



Chariot de golf intelligent "CaddyTrek"

Dossier Technique

Du produit réel...



...Au produit instrumenté

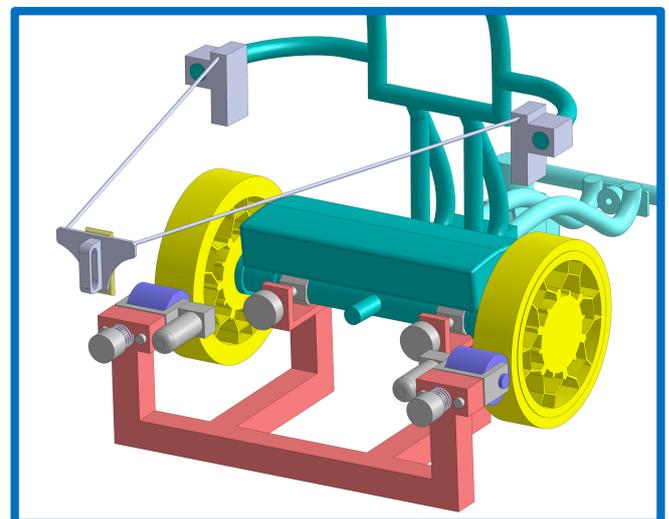




Table des matières

Table des matières.....	2
1. Présentation du produit réel	3
1.1. Mise en situation.....	3
1.1.1. Le terrain de golf.....	3
1.1.2. Le matériel de golf.....	4
1.1.3. Les joueurs	4
1.2. Définition du besoin.....	4
1.2.1. Analyse du besoin	4
1.2.2. Problématique	5
1.2.3. Expression du besoin.....	5
1.2.4. Validation du besoin	6
1.2.5. Expression du cahier des charges	6
1.2.5.1. Diagramme des cas d'utilisation (uc)	6
1.2.5.2. Diagramme de contexte.....	6
1.2.5.3. Diagramme des exigences (req)	7
1.3. Le chariot intelligent "CaddyTrek"	8
1.3.1. Présentation.....	8
1.3.2. Description structurelle : diagramme de définition de blocs (bdd).....	9
1.3.2.1. Schéma blocs fonctionnel	10
1.3.2.2. Asservissement Brushless.....	10
1.3.2.3. Description de la carte moteur.....	11
1.3.2.4. Moteur Brushless	11
1.3.3. Description du fonctionnement	12
1.3.3.1. Diagramme d'état (stm) du fonctionnement normal	12
1.3.3.2. Modes de marche	13
2. Présentation du produit instrumenté	16
2.1. Le chariot instrumenté.....	16
2.2. Le banc d'étude instrumenté	16
2.2.1. Présentation.....	16
2.2.2. Fonction	16
2.2.3. Constitution	16
2.2.4. Utilisation.....	16
2.3. Le banc d'étude des capteurs à ultrasons	16
2.3.1. Présentation.....	16
2.3.2. Fonction.....	16
2.3.3. Constitution	16
2.3.4. Utilisation.....	16



1. Présentation du produit réel

1.1. Mise en situation

1.1.1. Le terrain de golf

Le terrain de golf est constitué d'un parcours comprenant 9 ou 18 trous (Figure 1.1-1) que le golfeur doit parcourir successivement. La distance totale effectuée pour 18 trous est d'environ 8 km et le temps de jeu d'environ 4h.



Figure 1.1-1 : Parcours de golf typique avec 18 trous

Ce parcours peut être plus ou moins accidenté selon le profil du terrain : il comporte des pentes plus ou moins abruptes, une zone roulante appelée « *fairway* » où l'herbe est tondue courte et une zone d'herbe plus haute appelée « *rough* ». Selon la saison, le sol peut être sec ou boueux.

L'utilisation de chariots est interdite sur le « *green* » et dans les « *bunkers* » (fosses de sable constituant des obstacles) (Figure 1.1-2).



Figure 1.1-2 : Différentes zones d'un parcours de golf



1.1.2. Le matériel de golf

L'ensemble des clubs nécessaires (maximum de 14) ainsi que le sac permettant de les ranger représente une masse d'environ 20 kg. L'encombrement maximal du sac garni a généralement pour valeurs :

- ✓ l = 40 cm
- ✓ p = 40 cm
- ✓ h = 125 cm

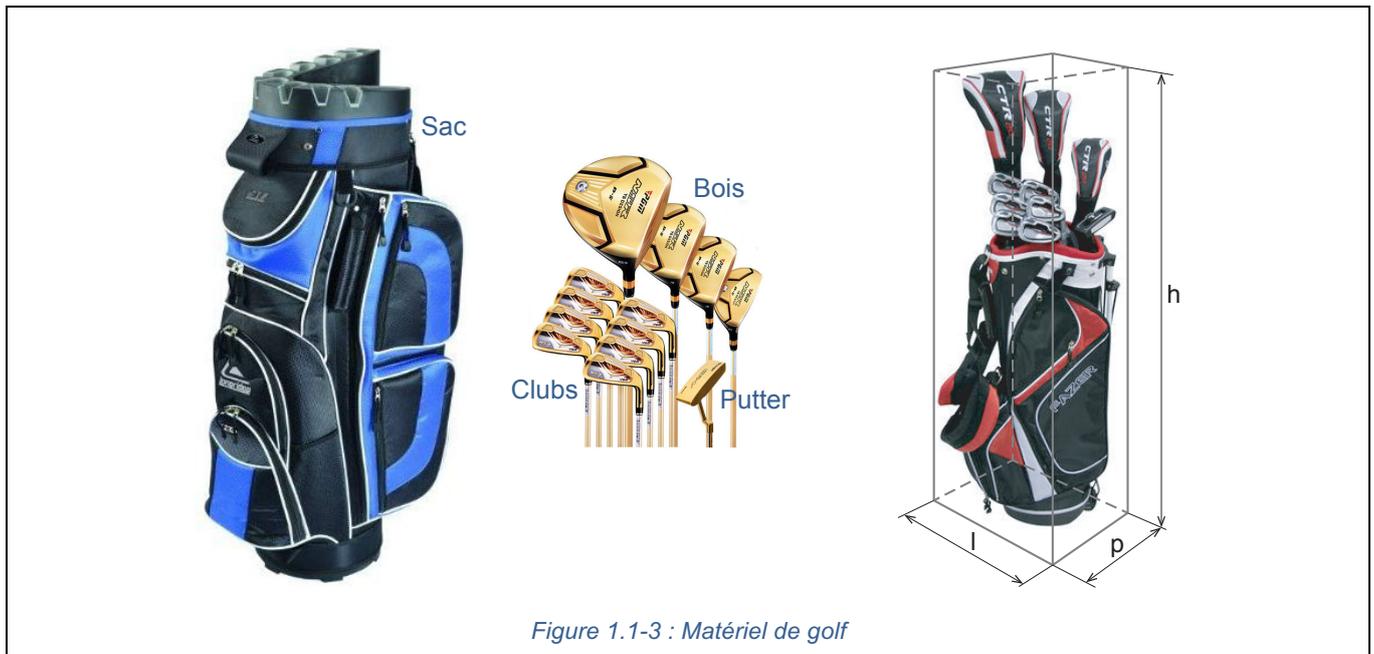


Figure 1.1-3 : Matériel de golf

1.1.3. Les joueurs



Figure 1.1-4 : Joueurs de golf

1.2. Définition du besoin

1.2.1. Analyse du besoin

Le joueur doit parcourir les 18 trous en transportant tout son matériel dans les différentes zones du terrain, ce qui correspond pour un joueur moyen à une centaine de coups effectués donc une centaine d'arrêts pour poser et reprendre son sac.

Or le golf est un sport qui nécessite beaucoup de concentration, d'adresse et une bonne condition physique. Afin de permettre au joueur d'économiser le maximum d'énergie, le transport du matériel est généralement assuré par un chariot à propulsion manuelle ou électrique.



En effet, il est prouvé que la marche sans les tracasseries ou la douleur de porter son sac ou de guider son chariot permet d'augmenter le niveau de concentration.

Suite à une étude de marché européen, un potentiel de vente de 6000 chariots par an est assuré en respectant un prix de vente concurrentiel.

1.2.2. Problématique

Transporter sans effort sur au moins un parcours de golf (18 trous) vallonné, sec ou boueux (8 Km en moyenne), un sac de golf de 20 kilos à l'aide d'un chariot à énergie électrique embarquée, à déplacement autonome et "mains libres" pour le golfeur.

Afin de satisfaire l'autonomie du déplacement, il est impératif de contrôler tous les aspects mécaniques : trajectoire, vitesse, accélération et inerties.

Afin de permettre une autonomie électrique suffisante du chariot, il faut économiser et gérer l'énergie stockée dans une batterie. Pour cela, une optimisation des solutions dans les différentes technologies employées est nécessaire (génie mécanique et génie électrique).

1.2.3. Expression du besoin

Le diagramme bête à cornes est un outil graphique d'analyse du besoin qui permet de répondre à trois questions fondamentales :

- ✓ à qui rend service le produit ?
- ✓ sur quoi agit-il ?
- ✓ dans quel but ?

Afin d'expliciter au mieux les réponses à ces questions, il est nécessaire de préciser le point de vue retenu. Pour notre étude, on choisit :

- ✓ Contexte : constructeur
- ✓ Produit : chariot de golf
- ✓ Spécification selon le point de vue utilisateur
- ✓ Expression du besoin : point de vue de l'utilisateur

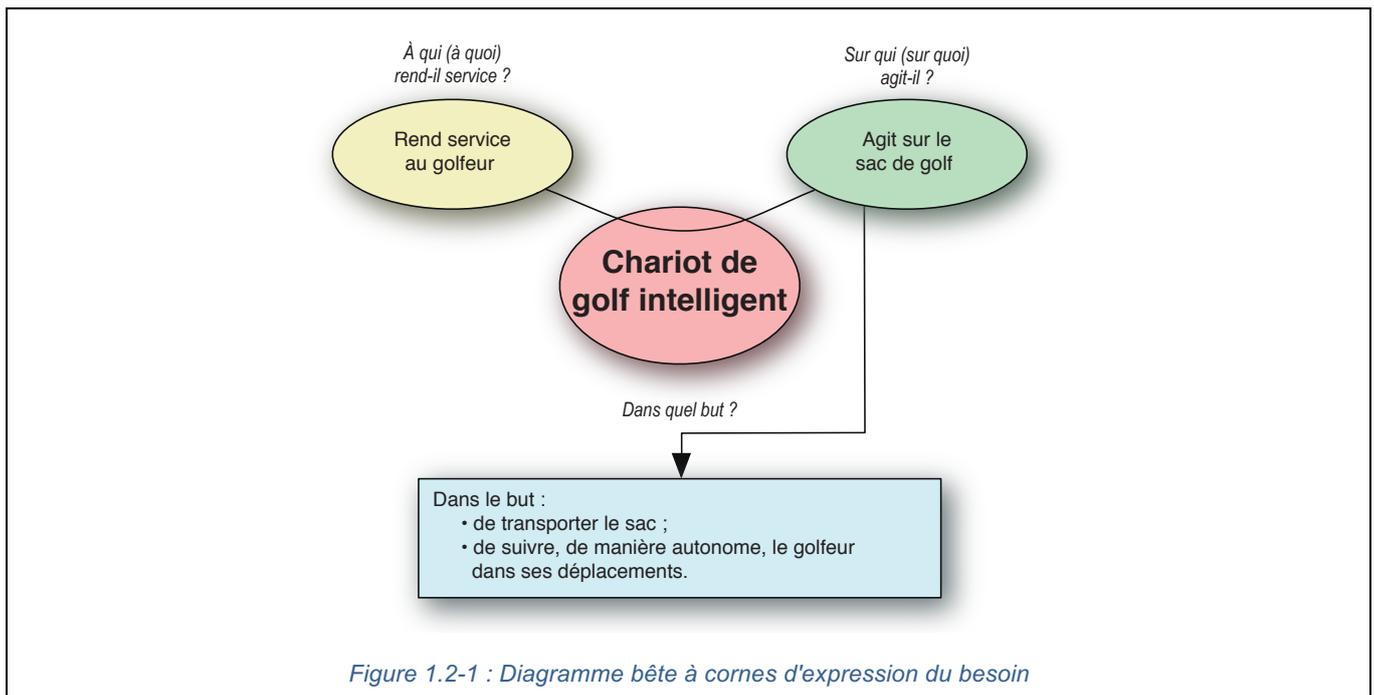


Figure 1.2-1 : Diagramme bête à cornes d'expression du besoin



1.2.4. Validation du besoin

■ Pourquoi le besoin existe-t-il ?

Pour éviter au golfeur de **porter** un sac lourd et de **fournir de l'énergie** pour **déplacer** et **guider** un chariot.

■ Comment ce besoin pourrait-il disparaître ?

Ce besoin pourrait disparaître en utilisant un chariot motorisé ou une golfette (voiturette électrique pouvant transporter 2 golfeurs et leur matériel).

■ Comment pourrait-il évoluer ?

Ce besoin pourrait évoluer en utilisant un chariot intelligent pouvant être :

- ✓ **piloté** à distance par télécommande ;
- ✓ **asservi** au déplacement du golfeur.

1.2.5. Expression du cahier des charges

1.2.5.1. Diagramme des cas d'utilisation (uc)

C'est un diagramme fonctionnel. Il montre les interactions fonctionnelles des acteurs (*ici le golfeur*) et du système d'étude (*ici le sac du golfeur*).

Il délimite précisément le système, décrit ce que fera le système sans préciser comment (et non ce que fera l'utilisateur).

Il exprime les services offerts par le système aux utilisateurs.

Pour le chariot de golf, le cas d'utilisation principal est de transporter un sac de golf comme le montre la Figure 1.2-2.

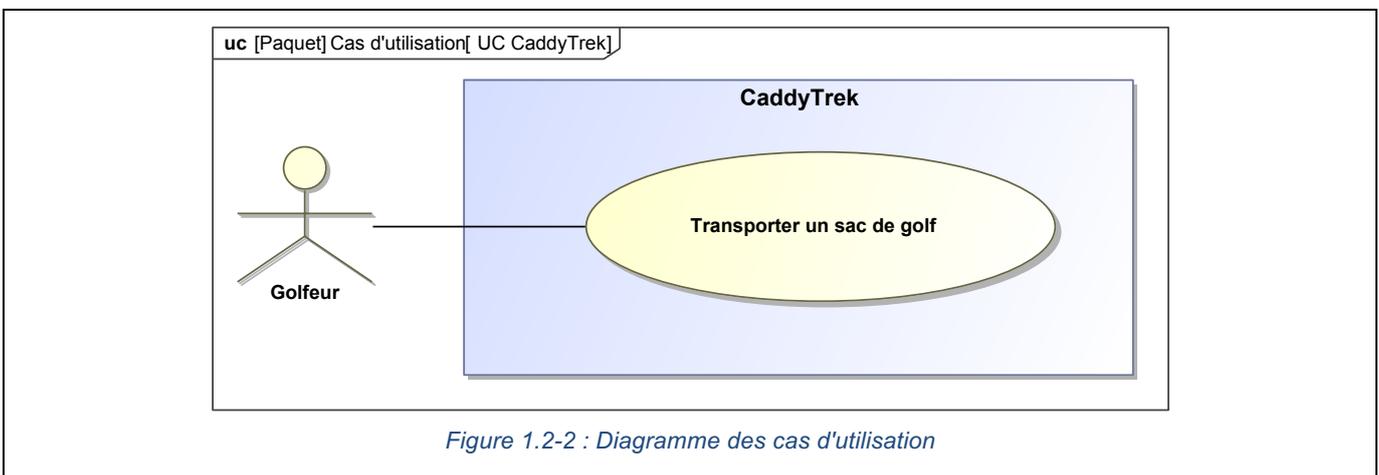


Figure 1.2-2 : Diagramme des cas d'utilisation

1.2.5.2. Diagramme de contexte

Ce diagramme exprime l'environnement du système dans une situation donnée.

Le diagramme de contexte permet donc de définir les frontières de l'étude et de préciser la phase du cycle de vie dans laquelle on situe l'étude (généralement la phase d'utilisation). Il répond à la question : « quels sont les acteurs et éléments environnants au système ? »

Il peut se préparer sous forme de carte mentale pour ensuite être modélisé à l'aide d'un diagramme de définition de bloc (bdd) ou de bloc interne (ibd).



Pour le chariot de golf, les éléments environnants sont :

- ✓ le sac à transporter ;
- ✓ le réseau électrique auquel la batterie doit être branchée pour la recharge ;
- ✓ le terrain de golf sur lequel il doit évoluer ;
- ✓ le coffre du véhicule dans lequel il doit pouvoir se ranger pour être transporté.

La Figure 1.2-3 propose une représentation graphique du contexte.

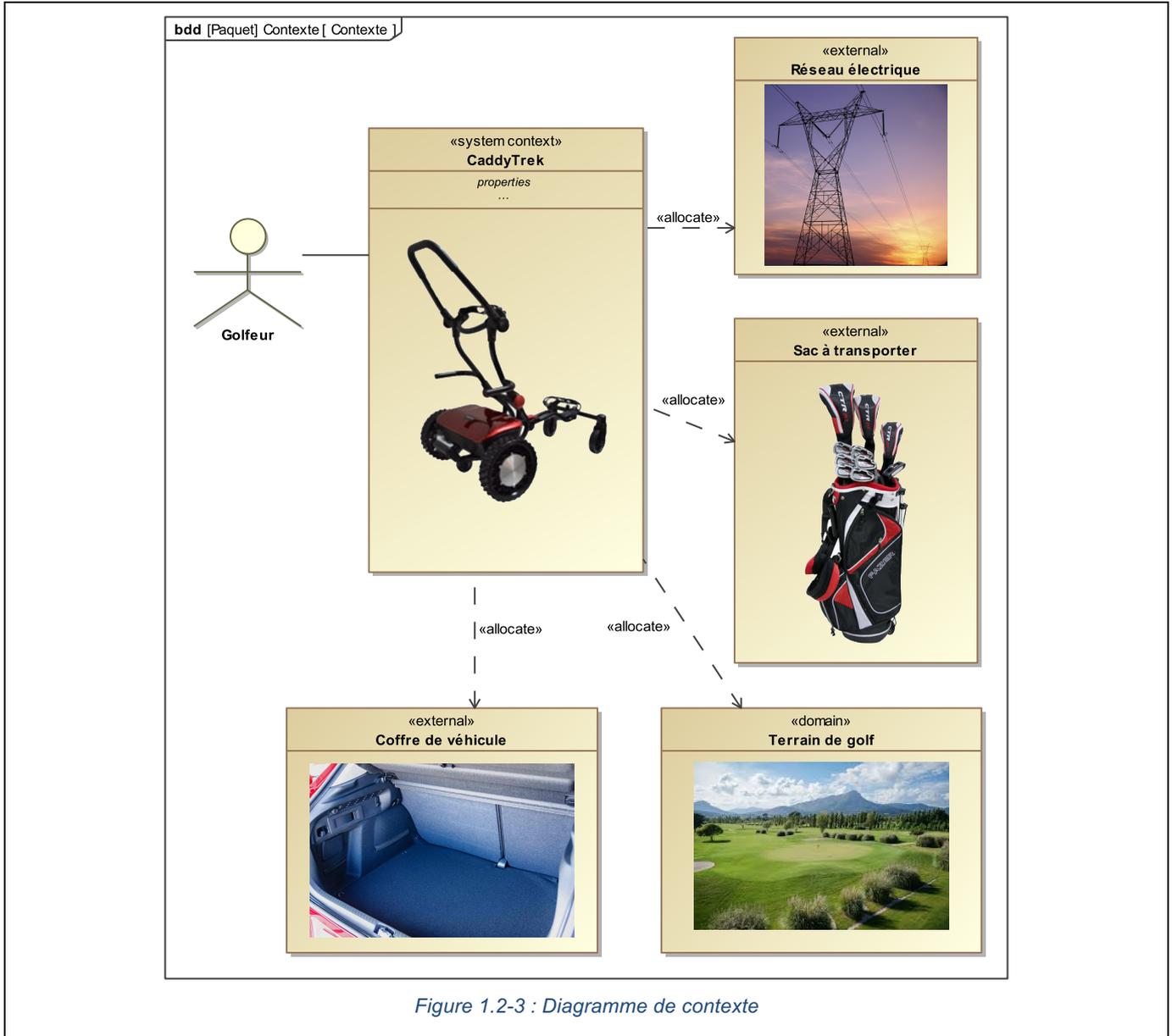


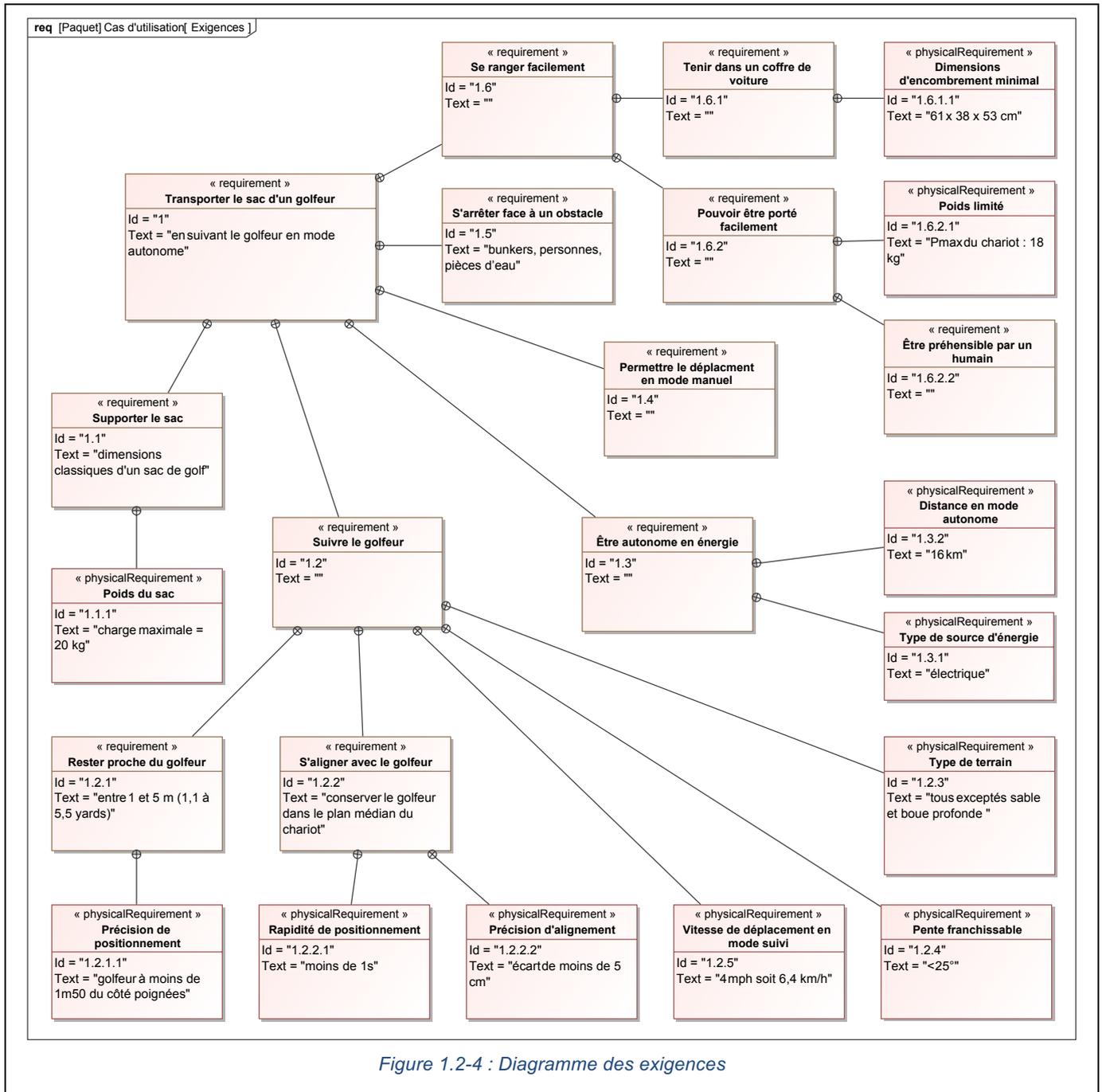
Figure 1.2-3 : Diagramme de contexte

1.2.5.3. Diagramme des exigences (req)

C'est un diagramme fonctionnel. Il décrit les exigences du cahier des charges fonctionnel.

Une exigence exprime une capacité ou une contrainte à satisfaire par le système. Elle peut exprimer une fonction que devra réaliser le système ou une condition de performance technique, physique, de sécurité, de fiabilité, d'ergonomie, d'esthétisme, etc.

La figure Figure 1.2-4 traduit de façon graphique toutes les exigences qui concourent à la réalisation de la fonction « transporter le sac d'un golfeur ».



1.3. Le chariot intelligent “CaddyTrek”

1.3.1. Présentation

Le chariot de golf intelligent est un chariot utilisé par les golfeurs pour transporter leur sac de golf sur tout type de parcours. Motorisé, il est capable de suivre ou précéder le golfeur qui peut marcher avec les mains libres sans se préoccuper de son guidage.

Ce chariot, d'une nouvelle génération, est doté des dernières technologies. Sa carte contrôleur, qui met en œuvre différents algorithmes de suivi et de régulation, offre **puissance, précision de suivi et réactivité**.



Figure 1.3-1 : Chariot de golf intelligent "CaddyTek" et sa télécommande

Sa structure tubulaire est équipée de deux roues motrices très puissantes et indépendantes, de deux petites roues montées sur un palonnier et d'une cinquième roue pour améliorer la stabilité en descente (anti basculement).

1.3.2. Description structurelle : diagramme de définition de blocs (bdd)

C'est un diagramme statique. Il montre les briques statiques : blocs, composition, associations, etc.

Il est utilisé pour décrire l'architecture matérielle d'un système. Un bloc est une entité bien délimitée qui encapsule principalement des attributs (variables d'état), des opérations (procédures comportementales), des contraintes, des ports (échange de flux avec l'extérieur) et des *parts* (sous-blocs internes). Un bloc peut modéliser tout le système, un élément matériel ou logiciel.

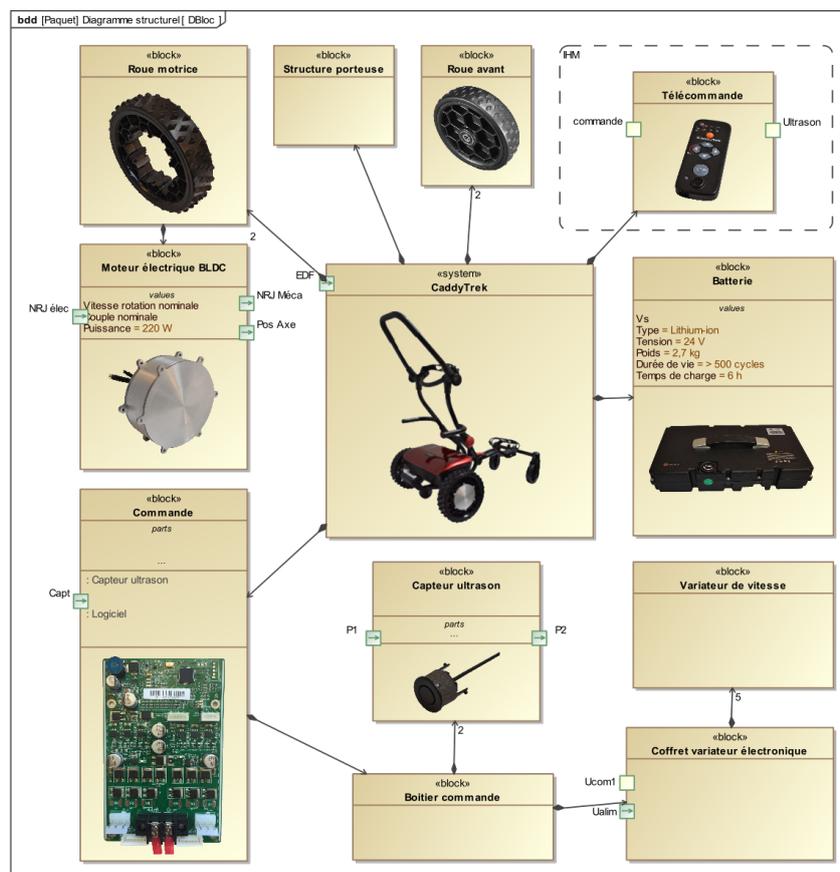


Figure 1.3-2 : Diagramme des blocs



1.3.2.1. Schéma blocs fonctionnel

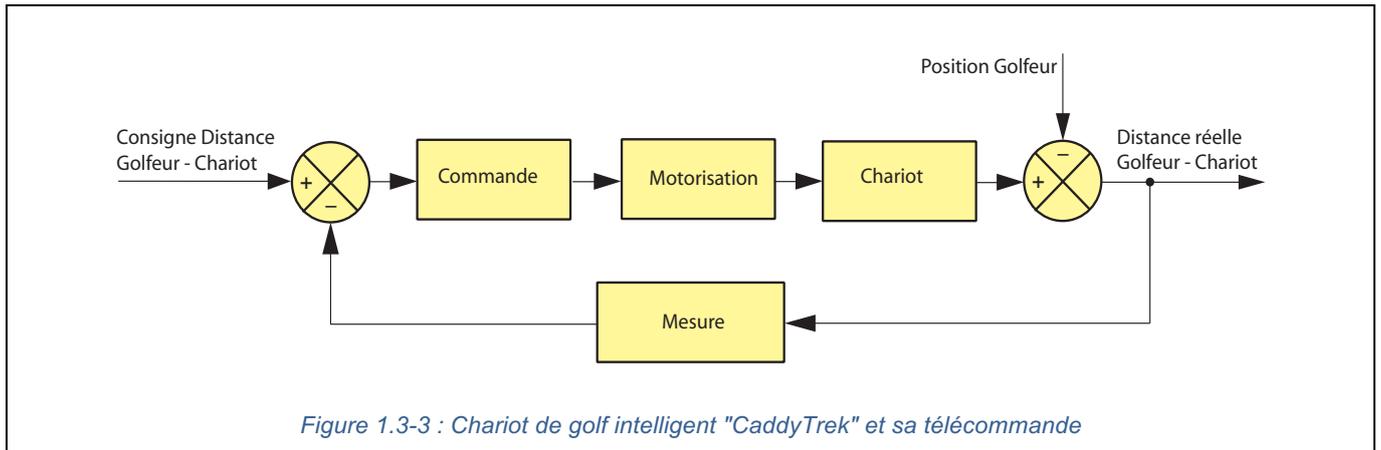


Figure 1.3-3 : Chariot de golf intelligent "CaddyTrek" et sa télécommande

1.3.2.2. Asservissement Brushless

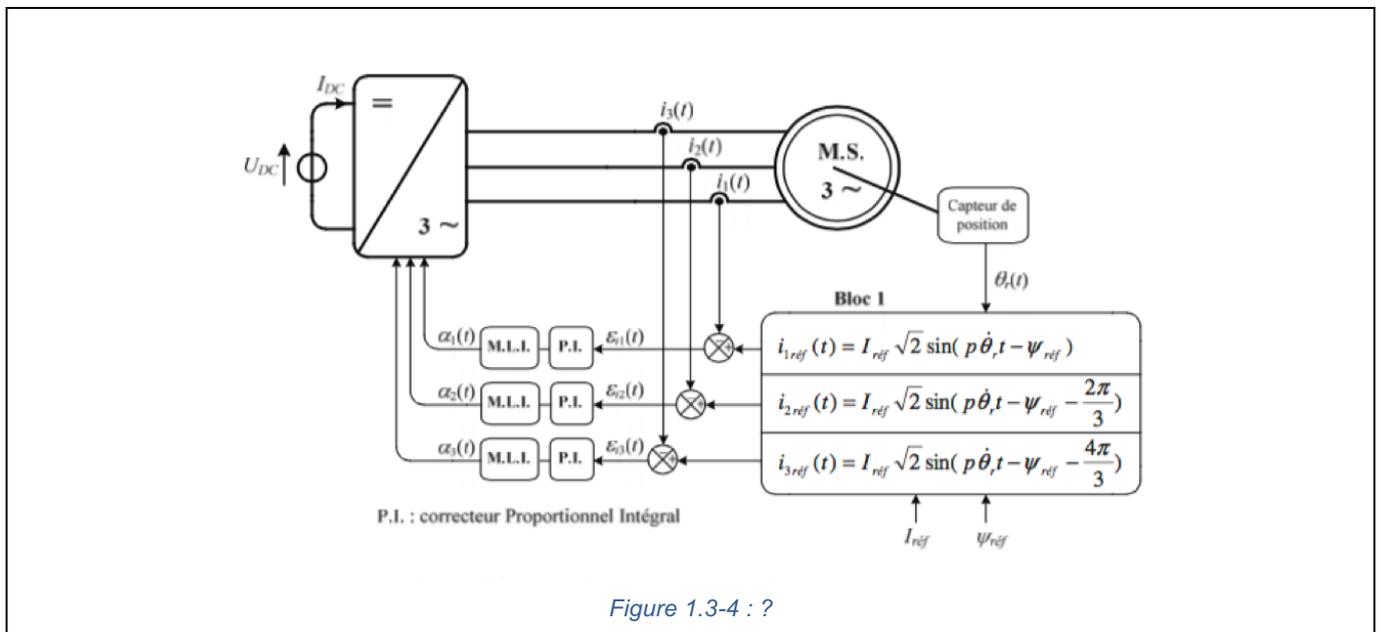


Figure 1.3-4 : ?

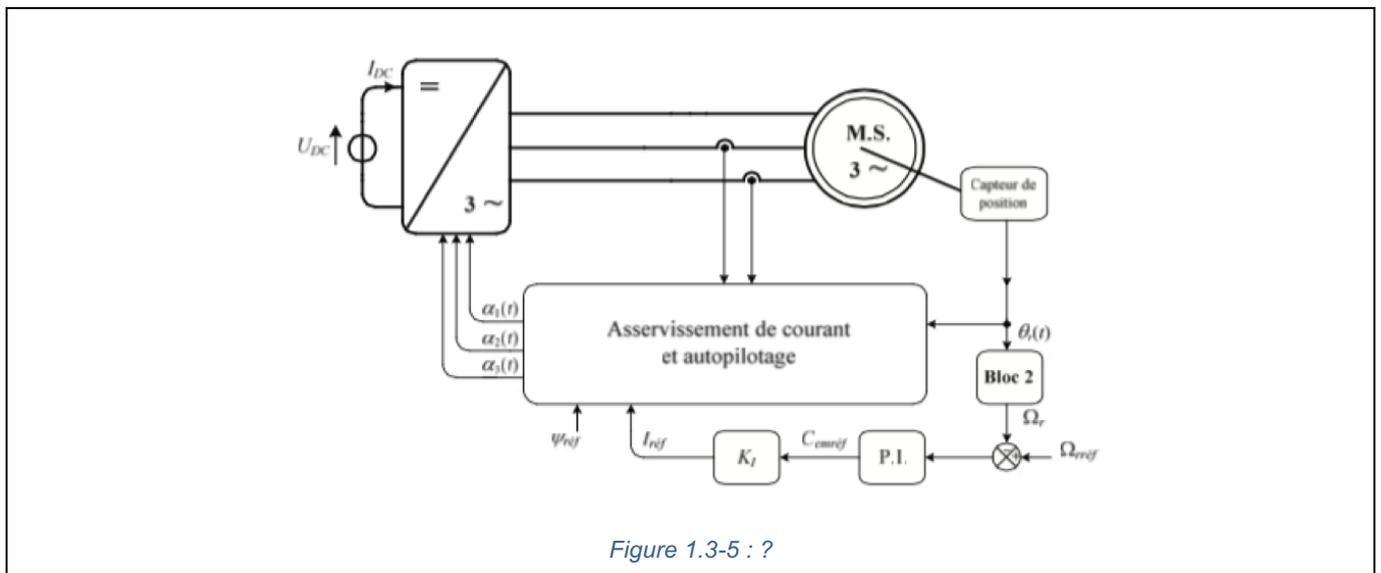
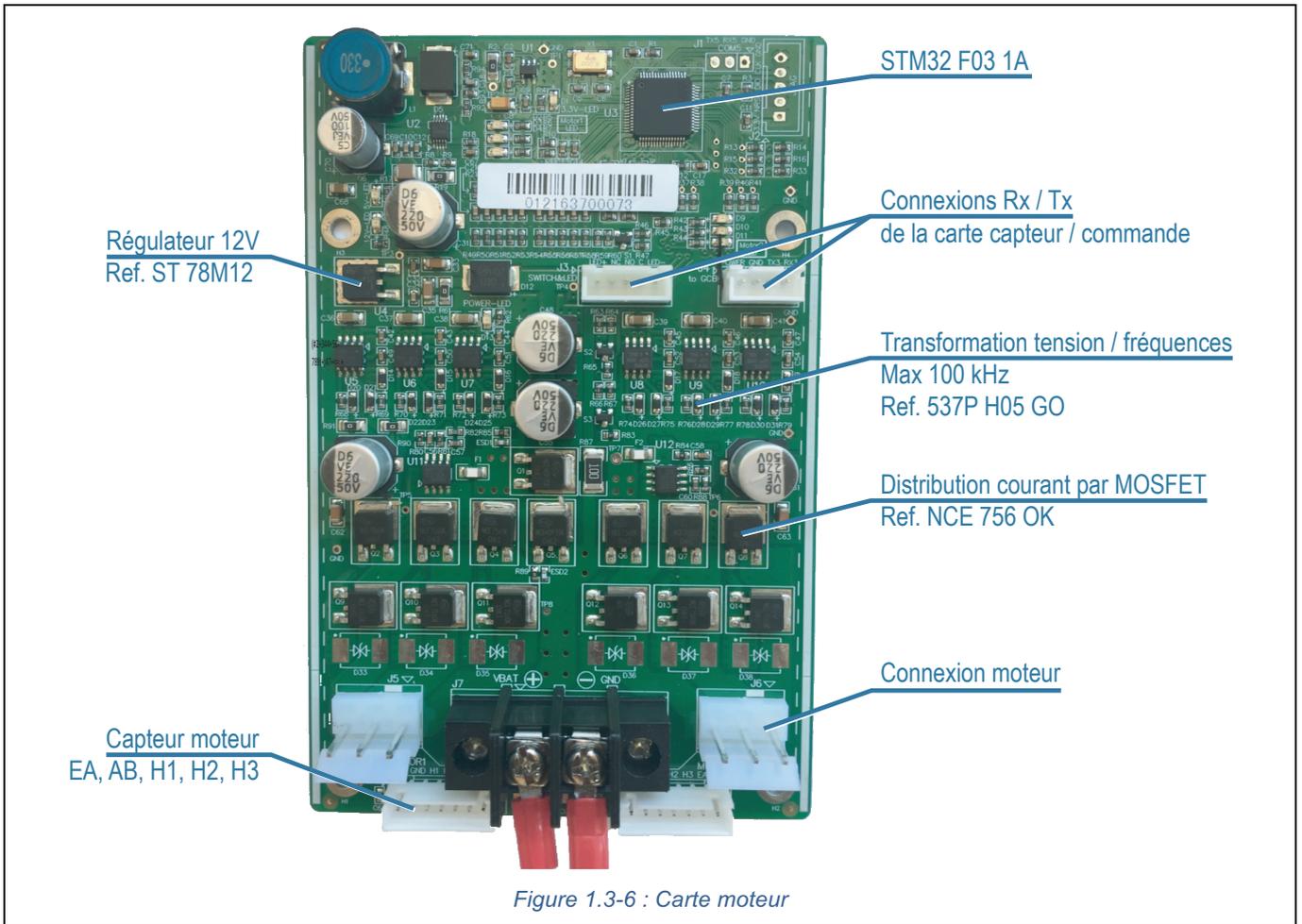


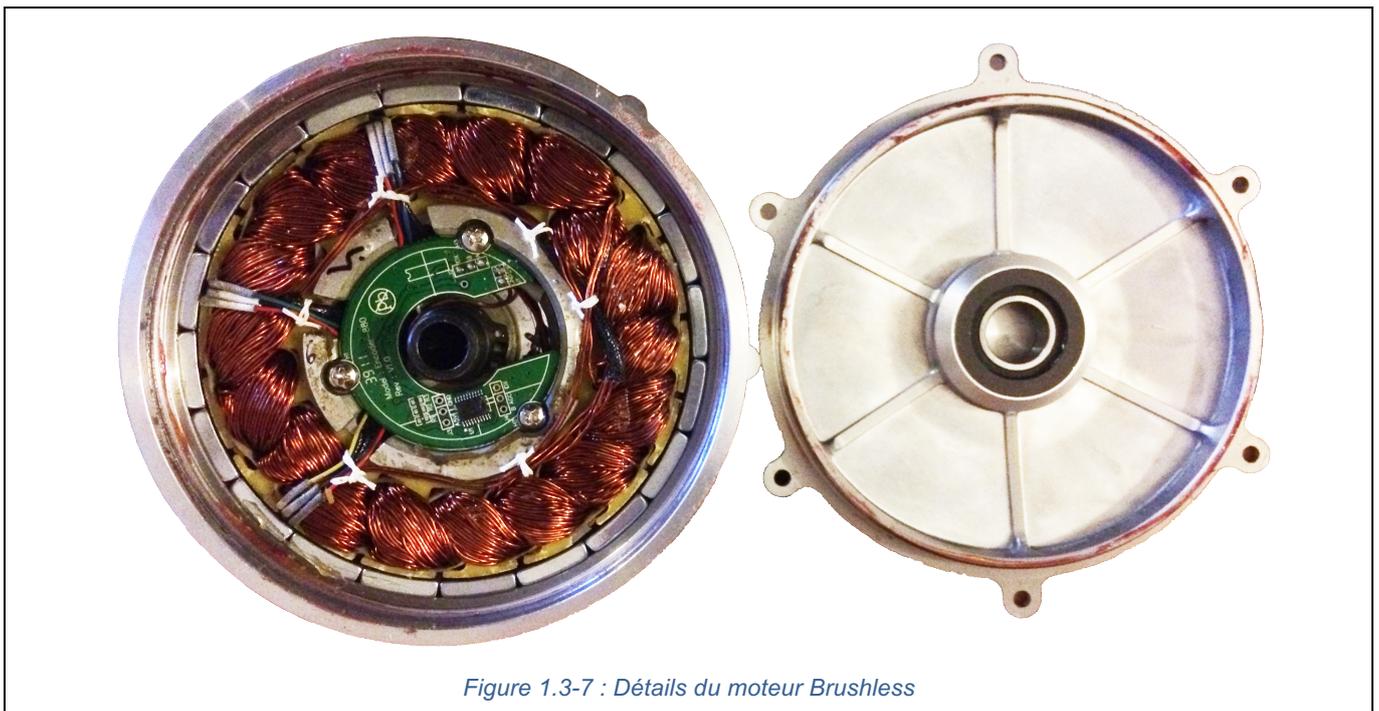
Figure 1.3-5 : ?



1.3.2.3. Description de la carte moteur



1.3.2.4. Moteur Brushless





1.3.3. Description du fonctionnement

1.3.3.1. Diagramme d'état (stm) du fonctionnement normal

C'est un diagramme dynamique. Il montre les différents états successifs et les transitions possibles des blocs dynamiques. Il représente la succession des états d'un système ou d'un sous-système. La dynamique des changements est entretenue par des événements.

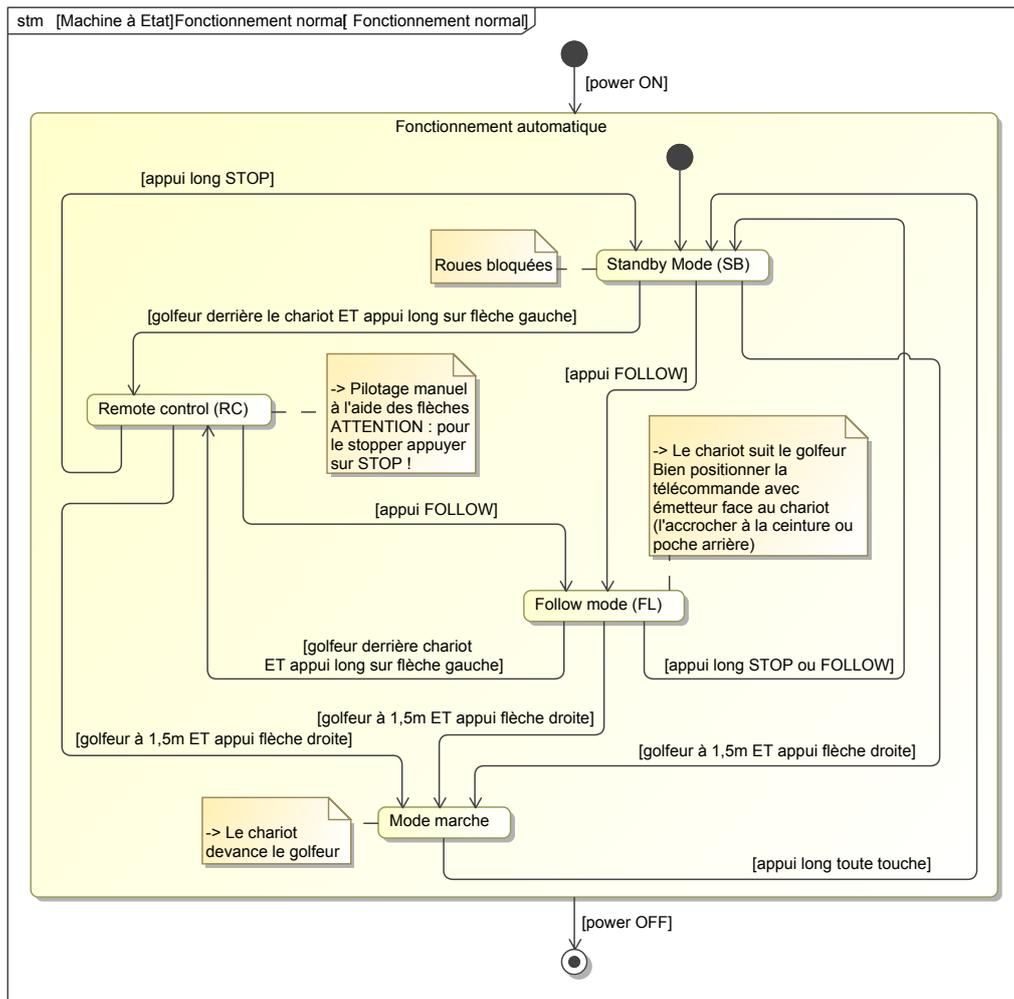


Figure 1.3-8 : Diagramme de fonctionnement normal du chariot

1.3.3.2. Modes de marche

Le chariot comporte un bouton de mise sous tension. Il se trouve sur le coffre de la batterie.



Figure 1.3-9 : Chariot de golf intelligent "CaddyTrek"

Lorsque le chariot n'est pas sous tension, les roues sont débloquées et il peut être manœuvré facilement à la main.

Il faut que le chariot soit sous tension pour que les différents modes de marche puissent être sélectionnés sur la télécommande.



■ **Déplacement manuel**

- ✓ S'assurer que CaddyTrek est sur un terrain plat.
- ✓ S'assurer que CaddyTrek et le combiné sont hors tension.
- ✓ Guider CaddyTrek avec la barre de poussée (guidon).
- ✓ CaddyTrek ne freine pas automatiquement lorsque l'appareil est éteint. Il faut donc faire attention aux collines et aux pentes raides.

■ **Mode veille (SB)**

Le mode veille (SB, Standby) est un point de départ pour tous les autres modes CaddyTrek.

Lorsqu'il est allumé, l'appareil passe automatiquement en mode SB et attend des instructions supplémentaires de la part de l'utilisateur.

Dans ce mode :

- ✓ Les roues de CaddyTrek seront verrouillées.
- ✓ L'appareil se synchronisera automatiquement avec le combiné.
- ✓ Il ne faut donc pas pousser le CaddyTrek.

■ **Mode télécommande (Remote Control : RC)**

- ✓ Mettre le CaddyTrek sous tension.
- ✓ Se placer derrière les grandes roues de CaddyTrek avec la poitrine face au chariot.
- ✓ Maintenir le bouton directionnel "Gauche" enfoncé jusqu'à ce que le combiné émette un bref bip et que le voyant RC s'allume.
- ✓ Piloter le chariot en appuyant sur les touches directionnelles ou une fois sur le bouton STOP pour l'arrêter. CaddyTrek restera en mode RC.

■ **Mode "Suivi" (Follow)**

- ✓ Se placer devant les grandes roues de CaddyTrek avec le dos tourné vers le chariot.
- ✓ Clipser et centrer la télécommande sur le bord d'une poche ou sur la ceinture de façon à ce qu'elle soit face au chariot.
- ✓ Tenir le bouton "Suivre" : le chariot émet alors un bip court.
- ✓ Commencez à marcher et le CaddyTrek suivra à votre rythme.
- ✓ Pour arrêter le CaddyTrek en mode Follow, appuyer sur Follow ou Stop.
- ✓ CaddyTrek passera en mode SB qui sera indiqué par un bip long et un bip court.

■ **Mode "Marche"**

- ✓ Mettre le CaddyTrek et la télécommande sous tension.
- ✓ Se tenir à 1,4 mètre environ du chariot et entre les capteurs.
- ✓ S'assurer que le combiné fait face au chariot.
- ✓ Maintenir le bouton directionnel droit enfoncé.
- ✓ Se diriger vers le CaddyTrek pour démarrer.
- ✓ Pour sortir du mode de marche, appuyer sur les boutons STOP ou FOLLOW de la télécommande.

■ **Résumé : diagramme des modes de marche**

C'est un diagramme dynamique. Il représente les échanges de messages entre les acteurs et le système ou entre des parties durant une séquence temporelle d'actions appelée *scénario*.

Il permet de représenter la dynamique d'un *use case* ou la collaboration d'un ensemble d'objets internes au système.



Il montre la séquence, représentation verticale chronologique, des messages passés entre blocs au sein d'une interaction.

Nota : Il y a autant de diagrammes de séquence que de scénarios possibles.

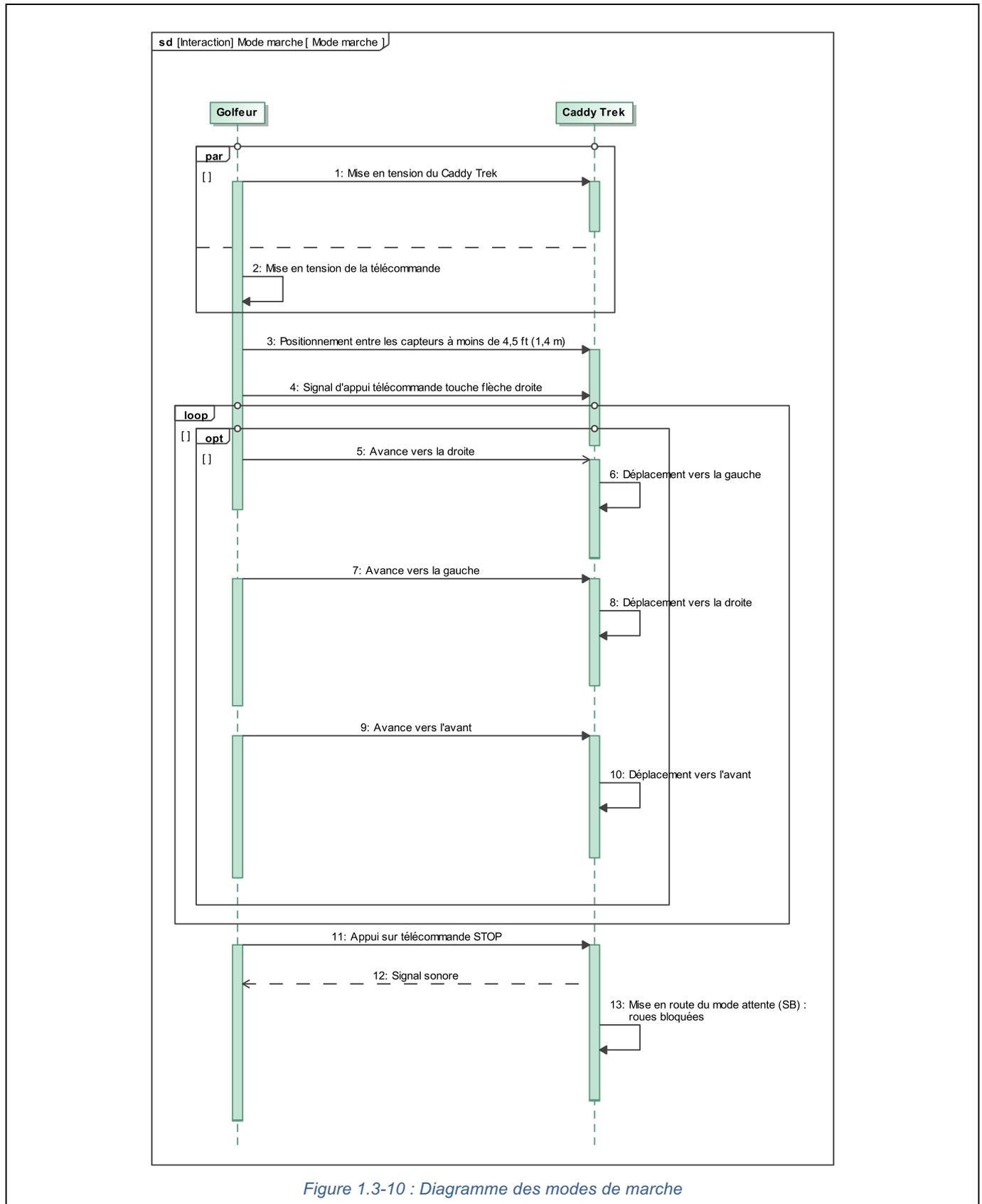


Figure 1.3-10 : Diagramme des modes de marche



2. Présentation du produit instrumenté

2.1. Le chariot instrumenté

Le chariot CaddyTrek livré est le chariot standard du commerce qui a été instrumenté. Des capteurs de position, de vitesse et de distance ont été installés. Les informations récupérées sont exploitées par une carte Arduino puis visualisées à l'aide d'une application spécifique.

- *Capteurs de position et de vitesse des roues*
- *Capteurs de distance à fil*
- *Carte Arduino*
- *Application spécifique*

2.2. Le banc d'étude instrumenté

2.2.1. Présentation

2.2.2. Fonction

Le banc d'étude instrumenté permet :

- ✓ de **recevoir le chariot** afin de pouvoir le faire fonctionner comme en situation réelle sans avoir l'inconvénient de son déplacement ;
- ✓ de **recréer les conditions réelles d'utilisation** à l'aide de galets presseurs motorisés.

2.2.3. Constitution

2.2.4. Utilisation

2.3. Le banc d'étude des capteurs à ultrasons

2.3.1. Présentation

2.3.2. Fonction

Le banc d'étude des capteurs à ultrasons permet d'établir :

- ✓ la **caractéristique de transfert** d'un capteur à ultrason ;
- ✓ la ~~caractéristique de transfert~~ de l'ensemble des deux capteurs assemblés comme sur le chariot.

2.3.3. Constitution

2.3.4. Utilisation