

Cahier des Charges

Développement du Robot « Sem821 »

Rédacteur(s) : François JOLY

joly@cpe.fr

Diffusion extérieure :

Etudiants CPE 4ETI

Diffusion interne :

Equipe enseignante CPE



ATTENTION !! Ce cahier des charges n'est pas définitivement figé.

Par conséquent, les spécifications sont susceptibles d'évoluer, d'être complétées, voire même d'être légèrement modifiées. Vous serez avertis par courrier électronique des mises à jour de ce document.

Version : 1.00

Dernière mise à jour le : 21/02/2021 11:04

Nombre de Pages : 23

Type de diffusion :

☐ Copie interdite

☐ Format papier uniquement

☒ Format papier & Version électronique

Confidentialité :

☐ Confidentiel

☐ Diffusion restreinte

☒ Diffusion large



Cahier des charges - Robot Sem821 - 2021 Ver1.00.docm

1. Objectif de ce document	4
2. Index des modifications apportées à ce document	4
2.1. Version 1.00	4
3. Précisions sur les termes employés	4
4. Objectifs globaux et méthodes de développement	4
4.1. Description du cahier des charges	5
4.1.1. Scénario d'utilisation du robot.	5
4.1.2. Architecture globale du robot	5
4.1.3. Les fonctionnalités du robot.	5
4.1.4. Les sous-ensembles	5
4.1.5. Les étapes de validation	5
4.2. Inventaire des réalisations demandées	6
4.3. Evaluation technique du projet.	6
5. Caractéristiques générales du Projet SEM821	7
5.1. Scénario d'utilisation du « robot ».	7
5.1.1. Généralités	7
5.1.2. Description des obstacles-balises	7
5.1.3. Scénario optimal détaillé.	8
5.1.4. Les objectifs du prestataire	9
5.2. Architecture globale du robot	10
5.2.1. Le système dans son ensemble	10
5.2.2. Synoptique de la base roulante	11
6. Fonctionnalités du robot.	12
6.1. FCT_01A – Déplacements élémentaires	12
6.2. FCT_02A – Déplacement évolué	12
6.3. FCT_02B – Déplacement évolué dégradé	13
6.4. FCT_03A – Commande Servomoteur Horizontal	13
6.5. FCT_04A – Commande Servomoteur Vertical	13
6.6. FCT_05A – Commande Détection d'obstacle	13
6.7. FCT_06A – Commande Génération de Son	13
6.8. FCT_06B – Commande Génération de Son dégradée	13
6.9. FCT_07A – Gestion de signaux sonores	14
6.10. FCT_08A – Pilotage du pointeur lumineux	14
6.11. FCT_08B – Pilotage du pointeur lumineux dégradé	14



Cahier des charges - Robot Sem821 - 2021 Ver1.00.docm

6.12.	FCT_09A – Mesure du courant consommé	14
6.13.	FCT_10A – Prise de vue	14
6.14.	FCT_10B – Prise de vue dégradée	14
6.15.	FCT_11A – Calcul des déplacements de la base roulante	15
6.16.	FCT_11B – Calcul des déplacements de la base roulante dégradé	15
6.17.	FCT_12A – Pilotage calculé du pointeur lumineux.	15
6.18.	FCT_13A – Pilotage calculé du pointeur lumineux avec correction.	15
6.19.	FCT_14A – Acquisition-Stockage de signaux sonores.	15
6.20.	FCT_14B– Acquisition-Stockage de signaux sonores dégradée 1.	15
6.21.	FCT_14C– Acquisition-Stockage de signaux sonores dégradée 2.	16
6.22.	FCT_14D– Acquisition-Stockage de signaux sonores dégradée 3.	16
6.23.	FCT_15A– Analyse des signaux sonores.	16
6.24.	FCT_15B– Analyse des signaux sonores dégradé	16
6.25.	FCT_16A– Analyse visuelle des obstacles.	16
6.26.	FCT_16B– Analyse visuelle des obstacles dégradée.	16
6.27.	FCT_17A– Centrale de commande	16
6.28.	FCT_18A– Affichage des informations d'identification	16
7.	<i>Découpage en sous-ensembles élémentaires.</i>	17
8.	<i>Les étapes de validation</i>	19
8.1.	Validation des fonctionnalités	19
8.2.	Attribution des points pour chaque fonctionnalité validée	19
8.3.	Jalon 1	20
8.4.	Jalon 2	21
8.5.	Recette fin de projet	22
9.	<i>Exigences d'organisation</i>	23
10.	<i>Les rendus</i>	23
11.	<i>Pour plus de précisions au sujet du cahier des charges</i>	23
12.	<i>Documents annexes au cahier des charges</i>	23



Cahier des charges - Robot Sem821 - 2021 Ver1.00.docm

1. Objectif de ce document

Ce document décrit un besoin qui pourrait être exprimé par une entreprise, pour la conception, le développement et la mise au point d'un robot semi-autonome. Nous appellerons ce projet « Robot SEM821 » (Robot Semestre 8 Année 2021). On désigne par « Robot SEM821 » aussi bien la plateforme matérielle mobile que son environnement matériel et logiciel.

A ce cahier des charges, vient s'ajouter deux documents « Annexe Technique Robot SEM821 » qui décrivent en détail les divers éléments de la plateforme fournie et donnent des informations supplémentaires sur les divers sous-ensembles à réaliser.

Un troisième document « Informations Projet Transversal Tronc Commun 4ETI – Semestre 8 » traite du déroulement académique du projet, en insistant sur les aspects organisation, calendrier et contenu des rendus.

2. Index des modifications apportées à ce document

2.1. Version 1.00

- Cette version est la toute première version de ce document.

3. Précisions sur les termes employés

Nous nommerons « prestataires » les équipes d'étudiants chargées de mener cette étude et désignerons par « robot », l'ensemble du dispositif, constitué de la base roulante, des PCs utilisés (PC centrale de commande, PC calculs, PC Traitements), et du dispositif de guidage.

4. Objectifs globaux et méthodes de développement

Ce cahier des charges a pour objectif de permettre la conception, la réalisation et la mise œuvre d'un véhicule autonome, capable de se déplacer dans un environnement partiellement connu et d'exécuter toute une série d'actions pour identifier son environnement.

Dans ce document, nous commencerons par décrire un scénario d'utilisation optimale du robot. Puis nous présenterons l'architecture globale matérielle et logicielle du dispositif. Cette architecture est imposée et devra être respectée.

La réalisation de l'ensemble sera découpée en éléments fonctionnels appelés « Fonctionnalités ». Celles-ci auront pour objectif de permettre une validation par étapes du dispositif et seront mises en place au travers de la conception et réalisation de sous-ensembles technologiques matériels et logiciels.

Enfin, nous décrirons les différentes étapes de validation que le robot devra franchir afin d'apporter la preuve de la mise en place des fonctionnalités attendues et donc de la réalisation des divers sous-ensembles du robot.

Ce découpage peut paraître complexe, mais il garantit au client de pouvoir suivre et d'évaluer précisément l'avancement des travaux des divers prestataires.



4.1. Description du cahier des charges

4.1.1. Scénario d'utilisation du robot.

Dans cette partie, on décrira quel est le contexte général final d'utilisation du robot.

4.1.2. Architecture globale du robot

Un certain nombre de choix techniques ont été définis durant la rédaction du cahier des charges. Ainsi l'architecture globale du dispositif sera imposée, de même que l'architecture matérielle de la base roulante mise à votre disposition. Néanmoins, sur certaines parties spécifiques, vous pourrez disposer d'une plus grande autonomie.

4.1.3. Les fonctionnalités du robot.

Compte tenu du scénario d'utilisation, on s'attachera à décrire les diverses fonctionnalités attendues du robot, sans se préoccuper dans un premier temps des dispositifs techniques nécessaires.

Chaque fonctionnalité constituera une partie de la réponse au scénario d'utilisation global. Le découpage adopté est subjectif et a pour objectif de faciliter la vérification par étapes de l'avancement du projet.

4.1.4. Les sous-ensembles

Le développement technique du projet sera découpé en un nombre important de sous-ensembles constitués à la fois d'éléments matériels et logiciels. **Doter le robot d'une fonctionnalité, reviendra ainsi à concevoir, réaliser et mettre au point plusieurs sous-ensembles. Un même sous-ensemble pourra être utilisé dans plusieurs fonctionnalités.**

Ces sous-ensembles de complexité variable seront plus ou moins bien spécifiés. Certains offriront peu de liberté pour la conception, alors que d'autres, très ouverts, laisseront de la place à la créativité.

4.1.5. Les étapes de validation

Afin de pouvoir s'assurer tout au long de l'avancement du projet que les différentes fonctionnalités de ce robot sont opérationnelles, nous soumettrons le robot à des évaluations lors d'étapes de validation spécifiques. Le passage des étapes se fera durant les deux jalons et la recette finale.

A chaque étape, plusieurs fonctionnalités du robot devront être évaluées. Ces fonctionnalités seront classées en trois catégories : celles-ci qui devront être obligatoirement évaluées, celles qui seront évaluables mais non obligatoires et celles qui ne seront pas évaluables.

Ces étapes seront décrites dans des documents appelés « Descriptif Etape de Validation N ». Ces documents énuméreront une suite d'actions élémentaires que devra exécuter le robot pour valider une fonctionnalité. Chaque action sera évaluée de manière binaire (action accomplie correctement /action accomplie incorrectement) et rapportera un certain nombre de points.

Les documents « Descriptif Etape de validation N » seront accessibles à tous, aussi, les prestataires pourront faire au préalable des essais de passage d'étape.



4.2. Inventaire des réalisations demandées

Les contraintes principales sur ce projet sont dues au fait que les ressources humaines et le planning sont fixés. Aussi, compte tenu, de la diversité des fonctionnalités, des sous-ensembles et de leur complexité variable, il est d'ores et déjà quasiment impossible d'envisager une réalisation finale à 100% (toutes les fonctionnalités validées). Chaque prestataire, compte tenu du planning disponible, de ses ressources humaines, sera amené à faire des choix de priorité sur les sous-ensembles à réaliser, et par la même sur les fonctionnalités visées.

Attention il y aura toutefois des fonctionnalités considérées comme obligatoires et d'autres considérées comme facultatives.

4.3. Evaluation technique du projet.

Le projet sera évalué au travers des résultats obtenus aux différentes étapes de validation. Compte tenu de la complexité variable des différentes fonctionnalités, nous attribuerons un nombre de points différent à chaque fonctionnalité.

Attention, nous rappelons que l'obtention de points aux fonctionnalités est liée à un minimum de résultats réels observables. C'est ainsi qu'une vague ébauche de solution ne permettra pas d'obtenir des points pour une fonctionnalité donnée.

Il y a 560 points au total attribuables sur l'ensemble des fonctionnalités. Compte tenu des effectifs et du planning des équipes, un nombre de points minimum sera défini pour que l'on puisse considérer le projet comme validé techniquement.



5. Caractéristiques générales du Projet SEM821

5.1. Scénario d'utilisation du « robot ».

5.1.1. Généralités

Le dispositif robot SEM821 sera constitué d'une base roulante, de plusieurs ordinateurs PC et d'un dispositif de guidage placé hors de la base roulante.

La base roulante sera dotée, outre de cartes à microcontrôleurs, de capteurs et d'actionneurs lui donnant la possibilité d'interagir avec son environnement. Par contre, cette base roulante n'aura pas une totale autonomie dans ses prises de décision et échangera en continu avec un seul ordinateur PC nommé « Centrale de Commande ». Cette centrale de commande sera chargée d'envoyer des commandes à la base roulante. Elle pourra, dans des modes de fonctionnement élémentaires, piloter directement la base roulante dans ses déplacements, mettre en œuvre ses divers capteurs et actionneurs et récupérer les diverses informations produites par la base roulante.

L'objet de SEM821 est de concevoir une base roulante capable à terme d'analyser son environnement et de transmettre ses résultats d'observations.

La base roulante évoluera dans un espace limité encombré d'obstacles et sera chargée de détecter et d'identifier ces obstacles appelés aussi « balises ». Certaines balises seront actives, c'est-à-dire qu'elles pourront interagir avec le robot.

La position physique de ces balises pourra être connue par avance, par contre le type de ces balises sera inconnu (balise active, balise passive).

En effet, ces balises, qui seront toutes de mêmes dimensions, se distingueront entre elles par des motifs visuels spécifiques et par leur capacité à émettre différents signaux sonores. L'émission de ces signaux sonores par les balises sera commandée, selon les balises, soit par réception d'un signal sonore spécifique, soit par la réception d'un signal lumineux, tous deux émis par la base roulante.

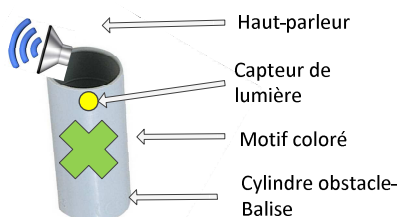
Ainsi, l'objectif principal du système robot SEM821 est de détecter ces balises, et pour chacune d'identifier leurs signatures acoustiques et visuelles et de transmettre l'information au système chargé de créer une cartographie de l'environnement exploré.

Le robot SEM821 sera en outre en mesure de diriger un faisceau lumineux dans toutes les directions de l'espace, et notamment sur une cible. Lors des tentatives d'illumination de cette cible, il sera possible d'améliorer la précision de visée à l'aide d'un dispositif de correction relié à la base roulante.

5.1.2. Description des obstacles-balises

Pour bien assimiler le scénario optimal détaillé qui va suivre, il convient de décrire au préalable les obstacles-balises à détecter et à identifier.

Une description complète et précise sera donnée dans l'annexe technique.



Les balises ont une forme cylindrique. Un motif coloré spécifique est collé sur la balise. Elle est en outre dotée d'un capteur de lumière et d'un haut-parleur.

Ces deux éléments sont reliés à une électronique interne.

Les balises ont le comportement suivant :

- Lorsque qu'une source de lumière de type pointeur lumineux illumine le capteur de lumière, la balise émet un signal sonore propre à chaque balise.
- Lorsqu'un signal sonore de caractéristique bien précise (voir annexe

technique) est capté par la balise, elle répond alors par un signal sonore dont les caractéristiques sont aussi uniques.



Cahier des charges - Robot Sem821 - 2021 Ver1.00.docm

5.1.3. Scénario optimal détaillé.

Ce scénario décrit le scénario d'utilisation optimal de SEM821. Les actions sont décrites dans l'ordre chronologique.

Phase Remise des informations avant de mettre en œuvre le robot.

- Le client remet au prestataire un fichier de cartographie qui décrit l'espace d'évolution et qui contient la position des obstacles balises.
- Le client remet au prestataire un fichier de position de la cible.
- Le client remet au prestataire les caractéristiques du signal sonore qui sera reconnu par les balises.

Phase préparatoire

- La base roulante est posée sur sa zone de départ, selon les coordonnées fixées dans le fichier de cartographie.
- Le fichier de cartographie est communiqué au PC de Calcul Parcours. Ce dernier peut ainsi calculer les déplacements de la base roulante et les transmettre à la centrale de commande.
- Le fichier de position de la cible est transmis au PC de calcul Pointeur lumineux. Ce dernier peut ainsi calculer les commandes à transmettre pour viser la cible.
- Les caractéristiques du signal sonore destiné à activer les balises sont transmises à la base roulante, via la centrale de commande.

Démarrage de l'épreuve

- Une commande est envoyée par la centrale de commande à la base roulante pour signifier que l'épreuve démarre.

Exercice de tir

- La base roulante effectue un tir sur la cible avec son pointeur lumineux. Le système de guidage permet d'améliorer la précision du tir. Après quelques tirs, le pointeur devrait atteindre le centre de la cible.

Exploration

- L'exercice de tir terminé, la base roulante entreprend son exploration à la recherche des obstacles.
- Comme les informations sur le terrain d'évolution et la position des obstacles ont été communiqués préalablement, la base roulante peut ainsi rapidement se diriger vers sa première balise.
- Les capteurs de détection d'obstacles permettent éventuellement de s'assurer que la trajectoire est correcte et qu'aucun obstacle ne sera percuté.

Identification

- Arrivé à proximité d'un obstacle-balise, débute alors l'identification. La base roulante émet le signal sonore d'activation de la balise.
- Si ce signal sonore correspond au signal attendu, la balise répond par son propre signal sonore.
- Ce signal est enregistré par la base roulante, puis transmis et analysé sur le PC de traitement.
- Le PC de traitement détermine alors les caractéristiques du signal sonore et envoie le tout vers l'application qui fusionne toutes les informations.
- Ensuite la base roulante doit illuminer le capteur de lumière de la balise à l'aide du pointeur lumineux. Cette étape est difficile car il n'y a qu'un seul capteur sur la balise, la base roulante doit donc faire le tour de la balise pour tenter de l'atteindre.
- Quand le capteur est illuminé, la balise répond par un second signal sonore.
- Ce signal est enregistré par la base roulante, puis transmis et analysé sur un PC de traitement.



Cahier des charges - Robot Sem821 - 2021 Ver1.00.docm

- Le PC de traitement détermine alors les caractéristiques du signal sonore et envoie le tout vers l'application qui fusionne toutes les informations.
- De même, le dispositif de prise de vue réalise des photographies de l'obstacle.
- Les photographies prises sont alors transférées au PC de traitement d'image.
- Le PC de traitement détermine alors les caractéristiques du motif (couleur et forme) et envoie le tout vers l'application qui fusionne toutes les informations.
- Une fois une première balise positionnée et analysée, la base roulante part vers une seconde balise et la détection reprend... jusqu'à la dernière balise.

Fin de l'identification

- Une fois l'identification des balises achevée, le robot revient à son point de départ et s'arrête.
- Il peut alors transmettre à la centrale de commande son énergie consommée durant l'épreuve.
- Le PC chargé de la fusion des données affiche une représentation graphique de l'espace d'évolution et renseigne les caractéristiques de chaque obstacle
- C'est tout !!

5.1.4. Les objectifs du prestataire

Compte tenu de la multitude d'objectifs à traiter dans ce projet, et du temps limité dont dispose le prestataire, il est évident que ce dernier devra faire des choix dans ses développements et se limiter à ne traiter que certaines parties du scénario optimal.

Ces choix seront faits au début du projet et clairement annoncés. Ils conditionneront les fonctionnalités à mettre en œuvre et par voie de conséquence, les sous-ensembles.

L'objectif est donc de proposer à la fin du projet une plateforme qui couvre un maximum de fonctions demandées dans le cahier des charges.

Les jalons et la recette finale donneront dans un premier temps la possibilité de vérifier l'avancement du projet par la validation des diverses fonctionnalités.

Mais au final, durant la recette finale, c'est une démonstration de la plateforme robot, en tentant d'approcher au mieux le scénario optimal, qui sera prépondérante dans l'évaluation globale de la réponse du prestataire à ce cahier des charges.



5.2. Architecture globale du robot

5.2.1. Le système dans son ensemble

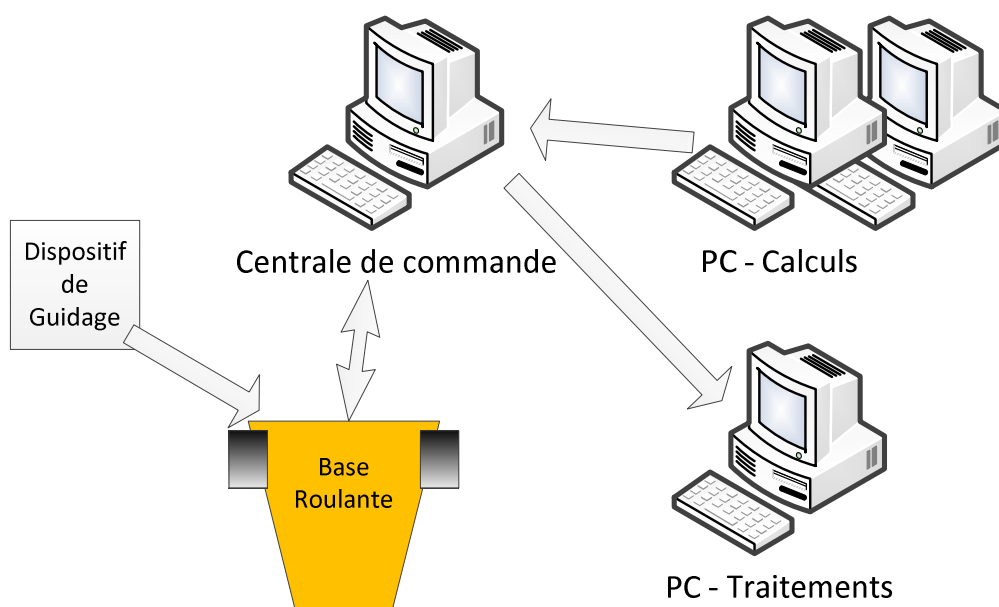
Le Robot SEM821 sera constitué de plusieurs éléments :

Une Base Roulante sera l'élément central du dispositif. Elle est conçue autour d'une plateforme matérielle dont une partie des éléments la constituant sont imposés.

Un seul ordinateur PC (PC - Centrale de Commande) sera chargé de communiquer avec la base roulante. Il pourra lui envoyer des ordres et recevoir des informations. Toutes les communications Centrale de commande – Base roulante se feront par communication radiofréquence.

D'autres PC (PC – Calculs) pourront être amenés à exécuter des tâches de calcul pour le pilotage de la base roulante. D'autres PC (PC – Traitements), pourront effectuer des tâches de traitement sur des données de mesure produites par la base roulante.

Un ou plusieurs dispositifs matériels fixes (Eléments de guidage), dont le rôle sera d'apporter des informations supplémentaires à la base roulante.



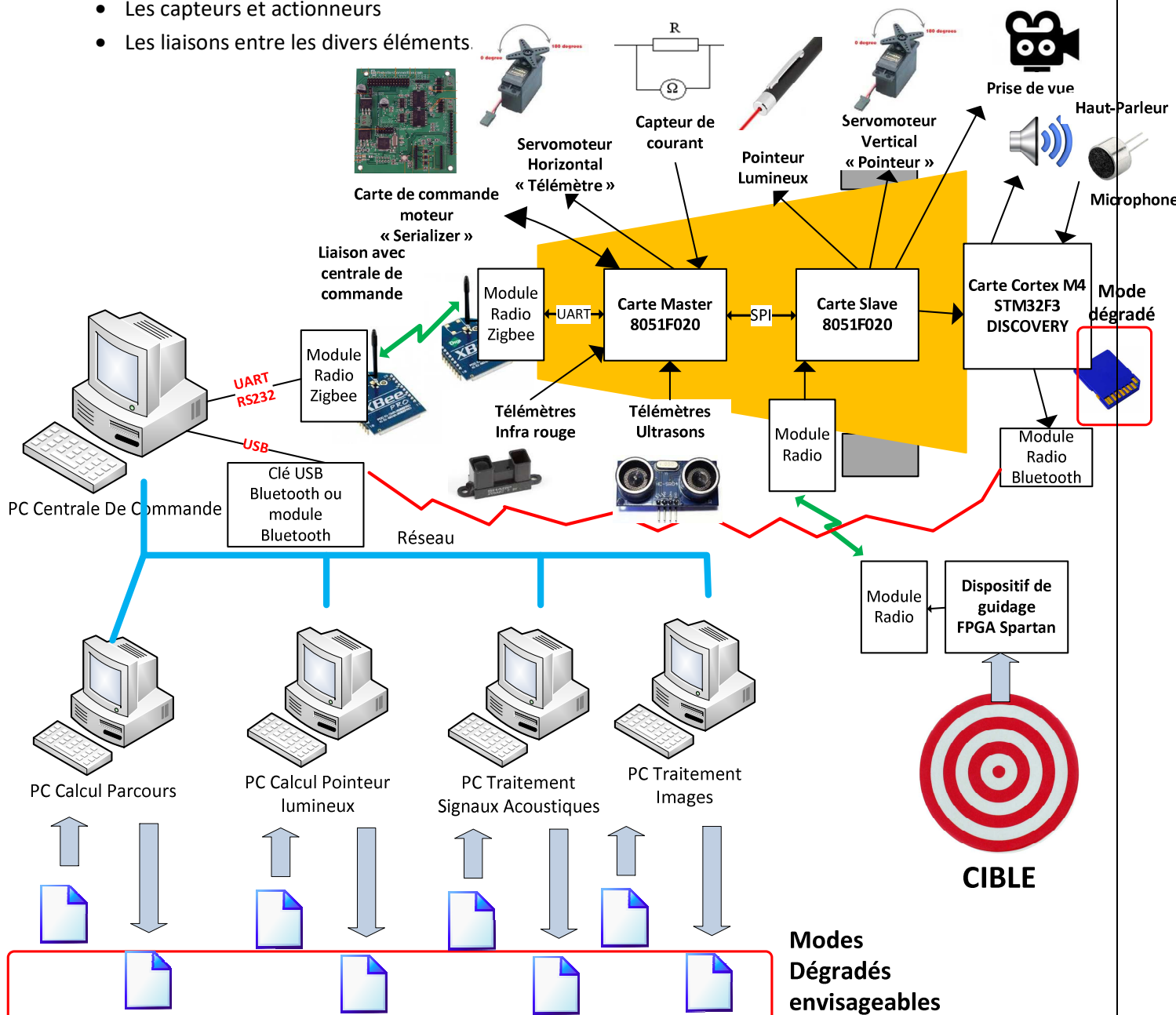


Cahier des charges - Robot Sem821 - 2021 Ver1.00.docm

5.2.2. Synoptique de la base roulante

Les éléments imposés sont :

- Les cartes à microcontrôleur
- Les capteurs et actionneurs
- Les liaisons entre les divers éléments.



Au sujet des liaisons entre les éléments :

- L'existence d'un lien entre 2 éléments ne signifie pas forcément que ces 2 éléments pourront être connectés sans interface. Par exemple, le Haut-parleur devra être forcément connecté à la carte STM32F3 Discovery, mais en l'état, il ne pourra être branché directement il sera nécessaire d'intercaler des éléments matériels entre la carte et le haut-parleur pour permettre le fonctionnement correct du haut-parleur
- Quand le type d'un lien est précisé, ceci signifie que le type est imposé.



6. Fonctionnalités du robot.

Ces fonctionnalités ne répondent pas directement au scénario d'utilisation du robot mais constituent des éléments qui rentreront dans la réalisation de l'application finale.

De plus, elles permettront de vérifier et de valider séparément certaines parties du projet.

Attention certaines fonctionnalités peuvent être imbriquées dans d'autres fonctionnalités....

Les fonctionnalités FCT_YYA sont les fonctionnalités optimales, les fonctionnalités FCT_YYB, FCT_YYC FCT_YYD correspondent à des fonctionnalités en mode dégradé.

Les modes dégradés permettent de mettre en œuvre la fonction principale attendue, sans mettre en œuvre des fonctions considérées comme accessoires.

Compte tenu du contenu des étapes de validation durant les jalons et la recette, certaines fonctionnalités peuvent se révéler obligatoires.

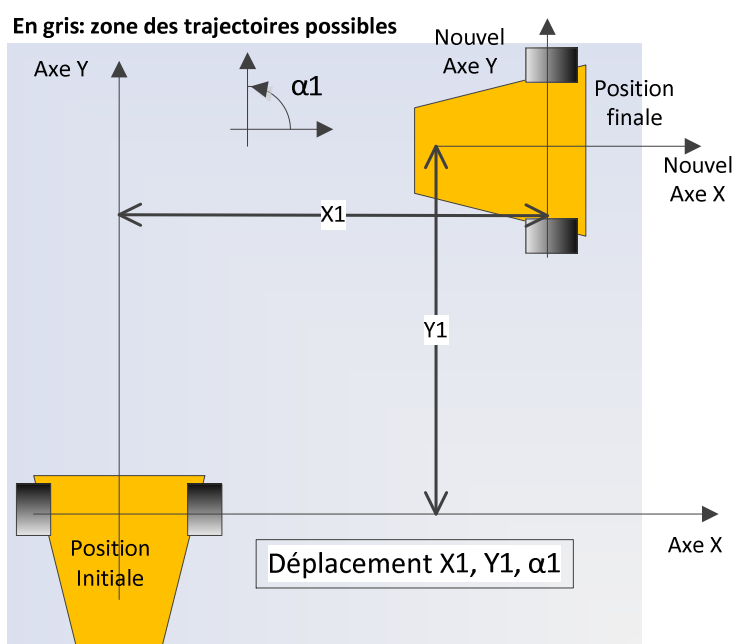
De nombreuses fonctionnalités s'appuient sur des commandes transmises par la centrale de commande vers la base roulante. Ces commandes devront respecter un protocole de communication très strict décrit dans l'annexe technique. Ainsi l'expression « Sur ordre direct de la centrale de commande... » fait référence à une commande émise par la centrale de commande, vers la base roulante, commande qui respectera à la lettre le protocole de communication imposé.

6.1. FCT_01A – Déplacements élémentaires

Sur ordre direct de la centrale de commande en respectant le protocole de communication spécifié dans l'annexe technique, la base roulante se déplace en exécutant des ordres simples tels que : Avancer, Reculer, Tourner. Il n'y aura pas d'obstacle placé sur la trajectoire de la base roulante.

6.2. FCT_02A – Déplacement évolué

Dans cette épreuve les commandes de déplacement envoyées par la centrale de commande seront plus complexes. Ces commandes contiendront les coordonnées de déplacement relatif X et Y ainsi qu'un angle de positionnement final de la base roulante. Des obstacles pourront être placés sur la trajectoire de la base roulante.





Cahier des charges - Robot Sem821 - 2021 Ver1.00.docm

6.3. FCT_02B – Déplacement évolué dégradé

Dans cette fonctionnalité dégradée, il n'y aura pas d'obstacle placé sur les trajectoires possibles du robot.

6.4. FCT_03A – Commande Servomoteur Horizontal

La base roulante sur ordre direct de la centrale de commande actionne le servomoteur « Horizontal » pour lui faire exécuter une rotation donnée.

6.5. FCT_04A – Commande Servomoteur Vertical

La base roulante sur ordre direct de la centrale de commande actionne le servomoteur « Vertical » pour lui faire exécuter une rotation donnée.

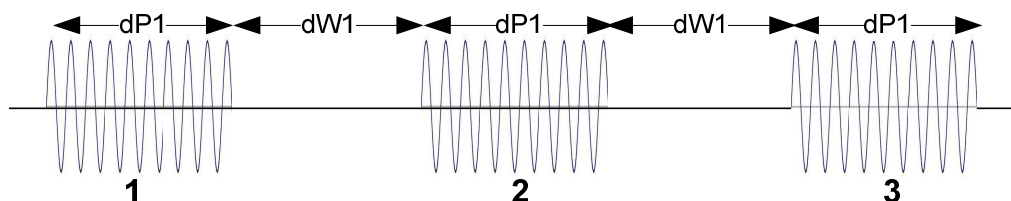
6.6. FCT_05A – Commande Détection d'obstacle

La base roulante sur ordre direct de la centrale de commande utilise un de ses capteurs d'obstacle pour effectuer une mesure de distance entre la base roulante et un éventuel obstacle placé devant la base.

6.7. FCT_06A – Commande Génération de Son

La base roulante, sur un ordre direct de la centrale de commande, émet un son de caractéristique précise. L'annexe technique précisera les fréquences des signaux et les rythmes Emissions/Silences.

Signal sonore à produire



6.8. FCT_06B – Commande Génération de Son dégradée

Dans ce mode dégradé, l'ordre est donné directement à la carte pilotant le dispositif de génération de signaux sonores. L'ordre sera donné via une liaison série et un protocole de communication simplissime que vous proposerez.

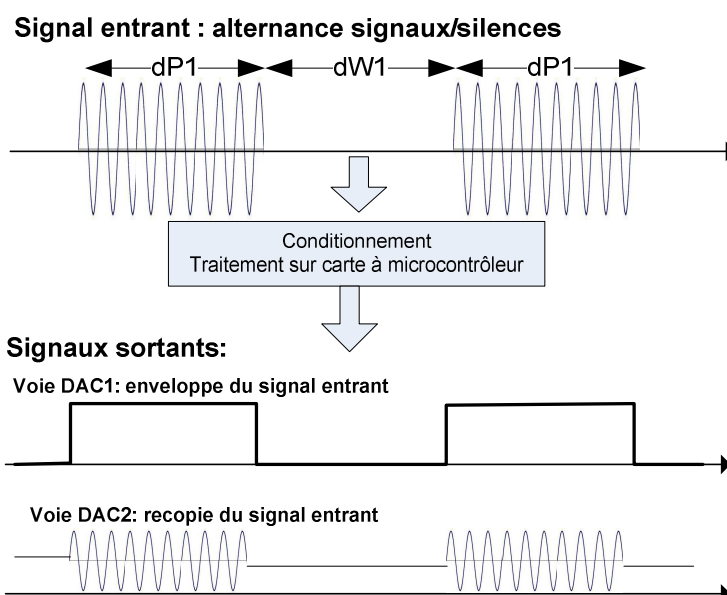


6.9. FCT_07A – Gestion de signaux sonores

Cette fonctionnalité est destinée à démontrer la mise en place de solutions pour acquérir (numériser) des signaux sonores sur une carte à microcontrôleur.

La base roulante effectue en continu une numérisation d'un signal sonore. La carte processeur sur laquelle est « branché » le microphone est capable de produire en continu un signal analogique qui représente l'enveloppe du signal acoustique reçu. Cette enveloppe sera obligatoirement produite par une sortie DAC du microcontrôleur.

En outre pour valider le dispositif de gestion de signaux sonores, la carte processeur sur laquelle est « branché » le microphone sera aussi en mesure de reproduire en continu le signal analogique entrant.



6.10. FCT_08A – Pilotage du pointeur lumineux

Sur ordre direct de la centrale de commande, la base roulante, allume et éteint le pointeur, et fait varier l'intensité lumineuse.

6.11. FCT_08B – Pilotage du pointeur lumineux dégradé

La base roulante, sur un ordre donné directement à la carte microcontrôleur pilotant l'allumage du pointeur lumineux, allume et éteint le pointeur, et fait varier l'intensité lumineuse. L'ordre sera donné via une liaison série et un protocole de communication simplissime que vous proposerez.

6.12. FCT_09A – Mesure du courant consommé

La base roulante sur ordre direct de la centrale de commande est capable de mesurer le courant instantané consommé par la base roulante. De plus la base roulante pourra communiquer l'énergie totale consommée depuis la mise en route du robot.

6.13. FCT_10A – Prise de vue

Sur ordre direct de la centrale de commande, la base roulante déclenche une prise de vues. Ces images seront ensuite transmises par un lien radiofréquence à la centrale de commande ou directement à un PC de traitement « Images ».

6.14. FCT_10B – Prise de vue dégradée

La base roulante, sur ordre donné directement à la carte microcontrôleur pilotant le dispositif de prise de vue, déclenche une prise de vues. Ces images sont ensuite stockées en local dans le dispositif de prise de vue.



6.15. FCT_11A – Calcul des déplacements de la base roulante

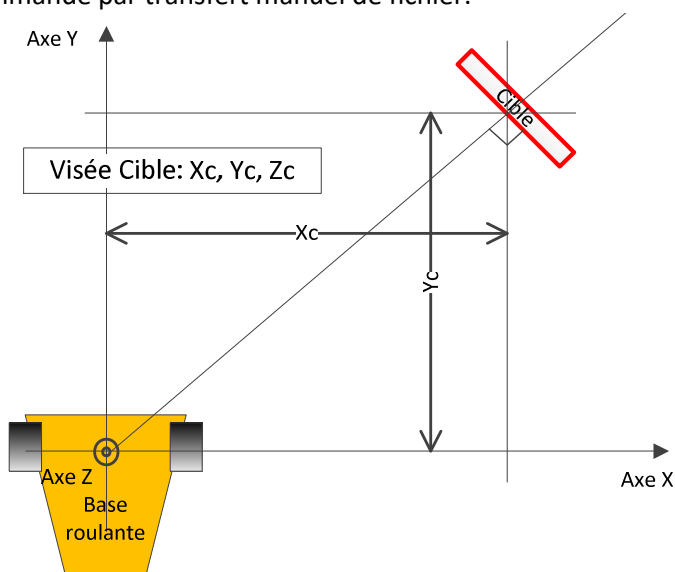
Une cartographie de l'environnement précisant la position et la forme des obstacles sera transmise sous forme de fichiers texte à un PC-Calcul. Ce dernier sera chargé de calculer un itinéraire pour la base roulante et de générer les ordres de commande adéquats. Ces ordres seront transmis via le réseau, du PC-Calcul à la centrale de commande qui les transmettra ensuite à la base roulante.

6.16. FCT_11B – Calcul des déplacements de la base roulante dégradé

Une cartographie de l'environnement (précisant la position et la forme des obstacles) et des ordres de déplacement seront transmis sous forme de fichiers texte à un PC-Calcul. Ce dernier sera chargé de calculer un itinéraire pour la base roulante et de générer les ordres de commande adéquats. Ces ordres seront transmis par transfert manuel de fichier, du PC-Calcul à la centrale de commande qui les transmettra ensuite à la base roulante.

6.17. FCT_12A – Pilotage calculé du pointeur lumineux.

La base roulante doit illuminer une cible à l'aide du pointeur lumineux. Les coordonnées de la cible sont données par un fichier texte à un PC de calcul. Ce dernier va devoir calculer les mouvements à produire sur la base roulante afin d'illuminer le plus précisément possible la cible. Les informations sont communiquées entre le PC Calcul et la centrale de commande par transfert manuel de fichier.



6.18. FCT_13A – Pilotage calculé du pointeur lumineux avec correction.

Cette fonctionnalité vient compléter la fonctionnalité « Pilotage calculé du pointeur lumineux ». Mais pour améliorer la précision de visée du pointeur lumineux, un dispositif de guidage sera développé. Couplé à la cible, il détectera la position d'impact du faisceau lumineux sur la cible et enverra des informations de correction à la base roulante, afin d'améliorer la précision du tir.

6.19. FCT_14A – Acquisition-Stockage de signaux sonores.

La base roulante, sur un ordre transmis par la centrale de commande fait l'acquisition des signaux sonores et les transmet à la centrale de commande via une liaison Bluetooth.

6.20. FCT_14B– Acquisition-Stockage de signaux sonores dégradée 1.

La base roulante, sur un ordre transmis par la centrale de commande fait l'acquisition des signaux sonores et les stocke sur un support de type SD-Card.



Cahier des charges - Robot Sem821 - 2021 Ver1.00.docm

6.21. FCT_14C– Acquisition-Stockage de signaux sonores dégradée 2.

La base roulante, sur un ordre donné directement à la carte pilotant le dispositif de réception de signaux sonores fait l'acquisition des signaux sonores et les transmet à la centrale de commande via une liaison Bluetooth.

6.22. FCT_14D– Acquisition-Stockage de signaux sonores dégradée 3.

La base roulante, sur un ordre donné directement à la carte pilotant le dispositif de réception de signaux sonores fait l'acquisition des signaux sonores et les stocke sur un support de type SD-Card.

6.23. FCT_15A– Analyse des signaux sonores.

Les signaux acquis sont traités sur un PC traitement. Ce dernier est chargé d'identifier les composantes fréquentielles du signal et de déterminer les durées d'émission et de silence. Les signaux sous forme de fichier sont transférés entre la centrale de commande et le de PC traitement par le réseau.

6.24. FCT_15B– Analyse des signaux sonores dégradé

Les signaux acquis sont traités sur un PC traitement. Ce dernier est chargé d'identifier les composantes fréquentielles du signal et de déterminer les durées d'émission et de silence. Les signaux sous forme de fichier sont transférés manuellement au PC traitement.

6.25. FCT_16A– Analyse visuelle des obstacles.

Les photographies prises par le système de prise de vue sur la base roulante sont traitées sur un PC traitement « Images ». Le traitement aura comme objectif de déterminer la couleur et la forme du symbole imprimé sur l'obstacle. Les photographies sont envoyées directement par le dispositif de prise de vues et les résultats de traitement transmis directement au PC Centrale de commande.

6.26. FCT_16B– Analyse visuelle des obstacles dégradée.

Dans ce mode dégradé, les images stockées dans des fichiers sont transférés manuellement au PC traitement. Le résultat du traitement, c'est-à-dire l'identification des symboles sera visualisée sur le PC de traitement.

6.27. FCT_17A– Centrale de commande

La centrale de commande sera dans un premier temps assurée par une application type « Putty » de gestion de terminal série.

L'objectif de cette fonctionnalité est de remplacer ce terminal de commande par une application logicielle dotée d'une part, d'une interface homme machine élaborée pour les commandes manuelles, et d'autre part d'une capacité à assurer le lien entre les PCs de Calcul/Traitement et la base roulante.

6.28. FCT_18A– Affichage des informations d'identification

Cette fonctionnalité intégrée à priori dans le PC centrale de commande sera chargée de regrouper toutes les informations de reconnaissance d'environnement. Elle indiquera au fur et à mesure du parcours de la base roulante, pour chaque obstacle identifié, sa signature acoustique et visuelle et constituera une cartographie graphique de la disposition des obstacles.



7. Découpage en sous-ensembles élémentaires.

Pour mener à bien ce projet, nous imposons un strict découpage de la réalisation en sous-ensembles élémentaires. La réalisation de ces sous-ensemble est à la fois matérielle et logicielle. Les sous-ensembles proposés seront décrits plus en détail dans le document « Annexe technique du robot SEM821 ».

Ces sous-ensembles, regroupés par entités matérielles sont les suivants :

- **Sous-ensembles embarqués sur base roulante – Carte Master**
 - FO-M1 - Communication Centrale de commande/Carte Master – Décodage et Encodage de trames de commandes /données
 - FO-M2 – Communication avec la carte de contrôle moteur - Envoi de trames – Gestion acquittement – Calcul fin de commande
 - FO-M3 – Commande du servomoteur horizontal « Télémètre »
 - FO-M4 - Mesure distance – Télémètre Infrarouges ou télémètres Ultrasons
 - FO-M5 – Gestion de la Mesure du courant consommé – Estimation de la consommation d'énergie
 - FO-M6 – Application logicielle de gestion globale de la carte Master.
- **Sous-ensembles embarqués sur base roulante – Carte Slave**
 - FF-S1 – Commande du pointeur lumineux (Allumage – Extinction - Gradation).
 - FF-S2 – Réception des signaux de guidage pour le pointage de la cible.
 - FF-S3 – Commande du servomoteur vertical « Pointeur »
 - FF-S4 – Commande de la prise de vue.
 - FF-S5 – Transmission des commandes vers la carte Cortex M4 (gestion audio)
 - FF-S6 – Application logicielle de gestion globale de la carte Slave.
- **Sous-ensembles embarqués sur base roulante – Cartes Master/Slave**
 - FF-MS1 - Communication SPI entre les 2 cartes 8051 – Echange d'informations
- **Sous-ensembles embarqués sur base roulante – Carte Cortex M4 - Gestion de signaux sonores**
 - FF-AS1 – Acquisition de signaux sonore
 - FF-AS2 – Stockage des signaux sur une carte SD
 - FF-AS3 – Envoi des données sur une liaison Bluetooth – Mise en œuvre d'un module Bluetooth
 - FF-AS4 – Génération de signaux sonores
 - FF-AS5 – Réception des commandes envoyées par la carte SLAVE
 - FF-AS6 – Application logicielle de gestion globale du Module.
- **Sous-ensemble Guidage – Module destiné à améliorer la précision du pointage lumineux**
 - FF-G1 – Réception des signaux fournis par la cible et transmission par module radio.
- **Sous-ensembles PC Centrale de Commande**
 - FF-PC-CC1 – Application de transmission et réception de signaux de commande de la base roulante.
 - FF-PC-CC2 – Gestion connexion Clé Bluetooth pour récupération des données audio
 - FF-PC-CC3– Gestion Réseau avec les PC Calculs et PC Traitement



Cahier des charges - Robot Sem821 - 2021 Ver1.00.docm

- FF-PC-CC4– Application logicielle de gestion globale de la centrale de commande – Interface graphique IHM
- FF-PC-CC5– Application logicielle de fusion des informations relatives aux balises.

- **Sous-ensembles PC Calcul Parcours**

- FF-PC-CP1 – Calcul d’une trajectoire optimale.
- FF-PC-CP2 – Transmission réseau du parcours calculé vers la centrale de commande.

- **Sous-ensembles PC Calcul Pointage Laser**

- FF-PC-CPL1 – Calcul des coordonnées de pointage du pointeur laser
- FF-PC-CPL2 – Transmission réseau des coordonnées de pointage calculées vers la centrale de commande.

- **Sous-ensembles PC Traitement Signaux Sonores**

- FF-PC-TSS1 – Récupération par le réseau des enregistrements audio émis par la centrale de commande.
- FF-PC-TSS2 – Traitements des données audio – Extraction d’informations.
- FF-PC-TSS3 – Traitements des signatures audio vers la fusion des informations

- **Sous-ensembles Dispositif de prise de vue**

Cette partie n’est pas mieux définie. Il vous reviendra de faire une analyse plus fine et de faire des propositions d’architectures matérielles et de découpage en sous-ensembles.

- **Sous-ensembles PC Analyse des images**

Cette partie n’est pas mieux définie. Il vous reviendra de faire une analyse plus fine et de faire des propositions d’architectures matérielles et de découpage en sous-ensembles.



8. Les étapes de validation

8.1. Validation des fonctionnalités

Pour les jalons et la recette, les fonctionnalités sont classées en 3 catégories :

- Obligatoires : ces fonctionnalités doivent être évaluées durant cette étape de validation.
- Evaluables : ces fonctionnalités peuvent être évaluées durant cette étape de validation, mais sont facultatives.
- Non évaluables : ces fonctionnalités ne seront pas évaluées durant cette étape de validation.

8.2. Attribution des points pour chaque fonctionnalité validée

Pour la validation de chaque fonctionnalité, deux cas peuvent se présenter :

- Il existe une fiche de validation pour cette fonctionnalité. Dans ce cas la validation est faite en respectant les étapes de validation décrites dans la fiche. Sauf exception, toutes les fonctionnalités « obligatoires » ont leur fiche de validation.
- Il n'existe pas de fiche de validation pour cette fonctionnalité. Dans ce cas-là, le client devra concevoir et transmettre sa propre une fiche d'évaluation et de validation de la fonctionnalité. Cette fiche décrira un scénario d'utilisation, permettant d'évaluer la fonctionnalité développée et de décider de sa validation ou pas.

Chaque fonctionnalité validée rapportera un certain nombre de points attribués en fonction de la difficulté estimée de celle-ci. Même si en théorie, la validation est binaire (validée/pas validée), il pourra y avoir une légère modulation des points en fonction de la réalisation.

Ce sont les prestataires qui choisiront lors des étapes de validation de présenter telle ou telle fonctionnalité en respectant bien sûr les tableaux de passage des étapes de validation.

Un prestataire ne pourra pas présenter une même fonctionnalité à 2 étapes de validations.

Pour terminer, une fonctionnalité considérée comme indispensable (obligatoire) et dont la validation est prévue lors du jalon 1, rapportera moins de points si elle est seulement validée lors du jalon 2, et encore moins lors de la recette finale.



Cahier des charges - Robot Sem821 - 2021 Ver1.00.docm

8.3. Jalon 1

Objectif raisonnable pour ce jalon : obtenir au minimum 80 points

Obligatoire	Evaluable	Non évalué	Fonction	Description	Points
Oui			FCT_01A	Déplacements élémentaires	40
		Oui	FCT_02A	Déplacement évolué	
Oui			FCT_02B	Déplacement évolué dégradé	10
Oui			FCT_03A	Commande Servomoteur Horizontal	10
		Oui	FCT_04A	Commande Servomoteur Vertical	
Oui			FCT_05A	Commande Détection d'obstacle	10
		Oui	FCT_06A	Commande Génération de Son	
	Oui		FCT_06B	Commande Génération de Son dégradée	30
	Oui		FCT_07A	Gestion de signaux sonores	30
		Oui	FCT_08A	Pilotage du pointeur lumineux	
	Oui		FCT_08B	Pilotage du pointeur lumineux dégradé	10
		Oui	FCT_09A	Mesure du courant consommé	
		Oui	FCT_10A	Prise de vue	
		Oui	FCT_10B	Prise de vue dégradée 2	
		Oui	FCT_11A	Calcul des déplacements de la base roulante	
		Oui	FCT_11B	Calcul des déplacements de la base roulante dégradé	
		Oui	FCT_12A	Pilotage calculé du pointeur lumineux.	
		Oui	FCT_13A	Pilotage calculé du pointeur lumineux avec correction.	
		Oui	FCT_14A	Acquisition-Stockage de signaux sonores.	
		Oui	FCT_14B	Acquisition-Stockage de signaux sonores dégradée 1.	
		Oui	FCT_14C	Acquisition-Stockage de signaux sonores dégradée 2.	
		Oui	FCT_14D	Acquisition-Stockage de signaux sonores dégradée 3.	
		Oui	FCT_15A	Analyse des signaux sonores.	
		Oui	FCT_15B	Analyse des signaux sonores dégradés	
		Oui	FCT_16A	Analyse visuelle des obstacles.	
		Oui	FCT_16B	Analyse visuelle des obstacles dégradée.	
		Oui	FCT_17A	Centrale de commande	
		Oui	FCT_18A	Affichage des informations d'identification	
		Oui			
		Oui			
Total des points attribués					140



Cahier des charges - Robot Sem821 - 2021 Ver1.00.docm

8.4. Jalon 2

Objectif raisonnable pour ce jalon : obtenir au minimum 80 points (les fonctionnalités évaluées au jalon1 ne sont pas réévaluées)

Obligatoire	Evaluable	Non évalué	Fonction	Description	Points
Oui			FCT_01A	Déplacements élémentaires	36
	Oui		FCT_02A	Déplacement évolué	30
Oui			FCT_02B	Déplacement évolué dégradé	9
Oui			FCT_03A	Commande Servomoteur Horizontal	9
Oui			FCT_04A	Commande Servomoteur Vertical	40
Oui			FCT_05A	Commande Détection d'obstacle	9
	Oui		FCT_06A	Commande Génération de Son	10
	Oui		FCT_06B	Commande Génération de Son dégradée	27
	Oui		FCT_07A	Gestion de signaux sonores	27
	Oui		FCT_08A	Pilotage du pointeur lumineux	10
	Oui		FCT_08B	Pilotage du pointeur lumineux dégradé	9
	Oui		FCT_09A	Mesure du courant consommé	20
		Oui	FCT_10A	Prise de vue	
	Oui		FCT_10B	Prise de vue dégradée 2	25
		Oui	FCT_11A	Calcul des déplacements de la base roulante	
	Oui		FCT_11B	Calcul des déplacements de la base roulante dégradé	15
	Oui		FCT_12A	Pilotage calculé du pointeur lumineux.	15
		Oui	FCT_13A	Pilotage calculé du pointeur lumineux avec correction.	
		Oui	FCT_14A	Acquisition-Stockage de signaux sonores.	
		Oui	FCT_14B	Acquisition-Stockage de signaux sonores dégradée 1.	
	Oui		FCT_14C	Acquisition-Stockage de signaux sonores dégradée 2.	30
	Oui		FCT_14D	Acquisition-Stockage de signaux sonores dégradée 3.	40
		Oui	FCT_15A	Analyse des signaux sonores.	
	Oui		FCT_15B	Analyse des signaux sonores dégradé	20
		Oui	FCT_16A	Analyse visuelle des obstacles.	
	Oui		FCT_16B	Analyse visuelle des obstacles dégradée.	10
		Oui	FCT_17A	Centrale de commande	
		Oui	FCT_18A	Affichage des informations d'identification	
Total des points attribués					391



Cahier des charges - Robot Sem821 - 2021 Ver1.00.docm

8.5. Recette fin de projet

La recette finale se fera en 2 temps :

- Evaluation des nouvelles fonctionnalités développées depuis le dernier jalon.
- Essai global du système selon le scénario général envisagé.

Objectif raisonnable pour cette recette finale : obtenir au minimum 80 points lors de l'évaluation des nouvelles fonctionnalités (les fonctionnalités évaluées aux jalons 1 et 2 ne sont pas réévaluées)

Obligatoire	Evaluable	Non évalué	Fonction	Description	Points
Oui			FCT_01A	Déplacements élémentaires	32
	Oui		FCT_02A	Déplacement évolué	27
Oui			FCT_02B	Déplacement évolué dégradé	8
Oui			FCT_03A	Commande Servomoteur Horizontal	8
Oui			FCT_04A	Commande Servomoteur Vertical	36
Oui			FCT_05A	Commande Détection d'obstacle	8
	Oui		FCT_06A	Commande Génération de Son	9
	Oui		FCT_06B	Commande Génération de Son dégradée	24
	Oui		FCT_07A	Gestion de signaux sonores	24
	Oui		FCT_08A	Pilotage du pointeur lumineux	9
	Oui		FCT_08B	Pilotage du pointeur lumineux dégradé	8
	Oui		FCT_09A	Mesure du courant consommé	18
	Oui		FCT_10A	Prise de vue	15
	Oui		FCT_10B	Prise de vue dégradée 2	22,5
	Oui		FCT_11A	Calcul des déplacements de la base roulante	10
	Oui		FCT_11B	Calcul des déplacements de la base roulante dégradé	13,5
	Oui		FCT_12A	Pilotage calculé du pointeur lumineux.	13,5
	Oui		FCT_13A	Pilotage calculé du pointeur lumineux avec correction.	20
	Oui		FCT_14A	Acquisition-Stockage de signaux sonores.	15
	Oui		FCT_14B	Acquisition-Stockage de signaux sonores dégradée 1.	15
	Oui		FCT_14C	Acquisition-Stockage de signaux sonores dégradée 2.	27
	Oui		FCT_14D	Acquisition-Stockage de signaux sonores dégradée 3.	36
	Oui		FCT_15A	Analyse des signaux sonores.	10
	Oui		FCT_15B	Analyse des signaux sonores dégradé	18
	Oui		FCT_16A	Analyse visuelle des obstacles.	10
	Oui		FCT_16B	Analyse visuelle des obstacles dégradée.	9
	Oui		FCT_17A	Centrale de commande	30
	Oui		FCT_18A	Affichage des informations d'identification	30
Total des points attribués					505,5



Cahier des charges - Robot Sem821 - 2021 Ver1.00.docm

9. Exigences d'organisation

Pour ce projet, nous imposons l'organisation suivante pour le prestataire:

- Pour chaque sous-ensemble élémentaire, il y aura un responsable technique nommé pour cette tâche, il sera considéré comme l'interlocuteur principal, mais rien n'empêche de travailler à plusieurs sur une même tâche.
- **Chaque membre de l'équipe prestataire devra être responsable technique d'au moins un sous-ensemble élémentaire.**
- Il sera aussi exigé la désignation de plusieurs personnes responsables chargées de tâches d'organisation (voir document « Informations générales – Projet SEM821 »).

10. Les rendus

De nombreux rendus seront exigés durant le projet. Ils correspondent à ce qui est couramment demandé dans une approche professionnelle de gestion d'un projet.

Les principaux rendus demandés sont les suivants :

- Une Fiche équipe – Objectifs Jalon 1 – Fonctionnalités et sous-ensembles produite dès le démarrage du projet.
- 2 jalons intermédiaires pour vérifier que les premiers résultats sont atteints. Ces jalons seront passés en s'appuyant entre autre sur les fiches de validation de fonctionnalités.
- Une recette finale avec démonstration et validation de l'ensemble des réalisations tout à la fin du projet.
- Un rapport final – Des ébauches de ce rapport devront être produites à partir des passages de jalon.
- Une présentation orale de fin de projet.
- Une séquence vidéo de 5mn au maximum, présentant le développement de votre robot et les résultats obtenus. Cette séquence vidéo sera visionnée au moment de votre présentation orale.

Des consignes précises pour le format de ces rendus seront données dans le document « Informations générales Projet SEM821 ».



- **Attention, d'autres rendus spécifiques au suivi académique seront aussi demandés. Voir le document : « Informations générales Projet SEM821 » ;**

11. Pour plus de précisions au sujet du cahier des charges

Merci d'utiliser le Forum « Cahier des charges » sur le E-campus :

[CPe-Campus](#) ► 2-8-PR102-C@2020 ► [Forums](#) ► Forum -- Cahier des charges

Vous pouvez aussi utiliser l'adresse mail : client4eti@cpe.fr

12. Documents annexes au cahier des charges

- Annexe technique du Robot SEM821 – Partie 1
- Annexe technique du Robot SEM821 – Partie 2
- Informations générales projet SEM821