



Projet de Fin d'Etudes Smart Picking

Mathieu BOSSENNEC
Florian CARON

IMA5
2014-2015

Sommaire

Sommaire	2
Remerciements	3
Introduction	4
I - Présentation du Contexte	5
II - Travaux Réalisés	6
1) Système de Détection (Cartes + Arduino)	6
2) Application Android	7
3) Application Web	11
4) Localisation et Plan	13
III - Résultats et Suite	17
1) Résultats	17
2) Pistes d'amélioration	17
Conclusion	19
Annexes	20

Remerciements

Nous tenons à remercier nos encadrants Alexandre Boé et Thomas Vantrois pour leur aide et pour nous avoir fourni le matériel nécessaire à la réalisation de ce projet. Nous remercions aussi Gwénaëlle Maton de nous avoir accueilli et fait visiter la pharmacie et fournis les informations dont nous avons besoin. Ainsi que Thierry Flamen, pour avoir réaliser nos cartes électroniques, et Laurent Engels pour la réalisation de notre vidéo.

Introduction

Dans le cadre de notre projet de fin d'études en cinquième année du département d'Informatique, Micro-Electronique et Automatique, de l'école Polytech Lille, nous avons été amené à réaliser plusieurs outils permettant de manière générale d'améliorer le travail des préparateurs de commandes de la grande pharmacie du CHRU de Lille.

Nous verrons dans un premier temps, une présentation générale du projet, avec une description du contexte du projet.

Puis nous entrerons dans le vif du sujet avec la présentation des travaux réalisés au cours de ce projet. Ceux-ci seront scindés en quatre parties, la première sur le système nous permettant de détecter la pose de médicaments dans un bac, la seconde traitera de l'application Android réalisée, puis nous verrons l'application Web et enfin tout ce qui concerne la localisation des préparateurs et des médicaments grâce à des plans et aux balises BLE (Bluetooth Low Energy).

Nous terminerons sur les résultats globaux de ce projet et sur les pistes qui peuvent être suivies pour en améliorer le fonctionnement.

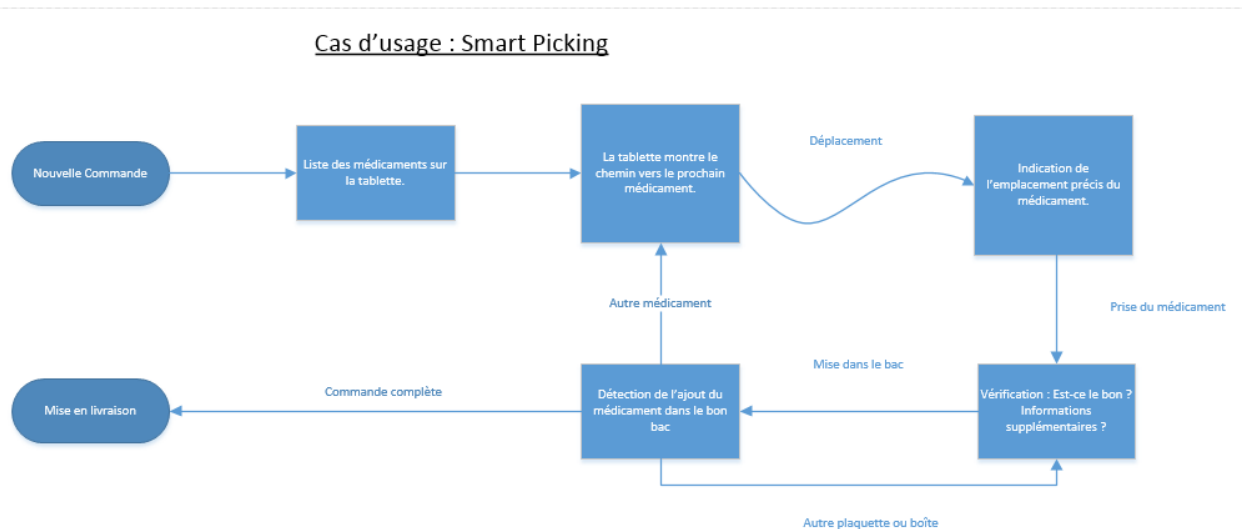
I) Présentation du Contexte

Le “picking” ou ramassage des médicaments dans une pharmacie de grande taille, ici celle du CHRU de Lille qui compte plus de 3000 références de médicaments, stockés sur 3 étages, est une tâche répétitive et non optimisée.

Des erreurs peuvent se produire lors de la préparation des commandes et un temps important est perdu pour l'orientation des préparateurs de commande dans les différents rayons de l'entrepôt, notamment en formation, et même pour un préparateur régulier il est impossible de retenir l'emplacement de tous les médicaments.

Nous proposons de mettre en place une méthode "Smart Picking" permettant l'agrégation de 6 commandes différentes ainsi que la localisation et l'assistance au déplacement des différents préparateurs en leurs proposant un chemin optimal permettant de récupérer les médicaments commandés dans un temps inférieur à celui actuellement tout en évitant de croiser un autre chariots dans des rayons parfois un peu étroits. La solution passe par la mise au point d'un chariot intelligent à 6 bacs (un par commande) permettant : la localisation dans l'entrepôt par l'utilisation de balises BLE (Bluetooth Low Energy), l'affichage d'un parcours optimisé pour le ramassage des médicaments et la vérification de l'intégrité de la commande, c'est à dire vérifier que les médicaments ont été placés dans le bon bac. Le chariot embarquera une tablette sous Android.

Ci-dessous un schéma représentant le déroulement d'une commande :

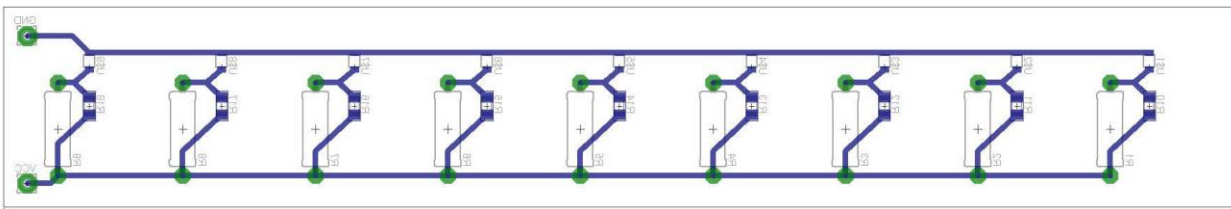


II) Travaux Réalisés

1) Système de détection

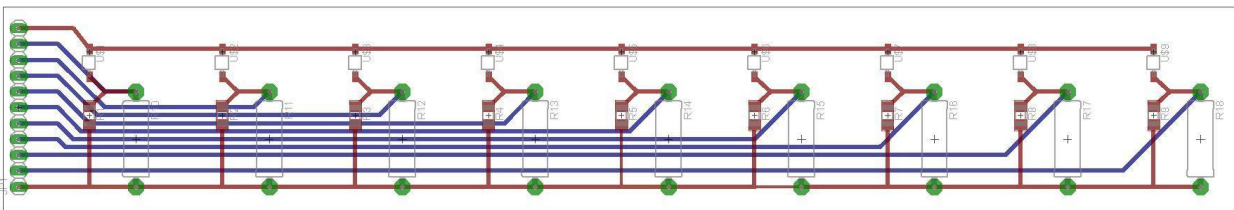
Le montage permettant la détection du dépôt de médicaments dans un bac repose sur l'utilisation de deux cartes : une chaîne d'émetteurs infrarouges(LED) et une chaîne de récepteurs infrarouges (phototransistors).

Chaîne d'émetteurs :



Les diodes fonctionnant à 20 mA, elles sont placées en série avec des résistances de 390Ω , assurant un courant proche de 20mA, les cartes étant alimentées en 9v dans le cadre du prototype.

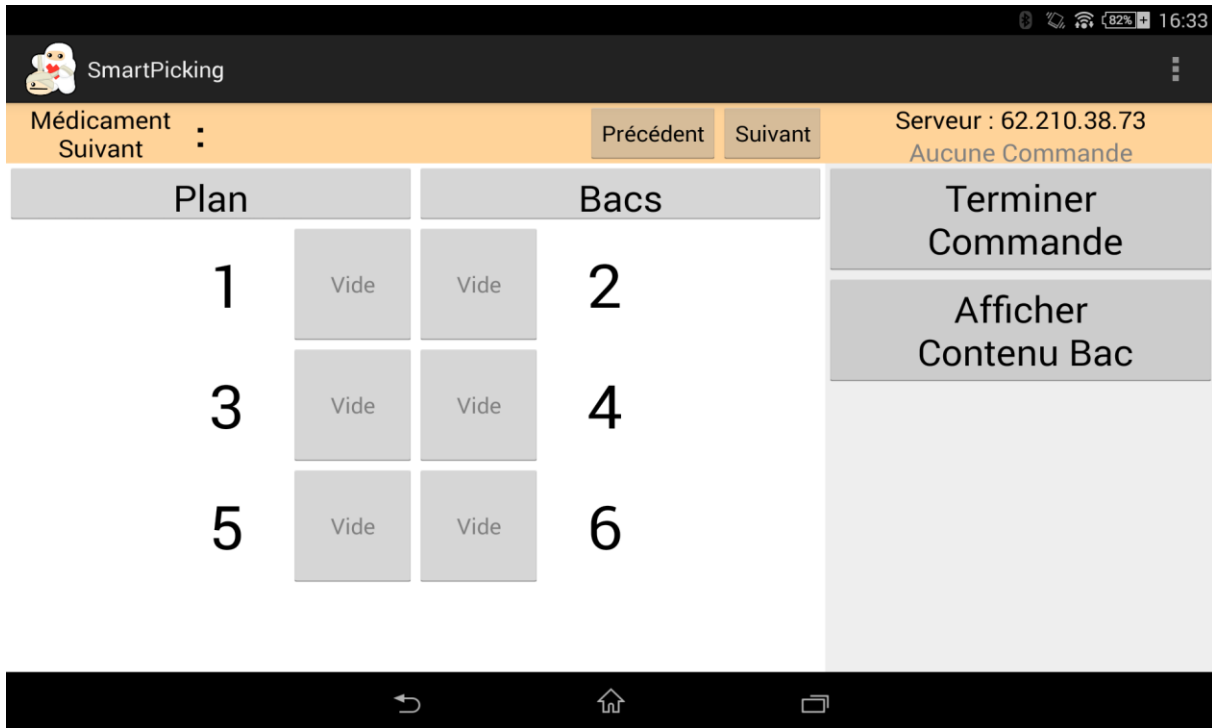
Chaîne de récepteurs :



Les photo-transistors sont saturés lorsqu'ils sont éclairés par une diode infrarouge. Cependant cela devient de moins en moins évident avec la distance séparant émetteurs et récepteurs, et la chute de tension lorsque un objet passe entre les deux cartes devient de plus en plus petite. Nous avons donc utilisé les entrées analogiques de l'Arduino afin de pouvoir détecter ces chutes.

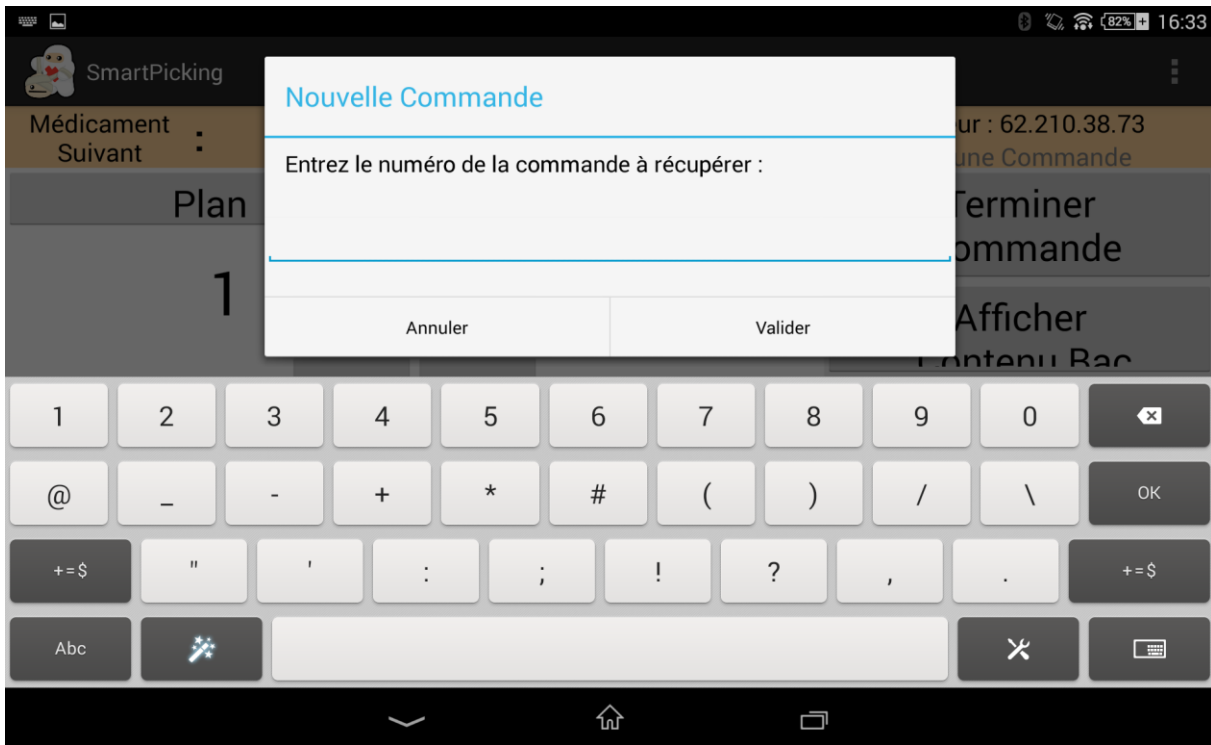
2) Application Android

L'application Android se présente sous la forme suivante :

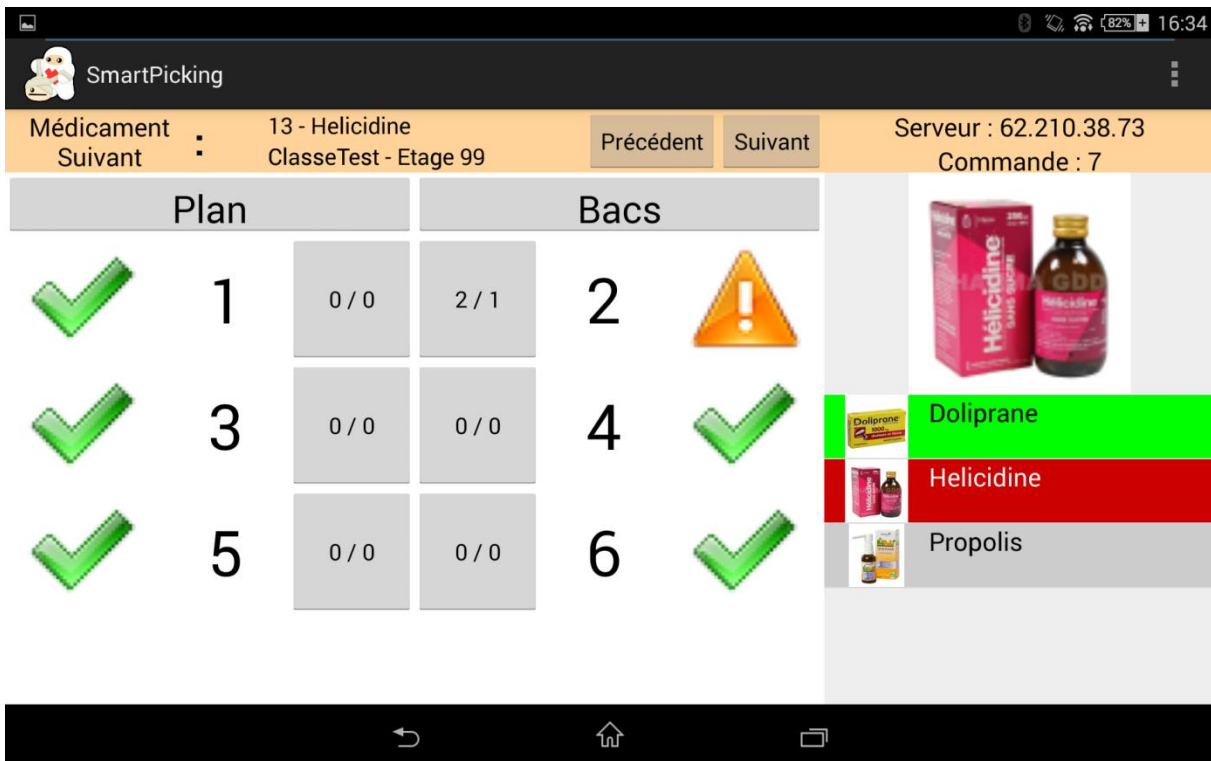


La partie du haut donne des détails sur le médicament en cours de récupération, la partie de gauche présente, soit une vue des bacs avec le nombre de médicaments à placer dans chacun, soit la vue du plan montrant le trajet entre les médicaments. Enfin la partie de droite montre la liste des médicaments avec leurs photos afin de plus facilement les repérer, de plus la photo du médicament en cours de récupération est affichée en gros plan.

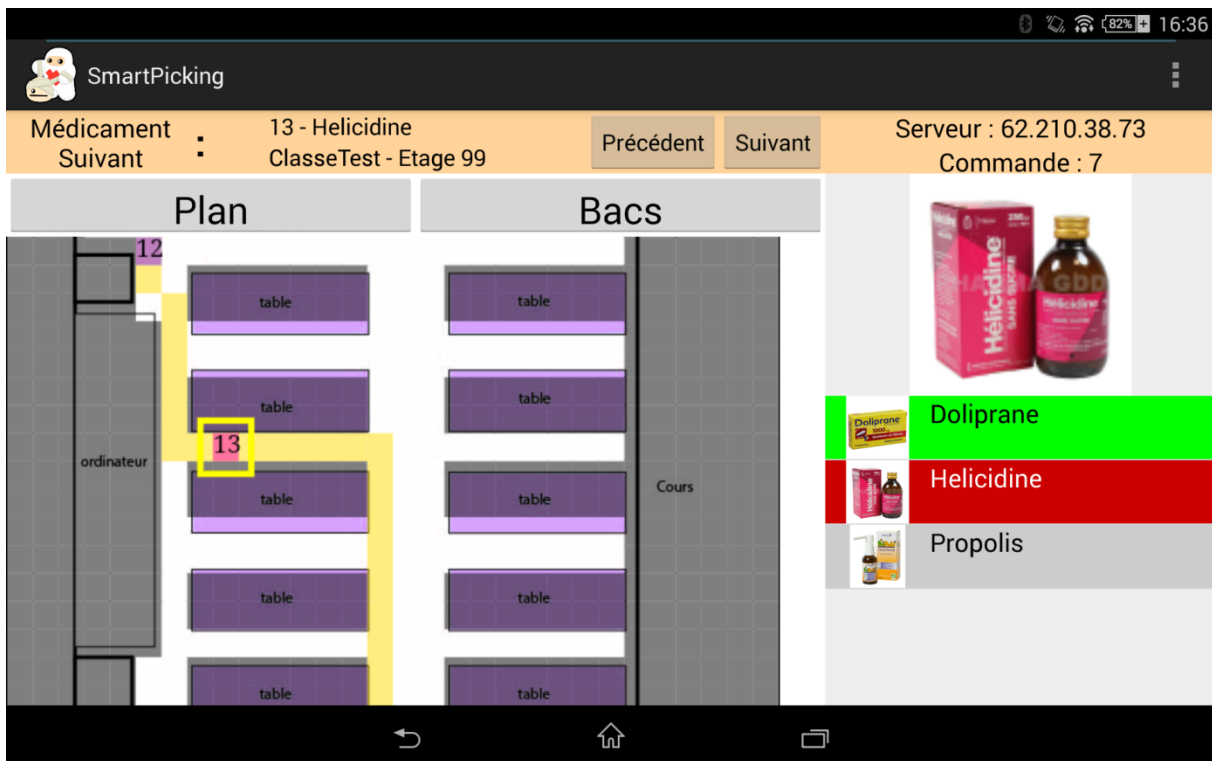
Pour démarrer une commande, il suffit de sélectionner "nouvelle commande" dans le menu d'options, on nous demande alors le numéro de la commande, récupéré au préalable sur l'interface web :



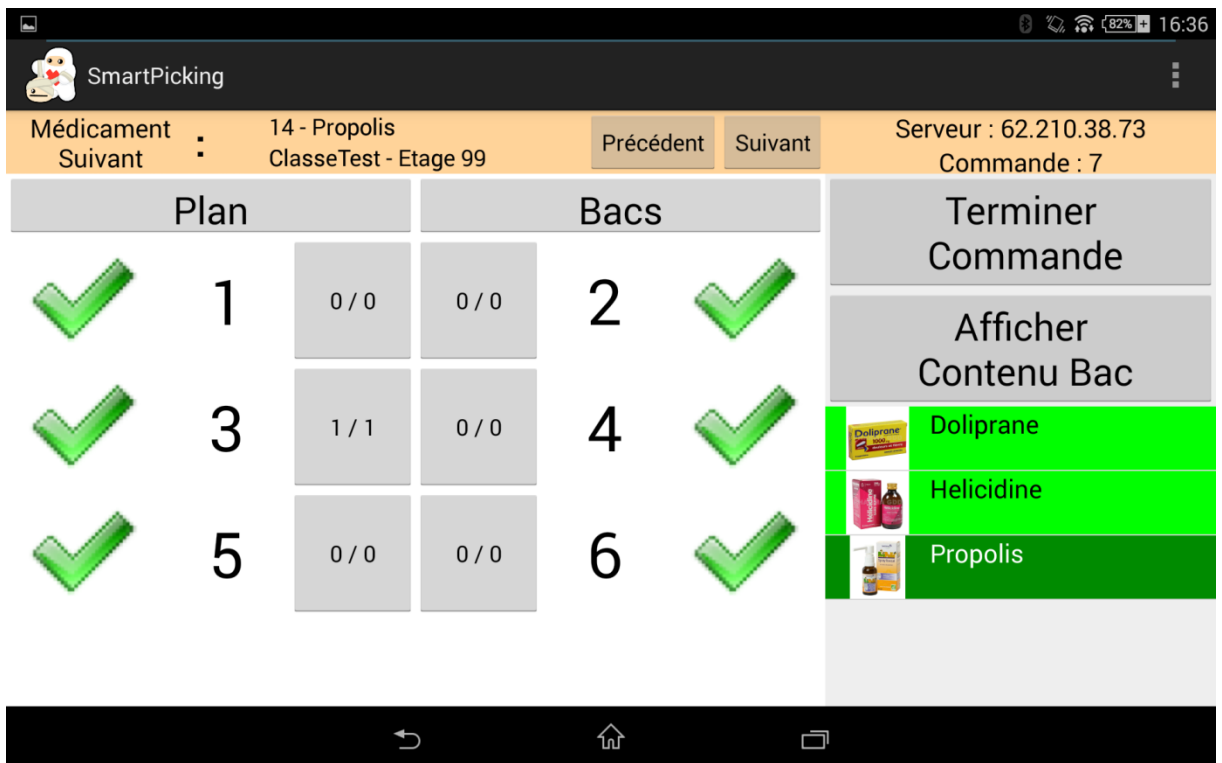
On se retrouve donc avec la liste des médicaments en bas à droite et l'état des bacs pour le médicament sélectionné.



Les médicaments en gris sont ceux où au moins l'un des bacs est incomplet, ceux en rouge sont ceux pour lesquels il y a un problème (mauvais bac, mauvaise quantité) et enfin ceux en vert ont bien été tous mis dans les bons bacs. Cela permet d'avoir une vue d'ensemble pour s'assurer du bon déroulement de la commande.



La carte montre le trajet optimal pour récupérer l'intégralité des médicaments, l'emplacement de la tablette est représenté par le carré vert, les médicaments par les carrés violets, et le médicament sélectionné est encadré en jaune.

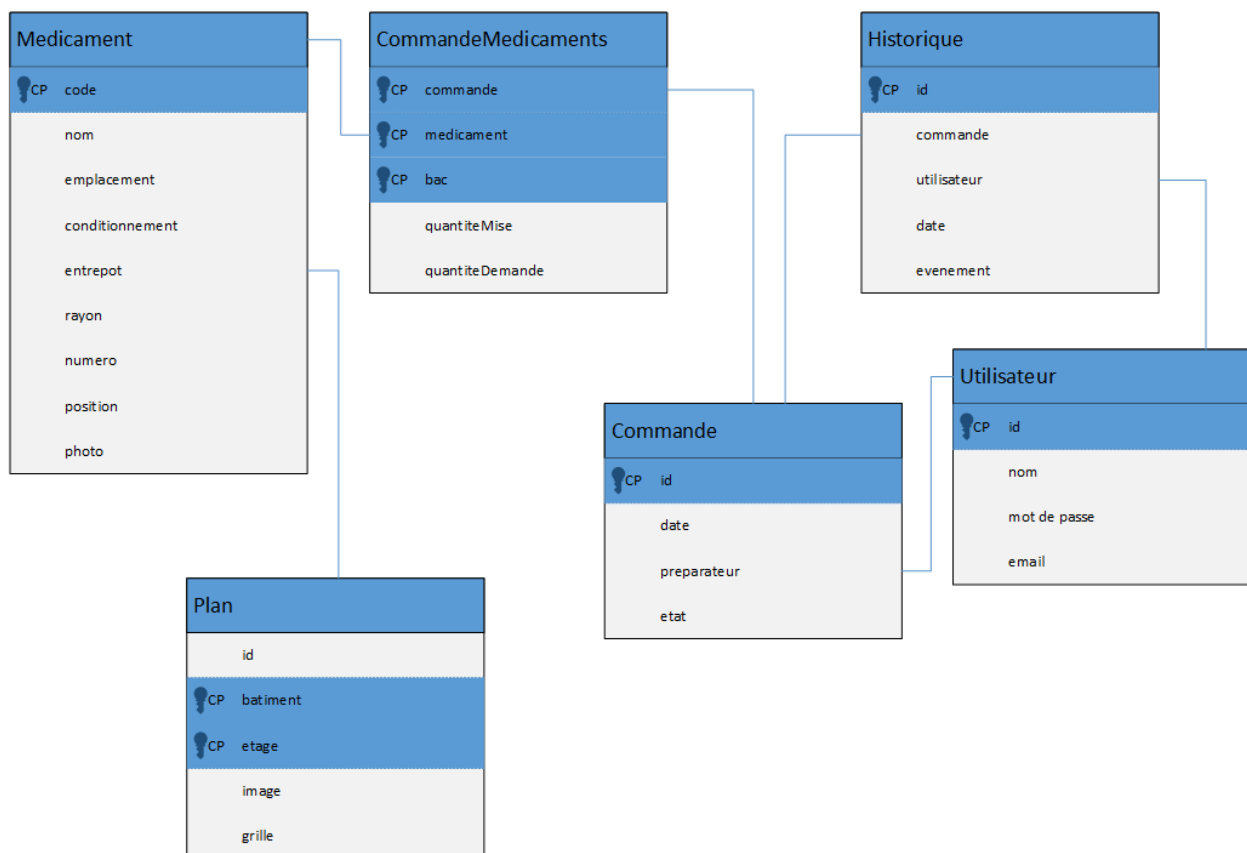


Une fois la commande complète il ne reste plus qu'à appuyer sur "Terminer commande" pour y mettre fin et le signaler à l'application Web.

3) Application Web

L'application Web est réalisée avec le framework Symfony2 pour la partie back-end, c'est-à-dire la représentation et le traitement des données, réalisés en grande partie en PHP, et Bootstrap3 le framework de Twitter pour le front-end, qui est la partie visible de l'application, réalisée en HTML, CSS et JavaScript.

La représentation des données à quelques peu évoluée depuis le début du projet pour permettre un accès plus rapide aux informations nécessaires. Ainsi, le modèle que nous utilisons actuellement est présenté sur la figure suivante :



Les fonctionnalités présentes sur l'application web sont les suivantes :

- Gestion des utilisateurs : Espace utilisateurs qui permet de gérer l'application avec un niveau d'accès utilisateur et un niveau d'accès administrateur qui permet par exemple de gérer

les utilisateurs. La gestion des niveaux peut “facilement” être arrangée selon ses besoins. Les utilisateurs sont créés manuellement par les administrateurs et peuvent être activé ou désactivé simplement.

- Gestion des médicaments : Ajout, édition et suppression.

- Gestion des commandes : Création, ajout des médicaments et suppression.

- Affectation des commandes à un préparateur : Il est possible d’affecter un utilisateur à une commande, mais nous n’avons pas réussi à mettre en place le système permettant au préparateur de se connecter depuis la tablette, donc cette fonctionnalité n’est pas utile actuellement.

- Gestion des plans : Création, modification, suppression.

- Gestion des tablettes : Ajout, édition et suppression.

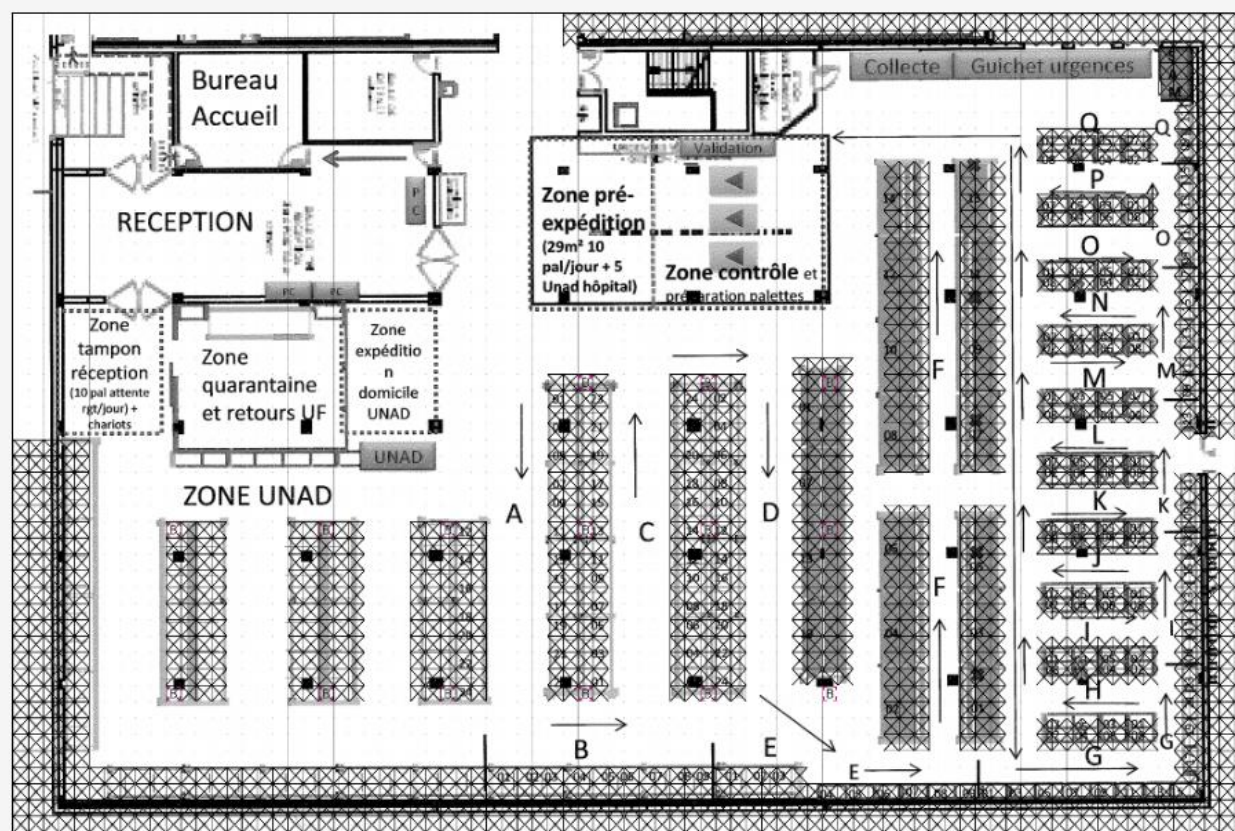
- Mise à disposition des données pour la tablette au format JSON : transmission des commandes, des informations sur les médicaments.

Vous pouvez voir en annexe 1,2 et 3 quelques pages de l’application.

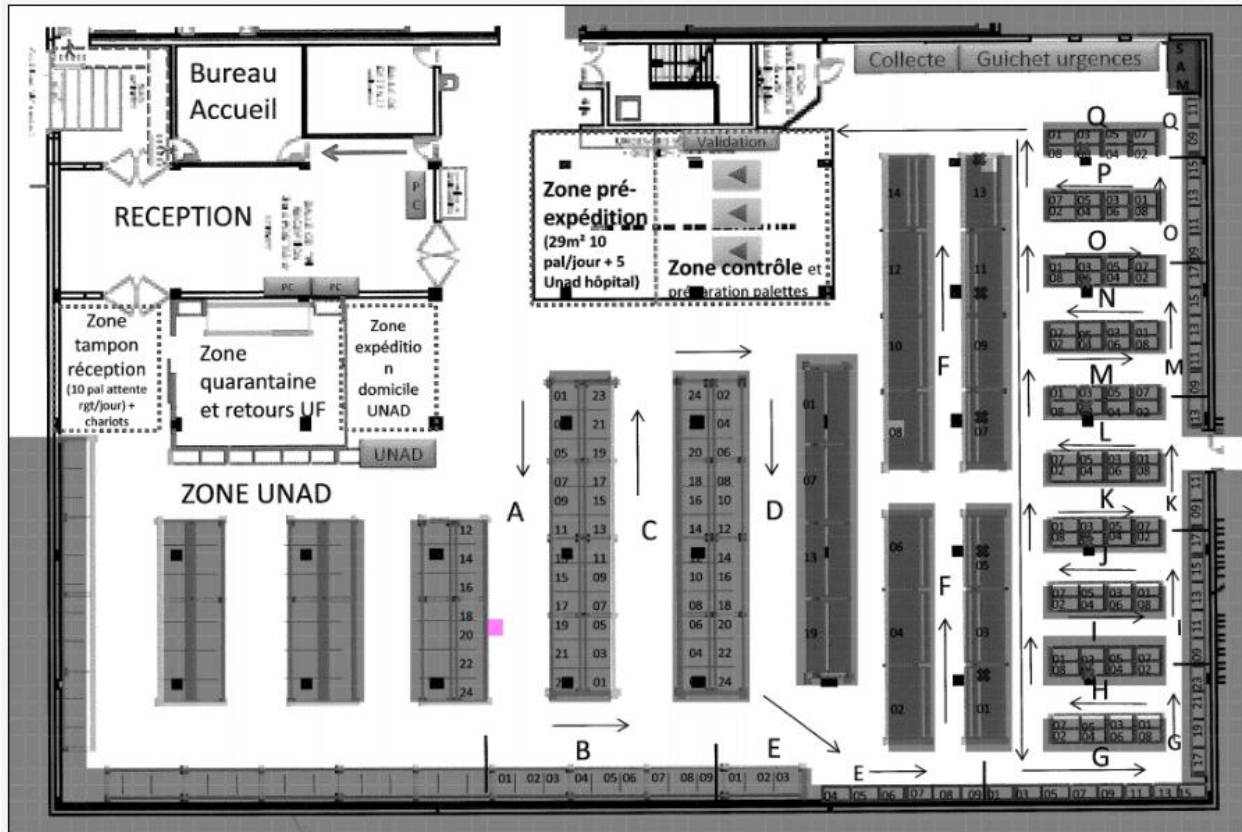
4) Localisation et plans

Nous avons choisi, pour réaliser la localisation des tablettes et le calcul d'un chemin optimal entre les médicaments, de réaliser un système générique permettant de créer des plans sous forme de grille. Chaque plan correspondra au plan réel qu'on peut avoir de tel étage ou de telle salle d'un bâtiment, avec en plus l'information sur la grille des emplacements où l'on peut passer, où chaque médicament se trouve et la position des balises BLE.

Ainsi, le plan de la pharmacie ressemble à ceci :

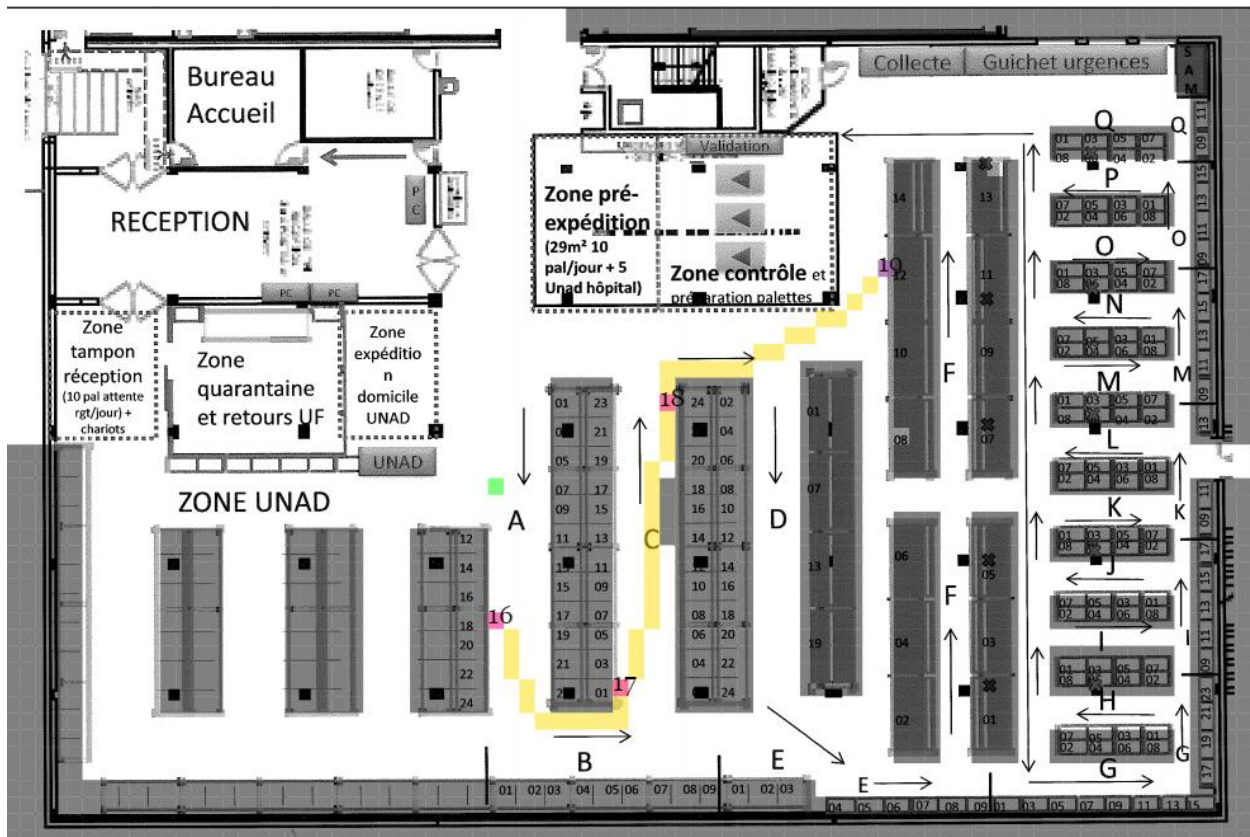


Une fois le plan créé, il est possible de placer les médicaments à leur emplacement. Le fonctionnement de l'algorithme qui calcul le chemin oblige à positionner les médicaments sur les cases où l'on peut passer. Ainsi, dans le cas de la pharmacie les médicaments seront positionnés dans les allées et non sur les "étagères". Voici ce que le donne le positionnement d'un médicament dans la pharmacie, celui-ci est repéré par la case violette.



Pour chaque commande, la liste des médicaments avec leurs positions est récupérée et passée à un algorithme qui va calculer le chemin optimal que doit suivre le préparateur. Celui que nous utilisons est inspiré de l'algorithme de recherche A* (A étoile), qui calcul le chemin optimal entre deux points. Nous avons choisi de le réaliser en javascript, qui d'une part est un langage plutôt rapide et d'autre part permet une actualisation régulière de la position du préparateur, dont nous verrons le calcul plus loin, et du médicament qui est sélectionné par le préparateur sur la tablette grâce à des appels AJAX. Nous avons également ajouté le système de points de passages, qui correspondent aux emplacements des médicaments à récupérer.

Vous pouvez voir ci-dessous un exemple de parcours que devra réaliser un préparateur, ici repéré par le carré vert, pour récupérer les médicaments, repérés eux par les carrés violets.



Afin de permettre la localisation de la tablette dans le bâtiment, des balises BLE seront préalablement placées dans celui-ci, et leur localisation enregistrée dans la base de données. Lors de la réception d'une commande par la tablette, les coordonnées des balises sont elles aussi fournies à la tablette.

Lors du calcul de la position, la tablette va dans un premier temps scanner les balises environnantes et isoler parmi celles-ci les trois balises ayant le signal le plus fort sur une période donnée. On va donc pouvoir calculer la position de la tablette à partir des coordonnées de ces trois balises et de la force de leur signal.

La première solution envisagée était de réaliser une trilatération. Hélas cette solution, en plus d'être assez imprécise à cause du signal variable des balises, consommait beaucoup de ressources au niveau de calcul de la position. La solution retenue afin d'alléger ces calculs a donc été de supposer que les balises seraient placées en lignes et en colonnes. En effet, à cause de la configuration des lieux de la pharmacie, en rayons, il serait quasiment obligatoire

de placer les balises dans une telle configuration. Cela nous laisse donc avec deux cas de figure :

Les trois balises les plus proches sont alignées, cela veut donc dire que ce sont trois balises d'un même rayon et que l'on se trouve donc dans ce rayon. A partir de là, déterminer une position sur un axe se fait sans trop de difficultés. Ce cas est plausible car le signal des balises est grandement affecté par les obstacles, d'autant plus si l'obstacle est une structure métallique comme le sont la plupart des rayons à la pharmacie.

Le deuxième cas de figure est que les trois balises les plus proches forment ensemble un triangle rectangle, à partir de là on sait déjà que la tablette se trouve plus ou moins à l'intérieur de ce rectangle, et l'on peut se rapprocher d'une position plus précise à l'aide de certains calculs, mais on atteindra difficilement une précision supérieure à 2m.

Pour conclure sur cette partie, une localisation à l'aide des balises BLE fonctionne, à condition que la répartition des balises soit adaptée à l'environnement. Une trilatération précise à l'aide de trois balises est inenvisageable car la mesure du signal des balises fluctue tellement qu'il est difficile d'obtenir une valeur moyenne, de plus celui-ci est énormément influencé par les facteurs environnementaux, et même par l'orientation de la tablette, à tel point qu'une distance à une balise peut doubler sans raison apparente. C'est pour cela que nous nous sommes plutôt concentrés sur une approximation basée sur la répartition des balises, plus adaptée à l'environnement ambiant.

III) Résultats et Suite

1) Résultats

Dans l'ensemble, nous avons réalisé toutes les fonctionnalités demandés, comme vous pourrez le voir dans la vidéo du projet, nous récupérons avec la tablette une commande au préalable créée sur l'application web. Puis la tablette, nous montre le chemin pour récupérer les différents médicaments de la commande, en nous indiquant dans quel bac les mettre et surtout elle permet de contrôler la quantité de médicament mise dans les différents bacs. Elle affiche également la position du préparateur sur le plan pour qu'il puisse se repérer plus facilement. Vous pouvez voir en annexe 4, le schéma représentant les relations entre les éléments du projets, mis à part les bacs.

Nous avons peut-être sous-estimé la difficulté de certaines parties du projet, ce qui nous a empêché de réaliser une démonstration à la pharmacie, car il fallait que toutes les parties fonctionnent et communiquent entre elles, tout en gérant les potentielles erreurs.

2) Pistes d'amélioration

Nous allons voir dans cette partie les points que nous aurions aimé améliorer, si nous avions eu plus de temps.

Concernant le système de détection, nous n'avons pour l'instant qu'un système avec 2 bacs, mais celui-ci peut facilement passer à 6 bacs, la partie Arduino étant facilement modifiable pour prendre en compte les six bacs.

Au niveau de l'application Android, un affichage du plan en natif plutôt que de passer par un navigateur web donnerait une localisation plus rapide, car actuellement celle-ci est limitée par la vitesse du serveur et de la connexion de la tablette.

Au niveau de l'application Web, ce qu'il faudrait ajouter un outils pour importer facilement et donc rapidement les commandes et les médicaments à partir de ce qu'ils utilisent actuellement à la pharmacie.

La localisation est aussi un point qui pourrait être amélioré, celle-ci étant actuellement imprécise, un algorithme plus compliqué pourrait peut-être régler ce problème, mais la nature même des balises fait que la localisation n'aura jamais une précision très élevée.

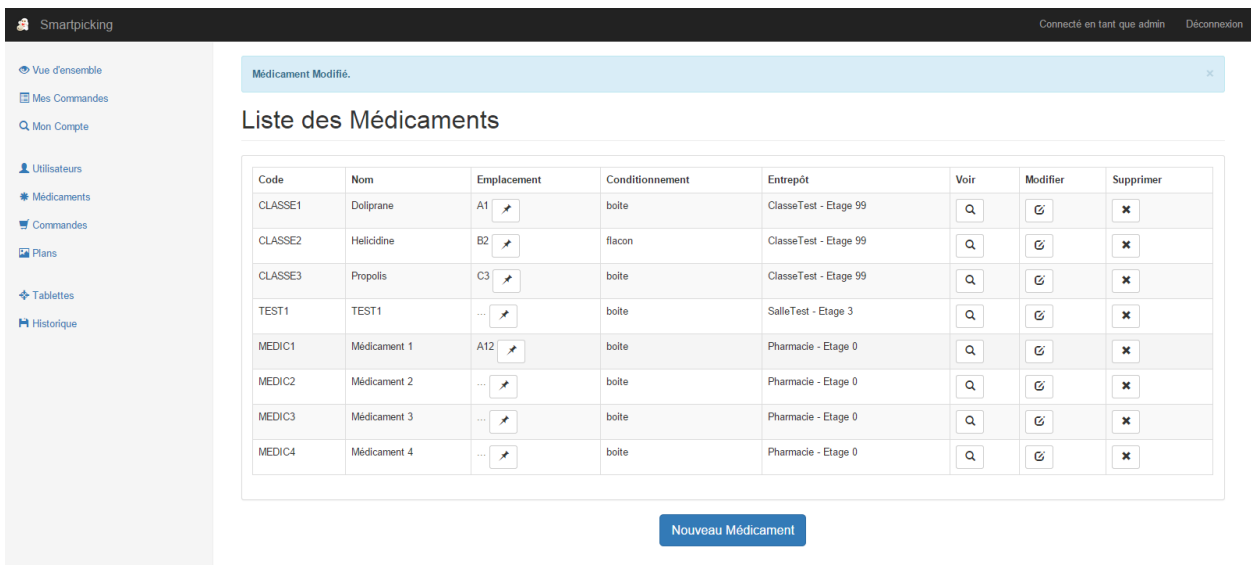
Conclusion

Pour conclure, nous pouvons voir que ce projet nous a permis d'utiliser différentes technologies, que ce soit en informatique ou en électronique, par exemple différents langages de programmation, au sein d'un même système. Nous n'avons malheureusement pas réussi à terminer assez tôt pour réaliser un test grandeur nature à la pharmacie du CHRU et ainsi recevoir des avis sur notre travail de la part du personnel. Cependant les différentes parties du projet ont bien été réalisées et sont fonctionnelles en ce qui concerne le prototype. Enfin, nous espérons que cet outil puisse un jour être utilisé à la pharmacie.

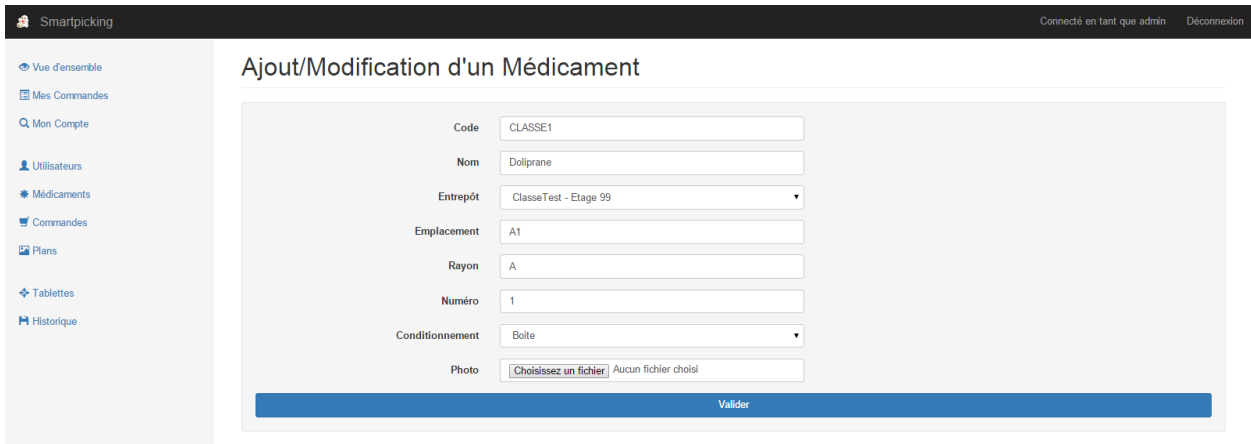
Annexes



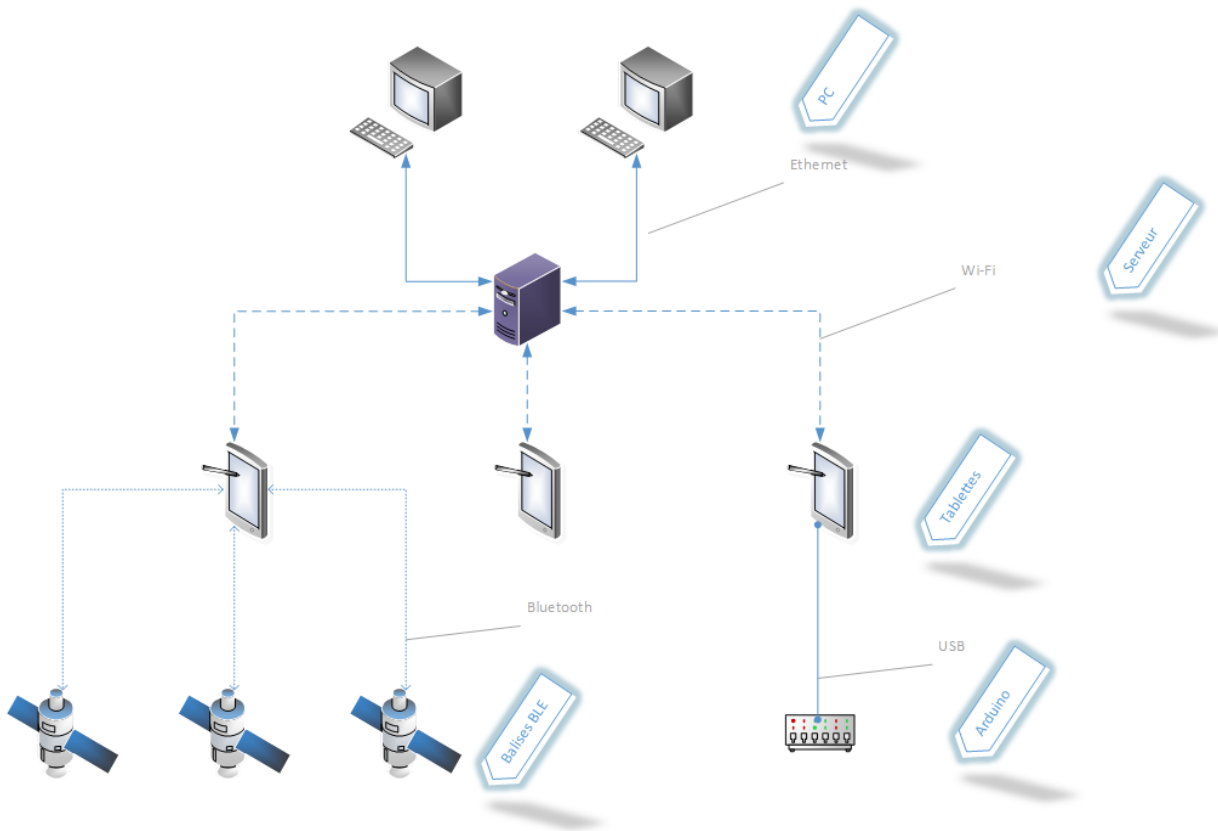
Annexe 1 : Page vue d'ensemble présentant les dernières commandes et les tablettes actives.



Annexe 2 : Page affichant la liste des médicaments et permettant différentes actions.



Annexe 3 : Formulaire d'ajout/modification d'un médicaments.



Annexe 4 : Schéma de l'ensemble de système (excepté les bacs).