

Présentation du projet

Jérôme CREMOUX



Raspberry Pi



Sommaire

Présentation du projet	2
Présentation générale	2
Internet of Things	2
Spécification de MU	3
Présentation de MU et spécifications techniques	5
Visuels du prototype	5
Spécifications techniques : matériel embarqué et logiciel	9
Evolution du prototype	10
Premier prototype	10
Second prototype	11
Troisième prototype	12
Présentation du concept de modules	14
Technologies embarquées	16
Présentation des "Cognitive Services" et des fonctionnalités embarquées	17
Amélioration du concept et idées d'évolutions	19
Stade de développement actuel et plan de développement	20
Avis personnel	22
A propos de moi	23

Présentation générale

Avant de parler du projet en lui-même et des besoins auquel il peut répondre, il est important de situer le contexte applicatif auquel il correspond.

MU est un projet de robotique indépendant créé à l'origine en 2016 pour améliorer le quotidien de personnes isolées, en manque de mobilité ou demandant une assistance soutenue.

Des études montrent que la possession d'un animal de compagnie améliore le quotidien des personnes seules ou isolées, qu'elles soient malades ou non. Malheureusement, la possibilité d'avoir un compagnon animal est parfois complexe voir impossible dans certains cas de figure ou certains lieux.

L'idée de départ n'est pas de remplacer ce qu'une compagnie peut offrir à ces personnes mais d'apporter une expérience similaire tout en y ajoutant des éléments qui font malheureusement partie du quotidien de ces personnes.

Avant de spécifier plus en détails le fonctionnement du projet, il est important d'expliquer les concepts fondamentaux mis en place.

Internet of Things



Les nouvelles technologie, l'avancée de la connectivité et plus particulièrement de l'IOT (*Internet of Things*) ont permis de voir la création d'une multitude de projets indépendants, qui deviendront pour certains, les accessoires quotidiens de demain.

L'IoT est, pour rappel, une grande famille de nouveaux objets connectés répondant à une problématique donnée. C'est un univers immense qui regroupe une multitude d'objets tous aussi différents les uns que les autres. Cette "connectivité" apporte, en règle générale,

une souplesse de développement et la réalisation de prototypes à moindre coût.

En plus de cela, cette tendance intègre maintenant un autre aspect intéressant, le "machine learning".

L'intégration de ces différentes technologies ouvre des possibilités immenses : intégration facilitée de reconnaissance vocale, détection, reconnaissance des personnes, traduction instantanée, interprétation d'images et bien d'autres choses encore.

MU exploite justement ces technologies, le but est de pouvoir miniaturiser au possible la plupart des traitements lourds en faisant travailler des services distants, permettant une plus grande souplesse de réalisation et un coût beaucoup plus intéressant.

Spécification de MU

De part la nature du projet, il est nécessaire également que ce produit soit simple afin d'être utilisé par des personnes n'ayant pas ou peu de connaissances techniques. Encore une fois, nous oublions parfois que ce n'est pas à l'homme de s'adapter à la technologie, mais l'inverse et c'est encore plus vrai dans ce cas de figure.

Un des souhait à la création du projet est que ce concept soit accessible autant par son utilisation que par son coût de fabrication.

Le choix des composants a donc été le premier objectif. Que pouvons nous faire avec ce matériel ? Comment couvrir tous les besoins avec le minimum de composants ? Quelle résistance aura le produit fini ? Quels contraintes ce choix va avoir sur l'évolution du projet car, oui, ce projet à pour but d'évoluer en permanence, afin de rajouter encore et encore de nouvelles possibilités.

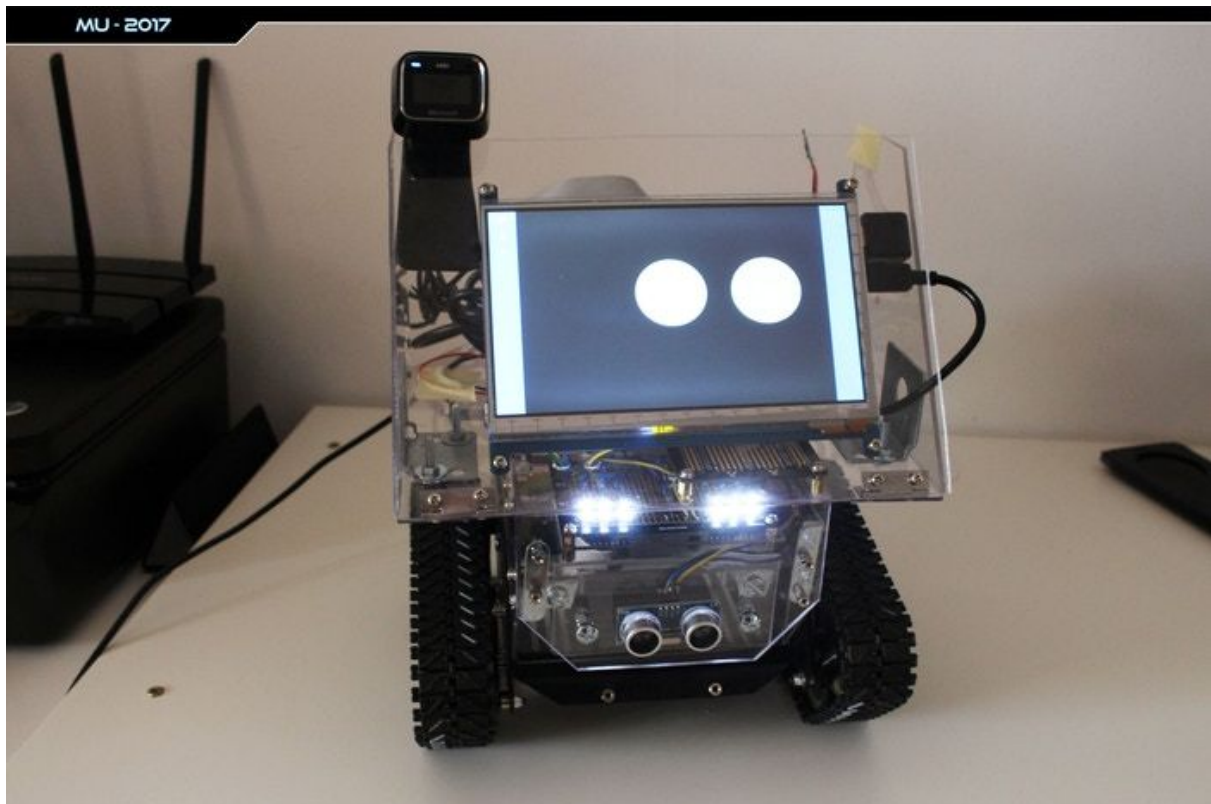
Beaucoup trop de projets se permettent de répondre à une problématique donnée à un instant T mais qui ne correspondent plus à un quotidien réel au bout de quelques années rendant nul ou quasi nul l'investissement apporté à cette solution.

Le dernier aspect important du projet de base, est la récolte d'informations utiles et leurs traitements. Le but n'est pas de remplir le robot de capteurs et de récolter le plus de données possibles, beaucoup de systèmes se basent sur ce principe et ce n'est pas, à mon avis, la meilleure façon de voir les choses.

Les premiers prototypes de MU était justement basé sur ce principe et, je n'en tire pas des résultats pertinents. En effet, avoir à disposition tout un tas d'informations est bien à condition :

- *d'avoir assez de possibilités de traitement pour les analyser correctement.*
- *d'avoir les moyens techniques de faire fonctionner tout un ensemble de capteurs de données sans perdre en efficacité.*
- *de ne pas prioriser des données par rapport aux autres en "pensant" de notre point de vue qu'elles sont plus pertinentes.*

Afin d'illustrer cette idée, le meilleur exemple reste la mobilité du robot. Pourquoi imaginer, développer, penser un système de motorisation gourmand en ressources si la personne qui l'utilise ne peut pas se déplacer ? Encore une fois, le but n'est pas à ce que l'humain s'adapte à la machine mais bien que la machine s'adapte à l'humain.



Un des prototypes de MU embarquait justement à tort ce que j'énonce ici.

Avec cette logique de pensée, il est maintenant clair que la "mobilité" dans cet exemple est une "option" qui n'est pas forcément pertinente dans tel ou tel milieu.

Les précédentes réalisations et les différentes réflexions aboutissent à une seule conclusion: afin de pouvoir s'adapter au mieux à une personne, **le concept de modularité est fondamental et doit être le point central du projet.**

En effet, les besoins ne sont pas forcément les mêmes entre une personne isolée à mobilité réduite, une personne hospitalisée à long terme et sans aucune mobilité ou encore une personne hospitalisée et mobile. Pour répondre à cette problématique, il est donc nécessaire que MU ne soit pas qu'un simple robot, mais un concept modulable, le point central d'un dispositif plus grand en constante évolution.

Nous verrons par la suite comment cette modularité peut être faite et à quelle problématique elle peut répondre.

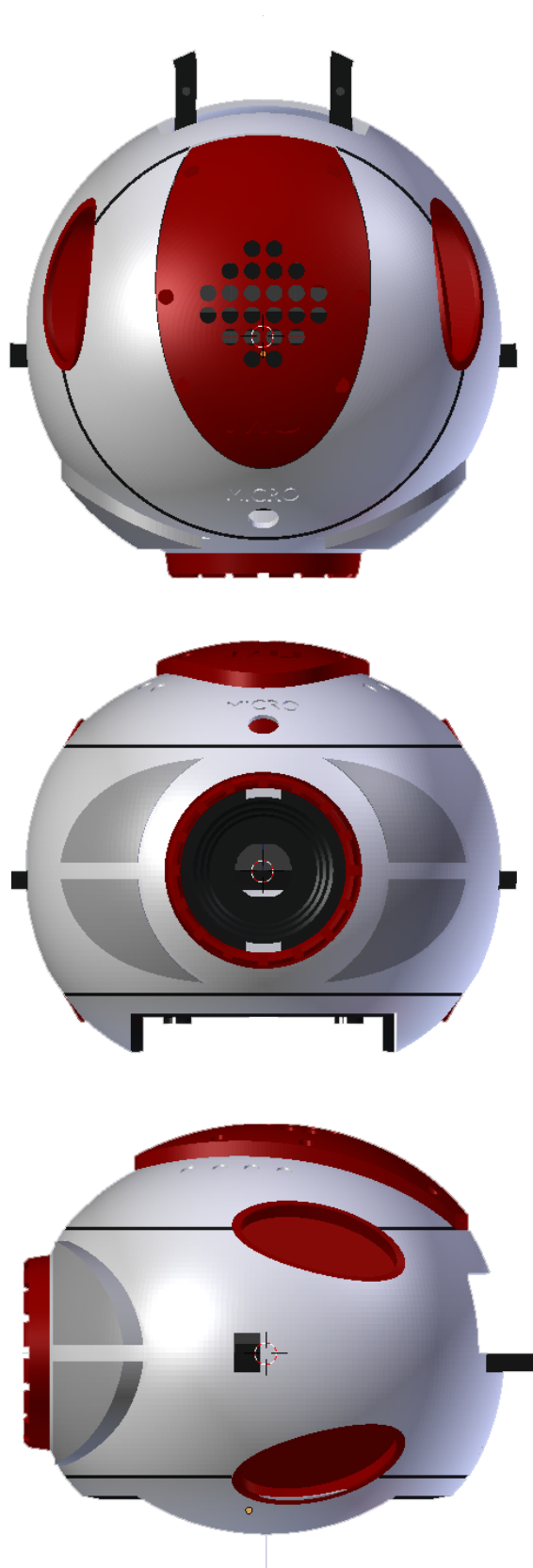
Présentation de MU et spécifications techniques

Comme expliqué précédemment, MU est le point central d'un dispositif plus grand. Le prototype a été récemment retravaillé afin de correspondre au concept de modularité.

Visuels du prototype



Représentation 3D du nouveau prototype en vue orthonormée



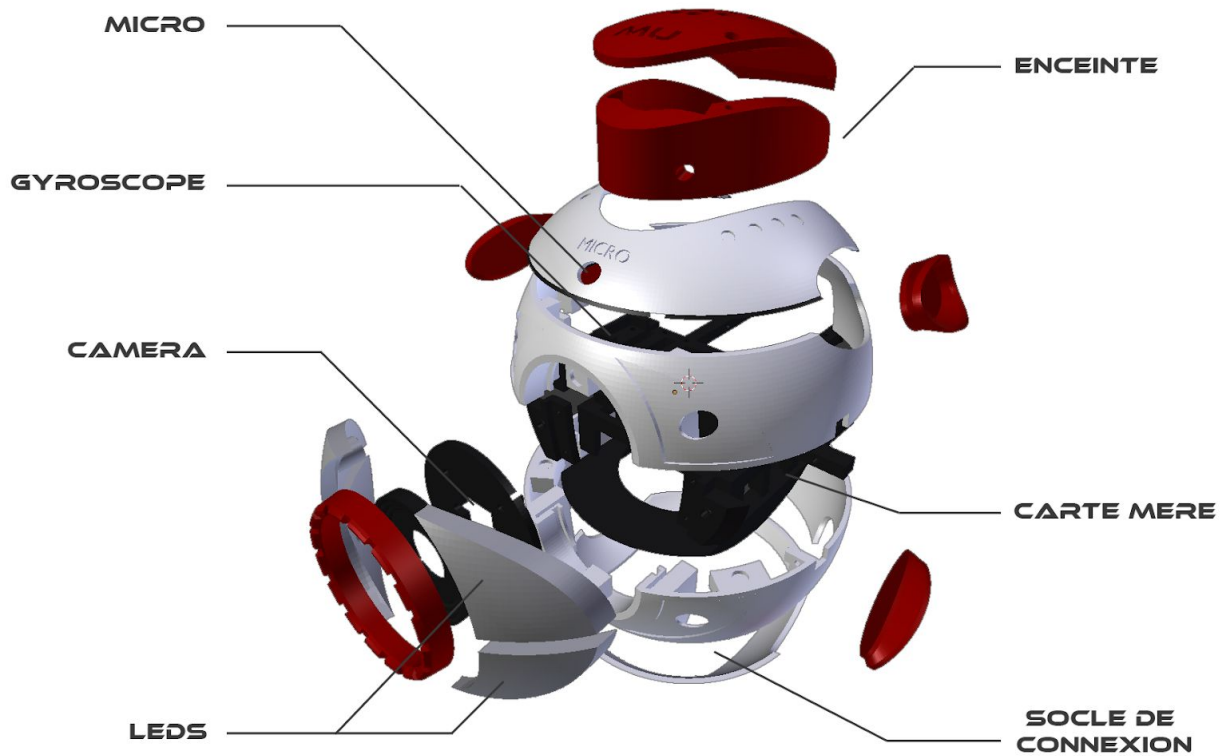
Vue de dessus, de face et de côté en vue orthonormée



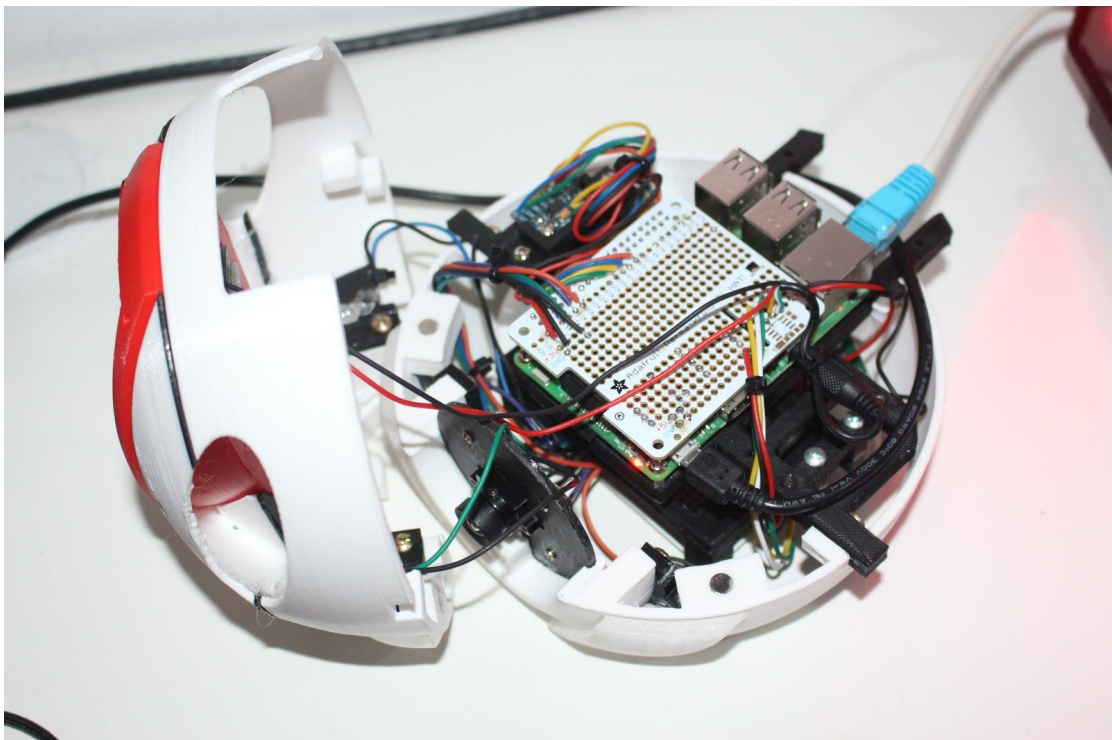
Prises de vue réelles du prototype en cours de développement



Animation en prise de vue réelles



Vue désassemblée du prototype



Vue du prototype ouvert et aperçu du circuit principal

Spécifications techniques : matériel embarqué et logiciel

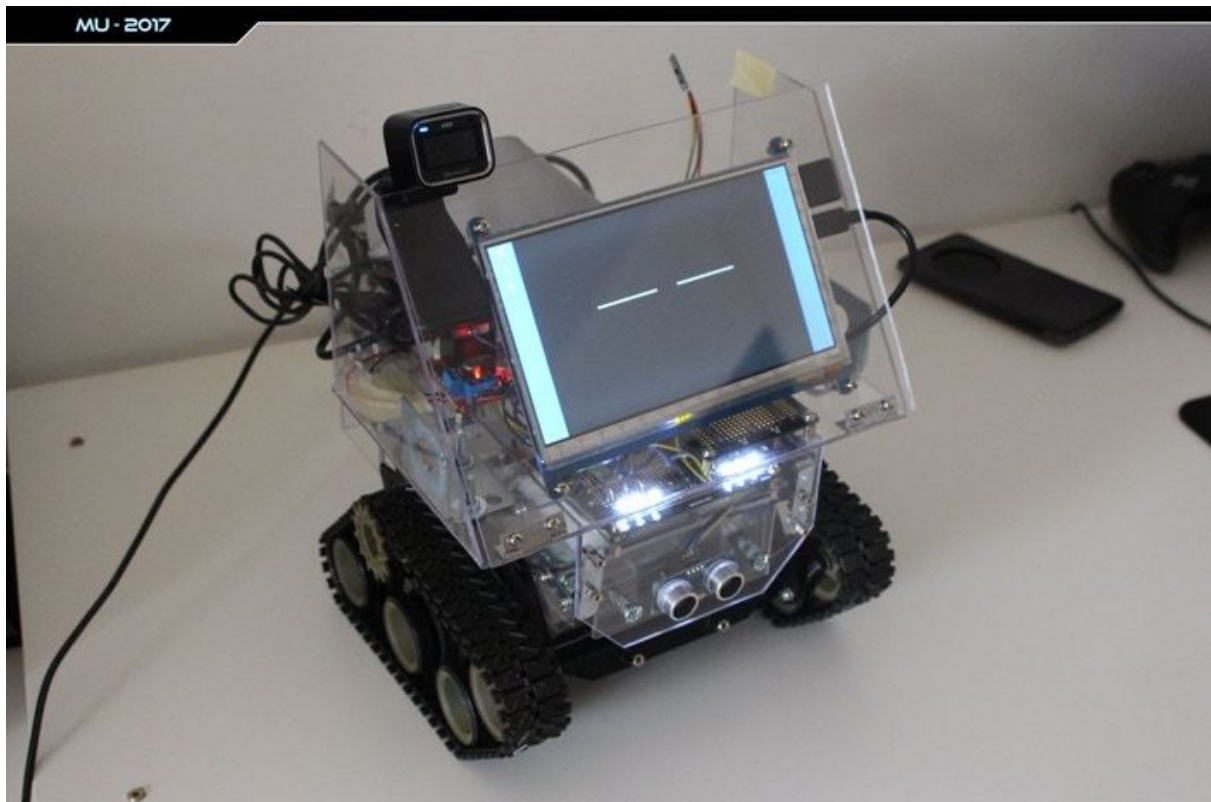
Carte mère	Raspberry Pi 3 CPU Quad Core 1.2GHz Broadcom BCM2837 64bit ARM 1GB RAM BCM43438 wireless LAN Bluetooth Low Energy (BLE)
OS	Windows 10 IoT
Circuit principal	Adafruit PermaProto Hat
Gyroscope	ADXL345GY 3 axes
Caméra	ELP USB FHD 1080p
Sortie son	Enceinte 20W
Entrée son	Microphone USB
Divers	LED 3,2V X 4

IDE de développement	Visual Studio 2017
OS embarqué	Windows 10 IoT
Langage de développement	C# UWP
Connectivité	Azure Cognitive Services et IoT Hub

Evolution du prototype

Depuis la création du projet, les composants mais aussi la partie logiciel et le design ont évolués pour répondre à la problématique de départ expliqué précédemment.

Premier prototype



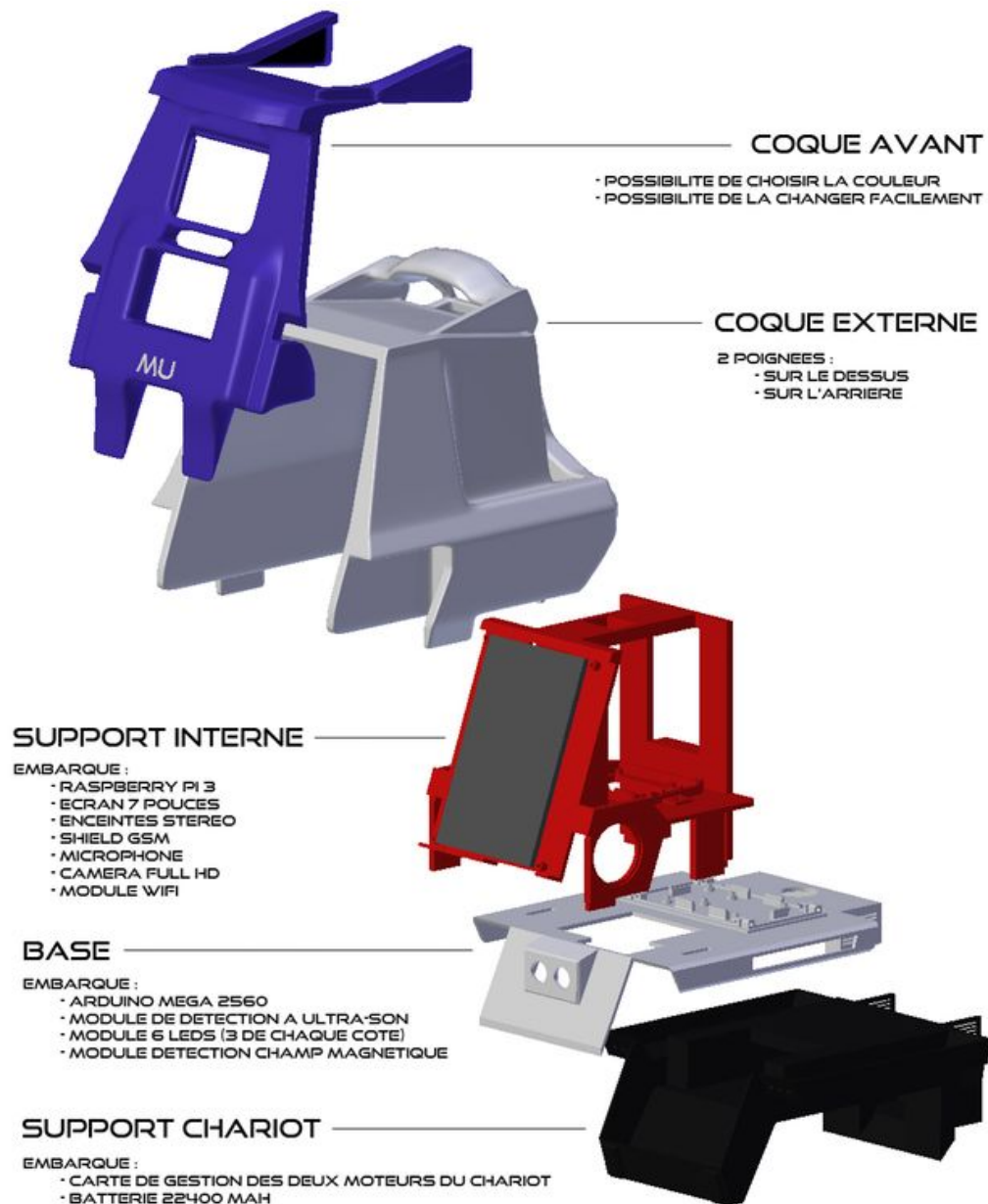
Le premier prototype de MU embarquait sensiblement les mêmes composants principaux à la grande différence qu'il possédait toute la partie permettant le déplacement et la gestion spatiale (détecteur à ultra son, chariot motorisé). Il possédait également un écran tactile LCD qui utilisait un des premiers principes de mimétisme, car il permettait la représentation de "l'humeur" du robot grâce aux différentes expressions que pouvait avoir son regard.

En contrepartie, ce prototype possédait de nombreux défaut :

- manipulation complexe à cause du chariot motorisé.
- consommation excessive d'énergie à cause de l'écran et du chariot motorisé (la batterie intégrée permettait une utilisation complète pendant 2 heures, ce qui n'était pas envisageable).

Le second prototype se devait d'améliorer ces points.

Second prototype



Le second prototype prévu devait ressembler à cette illustration. Dans les faits, il devait avoir une meilleure autonomie et devait résoudre en partie le problème du chariot grâce à une coque complète entourant le chariot d'origine permettant une meilleure manipulation. L'ajout d'une poignée permettrait également d'améliorer son transport.

L'écran et son utilisation était également plus optimisé grâce à la coque présente sur le dessus offrant une séparation en deux zones :

- Une partie permettant la représentation des yeux et de "l'humeur".
- Une autre afin de pouvoir communiquer plus facilement avec l'utilisateur au moyen de notifications.

Dans les faits, ce prototype n'a jamais été finalisé car il ne résolvait pas les problèmes principaux du premier prototype.

Troisième prototype



Entre la conception du second et du troisième prototype, je suis volontairement reparti de zéro pour essayer de répondre aux problématiques passées. L'idée de la modularité est venue ainsi et le modèle de MU a totalement changé.

Plutôt que de faire un "tout", je suis parti sur la réalisation d'un corps central contenant la connectique et les éléments principaux au fonctionnement "de base". Grâce au développement d'un support de connectique (présent sous le dessous du corps), il est désormais possible d'envisager de multitudes de possibilités permettant à la fois de répondre à un besoin spécifique et à la fois de répondre aux problèmes énergétiques.

En effet, nul besoin de batterie si le robot ne bouge pas, la batterie doit uniquement être présente dans le cas où le robot se retrouve à être mobile, mais dans ce cas de figure, c'est le chariot lui-même qui porte la batterie et qui alimente par la même occasion le module principal.

Même principe si le robot est immobile mais qu'il doit pouvoir localiser une personne en mouvement, un support 2 axes permettant la rotation horizontale et verticale pourra être développé afin de répondre à cette problématique tout en utilisant la même connectique.

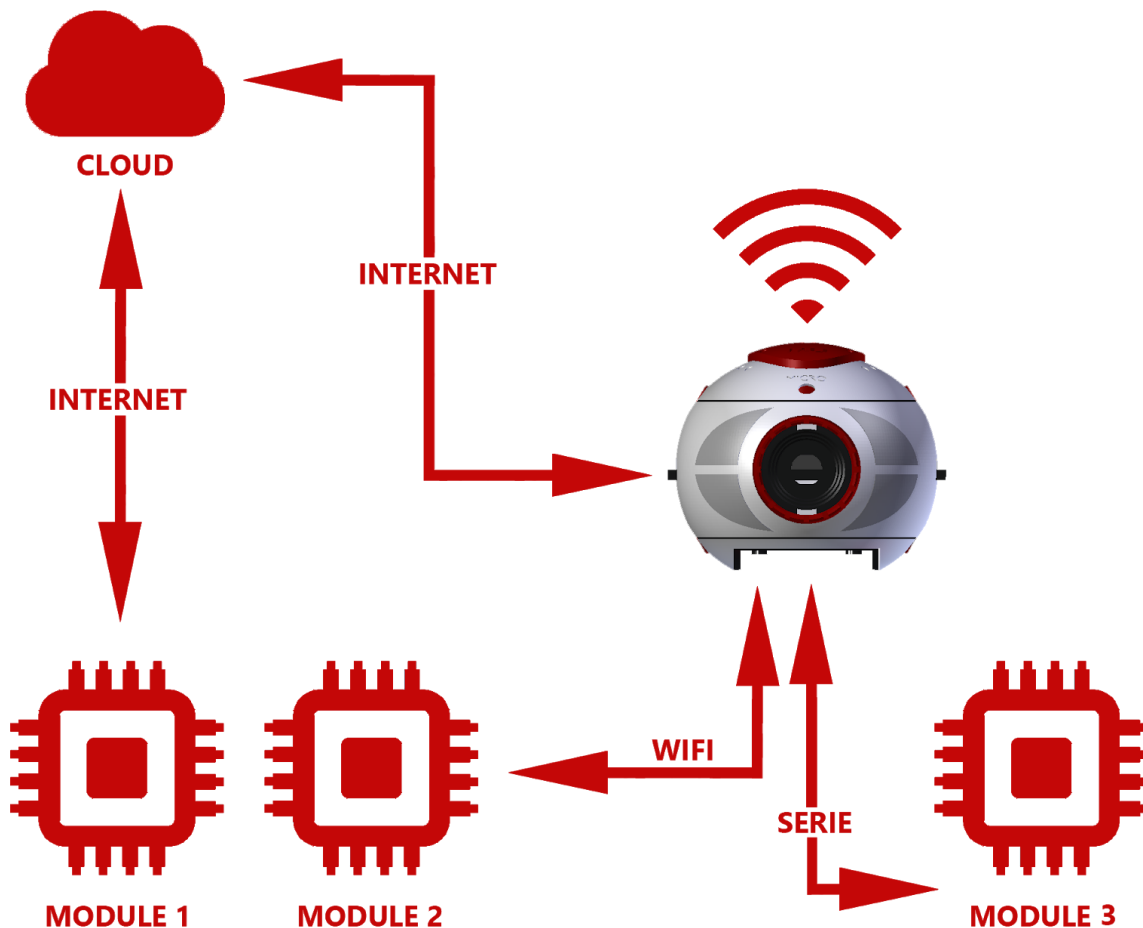
La partie logicielle est également entièrement repensée pour être plus “ouvertes” et permettre l’interconnexion avec des modules séparés voir des modules sans fil. C’est cet aspect qui doit être le coeur du dispositif.

La partie “humeur” représentée par les yeux en mouvement du robot à totalement disparu, je ne sais pas encore si cet aspect ne reviendra pas dans le futur car l’idée me paraissait vraiment intéressante. J’ai mis l’accent sur la communication vocale entre l’utilisateur et le robot pour reproduire l’effet voulu.

Présentation du concept de modules

La gestion des modules est la partie la plus complexe du projet car elle nécessite une réflexion à plus grande échelle.

Voici un schéma illustrant le principe de modularité :



Sur ce schéma, trois grands exemples sont présentés :

- Le premier (le cas du module 1) représente un module indépendant, qui est connecté à internet et plus particulièrement à un cloud. Grâce à ce cloud, il permet le stockage des données qu'il relève et ce quelque soit ce type de données. MU, étant également connecté à ce même cloud, est automatiquement averti de la connexion de ce module et des données qu'il transmet. Il peut donc interpréter ses données et réagir en fonction. Ce type de connexion peut être représenté par exemple par une application sur SmartPhone ou sur PC à un endroit totalement différent du lieu actuel de MU.

- Le second cas est une liaison directe sans fil qui permet d'obtenir des connexions plus rapides avec des modules locaux mais à courte portée. Ce module se connecte au réseau WiFi créé par MU et permet d'interagir directement avec lui. MU étant toujours connecté au cloud, il peut décider de stocker ces données sur le cloud ou de les traiter localement. Ce type de connexion est préconisée pour la connexion avec un appareil local ou présent sur l'utilisateur ou encore un produit domotique.
- Le troisième cas est une liaison gérée par le socle de connexion de MU. Il est de type "série" et permet un débit rapide pour le transfert des données. Ce type de connexion sera à préconiser dans le cas, par exemple d'un module chariot ou un socle 2 axes.

Grâce à ces 3 types de connectivité, tous les besoins peuvent être couverts. Il nécessite cependant un développement particulier pour chacun des dispositifs voulant être placé sur le "réseau".

Afin d'aller plus loin dans la réflexion, il est également important que MU puisse savoir "qui fait quoi ?", il est donc primordial que tous les éléments présents dans la "famille de produit" utilise la même interface d'identification en spécifiant :

Son type	le type de module
Son pool d'action	les actions réalisables par ce dispositif
Son statut actuel	le statut actuel du dispositif (en ligne, hors ligne, en erreur...)

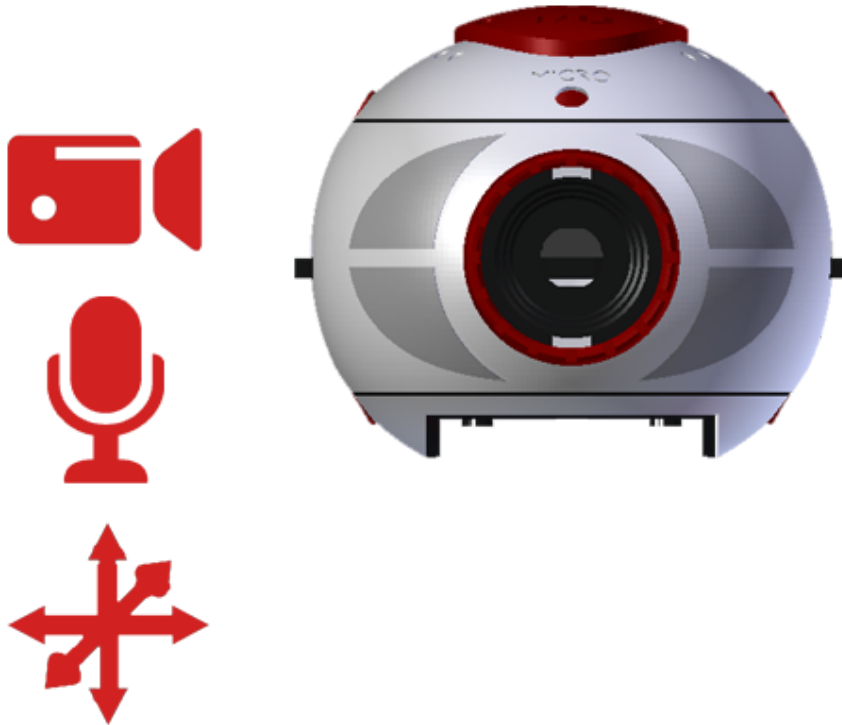
Lorsque MU détecte un nouveau dispositif, il l'interroge pour déterminer ce qu'il est capable de faire et quelles sont les actions à sa disposition. Ainsi, il a tous les outils en main permettant de le contrôler.

En plus des modules distants, MU embarque quelques périphériques permettant d'ajouter des actions utiles. C'est ce que nous allons voir maintenant.

Technologies embarquées

MU est composé de plusieurs dispositifs d'entrée et de sortie afin de pouvoir interagir comme il se doit avec l'utilisateur.

ENTREE



SORTIE



Les périphériques de sortie, les plus simples, sont au nombre de deux :

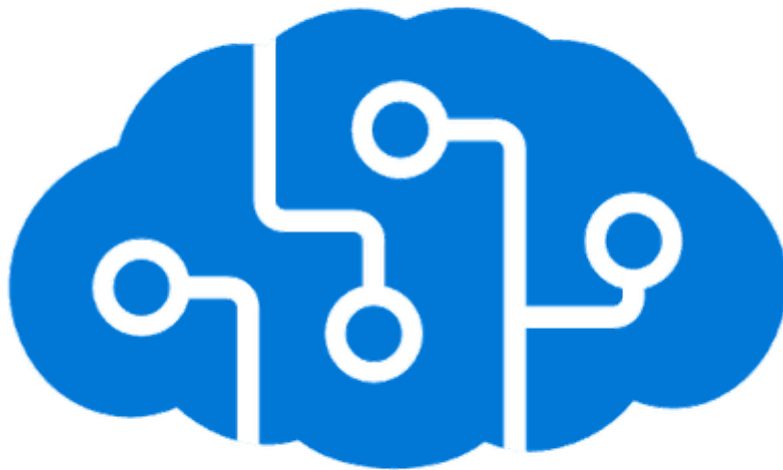
- Un système de 4 leds indépendantes qui permet l'émission de signaux lumineux.
- Une enceinte qui permet l'émission de son et du flux audio vocal.

Les périphériques d'entrée sont au nombre de trois :

- Une caméra vidéo qui utilise un système logiciel de détection de visage, de reconnaissance faciale, de détection d'émotion et d'interprétation de la scène. Ces fonctionnalités sont des traitements effectués par le cloud Azure grâce aux "Cognitive Services".
- Un microphone permet la reconnaissance vocale mais également l'identification vocale.
- Un accéléromètre 3 axes permet de détecter les mouvements et les accélérations ou encore les chutes du dispositif.

Présentation des “Cognitive Services” et des fonctionnalités embarquées

MU utilise, grâce au cloud d’Azure, les “Cognitive services”. Afin de présenter au mieux les possibilités qu’offre ces technologies, il est important de les présenter.



Les cognitives services utilisés par MU sont :

- **Vision** : MU enregistre des images à une fréquence élevée et les communique au service Vision d’Azure. Azure retourne ce que représente la photo, en langage simple. Il est donc possible d’interpréter des éléments pertinents sur ce que voit MU.
- **Face** : MU embarque un système local de reconnaissance de visage hors connexion mais il utilise également le système “Face” d’Azure permettant l’identification des visages mais également l’interprétation de ceux-ci (âge, sexe, etc..). Il permet également de reconnaître et d’apprendre les visages qu’il ne connaît pas.
- **Emotion** : Lorsque MU détecte un visage, il peut décider ou non de faire appel au service Emotion d’Azure qui identifie de façon relativement fiable, l’émotion de la personne qu’il voit.
- **Reconnaissance vocale** : La reconnaissance vocale est traitée localement, elle n’utilise pas les cognitives services d’Azure.
- **Identification vocale** : MU peut détecter et reconnaître la voix des utilisateurs qui sont en train de discuter ou de lui parler. Grâce à ce principe, il peut déterminer les droits qu’à cet utilisateur sur le dispositif (par exemple, pour éviter que l’utilisateur ne change certains paramètres importants)

Pour plus d'informations mais également des démos en ligne des fonctionnalités citées, il est possible de se rendre sur le site des "Cognitive Services" de Microsoft via l'adresse suivante <https://azure.microsoft.com/fr-fr/services/cognitive-services/directory/vision/>.

A savoir : Le service est payant à l'utilisation. Dans le cadre d'un projet à plus grande échelle, c'est une partie qu'il ne faut pas oublier mais les possibilités de traitement qu'offrent ces technologies permettent une multitude de nouvelles applications.

A titre de comparaison, si MU devait traiter localement la totalité de ces informations, il le ferait moins bien, devrait embarquer un matériel beaucoup plus puissant et donc plus cher, bref, il ne serait plus réalisable avec l'optique du projet de départ.

De plus, ces technologies permettant une interconnexion via tous les dispositifs connectés offrant également encore d'autres possibilités.

Amélioration du concept et idées d'évolutions

Comme je l'expliquais plus haut, la connectivité est de plus en plus présente de nos jours. J'ai pour but de faire en sorte que le système logiciel embarqué puisse facilement communiquer avec d'autres périphériques distants.

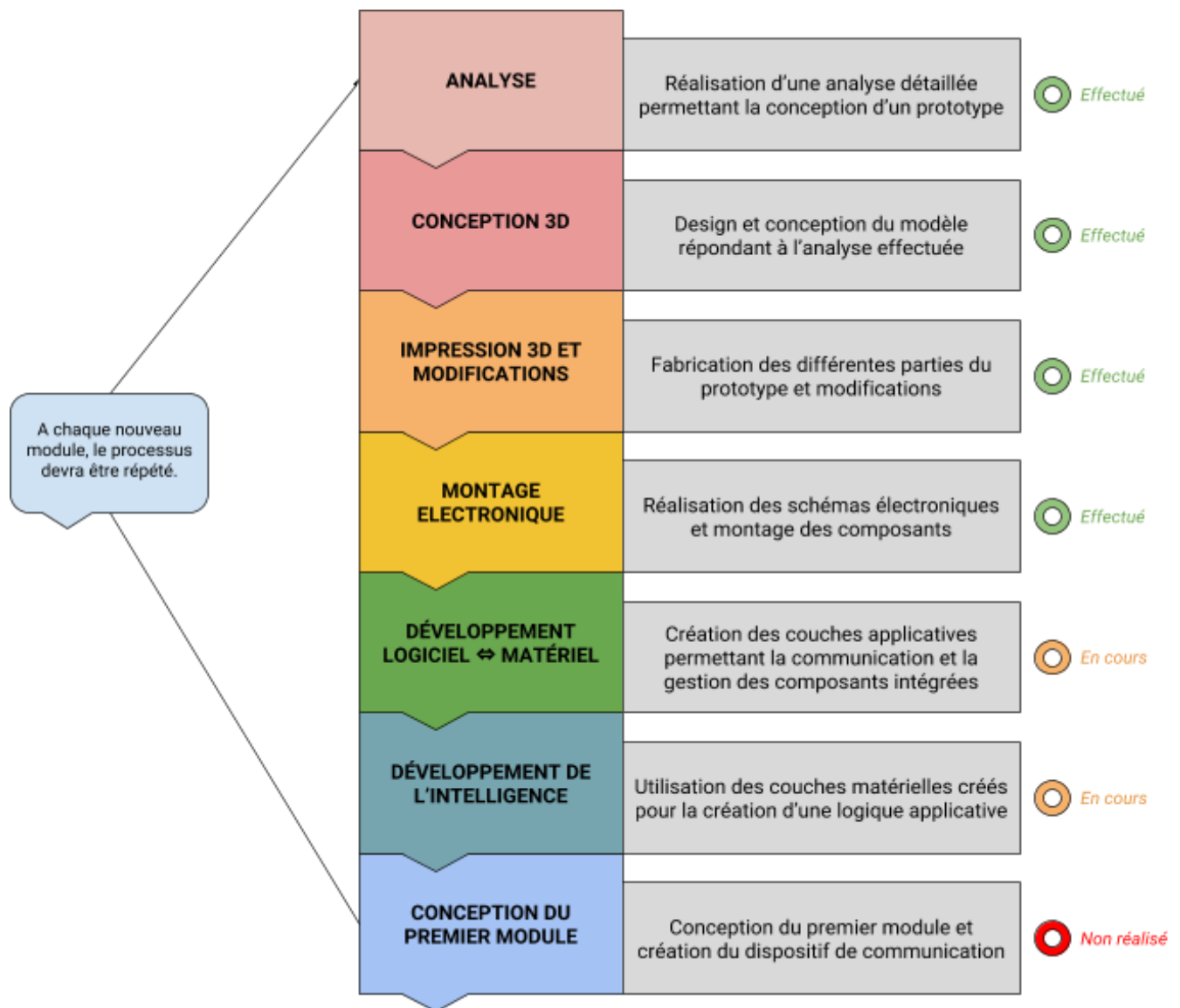
En effet, avec ce système, il est tout à fait possible d'envisager que MU se connecte par exemple à un bracelet connecté, permettant la récupération des données du pouls de la personne, que celles-ci soient interprétées, en n'envoyant que les données "à problème" à la personne en charge de cet utilisateur pour l'informer d'un éventuel changement dans l'état de santé de la personne grâce à une notification sur son téléphone portable par exemple. Il est également possible que le robot interprète l'humeur de la personne pour détecter que celle-ci est déprimée afin d'informer le personnel accompagnant qu'elle nécessite plus de soin (notamment en maison de retraite par exemple) ou qu'il détecte une chute de la personne dans son champ de vision pour informer les secours rapidement.

Nous pouvons imaginer énormément de choses, sans parler des possibilités au niveau domotique afin de rendre l'utilisation de certains objets plus facile, de façon vocale par exemple.

Je pense qu'il est important aussi que l'utilisateur "s'approprie" l'objet en ayant pour moyen de le personnaliser facilement (visuel comme fonctionnel) en permettant par exemple le choix du sexe du robot (homme / femme) mais également les différents coloris de la coque ou les parties purement esthétiques. Nous apportons beaucoup plus d'importance aux choses qui nous ressemblent vraiment, et je pense que psychologiquement, ce procédé peut également avoir un impact positif.

Stade de développement actuel et plan de développement

Voici un schéma représentant le planning de développement :



Comme le précise ce graphique, les différentes étapes devront être répétées à chaque réalisation du nouveau module.

A titre informatif, je suis seul pour la réalisation de toutes les étapes que ce soit la conception, la modélisation, le développement, la réalisation physique du prototype ou son électronique. Je n'ai la possibilité de travailler sur ce concept que pendant mes heures de "temps libre". De plus, comme je l'expliquais précédemment, afin de mieux répondre à la problématique de départ, je suis reparti récemment de zéro.

Heureusement, beaucoup de parties du logiciel ont pu être ré-utilisées (notamment les couches applicatives permettant le contrôle des composants matériels) mais nécessitent encore beaucoup d'adaptation.

Avis personnel

Je pense sincèrement que ce projet peut aboutir sur quelque chose de vraiment utile et qui peut améliorer le quotidien de beaucoup de personnes, autant au niveau utilisateur qu'au niveau des accompagnants. Je pense également qu'il peut avoir de l'utilité dans le monde de l'enfance notamment dans le milieu hospitalier.

Certes, à l'échelle d'une personne, il faut reconnaître que l'effort à fournir est colossal mais je garde espoir de rencontrer d'autres personnes qui pourraient être intéressées par l'aboutissement de ce projet.

A titre personnel, ce domaine d'application m'importe beaucoup et je trouve vraiment regrettable que toute cette technologie ne serve pas plus l'humain que ce qu'elle fait aujourd'hui, c'est pour moi un changement qui se doit d'arriver dans un futur proche.

A propos de moi

J'ai volontairement écrit cette analyse à la première personne car c'est un projet auquel je donne beaucoup d'importance et je me devais de le faire ressentir au lecteur.

Afin de clôturer cette présentation, je me devais de parler un peu de moi et de ma façon de voir ce projet.

Je suis passionné d'informatique, de développement et de robotique depuis très longtemps et j'ai le projet de réaliser un robot utile depuis que je suis enfant. J'ai grandi avec cette idée, j'ai fait du développement informatique mon métier après un parcours plutôt inhabituel et même si nous ne pouvons que constater que l'informatique et la technologie ont pris de plus en plus de place dans notre quotidien, je trouve que la place prise n'est pas forcément la bonne et que la technologie peut faire beaucoup plus pour l'humain que ce qu'elle nous permet de faire aujourd'hui.

Développer des projets ambitieux coûte cher, et il est parfois risqué de partir vers des solutions qui ne seront pas forcément retenues. Grâce à ce projet, je voulais avant tout montrer que la réalisation d'un projet de cette envergure est possible, à moindre coût, même pour une personne indépendante. Elle n'aura certainement pas la même finition qu'un produit pensé et réalisé par des dizaines de personnes, mais elle peut, je l'espère, ouvrir la voie à de nouvelles façons de penser les choses et d'imaginer le futur.