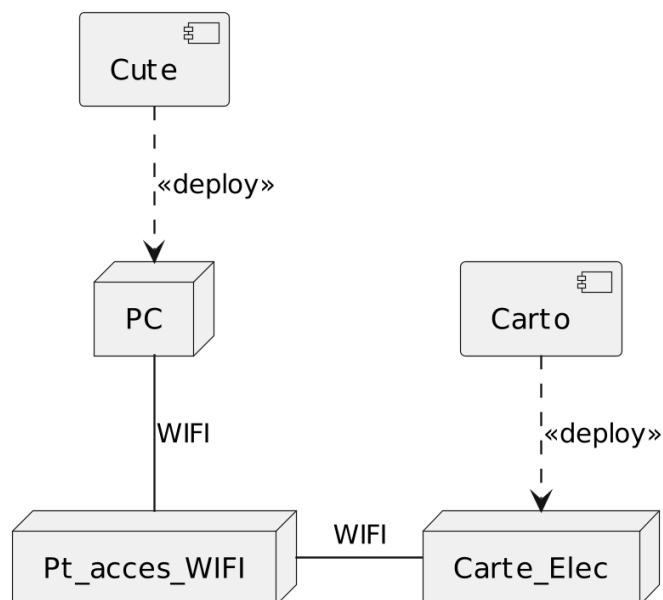


figure 1 : Architecture matérielle et logicielle de ExploBot

## 2.2. Fonction principales développées

Ce chapitre présente les fonctionnalités principales développées en utilisant une démarche par cas d'usage et par cas d'Utilisation (CU).

L'utilisation prévue du SàE est de déplacer un robot de manière autonome et supervisé par IHM dans une zone cartographiée. Pour cela, trois fonctionnalités principales sont à considérer (niveau utilisateur) : (1) cartographier la zone, pour permettre au robot de cartographier une zone délimitée et de l'afficher sur l'IHM ;(2) optimiser la trajectoire, pour calculer le chemin le plus optimisé entre deux points de la carte et déplacer le robot suivant ce chemin et (3) réinitialiser la cartographie, pour réinitialiser la cartographie sur l'IHM.

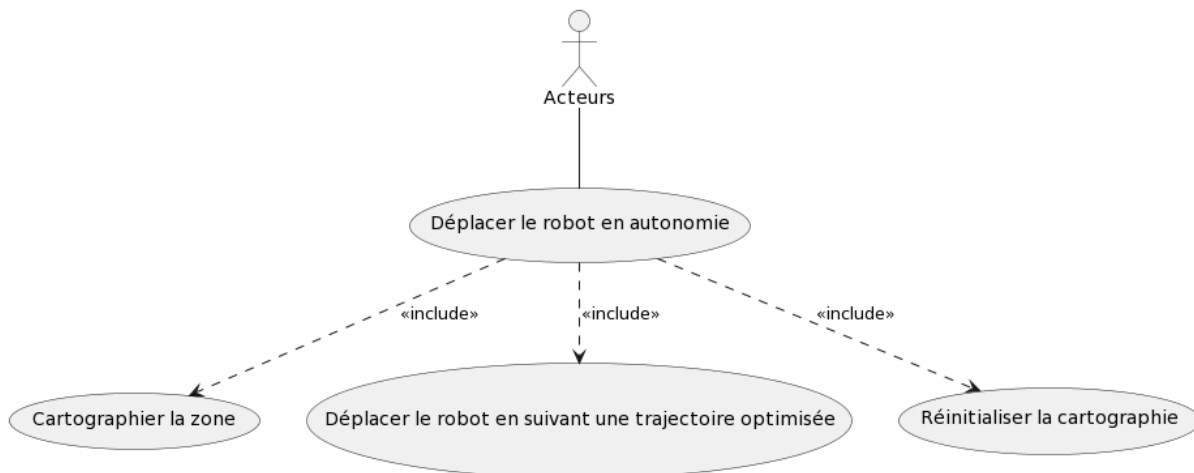


figure 2 : Diagramme de cas d'utilisation

### 2.2.1. Résumé des cas d'usage considérés pour ExploBot

Dans le cadre de ce document de spécification, le seul cas d'usage considéré pour le SàE est le l'utilisation nominale par l'Utilisateur.

L'incrément décrit dans ce dossier de spécification concerne le développement d'un prototype, par conséquent, les autres cas d'usage comme celui de la fabrication, du recyclage ou de la maintenance de second niveau ne sont pas pris en compte. Concernant le cas d'usage de la maintenance du SàE, les activités classiques de développement et de débogage sont par conséquent ignorées.

### 3. Cas d'utilisations (C.U.)

#### 3.1. Scénario général

Titre	Déplacer le robot en autonomie
Résumé	Un utilisateur active les programmes d'un Appareil déplaçant le robot en toute autonomie.
Portée	SB
Acteurs directs	Utilisateur, Robot
Acteurs indirects	Aucun
Niveau	Stratégique
Préconditions	<b>Cute</b> est présent sur l' <i>Appareil</i> et est en état de fonctionner. <b>Carto</b> est présent sur <i>Carte_elec</i> et est en état de fonctionner. <i>Carte_elec</i> est connectée à <b>Point_Acces_Wifi</b> . L' <i>Appareil</i> est connecté à <b>Point_Acces_Wifi</b> .
Garanties minimales	Aucune.
Garanties en cas de succès	Confère sous-CU.
Scénario nominal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilisateur démarre <b>Carto</b>.</li> <li>2. <b>Carto</b> indique qu'il est en attente de connexion à Utilisateur.</li> <li>3. Utilisateur démarre <b>Cute</b></li> <li>4. <b>Cute</b> affiche <b>Ecran_Accueil</b>.</li> <li>5. Utilisateur demande à cartographier la zone.</li> <li>6. SB <u>cartographie la zone</u>.</li> <li>7. Utilisateur demande à déplacer le robot</li> <li>8. SB <u>déplace le robot suivant une trajectoire optimisée</u>.</li> <li>9. Utilisateur quitte <b>Cute</b>.</li> </ol>
Variantes	<p><b>4-9</b> : [Utilisateur demande à quitter <b>Cute</b>]  <b>4-9.a.1.</b> Va en 9.</p> <p><b>7</b> : [Utilisateur demande à réinitialiser la cartographie]  <b>7.a.1.</b> Utilisateur <u>réinitialise la cartographie</u>.  <b>7.a.2.</b> Retour en 5</p>

#### 3.2. Scénario de cartographie

Titre	Cartographier la zone
-------	-----------------------



Résumé	Le robot cartographie la zone où il se trouve.
Portée	SB
Acteurs directs	robot
Acteurs indirects	Aucun
Niveau	Fonction
Préconditions	<b>Cute</b> affiche <i>Ecran_Commande</i>
Garanties minimales	Aucune.
Garanties en cas de succès	Confère sous-CU.
Scénario nominal	<ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Cute</b> demande à <b>Carto</b> d'exécuter le programme de cartographie</li><li>2. <b>Carto</b> déplace le robot en autonomie</li><li>3. <b>Carto</b> envoie les données de déplacement à <b>Cute</b></li><li>4. <b>Cute</b> affiche la carte avec les données</li><li>5. <b>Cute</b> détecte la fin de la cartographie</li><li>6. <b>Carto</b> met à l'arrêt le robot</li><li>7. <b>Cute</b> notifie l'utilisateur de la fin du programme</li></ol>
Variantes	<p><b>2-3</b> : [Le robot détecte une erreur] <b>2-3.1</b> <b>Cute</b> affiche <i>pop_up_erreur</i> <b>2-3.2</b> Retour en 6 <b>2-3.3</b> Fin du CU</p> <p><b>2-4</b> : [L'utilisateur appuie sur bouton STOP] <b>2-4.1</b> Retour en 6</p> <p><b>2-5</b> : [Tous les <b>Temps_Rafraichissement</b>] <b>2-5.1</b> Retour en 3</p>

### 3.3. Scénario de trajectoire

Titre	Déplacer le robot en suivant une trajectoire optimisée
Résumé	Le robot se déplace à un point donné en suivant une trajectoire définie automatiquement et optimisée.
Portée	SB
Acteurs directs	robot
Acteurs indirects	Aucun
Niveau	Fonction
Préconditions	<b>Cute</b> affiche <i>Ecran_Commande</i> Cartographie existante
Garanties minimales	Aucune.
Garanties en cas de succès	Confère sous-CU.
Scénario nominal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Cute</b> affiche <b>pop_up_trajectoire</b></li> <li>2. Utilisateur définit un point sur la carte</li> <li>3. <b>Cute</b> définit la trajectoire optimale entre le robot et le point</li> <li>4. <b>Cute</b> affiche la trajectoire optimale</li> <li>5. <b>Carto</b> déplace le robot vers le point</li> <li>6. <b>Carto</b> met à l'arrêt le robot</li> <li>7. <b>Carto</b> indique à l'utilisateur qu'il est arrivé au point</li> <li>8. <b>Cute</b> indique à l'utilisateur que le robot est arrivé à destination</li> <li>9. <b>Cute</b> efface la trajectoire actuelle</li> </ol>
Variantes	<p><b>2.a</b> : [L'utilisateur indique un point inaccessible]</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>2 .a.1</b> <b>Cute</b> affiche <b>pop_up_erreur</b></li> <li><b>2 .a.2</b> Retour en 2</li> </ol> <p><b>5.a</b> : [Le robot a détecté un obstacle]</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>5 .a.1</b> <b>Cute</b> affiche <b>pop_up_erreur</b></li> <li><b>5 .a.2</b> Retour en 6</li> <li><b>5 .a.3</b> Fin du CU</li> </ol> <p><b>6.a</b> : [L'utilisateur veut arrêter la trajectoire]</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>6 .a.1.</b> Utilisateur demande à arrêter la trajectoire</li> <li><b>6 .a.2</b> <b>Carto</b> indique à <b>l'utilisateur</b> qu'il est à l'arrêt</li> <li><b>6 .a.3</b> <b>Cute</b> indique à l'utilisateur qu'il est à l'arrêt</li> <li><b>6 .a.4</b> Retour en 9</li> </ol>

### 3.4. Scénario de réinitialisation

Titre	Réinitialiser la carte
Résumé	Un utilisateur active le programme de réinitialisation de la carte.
Portée	SB
Acteurs directs	Utilisateur, robot
Acteurs indirects	Aucun
Niveau	Fonction
Préconditions	<b>SB</b> a cartographié la zone
Garanties minimales	Aucune.
Garanties en cas de succès	Confère sous-CU.
Scénario nominal	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Utilisateur demande à réinitialiser la carte.</li><li>2. <b>Cute</b> efface la carte de sa mémoire</li><li>3. <b>Cute</b> efface la carte de l'IHM</li></ol>
Variantes	<b>2.a</b> : [Le scénario de cartographie est en cours de réalisation] <b>2 .a.1 Cute</b> stoppe le scénario de cartographie

## 4. Exigences spécifiques

### 4.1 Interfaces Homme Machine

#### 4.1.1. Généralités

L'utilisateur peut interagir avec ExploBot via l'Appareil sur lequel s'exécute **Cute**.  
**Cute** peut envoyer des informations à l'utilisateur par l'intermédiaire de l'Appareil.

#### 4.1.2. Les écrans

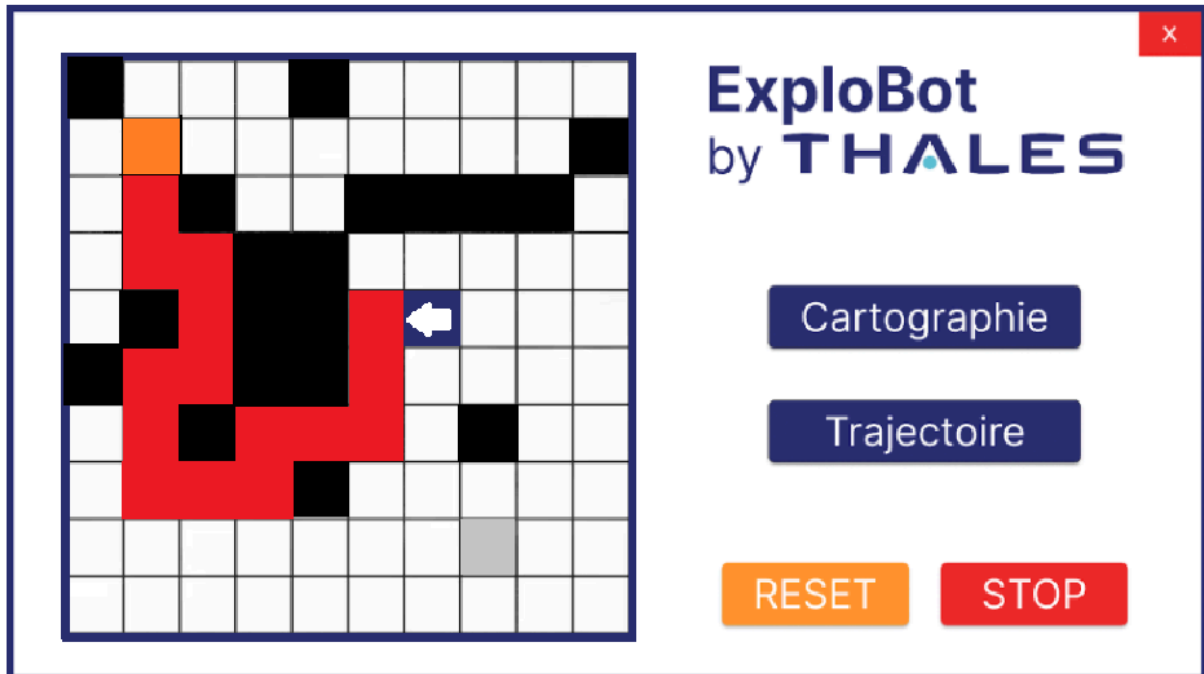
Cute est constitué d'un seul écran nommé l'écran principal, il permet principalement :

- Au robot de cartographier la zone
- La visualisation de la zone cartographiée
- Le déplacement du robot suivant une trajectoire optimisée

#### Boutons de la page :







- Le bouton <cartographie> va commander au robot de se déplacer dans la zone prédéfinie pour la cartographier. Les obstacles et le passage de celui-ci s'afficheront donc au fur et à mesure sur l'affichage à gauche des boutons.
- Le bouton <trajectoire> entraîne l'affichage d'un pop-up indiquant à l'utilisateur la démarche à suivre. Il faut ensuite cliquer sur la carte pour choisir le point de départ et la destination du robot. Le robot ira directement vers sa destination en suivant une trajectoire optimisée qui est affichée sur la carte.
- Le bouton <stop> arrête le robot et efface la trajectoire actuelle (s'il est en cours d'utilisation)
- Le bouton <reset> efface les données de la carte.

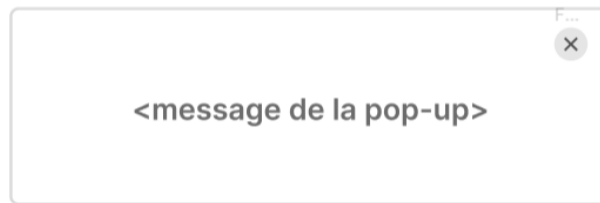
#### 4.1.3. IHM



**Titre : Interface principale**

#### **Légende**

	Obstacle		Waypoint : case faisant partie de la trajectoire
	Case sans obstacle		Destination choisie par l'utilisateur
	Case non cartographié		Robot



**Titre : pop-up**

Nous distinguons deux pop-ups qui sont

- pop\_up\_erreur : permet d'afficher un message d'erreur à Utilisateur.

Un exemple d'erreur : la survenue d'un obstacle **non prévu** pendant que le robot se déplace vers son point de destination.

- pop\_up\_trajectoire : demande à l'utilisateur de choisir un point de destination du robot.

## **4.3. Contraintes**

### 4.3.1. Politiques réglementaires

Les robots Alphabot 2 de Waveshare fournis par Thales étant commercialisés en vente libre, aucune confidentialité ne s'applique sur ces éléments.

### 4.3.2. Contraintes matérielles

N.A.

### 4.3.3. Exigences de fiabilité

N.A.

### 4.3.4. Exigences de maintenabilité

N.A.

### 4.3.5. Exigences de disponibilité

N.A.

## 5. Dictionnaire du domaine

### 5.1. Définitions

Terme	Définition
<b>Alphabot 2</b>	Support contenant Carte_Elec.
<b>Ecran_Accueil</b>	Terme désignant l'écran de Cute utilisé pour l'accueil de l'application.
<b>Ecran_Commande</b>	Terme désignant l'écran de Cute permettant de commander le robot.
<b>En état de fonctionner</b>	Cette expression signifie selon Cute ou Carto que : <ul style="list-style-type: none"><li>• Cute a été correctement chargé sur la plateforme.</li><li>• Carto a été correctement configuré sur Carte_Elec.</li></ul>
<b>Obstacle</b>	Objet se trouvant sur la trajectoire du robot.
<b>Périphérique</b>	Dispositif connecté à Carte_Elec ayant une fonction spécifique. Il peut s'agir d'un moteur, capteur, actionneur ou de tout autre appareil physique.
<b>Point_Acces_Wifi</b>	Point d'accès wifi du réseau wifi utilisé par le SàE
<b>Pop-Up</b>	Ce terme désigne une fenêtre qui s'ouvre devant l'écran principal sans avoir été sollicitée par l'utilisateur.
<b>pop_up_erreur</b>	Terme désignant l'apparition d'une Pop-Up en superposition de l'écran affiché sur Cute. Cette PopUp apparaît afin d'afficher un message d'erreur à l'écran.
<b>pop_up_trajectoire</b>	Terme désignant l'apparition d'une Pop-Up en superposition de l'écran affiché sur Cute. Cette Pop-Up demande à l'utilisateur de choisir un point de destination du robot.
<b>Carto</b>	Logiciel exécuté sur Robot et, communiquant avec Cute.
<b>Cute</b>	Logiciel exécuté sur l'Appareil, communiquant avec Carto.
<b>Appareil</b>	Support d'exécution de Cute.

