



République Algérienne Démocratique et Populaire Université Abou  
Bakr Belkaid– Tlemcen

Faculté des Sciences  
Département d'Informatique

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master en Informatique

Option : Génie Logiciel (G.L)

## ***Thème***

***Réalisation d'une application  
d'aide à la préparation de  
médicaments en pédiatrie***

### Réalisé par :

- ABBACI Ilhem

### Présenté devant le jury composé de :

- |                          |                |
|--------------------------|----------------|
| ▪ AMRAOUI Asma           | (Présidente)   |
| ▪ MESSABIHI Mohammed     | (Examineur)    |
| ▪ TADLAOUI Mohammed      | (Encadreur)    |
| ▪ GUENDOZ Souad          | (Co-encadreur) |
| ▪ BORSALI Mohammed Nabil | (Co-encadreur) |

Année universitaire : 2020-2021

# Remerciement

*Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux.*

*Avant tout nous remercions Allah qui nous a donné le courage, la volonté, la patience et la force pour surmonter toutes les difficultés et arriver à accomplir ce travail*

*Nous remercions toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de cette année universitaire ainsi qu'à l'accomplissement de ce mémoire...*

*Mr/TADLAOUI Mohamed, nous vous remercions de nous avoir encadrés, orientés, aidés et conseillés*

*Mme/GUENDOZ Souad et Mr/BORSALI Nabil, nous vous remercions de votre patience et de nous avoir aidés par vos conseils et informations durant notre travail*

*Les membres du jury, Mme/AMRAOUI et Mr/MESSABIHI Nous vous remercions de nous avoir honoré de votre présence et d'avoir accepté d'évaluer ce travail*

*Nous remercions aussi tous les enseignants du département d'informatique, dirigés par le chef d'département, pour leurs efforts durant tous notre chemin universitaire*

# *Dédicace*

*Louange à Allah le Seigneur de l'univers, et que la prière et la paix soient*

*sur notre prophète Mohammad ainsi que sur sa famille et ses*

*compagnons :*

*A ma source de force, ma véritable inspiration et mon idole ...*

*A celle qui a joué le rôle de mère, père, sœur, frère...*

*A celle qui a mis le monde entre mes mains...*

*A ma chère maman, je te dédie ce travail de fin d'études en premier lieu,*

*c'est pour toi et grâce à toi je suis arrivé et pour toi et grâce à toi je*

*continuerai... Que Dieu te prête santé et longue vie*

*Je dédie ce travail en deuxième lieu à mes collègues de promo et surtout*

*à mon intime qui m'a soutenu énormément et qui a rendu ces années plus*

*belles, ainsi mon âme sœur « Nour El Imane », avec qui j'ai partagé les*

*plus belles 5ans de ma vie avec sa joie, sa tristesse, sa douceur, son*

*amertume, ses réussites et ses obstacles, que dieu te bénisse, et à tous*

*ceux qui m'aiment et que j'aime*

# Table des matières

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.Introduction générale.....</b>                        | <b>10</b> |
| 1.1 Contexte.....                                          | 11        |
| 1.1.1 Préparation pharmaceutique.....                      | 11        |
| 1.2 Problématique.....                                     | 11        |
| 1.2.1 Historique.....                                      | 11        |
| 1.2.2 Impacts et risques.....                              | 12        |
| 1.3 Aperçu de la solution.....                             | 12        |
| <b>2.Etude de l'existant .....</b>                         | <b>13</b> |
| 2.1 définitions des concepts du domaine d'application..... | 14        |
| 2.1.1 Prescription hors AMM.....                           | 14        |
| 2.1.2 Posologie.....                                       | 14        |
| 2.1.3 Posologie pédiatrique.....                           | 14        |
| 2.1.4 Substance active.....                                | 15        |
| 2.1.5 Excipient à effet notoire.....                       | 15        |
| 2.1.6 Antidote.....                                        | 16        |
| 2.1.7 Forme galénique.....                                 | 16        |
| 2.2 Systèmes existants .....                               | 16        |
| 2.2.1 Pediatric Pharma Guide .....                         | 16        |
| 2.2.2 Pediatric Oncall's Medical Calculators .....         | 17        |
| 2.2.3 eBroselow Néonatal .....                             | 17        |
| 2.2.4 BP'prep de préparation pharmaceutique .....          | 17        |
| 2.2.5 PEDeDose .....                                       | 17        |
| 2.2.6 Synthèse .....                                       | 18        |
| <b>3.Contribution .....</b>                                | <b>20</b> |
| 3.1 Processus de réalisation.....                          | 21        |
| 3.2 Spécification des besoins.....                         | 23        |
| 3.2.1 Besoins fonctionnels .....                           | 23        |
| 3.2.2 Besoins non fonctionnels .....                       | 24        |

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3 Etude de faisabilité.....                                | 24        |
| 3.4 Identification des acteurs .....                         | 24        |
| 3.5 Diagramme de cas d'utilisation.....                      | 25        |
| 3.6 Conception .....                                         | 28        |
| 3.6.1 Architecture de l'application.....                     | 28        |
| 3.6.2 Modèle MVC.....                                        | 30        |
| 3.6.3 Diagramme de séquence.....                             | 31        |
| 3.6.3.1 Diagramme de séquence « Calculer posologie ».....    | 31        |
| 3.6.3.2 Diagramme de séquence « Modifier préparation » ..... | 34        |
| 3.6.4 Diagramme de classes participantes.....                | 35        |
| 3.6.5 Modèle de données.....                                 | 36        |
| 3.7 Implémentation.....                                      | 37        |
| 3.7.1 Outils utilisés.....                                   | 37        |
| 3.7.2 Outil de modalisation utilisé .....                    | 37        |
| 3.7.3 Technologies utilisées .....                           | 37        |
| 3.7.4 Obstacles rencontrés.....                              | 40        |
| 3.7.4.1 Nom et logo de l'application .....                   | 40        |
| 3.7.4.2 Calcule de la posologie.....                         | 41        |
| 3.7.4.3 Ajout d'une nouvelle préparation .....               | 46        |
| 3.7.4.4 Liste des préparations et recherches .....           | 54        |
| 3.7.4.5 Historique des recettes préparées .....              | 57        |
| 3.7.5 Sécurité de l'application.....                         | 58        |
| 3.7.6 Déploiement de l'application .....                     | 58        |
| 3.7.7 Tests .....                                            | 59        |
| <b>3. Conclusion générale .....</b>                          | <b>64</b> |

# Liste des figures

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1: Processus de réalisation.....                                 | 22 |
| Figure 2 :Diagramme de cas d'utilisation .....                          | 26 |
| Figure 3 : Architecture de l'application.....                           | 30 |
| Figure 4: Modèle MVC.....                                               | 31 |
| Figure 5 :Diagramme de séquence "Calculer posologie" .....              | 33 |
| Figure 6:Diagramme de séquence "Modifier préparation" .....             | 34 |
| Figure 7:Diagramme de classes participantes "Ajouter préparation" ..... | 35 |
| Figure 8: Modèle de données.....                                        | 36 |
| Figure 9: Classement de Mysql par rapport aux autres SGBDR [23].....    | 40 |
| Figure 10: LOGO de l'application web.....                               | 41 |
| Figure 11: Calculateur de la posologie -Partie mode du calcul- .....    | 42 |
| Figure 12: Calculateur de la posologie -Partie Poids/IMC-.....          | 43 |
| Figure 13: Résultats du calcul -utilisateur non connecté- .....         | 44 |
| Figure 14: Résultat du calcul -utilisateur connecté- .....              | 45 |
| Figure 15: Volet 1 -Nom préparation- .....                              | 46 |
| Figure 16: Volet 2 -Ingrédients alerte excipient-.....                  | 47 |
| Figure 17: Volet 2 -Ingrédients alerte excipient- .....                 | 48 |
| Figure 18: Volet 3 -Etapas de préparation-.....                         | 49 |
| Figure 19 :Volet 4 -Posologie initiale-.....                            | 50 |
| Figure 20: Volet 5 -Administration- .....                               | 51 |
| Figure 21: Volet 6 -Propriétés- .....                                   | 52 |
| Figure 22: Pop-up « succès d'ajout de la nouvelle préparation ».....    | 53 |
| Figure 23: Consultation de la liste des préparations (1) .....          | 54 |
| Figure 24: Consultation de la liste des préparations (2) .....          | 55 |
| Figure 25: Formulaire de recherche des préparations.....                | 56 |
| Figure 26: Liste de l'historique des préparations .....                 | 57 |
| Figure 27: Statistiques d'utilisation de "Heroku" .....                 | 59 |

# Liste des tableaux

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Tableau 1 : Comparatif de fonctionnalités des systèmes similaires ..... | 19 |
| Tableau 2: Fiche de tests.....                                          | 63 |

# Liste des abréviations

|      |                                     |
|------|-------------------------------------|
| CHU  | Centre Hospitalo-Universitaire      |
| DCI  | Dénomination Commune Internationale |
| IMC  | Indice de Masse Corporelle          |
| SC   | Surface Corporelle                  |
| BDD  | Base De Donnés                      |
| HTML | Extensible Markup Language          |
| PAAS | Platform as a service               |
| IDE  | Integrated DevelopmentEnvironment   |
| UML  | Unified Modeling Language           |
| BPMN | Business Process Model and Notation |
| API  | Application programming interface   |
| AJAX | Asynchronous JavaScript and XML     |
| SQL  | Structured Query Language           |
| XSS  | Cross-Site Scripting                |
| POO  | Programmation Orientée Objets       |



## Résumé :

La majorité des problèmes qui se pose souvent dans les préparations pharmaceutiques pédiatriques sont dû à des prescriptions des médicaments pour des enfants sans détailler la procédure de préparation. Et donc, les préparateurs et les pharmaciens préparateurs se retrouvent à faire des dilutions et des dosages erronés pouvant entrainer des effets graves voire mortels.

Notre projet vise une élaboration d'un système qui assure les bonnes pratiques de fabrication de médicaments pédiatriques, dès l'enregistrement précis de la recette pédiatrique puis sa validation et sa protection contre les modifications par les non-spécialistes, puis l'aide à sa préparation en pas à pas jusqu'à l'impression des étiquettes pour chaque recette préparée.

Mot clé : Préparation pharmaceutique, calcul de posologie, pédiatrie.

## Abstract :

The majority of problems that often arise in pharmaceutical preparations are due to prescriptions of drugs for children without detailing the preparation procedure. And therefore, the preparers and the pharmacists preparers find themselves making dilutions and erroneous dosages which can lead to serious or even fatal effects.

Our project aims to develop a system that ensures good manufacturing practices for pediatric drugs, from the precise registration of the pediatric recipe, then its validation and protection against modifications by non-specialists, then help with its preparation step by step until the labels are printed for each recipe prepared.

Keyword: Pharmaceutical preparation, dosage calculation, pediatrics.

## ملخص :

تعود غالبية المشاكل التي تواجه في المستحضرات الصيدلانية للأطفال إلى وصف الأدوية دون تفصيل في إجراءات التحضير. وبالتالي، يجد الممرضون والصيدلة أنفسهم يقومون بإجراء تخفيفات وجرعات غير صحيحة يمكن أن تؤدي إلى آثار خطيرة أو حتى قاتلة.

يهدف مشروعنا إلى تطوير نظام يضمن ممارسات التصنيع الجيدة للأدوية الموجهة إلى طب الأطفال، من التسجيل الدقيق للوصفة الطبية للطفل ، و التحقق من صحتها وحمايتها من التعديلات من قبل غير المتخصصين ، ثم المساعدة في إعدادها خطوة بخطوة إلى طباعة ملصقات خاصة بكل وصفة معدة.

الكلمة المفتاحية: التحضير الصيدلاني ، حساب الجرعات ، طب الأطفال.

# **1.Introduction générale**

## 1.1 Contexte

Certes, le domaine médical demande beaucoup de précision dans tout ce qui touche au diagnostic et à la prescription des médicaments, mais la question devient critique et sérieuse lorsqu'il s'agit de préparer ces médicaments, surtout si c'est en pédiatrie.

L'objectif est de sécuriser l'activité de la préparation médicamenteuse en pédiatrie.

### 1.1.1 Préparation pharmaceutique

Une préparation pharmaceutique est une préparation médicamenteuse élaborée à l'officine, par le pharmacien ou le préparateur en pharmacie.

Elle est précisément ordonnancée par un professionnel, et cette prescription doit impérativement indiquer le nom du patient car la préparation a une formule adaptée à un patient déterminé. [1]

## 1.2 Problématique

D'une part, la difficulté réside dans le fait que la plupart des prescriptions médicamenteuses pédiatriques dépendent dans leurs préparations principalement de médicaments pour adultes, où ils sont dilués ou passés par plusieurs autres procédés et calculent avant d'être prêts et ensuite être administrés. Donc, le problème est divisé en plusieurs branches, telles que le dosage et la forme galénique adaptée pour enfant, les solvants et les excipients acceptés chez la population pédiatrique etc...

D'autre part, les médecins ne détaillent pas la procédure de préparation, du coup les parents ou les préparateurs se retrouvent à faire des dilutions et des dosages erronés pouvant entraîner des effets graves voire mortels des jeunes patients au sein des établissements hospitaliers surtout que la prescription peut différer d'un patient à l'autre.

### 1.2.1 Historique

Au cours de l'histoire, la pharmacologie pédiatrique a connu beaucoup des catastrophes qui ne peuvent pas être ignorées.

Comme la catastrophe de l'an 1937 qui a causé la mort de 107 Américains dont beaucoup d'enfants, où un élixir de sulfanilamide qui a été dilué en utilisant le Diéthylène glycol comme solvant pour permettre l'administration aux enfants après que les adultes eurent commencé à bénéficier des antibiotiques sulfamides. Ensuite en 1982, où l'excipient commun « alcool benzylique » était la cause de syndrome de halètement néonatal et la mort de 16 bébés prématurés. [2]

### **1.2.2 Impacts et risques**

Les erreurs de médication sont les plus courantes, et lorsque ces erreurs se produisent, les patients pédiatriques ont un risque de décès beaucoup plus élevé que les adultes.[3]

D'après le système national de déclaration obligatoire et d'apprentissage la base de données danoise sur la sécurité des patients de 2010 à 2014, 487 sur 2071 erreurs médicamenteuses nuisibles ont été identifiées. Les erreurs de dosage étaient le type d'erreur le plus signalé à un taux estimé de 47,7 %.

Les erreurs n'ont causé aucun dommage (74,9 %), léger (11,7 %), modéré (10,5 %) ou grave (1,3 %), mais aucun n'était mortel. [4]

## **1.3 Aperçu de la solution**

Afin de diminuer les risques liés aux erreurs médicamenteuses en préparation pharmaceutique pédiatrique, une mise à disposition d'un outil informatique puissant d'aide à la préparation au niveau du l'hôpital CHU Tlemcen est inévitable et nécessaire pour répondre aux besoins des professionnels.

Cet outil servira principalement de référence pour aider à préparer les médicaments en pédiatrie de manière correcte, sûre et précise.

D'abord, en donnant aux professionnels de santé la possibilité d'alimenter ce système avec des préparations pharmaceutiques pédiatriques détaillées et avec la possibilité de les administrer et gérer.

Ensuite, en donnant aux préparateurs la possibilité de consulter les instructions à suivre pour préparer une recette précise.

## **2. Etude de l'existant**

## 2.1 définitions des concepts du domaine d'application

### 2.1.1 Prescription hors AMM

La prescription hors AMM peut se définir comme toute prescription ne correspondant pas aux mentions légales du RCP (concernant : l'indication, la posologie, la durée de traitement ou la tranche d'âge).

En pédiatrie, les prescriptions hors AMM sont souvent dues à un non-respect de la posologie ou de l'âge [30]

### 2.1.2 Posologie

La posologie est l'étude des modalités d'administration des médicaments, elle s'exprime en nombre de prise / 24 heures elle est à la fois :

- L'étude de la prise des médicaments,
- La quantité et la fréquence de prise ou d'administration de médicaments.

La posologie est essentielle pour que l'effet thérapeutique du principe actif soit bénéfique.

L'espacement minimum des prises est toujours précisé. [27]

### 2.1.3 Posologie pédiatrique

La posologie pédiatrique est dérivée de la posologie adulte et elle peut être calculée selon le paramètre recommandé.

- L'un de ces paramètres est le **poids**, nous utilisons dans ce cas la formule suivante :

$$\text{Posologie de l'enfant} = \text{posologie de l'adulte} \times \text{poids de l'enfant} / 70 \times K$$

tel que : **K** : est un coefficient de correction, selon le poids ; il correspond à un chiffre donné :

|         |             |        |
|---------|-------------|--------|
| Entre : | 0 et 6 Kg   | K=2.5  |
|         | 7 et 16 Kg  | K=2    |
|         | 17 et 36 Kg | K=1.5  |
|         | 37 et 56 Kg | K=1.25 |

- L'autre paramètre est l'**IMC** (indice de masse corporelle) et dans ce cas nous utilisons cette formule :

$$IMC = \text{poids} / \text{taille}^2$$

Il y a des exceptions ou la posologie pédiatrique peut être modifiée par le spécialiste en recourant à un tableau de variation de « Surface Corporelle » en fonction du poids, voici un extrait :

| <u>Poids (Kg)</u> | <u>S.C (m<sup>2</sup>)</u> |
|-------------------|----------------------------|
| 3                 | 0.20                       |
| 6                 | 0.29                       |
| 9                 | 0.40                       |
| 15                | 0.62                       |

La surface corporelle est calculée avec la formule suivante :

$$S.C = (Poids \times 4 + 7) / (Poids + 90)$$

#### **2.1.4 Substance active**

Une substance active désigne un ingrédient chimique qui entre dans la composition d'un médicament, ça s'appelle aussi principe actif ou ingrédient actif. Ce composé bioactif est important car il a un effet thérapeutique ou préventif.

Par métonymie, le terme médicament peut être aussi utilisé pour désigner la substance active.

[24]

#### **2.1.5 Excipient à effet notoire**

Comme déjà mentionné, un médicament est composé d'un principe actif de plus d'un (ou plusieurs) excipient(s).

Un excipient est une substance inerte utilisée pour remplir différentes fonctions :

- Améliorer l'aspect ou le goût du médicament ;
- Faciliter l'administration du médicament et sa conservation ;

Permettre l'acheminement du principe actif vers la zone d'action.

En principe bien toléré, l'excipient peut entraîner des intolérances individuelles. C'est ce qu'on appelle un excipient à effet notoire. [25]

### 2.1.6 Antidote

Un antidote est une substance chimique ou un élément chimique pouvant guérir d'un poison ou d'une maladie. Le plus souvent, l'antidote consiste à neutraliser une ou plusieurs forme(s) donnée(s) d'empoisonnement.

Les antidotes spécifiques sont détenus par les centres antipoison, qui apportent également les conseils d'utilisation et modalités d'administration.[26]

### 2.1.7 Forme galénique

La forme galénique d'un médicament est son apparence. Elle détermine le mode d'administration d'un médicament :

- voie orale,
- voie rectale,
- voie transcutanée,
- voie respiratoire,
- voie parentérale,
- voie oculaire.

Enfin, la forme galénique optimise l'action du médicament. [28]

## 2.2 Systèmes existants

Cette partie est centrée sur l'étude de l'existant, en discutant les systèmes similaires qui répond partiellement ou complètement aux mêmes besoins que notre application web, pour faire une étude comparative entre ces systèmes similaires afin de découvrir les distinctions entre eux.

Ces systèmes sont décomposés en deux catégories, en première catégorie des applications mobile :

### 2.2.1 Pediatric Pharma Guide (mis à jour en 07/11/2018, plus de 50,000 téléchargements)

Cette application peut être utilisée hors ligne, elle offre des informations complètes sur les médicaments pédiatriques, les marques, la dose, l'administration et plus.



**2.2.2 Pediatric Oncall's Medical Calculators** (mis à jour en 10/06/2020, plus de 100,000 téléchargements)

Cette application aussi peut être utilisée hors ligne, elle offre plusieurs calculateurs qui sont décomposé selon des critères comme : calculateur de volume de sang, calculateur pour dosage antimicrobien pour les nouveau-nés etc...

Elle est utilisée en néonatalogie pour le calcul de dose.

Et en deuxième catégorie des applications web :

### **2.2.3 eBroselow Néonatal** ( Créé en 2009, États-Unis )

C'est un logiciel qui aide les pharmaciens et les infirmières néonatales à préparer et à administrer des médicaments aux nouveau-nés. Il aide aussi aux calculs des dosages de médicaments basés sur le poids, des instructions d'administration, des instructions de mélange etc.

La liste des médicaments, le dosage et d'autres informations sont paramétrables pour correspondre aux normes internes.[5]

### **2.2.4 BP'prep de préparation pharmaceutique** ( Parle groupe de santé « alma »)

C'est un logiciel qui offre plusieurs fonctionnalisées en préparatoire hospitalier.

Parmi ses services : il décrit pour chaque forme galénique la procédure de préparation puis il génère des fiches de fabrication avec le mode opératoire, la procédure de contrôle et le modèle d'étiquette .Ainsi, le personnel est guidé tout au long de la production.[6]

### **2.2.5 PEdoDose** ( Créé en 2018, par PEdo AG )

C'est un module qui aide les professionnels de la santé dans le domaine de la médication pédiatrique, à titre d'exemple : les recommandations de posologie spécifiques aux patients, basées sur des preuves, et en s'appuyant sur le poids corporel et éventuellement la taille de l'enfant.

Le calculateur intégré permet de calculer des recommandations de posologie individuelle. Ces données se trouvent dans une base de données qui fait partie du module.[29]

## 2.2.6 Synthèse

Dans les solutions citées précédemment des limites différentes pour chaque solution selon les documentations lus et les informations recherchées, parmi ces limites le manque de fonctionnalité cité dans le tableau suivant :

|                                            | eBroselow<br>Néonatal               | BP'prep                             | PEDeDose                            | Pediatric<br>Pharma<br>Guide        | Pediatric<br>Oncall's<br>Medical<br>Calculators |
|--------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Utilisation par les patients/parents       | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>             |
| Calculer la posologie pédiatrique          | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>             |
| Assistance à la préparation de médicaments | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>             |
| BDD intégrée                               | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>             |
| Etiquetage                                 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>             |
| Générer des fiches de préparations         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>             |
| Gestion de utilisateurs                    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>             |
| Gestion de médicaments                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>             |

|                                       |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Gestion de droits d'accès             |  |  |  |  |  |
| Communication à propos de préparation |  |  |  |  |  |
| Calcul paramétrable                   |  |  |  |  |  |
| Traçabilité de préparation            |  |  |  |  |  |

*Tableau 1 : Comparatif de fonctionnalités des systèmes similaires*

En comparant ces applications à notre système, nous constatons que ces applications sont limitées et ils se concentrent que sure le calcul de la posologie et presque ils n'offrent aucune aide dans les préparations médicamenteuses pédiatriques. De plus ils ne couvrent pas certaines fonctionnalités pouvant être utiles en pédiatrie, à titre d'exemple : la traçabilité des préparations, un canal de communication ou commentaires entre les utilisateurs etc.

Après avoir analysé les logiciels existants, nous peuvent conclure que les applications mentionnées ci-dessus peuvent servir et aider grandement les professionnels mais Il aurait été préférable de regrouper tous ces services dans une seule application conçue selon les normes requises à l'hôpital CHU Tlemcen.

# **3. Contribution**

Après avoir établi une problématique et introduit un aperçu sur la solution proposée, nous allons présenter dans ce chapitre le processus de la réalisation de notre application, la spécification des besoins, l'étude de faisabilité ainsi que l'identification des acteurs et les cas d'utilisation.

Nous allons commencer d'abord par le processus de réalisation :

### **3.1 Processus de réalisation**

La première phase a consisté à programmer une réunion de recueil de besoins avec l'encadreur et les pharmaciens.

Ensuite, nous avons conçus des prototypes de maquettes selon ces besoins. Une deuxième réunion a été faite pour présenter les maquettes proposées en présence du chef de service. Ces maquettes ont été modifiés au fur et à mesure que les besoins évoluent.

La deuxième phase concernant le développement de l'application n'a pas dépassé les 3 mois.

Ci-joint une vue globale sur le processus de réalisation du projet, schématiser avec le diagramme de Gantt :

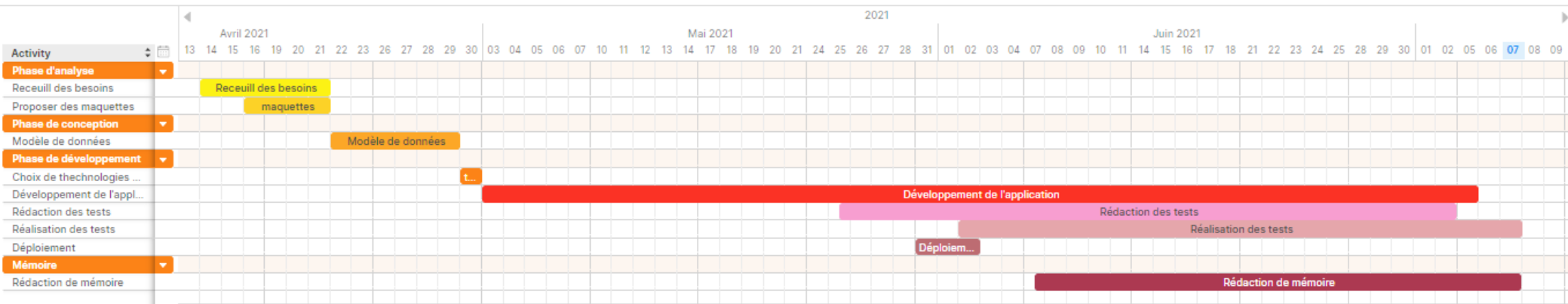


Figure 1: Processus de réalisation

## 3.2 Spécification des besoins

### 3.2.1 Besoins fonctionnels

Il s'agit des fonctionnalités du système. Le système doit :

- Permettre de calculer la posologie selon le poids ou l'IMC de :
  - Un médicament/DCI choisit avec son indication
  - Un médicament/DCI choisit sans indication et avec sa posologie
  - Une préparation déjà enregistrée par un professionnel en pédiatrie
- Permettre aux médecins, pharmaciens et préparateurs de :
  - Enregistrer une nouvelle préparation pédiatrique
  - Imprimer des étiquettes d'une préparation avec 2 tailles différentes
  - Imprimer les détails d'une préparation
  - Suivre les instructions de préparation d'une recette enregistrée
  - Rechercher une préparation
  - Garder l'historique des préparations faites
  - Envoyer des commentaires à propos une préparation
- Permettre aux pharmaciens seulement de
  - Modifier une préparation
  - Supprimer une préparation
  - Ajouter un antidote
  - Désactiver un antidote
  - Activer un antidote
  - Modifier un antidote

- Permettre au médecin responsable de :
  - Gérer les utilisateurs
  - Gérer les médicaments
  - Consulter l'historique générale des préparations
  - Valider les préparations qui contiennent des ingrédients dangereux
  - Gérer les excipients à effet notoire et les substances dangereuses
  - Consulter des statistiques générales

### 3.2.2 Besoins non fonctionnels

Il s'agit des besoins qui caractérisent le système. Le système doit être :

- Utile
- Utilisable
- Fiable et sécurisé
- Optimisé pour le mobile en raison de sa facilité d'utilisation, de sa disponibilité et de son gain de temps pour les utilisateurs professionnels et surtout les préparateurs.

## 3.3 Etude de faisabilité

Ce projet est vaste, mais en raison du temps limité pour y être préparé, certains détails ont été abandonnés, dont son absence n'affecte pas le bon fonctionnement de l'application.

## 3.4 Identification des acteurs

Les acteurs représentent des rôles joués par des utilisateurs qui communiquent directement avec l'application. Pour notre application, les acteurs identifiés sont :

- Professionnels : Calculent la posologie en plus de :
  - **Médecins/ Préparateurs** : Enregistrent, préparent et recherchent les préparations, impriment les étiquettes et les préparations.



- **Pharmaciens** : Ils ont l'accès à toutes les fonctionnalités du système car en plus de rôles des médecins et préparateurs ils peuvent supprimer et modifier les préparations.
- **Médecin responsable** (Administrateur) : son rôle est principalement la gestion de l'application et de ses paramètres, en plus de la validation des préparations.
- Non professionnels
  - **Parents** : calculent la posologie d'un médicament et consultent les informations à propos de ce médicament (posologie, administration, compatibilités ...)

### 3.5 Diagramme de cas d'utilisation

Après avoir identifié les acteurs qui réagissent avec le système, le diagramme de cas d'utilisation éclairera le comportement fonctionnel de notre application :

Diagramme :

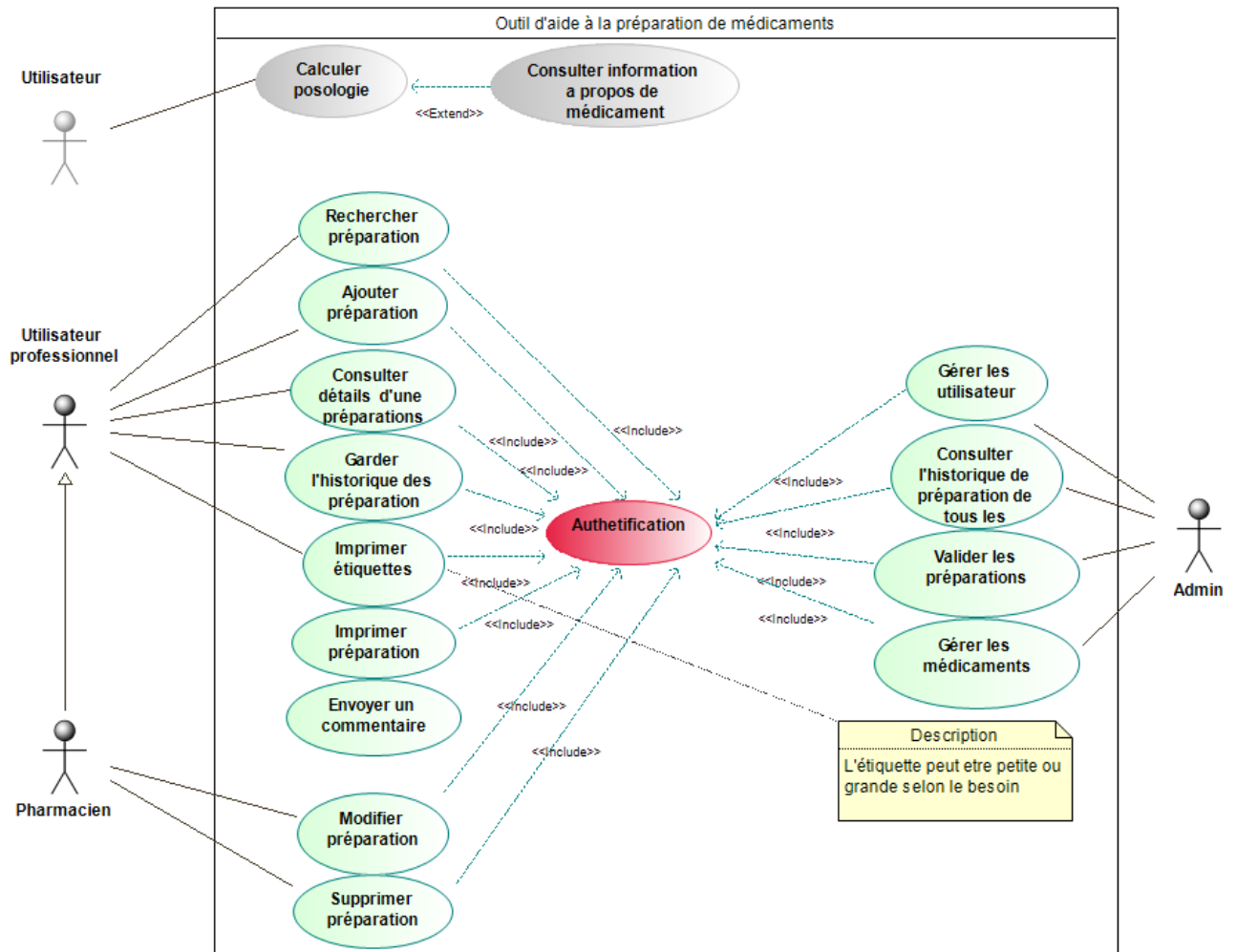


Figure 2 :Diagramme de cas d'utilisation

### Description :

Prenons des cas d'utilisation parmi les plus importants :

1<sup>er</sup> Cas d'utilisation : « Calculer posologie »

Identification :

*Titre* : Calculer posologie

*Résumé* : Permet le calcul de la posologie d'un médicament/ préparation

*Acteur principale* : Tous les utilisateurs de la plateforme

*Acteur secondaire* : Le module de calcul de la posologie

Séquencement :

*Précondition* : Choisir le mode de calcul (DCI + indication **ou** préparation **ou** DCI + posologie)

*Enchaînement nominal* :

- L'utilisateur remplit les champs et choisit le facteur de calcul (IMC **ou** poids) et il lance le calcul.
- Le système récupère automatiquement la posologie en cas de choix de (préparation **ou** DC + indication).
- Le système affiche la posologie calculée en plus d'autres instructions liées.

2<sup>ème</sup> Cas d'utilisation : « Ajouter préparation »

Identification :

*Titre* : Ajouter préparation

*Résumé* : Permet l'ajout d'une nouvelle préparation dans la BDD

*Acteur principale* : Tous les professionnels (pharmaciens/préparateurs/médecins)

*Acteur secondaire* : Le module de la gestion des préparations.

Séquencement :

*Précondition* : Authentification

*Enchaînement nominal* :

- L'utilisateur introduit les informations nécessaires à propos de la nouvelle préparation
- Le système enregistre la nouvelle préparation

- Le système analyse la préparation et l’affiche si elle est valide.

### 3<sup>ème</sup> Cas d’utilisation : « Modifier préparation »

Identification :

*Titre* : Modifier préparation

*Résumé* : Permet la modification d’une préparation enregistrée

*Acteur principale* : Les pharmaciens

*Acteur secondaire* : Le système

Séquencement :

*Précondition* : Authentification, préparation existante

*Enchaînement nominal* :

- L’utilisateur click sur le bouton « modification » de la préparation visée.
- Les mêmes champs d’ajout de préparation vont s’afficher et ils seront remplis avec les informations de la préparation courante.
- L’utilisateur change les informations qu’il veut.
- L’utilisateur enregistre le changement.
- Le système mis à jour la préparation modifiée.

## **3.6 Conception**

### **3.6.1 Architecture de l’application**

Cette application web est divisée en 7 modules, qui sont :

- Le module de calcul de la posologie : qui permet le calcul des posologies.

- Le module de la gestion des préparations : qui permet d'ajouter, supprimer et modifier une préparation.
- Le module de la gestion des médicaments : qui permet aussi d'ajouter, supprimer et modifier un médicament/DCI. Ces médicaments sont utilisés par le module de calcul de la posologie.
- Le module de la traçabilité des préparations : qui permet de garder la trace de chaque préparation faite en mentionnant aussi le patient à qui s'adresse la préparation.
- Le module des commentaires : permet l'échange d'avis entre les utilisateurs professionnels à propos d'une préparation.
- Le module des e-mails : qui permet l'envoi automatique des emails destinés aux utilisateurs. Un email est envoyé si l'administrateur change les données d'accès pour un utilisateur.
- Le module de la validation des préparations : il permet de valider une préparation qui contient un/des ingrédient(s) qui peut/peuvent présenter un risque pour le jeune patient.

La figure suivante montre la connectivité de ces modules qui forme à la fin notre application web actuelle :

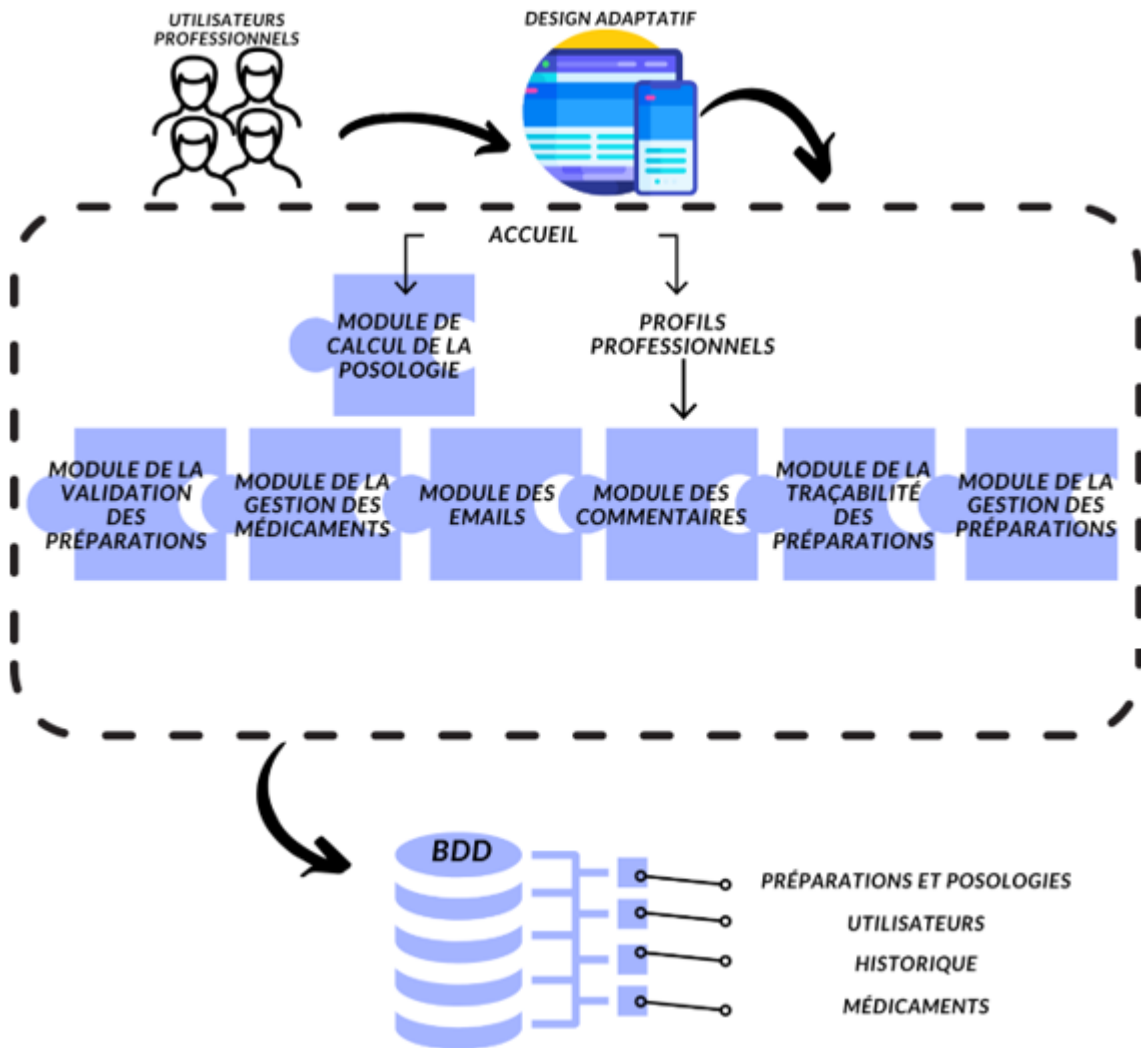


Figure 3 : Architecture de l'application

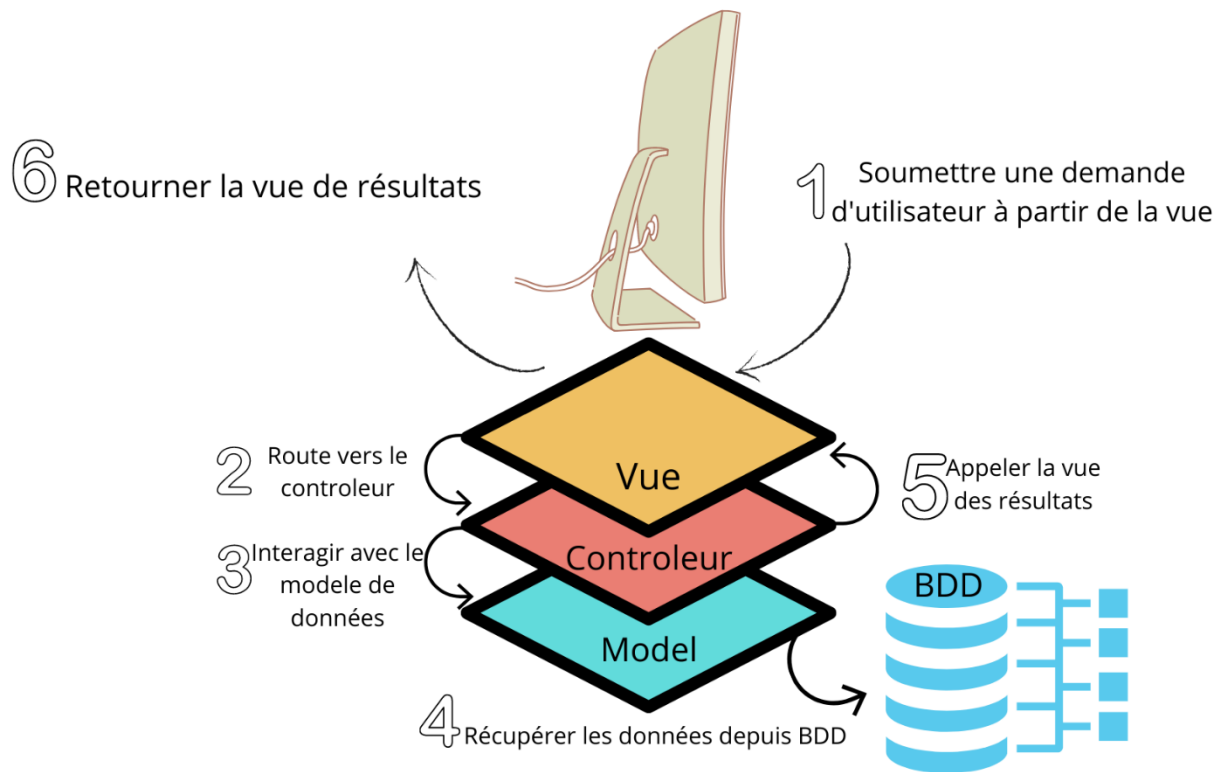
### 3.6.2 Modèle MVC

L'application est organisée sous le modèle MVC (modèle-vue-contrôleur), ce motif d'architecture logicielle contient trois modules comme suit :

- Vue : la présentation de l'interface graphique.
- Contrôleur : l'intermédiaire entre les 2 modules.
- Model : les données à utiliser et afficher.

Cette architecture a comme premier avantage la clarté, la modularité qui facilite la mise à jour, la rapidité de développement et aussi la facilité de débogage. [8]

La figure suivante représente le modèle « MVC » :



*Figure 4: Modèle MVC*

### 3.6.3 Diagramme de séquence

Le diagramme de séquence montre la collaboration entre les objets en concentrant sur la chronologie de l'envoi de messages.

Le système offre 2 services fondamentaux, le calcul de posologies et la gestion de préparations médicamenteuses.

#### 3.6.3.1 Diagramme de séquence « Calculer posologie »

Description :

Ce diagramme représente le cas d'utilisation « Calcule posologie ».

Les champs de formulaire seront désactivés au moment d'accès, l'utilisateur doit choisir le mode du calcul (1<sup>er</sup> choix : choisir un médicament et indication / 2<sup>eme</sup> choix : choisir une préparation / 3<sup>eme</sup> choix : choisir un médicament et introduire la posologie) puis il choisit le facteur de calcul (IMC **ou** poids) et il lance le calcul.

La posologie calculée sera affichée en plus d'autres instructions nécessaires comme les recommandations d'administration, la voie d'administration, l'utilisation etc.

Diagramme :



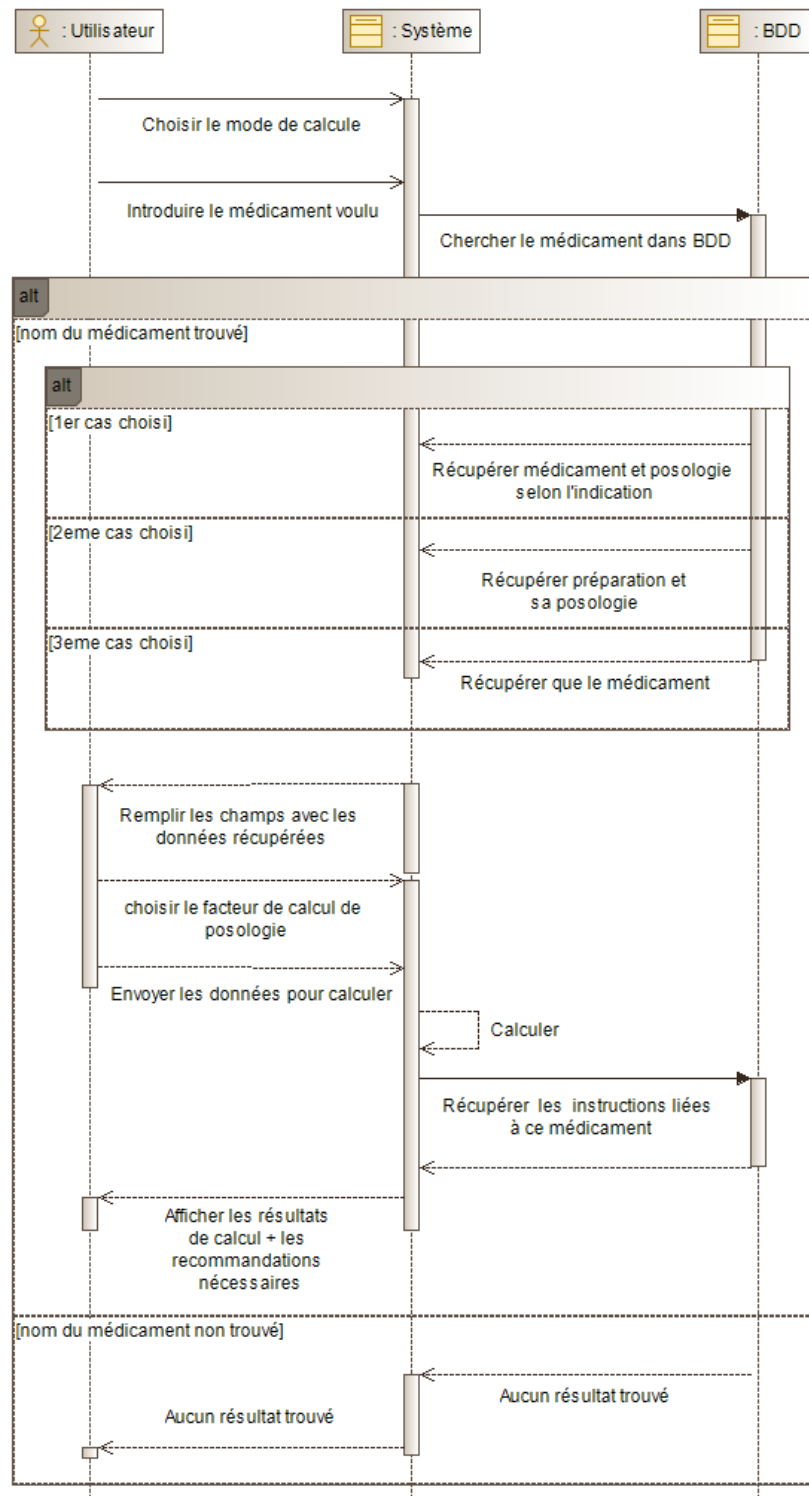


Figure 5 :Diagramme de séquence "Calculer posologie"

### 3.6.3.2 Diagramme de séquence « Modifier préparation »

Diagramme :

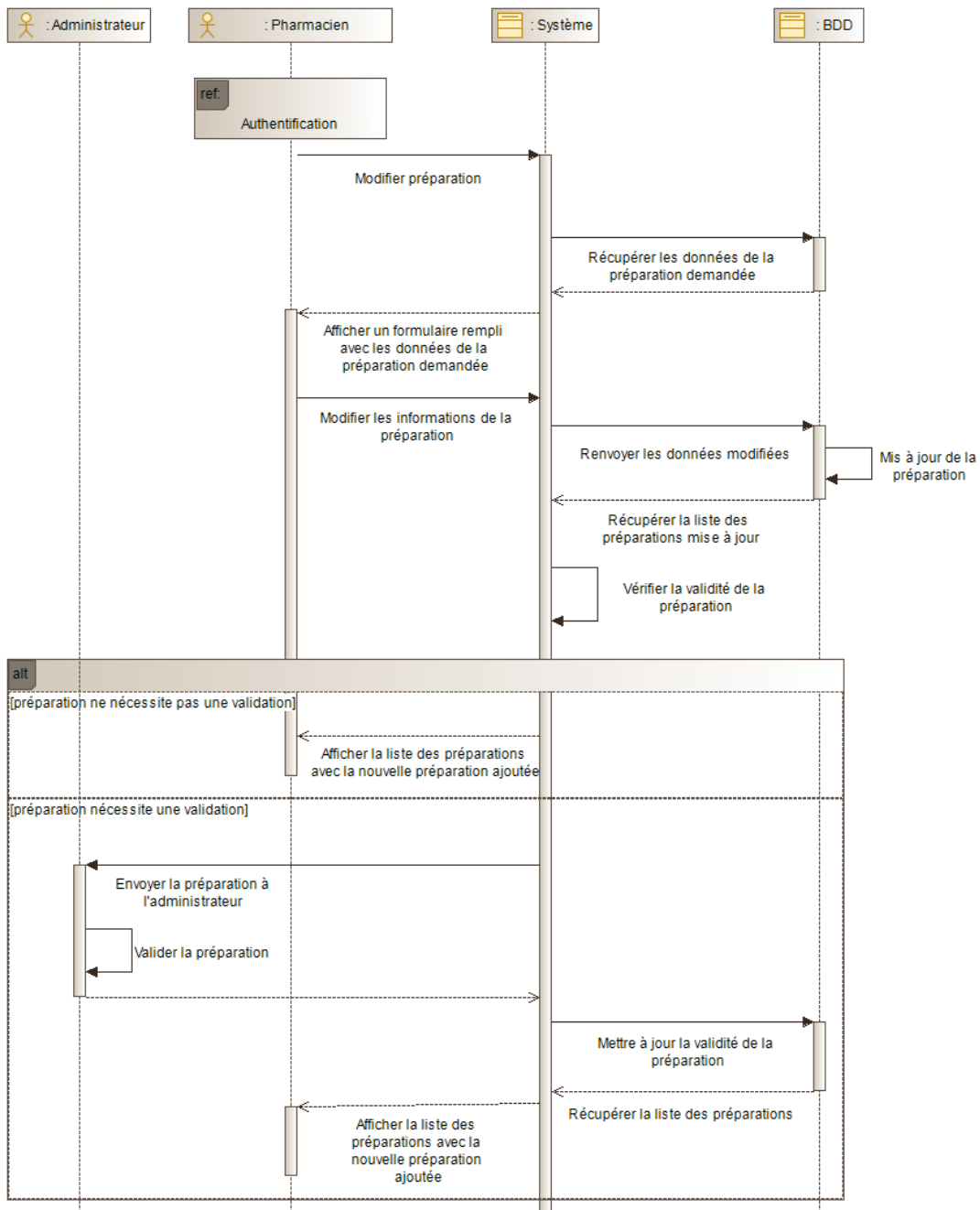


Figure 6:Diagramme de séquence "Modifier préparation"

### Description :

Ce diagramme représente le cas d'utilisation « Modifier préparation ».

L'utilisateur doit s'authentifier, ensuite il choisit le volet de modification dans la préparation choisie. Un formulaire qui ressemble à celui de l'ajout de préparation va être affiché et renseigné avec toutes les données de cette préparation.

L'utilisateur peut modifier toutes les informations affichées.

### 3.6.4 Diagramme de classes participantes

Ce diagramme est très utile car il relie entre les cas d'utilisation, la couche métiers et l'interface avec l'utilisateur. [7]

Le diagramme suivant montre le modèle MVC pour le cas d'utilisation « Ajouter Préparation »

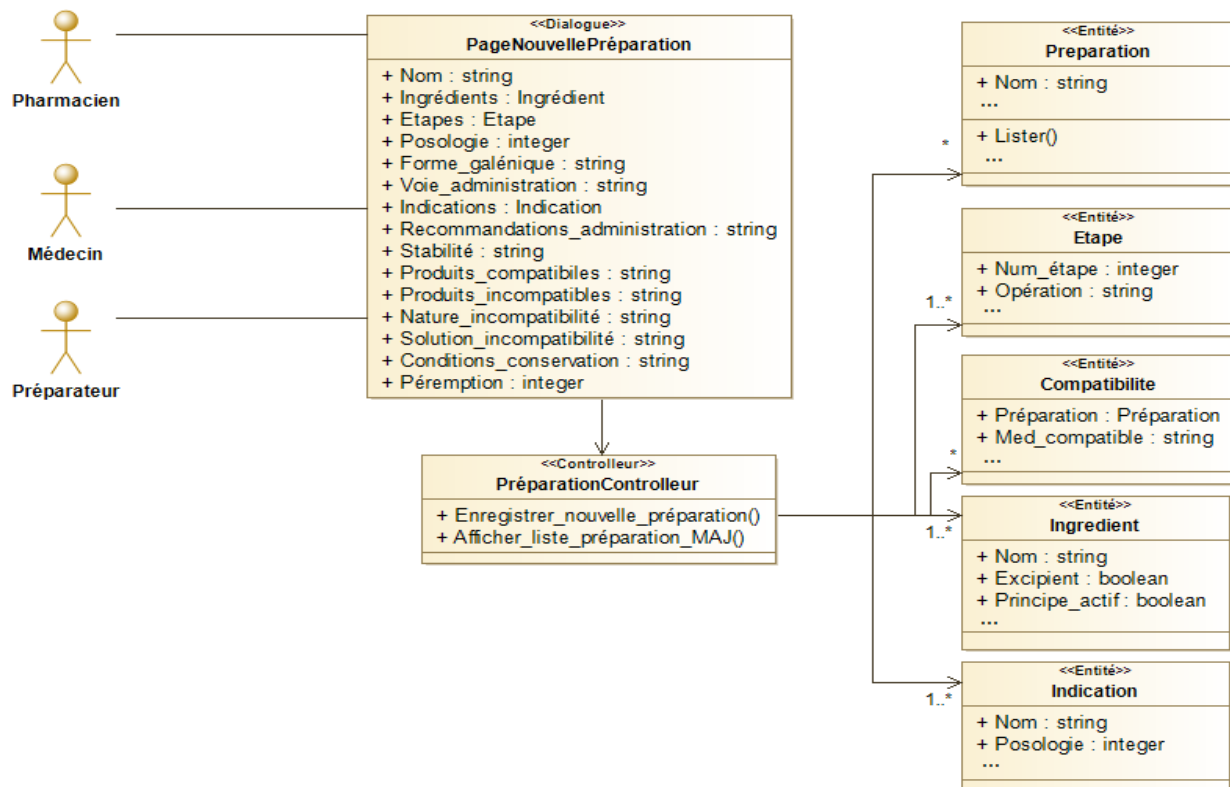


Figure 7:Diagramme de classes participantes "Ajouter préparation"

### 3.6.5 Modèle de données

Le modèle de données suivant représente les tables que nous avons utilisées pour la réalisation de notre application.

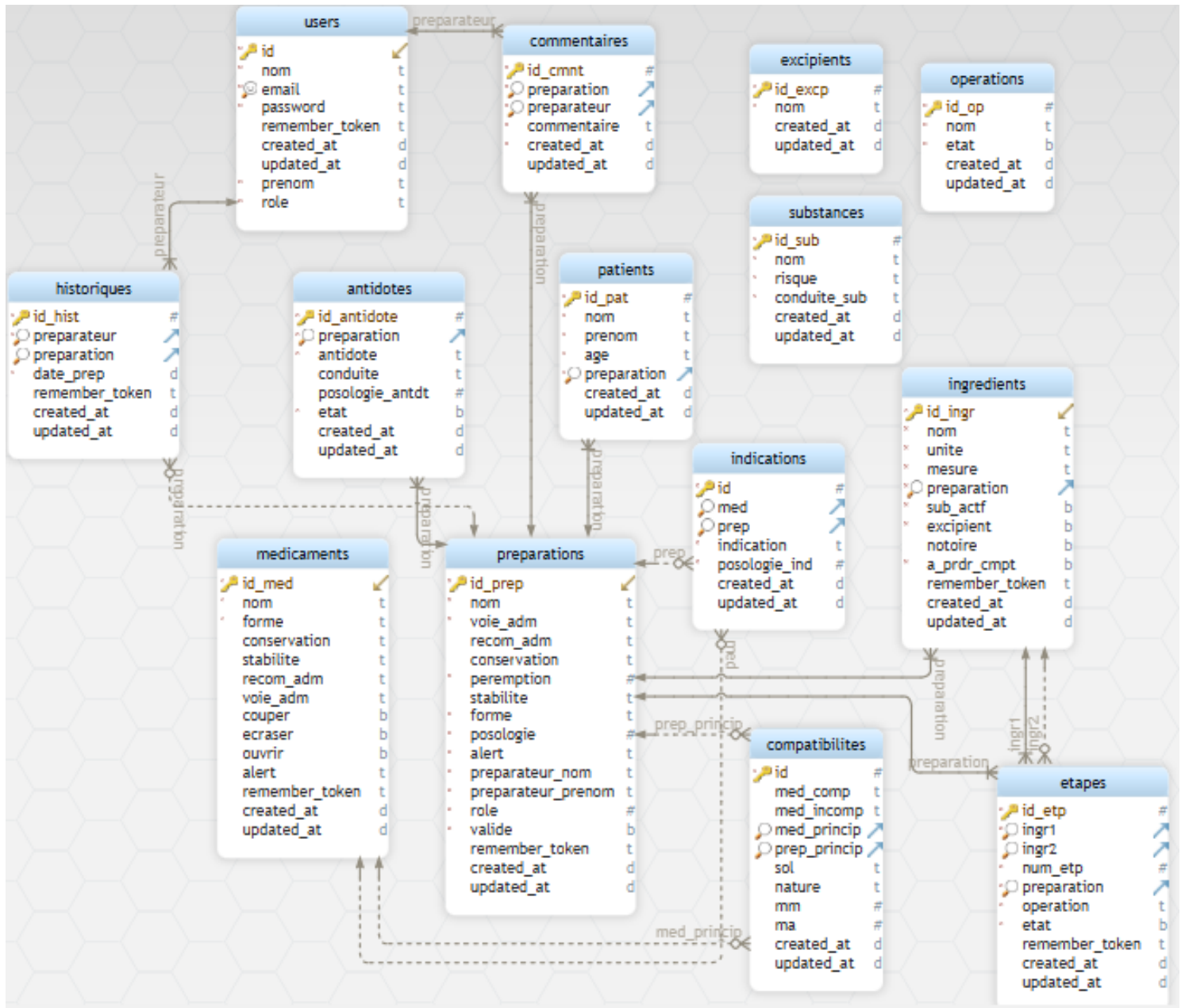


Figure 8: Modèle de données

## 3.7 Implémentation

Dans les sections suivantes, nous allons expliquer la phase pratique de la réalisation de cette application en mettant l'accent sur les outils et technologies utilisés et l'environnement choisis, les obstacles rencontrés et aussi des aperçus de l'application.

### 3.7.1 Outils utilisés

- Atom : est un éditeur de texte créé par « GitHub » et qu'il peut être utilisé en tant qu'éditeur de texte pour la programmation de base jusqu'à un IDE complet.[9]

On peut travailler avec « Git » et « GitHub » directement depuis cet éditeur avec le package GitHub (push, pull, commit etc.). Et c'est une des raisons pour lesquelles j'ai choisi cet éditeur.

- Github : est un service d'hébergement Open-Source, permettant aux programmeurs et aux développeurs de partager le code informatique de leurs projets afin de travailler dessus de façon collaborative. On peut le considérer comme un Cloud dédié au code informatique.[10]

### 3.7.2 Outil de modalisation utilisé

- Modelio : est un outil UML open-source développé par Modeliosoft, basé à Paris, en France. Il prend en charge les normes UML2 et BPMN.[11]

### 3.7.3 Technologies utilisées

Technologies coté client :

- HTML 5 : est une révision du langage HTML (Hypertext Markup Language), le langage de programmation standard pour décrire le contenu et l'apparence des pages Web.[12]

L'une des plus grandes différences entre HTML5 et les versions précédentes de la norme est que les anciennes versions de HTML nécessitent des plugins et des API propriétaires.(C'est pourquoi une page Web qui a été créée et testée dans un navigateur peut ne pas se charger correctement dans un autre navigateur.)

- **Css 3** : (Cascading Style Sheets Level 3) est l'itération de la norme CSS utilisée dans le style et la mise en forme des pages Web. CSS3 intègre la norme CSS2 avec quelques modifications et améliorations.[13]

Un changement clé est la division de la norme en modules distincts, ce qui facilite l'apprentissage et la compréhension.

- **Javascript** : est un langage de programmation qui permet d'implémenter des mécanismes complexes sur une page web. À chaque fois qu'une page web fait plus que simplement afficher du contenu statique, JavaScript a de bonnes chances d'être impliqué. C'est la troisième couche des technologies standards du web après le « HTML » et « CSS ».[14]
- **Bootstrap 5** : Bootstrap est parmi les cadres préférés pour le développement frontal de sites Web. L'outil permet aux développeurs de créer des modèles pour CSS et HTML afin de faciliter la conception Web moderne. Les mises en page, les polices, les boutons et divers éléments de navigation permettent un développement et un placement rapides et simples.[15]

Les modifications apportées dans la 5ème version sont à titre d'exemple : Pas de prise en charge d'Internet Explorer, Lancement des propriétés personnalisées CSS, Nouvelle API utilitaires etc...

- **JQuery** : est un « Framework » Javascript sous licence libre qui permet de faciliter des fonctionnalités communes de Javascript.[16]

L'utilisation de cette bibliothèque permet de gagner du temps de développement lors de l'interaction sur le code HTML d'une page web, l'AJAX ou la gestion des événements. JQuery possède par la même occasion l'avantage d'être utilisable sur plusieurs navigateurs web

Technologies côté serveur :

- **Php** : signifie « Préprocesseur hypertexte ».

PHP est un langage de script Web intégré au HTML. Cela signifie que le code PHP peut être inséré dans le code HTML d'une page Web. Lors de l'accès à une page PHP, le code

PHP est lu ou « analysé » par le serveur sur lequel réside la page. La sortie des fonctions PHP sur la page est généralement renvoyée sous forme de code HTML, qui peut être lu par le navigateur.[17]

Une grande partie de la syntaxe de PHP est empruntée à d'autres langages tels que C, Java et Perl.

L'objectif du langage est de permettre aux développeurs Web d'écrire des pages générées dynamiquement rapidement et facilement.

- **Laravel 7** : Laravel est un framework web open-source écrit en PHP, respectant le principe modèle-vue-contrôleur et entièrement développé en POO. Laravel est distribué sous licence MIT, avec ses sources hébergées sur GitHub.[18]

La version utilisée dans ce pronoust est la 7<sup>eme</sup> version et elle apporte beaucoup de nouvelles fonctionnalités intéressantes et de correctifs précédents.nous mentionne a titre d'exemple : Custom Eloquent ,Cast, nouvelles commandes artisanales etc...[19]

- **MySQLl** :c'est l'un des SGBDR (système de gestion de base de données relationnelle) les plus populaires et seulement le deuxième derrière Oracle Database lorsqu'il est noté en utilisant des paramètres critiques tels que le nombre de mentions dans les résultats de recherche, les profils professionnels sur LinkedIn et la fréquence des discussions techniques sur les forums Internet. Le fait que de nombreux grands géants de la technologie s'appuient sur elle renforce encore la position bien méritée. Il est open source avec un modèle client-serveur. [20]

| rang      |           |            | SGBD                   | Modèle de base de données           | score     |           |            |
|-----------|-----------|------------|------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|------------|
| Juil 2021 | Juin 2021 | Juil. 2020 |                        |                                     | Juil 2021 | Juin 2021 | Juil. 2020 |
| 1.        | 1.        | 1.         | oracle +               | Relationnel, Multi-modèle ⓘ         | 1262.66   | -8.28     | -77.59     |
| 2.        | 2.        | 2.         | MySQL +                | Relationnel, Multi-modèle ⓘ         | 1228.38   | +0.52     | -40.13     |
| 3.        | 3.        | 3.         | Microsoft SQL Server + | Relationnel, Multi-modèle ⓘ         | 981.95    | -9.12     | -77.77     |
| 4.        | 4.        | 4.         | PostgreSQL +           | Relationnel, Multi-modèle ⓘ         | 577.15    | +8.64     | +50.15     |
| 5.        | 5.        | 5.         | MongoDB +              | Document, Multi-modèle ⓘ            | 496.16    | +7.95     | +52.68     |
| 6.        | ↑ 7.      | ↑ 8.       | Redis +                | Clé-valeur, Multi-modèle ⓘ          | 168.31    | +3.06     | +18.26     |
| 7.        | ↓ 6.      | ↓ 6.       | IBM Db2                | Relationnel, Multi-modèle ⓘ         | 165.15    | -1.88     | +1.99      |
| 8.        | 8.        | ↓ 7.       | Elasticsearch +        | Moteur de recherche, Multi-modèle ⓘ | 155.76    | +1.05     | +4.17      |
| 9.        | 9.        | 9.         | SQLite +               | relationnel                         | 130.20    | -0.33     | +2.75      |
| 10.       | ↑ 11.     | 10.        | Cassandra +            | Colonne large                       | 114.00    | -0.11     | -7.08      |

Figure 9: Classement de Mysql par rapport aux autres SGBDR [23]

### 3.7.4 Obstacles rencontrés

En premier lieu, nous mentionnons le problème de l'étude de l'existant en raison de la quasi-inexistence des systèmes dédiés à la pédiatrie, plus précisément aux préparations pharmaceutiques pédiatriques.

En deuxième lieu, la difficulté à comprendre les concepts et les règles suivis dans une préparation pédiatrique et aussi la difficulté à les implémenter dans ce système.

Finalement, l'exigence de laisser certains opérations configurables et paramétrables par les utilisateurs, ce qui a causé des erreurs d'exécution et par conséquent un retard notable

### 3.7.5 Présentation de l'application

Ce chapitre présente les fonctionnalités principales de notre application web en reposant sur quelques illustrations :

#### 3.7.4.1 Nom et logo de l'application

L'application s'appelle "PREPADIATRIQUE", ce nom combine les mots "Préparation" et "Pédiatrique" pour indiquer que cette application aide à la préparation de médicaments en pédiatrie.



Le logo contient une empreinte de pieds bébé pour indiquer la spécialité de pédiatrie et néonatalogie.



*Figure 10: LOGO de l'application web*

#### **3.7.4.2 Calcule de la posologie**

Cette page contient un formulaire des données avec lesquelles on calcule la posologie du médicament **ou** préparation.

L'utilisateur choisit un mode de calcul où :

1<sup>er</sup> Cas : le champ médicament affiche une liste qui contient des suggestions selon la saisie automatique. Ensuite, le deuxième champ affiche une liste filtrée des indications.

2<sup>ème</sup> Cas : le champ préparation aussi affiche une liste des suggestions des préparations enregistrées selon la saisie automatique.

3<sup>ème</sup> Cas : le champ suit le même principe du 1<sup>er</sup> cas

The image shows two side-by-side screenshots of a web application for pediatric dosage calculation. Both screenshots have a blue header with a logo and the text 'Remplissez pour calculer la posologie'. The left screenshot shows the '1er Cas' section with a dropdown menu for 'DCI/Médicament' displaying suggestions 'Molsidomine' and 'Morphine'. The right screenshot shows the same section with 'Morphine' selected. In the right screenshot, the 'Indication' dropdown is set to 'douleur nociceptive'. Both screenshots show the '2ème Cas' section with a text input for 'Nom de préparation' containing 'La preparation' and the '3ème Cas' section with a text input for 'DCI/Médicament'. The bottom of each screenshot shows a mobile navigation bar with back, forward, and other icons.

*Figure 11: Calculateur de la posologie -Partie mode du calcul-*

Ensuite, il remplit le poids (et l'IMC si nécessaire). Les informations concernant la taille et le poids ont les contraintes suivantes : Poids  $\leq 57$  ET Taille  $\leq 250$ .

pediatrie.herokuapp.com/public/P

3 ème Cas

DCI/Médicament

DCI/Médicament

Posologie

Posologie mg/kg

Poids

45 Kg

☒ Utiliser IMC

90 m

Calculer dose pédiatrique →

Centre Hospitalo Universitaire TLEMEN © 2021

< > ... 2

Figure 12: Calculateur de la posologie -Partie Poids/IMC-

Enfin, les résultats vont être affichés comme suit :

The screenshot displays the user interface of the 'pediatrie.herokuapp.com/public/P' application. At the top, a blue header contains the app's logo and a menu icon. Below this, a prominent yellow alert box states: 'Alerte ! la dernière modification a été faite avant 5 ans, veuillez revérifier la posologie de ce médicament'. The main content area is divided into two columns. The left column, titled 'Morphine', provides the pediatric dosing ('Posologie pédiatrique: 4 mg/kg') and the IMC (0.049). It features a table with 'Poids (Kg)' and 'S.C (m²)' values. The right column displays a table for 'Variation de Surface corporelle en fonction du poids', with the row for 45 kg highlighted. Below this table, it lists the 'Forme galénique' (Gélule), 'Utilisation' (Mixing with semi-solid food), a warning 'Ne pas écraser', and 'Interactions médicamenteuses'. A blue bar at the bottom right contains a 'Retour' button.

| Poids (Kg) | S.C (m²) |
|------------|----------|
| 3          | 0.20     |
| 6          | 0.29     |
| 9          | 0.40     |
| 15         | 0.62     |
| 20         | 0.79     |
| 30         | 1.07     |
| 40         | 1.32     |
| 45         | 1.39     |
| 50         | 1.53     |

Variation de Surface corporelle en fonction du poids

**Forme galénique:**  
Gélule

**Utilisation:**  
Mélanger avec un aliment semi-solide [purée, confiture, yaourt]

**Ne pas écraser**

**Interactions médicamenteuses :**  
Des médicaments ou substances peuvent additionner leurs effets déprimeurs du système nerveux central et contribuer à diminuer la vigilance:

← Retour

Figure 13: Résultats du calcul -utilisateur non connecté-

Et si un professionnel est connecté, une information de plus sera affichée à propos de cas particuliers en pédiatrie :

Variation de Surface corporelle en fonction du poids

---

Forme galénique:  
Gélule

---

Utilisation:  
Mélanger avec un aliment semi-solide [purée, confiture, yaourt]

**Ne pas écraser**

---

Interactions médicamenteuses :  
Des médicaments ou substances peuvent additionner leurs effets dépresseurs du système nerveux central et contribuer à diminuer la vigilance:

---

**A prendre en compte**  
Insuffisance rénale

← Retour



Centre Hospitalo Universitaire TLEMCEM © 2021

*Figure 14: Résultat du calcul -utilisateur connecté-*

### 3.7.4.3 Ajout d'une nouvelle préparation

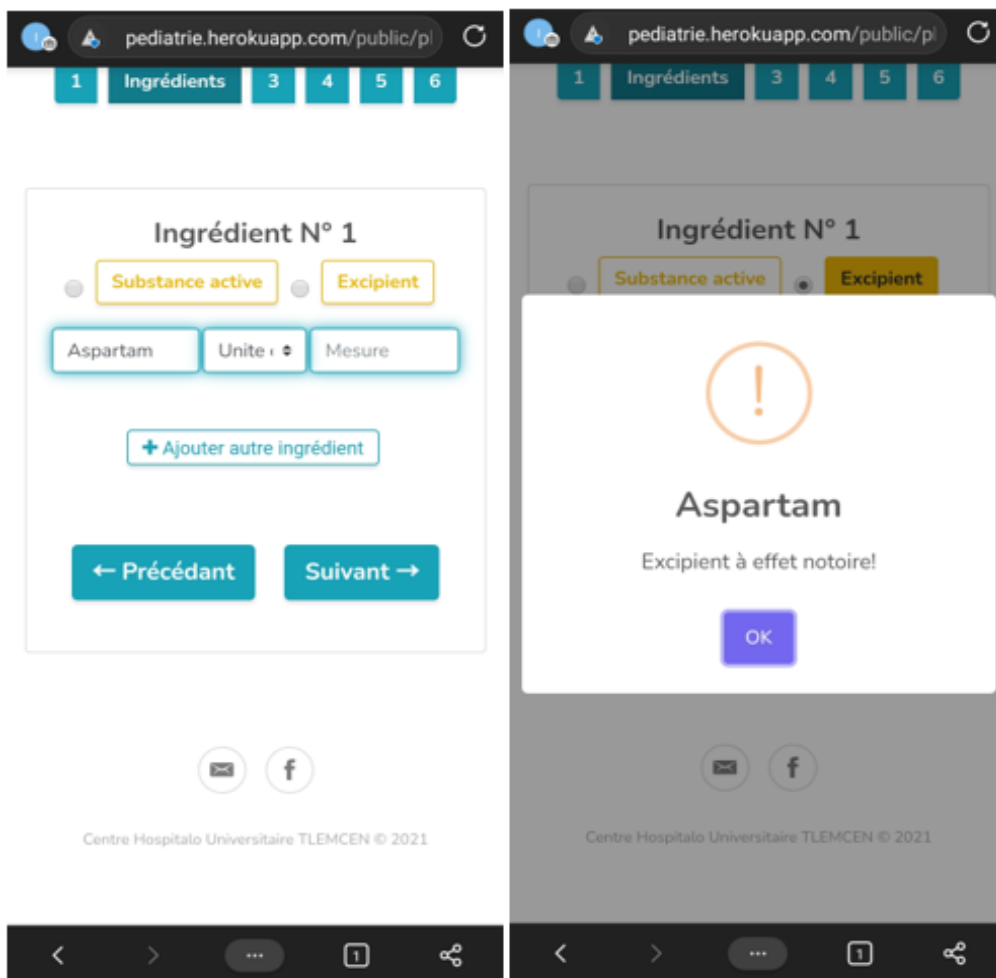
Pour ajouter une nouvelle préparation, il suffit de remplir un formulaire à multi-étapes qui décompose et facilite la description d'une préparation.

Le 1<sup>er</sup> volet contient le nom de la préparation :

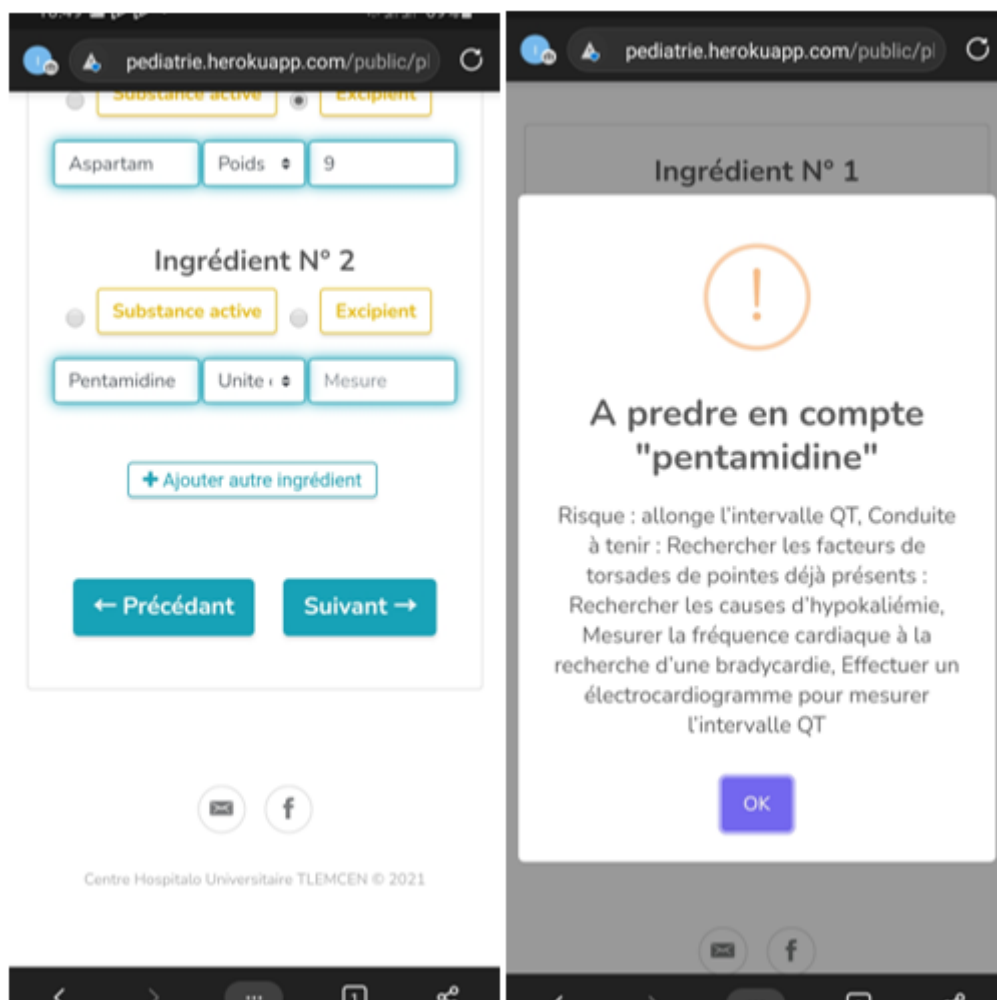
The screenshot displays the 'Prépadiatrique' application interface. At the top, a blue header bar contains the application logo on the left and a hamburger menu icon on the right. Below the header, a row of six teal-colored buttons is shown, labeled 'Nom de préparation', '2', '3', '4', '5', and '6'. The 'Nom de préparation' button is currently selected. Below this row, a white card with a light gray border contains the text 'Nom de nouvelle préparation :'. Underneath this text is a text input field containing the word 'Ciprofloxaciné'. Below the input field is a teal button with the text 'Suivant →'. At the bottom of the screen, there are two circular icons: an email icon and a Facebook icon. Below these icons, the text 'Centre Hospitalo Universitaire TLEMCEM © 2021' is visible. At the very bottom, a black navigation bar contains standard mobile app navigation icons: a back arrow, a forward arrow, a three-dot menu, a tab indicator with the number '2', and a share icon.

*Figure 15: Volet 1 -Nom préparation-*

Le 2<sup>ème</sup> contient les ingrédients à utiliser dans cette préparation, en introduisant aussi la quantité utilisée et aussi l'unité de la mesure. Des boutons radios sont utilisés pour mentionner si un ingrédient est un excipient/une substance active :



*Figure 16: Volet 2 -Ingrédients alerte excipient-*



*Figure 17: Volet 2 -Ingrédients alerte excipient-*

En cas d'utilisation d'un excipient à effet notoire **ou** une substance active qui a des effets secondaires sur la population pédiatrique, une alerte s'affiche pour rappeler l'utilisateur de ces risques avec les conduites à tenir.

Le 3<sup>ème</sup> volet contient les étapes à suivre pour réaliser cette préparation. L'utilisateur peut ajouter des opérations ainsi que des étapes :



pediatrie.herokuapp.com/public/pl

1 2 **Etapes** 4 5 6

### Etape N° 1

Aspartam ▾ melange ▾ pentamid ▾

+ Ajouter opération

+ Ajouter autre étape

← Précédant Suivant →

Centre Hospitalo Universitaire TLEMCEM © 2021

< > ... 1

Figure 18: Volet 3 -Etapes de préparation-

Le 4<sup>ème</sup> contient la posologie initiale de cette préparation :

pediatrie.herokuapp.com/public/pl

PRÉPADIATRIQUE

1 2 3 **Posologie initiale** 5 6

**Posologie :**

18 mg/kg/jour

← Précédant Suivant →

Centre Hospitalo Universitaire TLEMCEM © 2021

Figure 19 :Volet 4 -Posologie initiale-

Le 5<sup>ème</sup> volet contient les champs à propos de l'administration : la forme galénique, indications, voie et recommandations d'administration si nécessaire. Les champs entourés sont les champs obligatoires par contre les autres champs on peut les ignorer car ces informations ne sont pas disponibles pour chaque préparation :

La forme galénique

Solution

Voie d'administration

IV

L'indication

Infections des voies respiratoires haute

2 mg/kg

Infections des voies respiratoires basse

9 mg/kg

+ Ajouter autre indication

**Recommandation(s) d'administration**

Ecrivez les recommandations

Figure 20: Volet 5 -Administration-

Le 6<sup>ème</sup> et dernier volet contient autres informations sur la propriété de cette préparation : compatibilités ou/et incompatibilités de cette préparation et autres informations de plus :

The image shows a mobile application interface with two side-by-side panels. The left panel contains five sections, each with a pencil icon and a title, followed by a text input field:

- Stabilité**: Ecrivez les conditions de stabilité
- Compatibilité**: Ecrivez les produits compatibles
- Incompatibilité**: Ecrivez les produits incompatibles
- Nature de l'incompatibilité**: Décrivez la nature de cette incompatibilité
- Solution pour l'incompatibilité**: Décrivez la solution

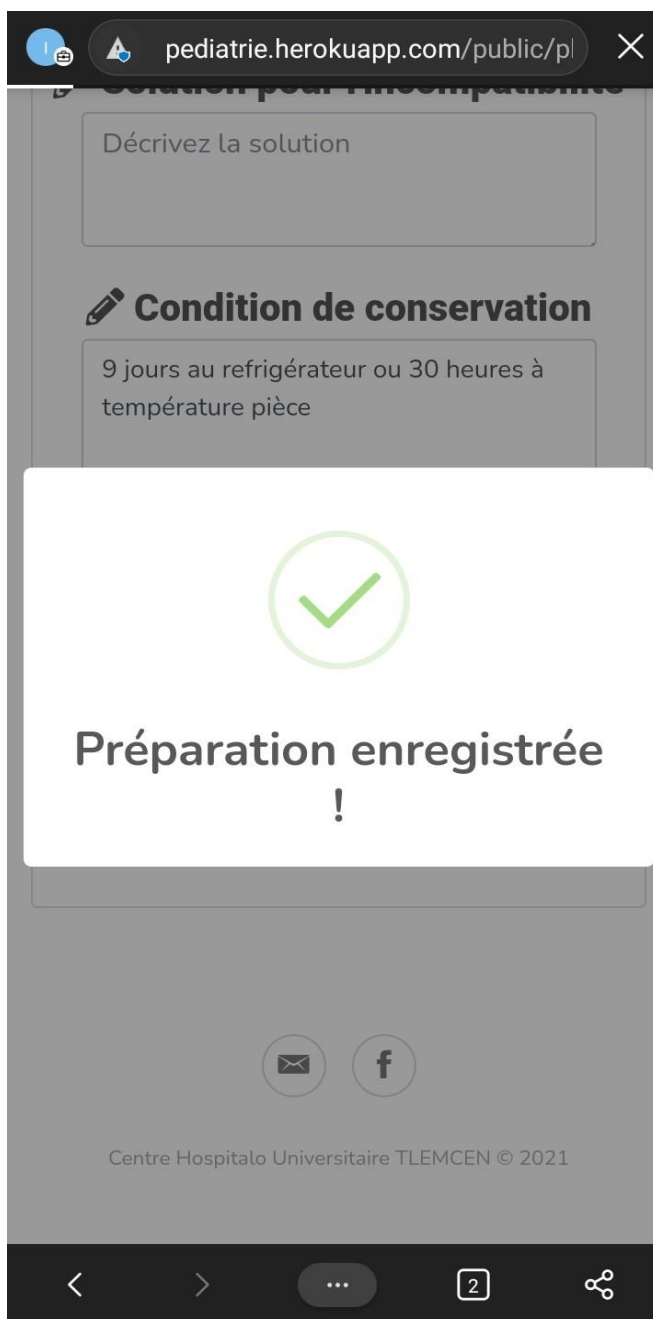
The right panel contains three sections:

- A text input field labeled "Décrivez la solution".
- Condition de conservation**: 9 jours au réfrigérateur ou 30 heures à température pièce
- Péremption après:** A numeric input field containing "9" followed by a "Jours" label.

At the bottom of the right panel are two buttons: "← Précédant" (blue) and "Enregistrer" (green). Below these buttons are social media icons for email and Facebook. At the very bottom, the text "Centre Hospitalo Universitaire TLEMCEM © 2021" is displayed. The bottom of the screen shows a mobile navigation bar with back, forward, and other standard icons.

Figure 21: Volet 6 -Propriétés-

Une fois la préparation ajoutée, un pop-up de confirmation s'affiche l'utilisateur doit patienter pendant que la page s'actualise :



*Figure 22: Pop-up « succès d'ajout de la nouvelle préparation »*

### 3.7.4.4 Liste des préparations et recherches

On trouve cette page dans le volet liste des préparations, elle contient une liste de toutes les préparations enregistrées et validées, le bouton de notification montre le nombre des préparations en attente de validation par l'admin .Elle permet également de se référer aux informations enregistrées pour chaque préparation depuis la 1<sup>ère</sup> icône, d'aider à la préparation de chaque recette depuis la 2<sup>ème</sup> , d'ajouter un antidote depuis la 3<sup>ème</sup> et aussi d'envoyer des commentaires depuis la 4<sup>ème</sup> icône :

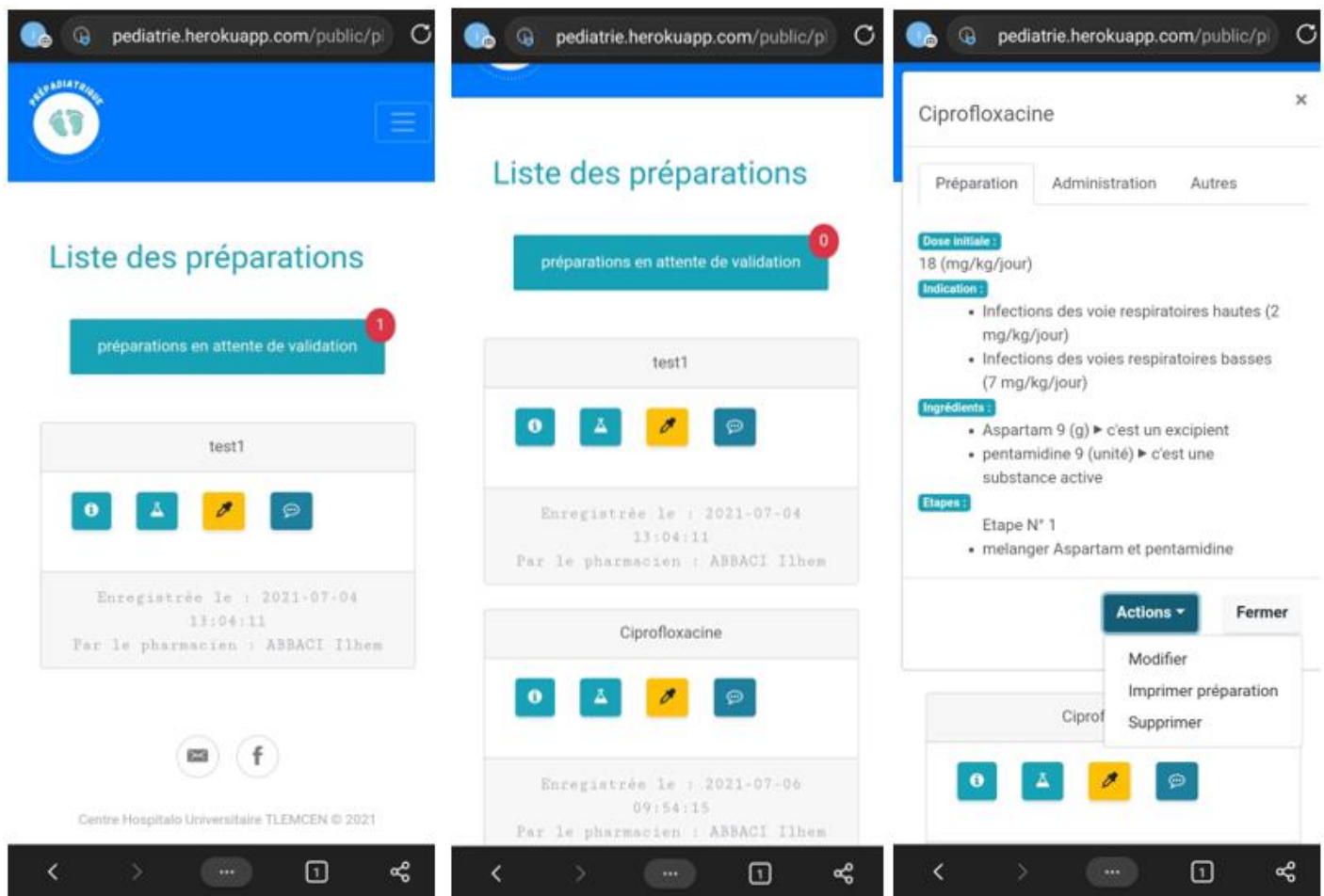


Figure 23: Consultation de la liste des préparations (1)

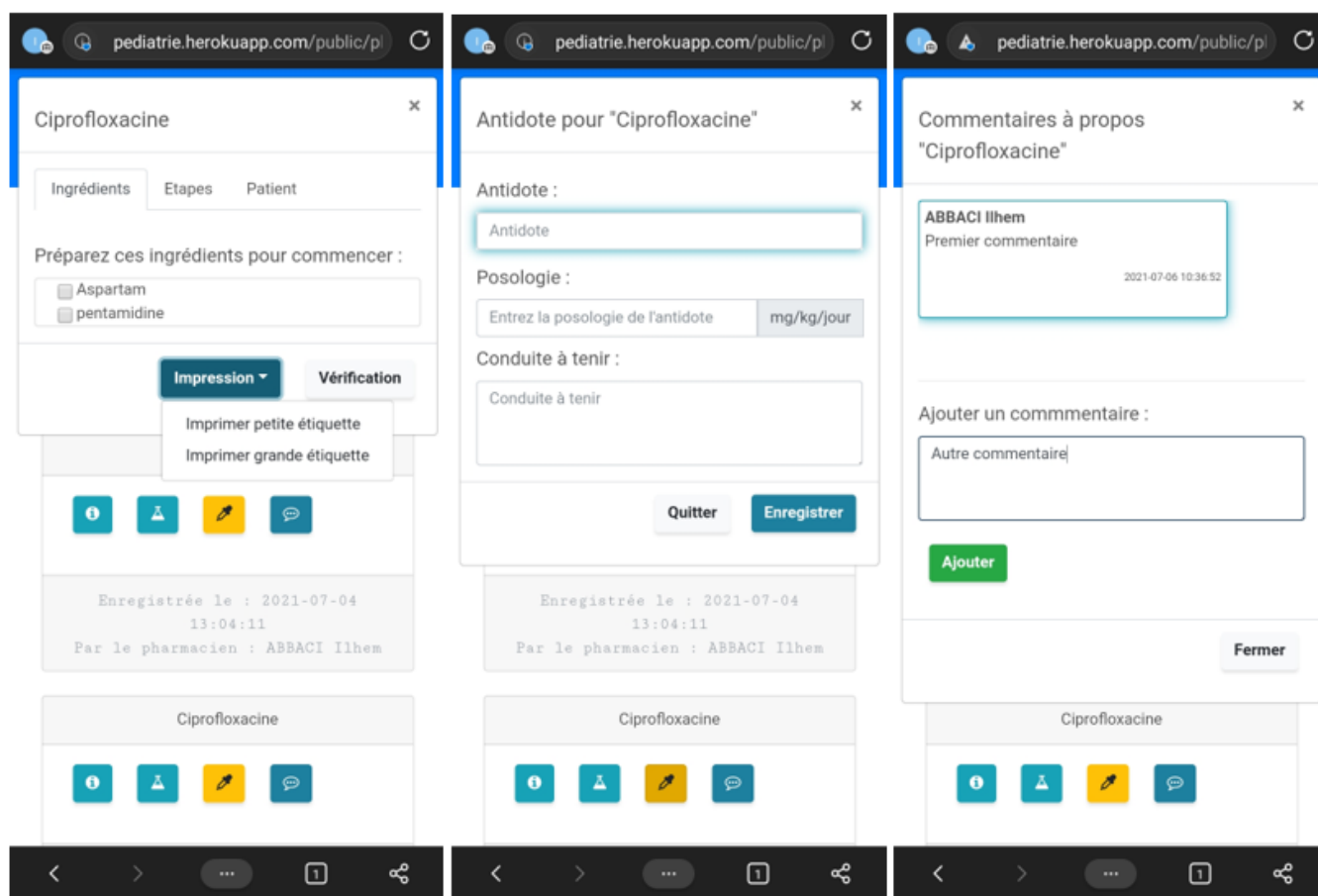


Figure 24: Consultation de la liste des préparations (2)

Et pour la recherche d'une préparation spécifique on utilise cette page située dans le volet « Accueil » qui contient différents critères de recherche :



## Rechercher une préparation

☐ Par nom préparation

☐ Par substance active

☐ Par excipient

RECHERCHER →

*Figure 25: Formulaire de recherche des préparations*



### 3.7.4.5 Historique des recettes préparées

Dans le volet « Historique » se trouve cette page qui liste les préparations réalisées par cet utilisateur en rappelant la date et l'heure du préparation et le patient pour lequel s'adresse cette préparation :

The screenshot shows a mobile application interface for 'pédiatrie.herokuapp.com/public/pl'. The header is blue with a logo and a menu icon. Below the header is a search bar labeled 'Rechercher ...'. A table displays the preparation history:

| Nom préparation | Préparateur     | Patient         | Age      | Date                       |
|-----------------|-----------------|-----------------|----------|----------------------------|
| Ciprofloxacin   | ABBACI<br>Ilhem | Abbaci<br>Marwa | 8<br>ans | 2021-<br>07-06<br>11:06:28 |

Below the table are icons for email and Facebook. At the bottom, it says 'Centre Hospitalo Universitaire TLEMCEM © 2021'. The mobile navigation bar at the very bottom shows back, forward, and other controls.

Figure 26: Liste de l'historique des préparations

### 3.7.5 Sécurité de l'application

La sécurité des applications médicales est primordiale, surtout en pédiatrie ce domaine critique.

Le bon fonctionnement des calculs médicaux et la traçabilité des données du chaque préparation pédiatrique sont prises pour acquis, et toute faille de sécurité, aussi petite soit-elle elle provoquera des catastrophes.

Les points que nous avons tenu à sécuriser à l'aide d'ensemble des techniques efficaces proposés par Laravel sont :

- ✓ L'authentification
- ✓ La gestion des droits d'accès
- ✓ Immunisation contre les injections SQL
- ✓ Immunisation contre les injections XSS

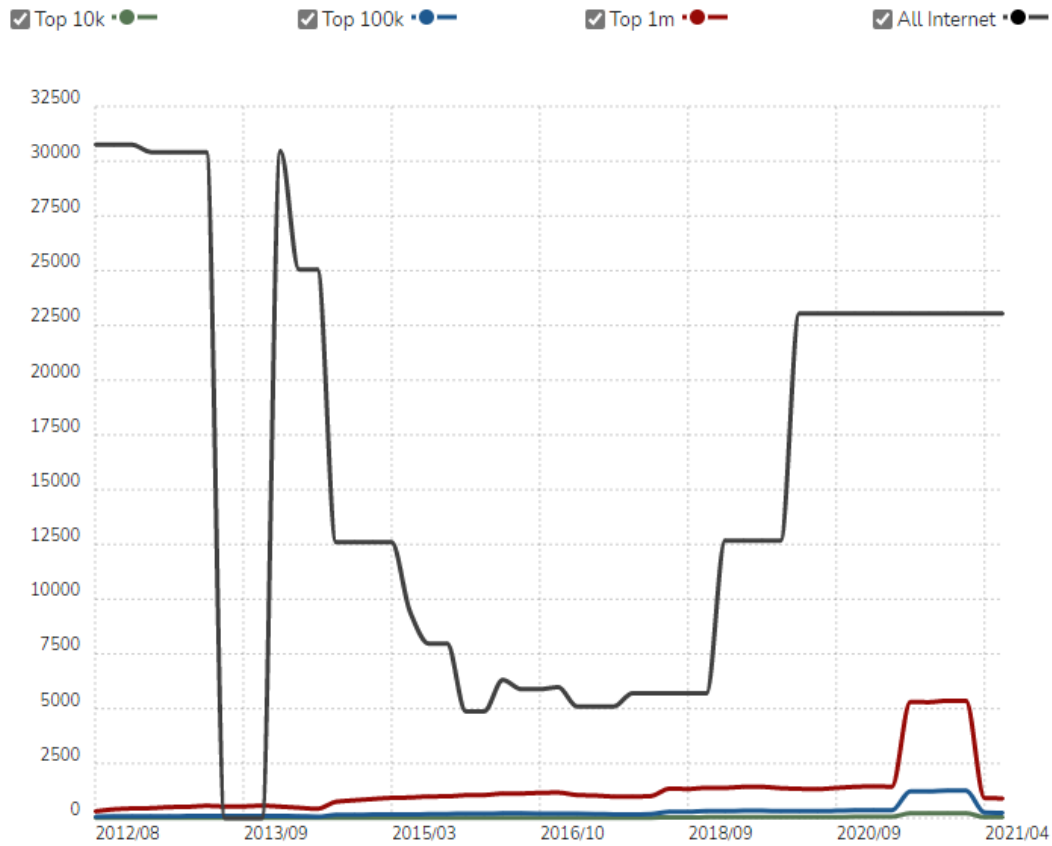
### 3.7.6 Déploiement de l'application

Après tous les efforts fournis durant les phases précédentes l'application n'aura aucune importance sans le déploiement, et nous nous sommes appuyés sur Heroku pour héberger notre application.

**Heroku** est une plateforme en tant que service (PaaS), lancé en 2007 et permet déployer des applications sur le Cloud. En comparaison avec les hébergeurs web, Heroku déploie les applications sur le « Cloud » pour permettre aux internautes de l'utiliser, alors qu'un hébergeur propose d'héberger un site web sur ses propres serveurs.[21]

Voici des statistiques d'utilisation du Heroku faites récemment [22] :

# Heroku Usage Statistics



*Figure 27: Statistiques d'utilisation de "Heroku"*

## 3.7.7 Tests

Cette phase était réalisée durant le développement de l'application web afin d'assurer que le système est conforme avec ses spécifications

Voici quelque testes effectuées durant cette phase :

| N° | Objet            | Nom                                                                | Scénario                                                                                                                                                                        | Résultat attendu                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Authentification | Connexion avec des renseignements valides à un profile « Médecin » | <p>1- Allez sur le lien de l'application web puis sur le panneau de connexion</p> <p>2-Entrez un email et un mot de passe valides</p> <p>3- Cliquez sur "Se Connecter"</p>      | Un tableau de bord « Médecin » s'affiche                                                                                                                                                                                                         |
| 2  | Préparateur      | Ajoutez une préparation                                            | <p>1-Allez sur le lien de l'application</p> <p>2-S'authentifier</p> <p>3-Allez sur l'onglet « Nouvelle préparation »</p> <p>4-Renseignez les champs obligatoires (entourés)</p> | <p>1-Redirection automatique vers l'onglet « Liste des préparations »</p> <p>2-La nouvelle préparation est affichée dans la liste <b>si</b> elle est valide avec la possibilité de consulter ses détails , <b>sinon</b> si elle contient des</p> |

|   |            |                          |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |            |                          | 5-Enregistrer les informations entrées                                                                                                                                                                                             | excipients à effet notoire <b>ou</b> substances actives avec effet secondaire, elle sera considérée comme invalide elle sera affichée dans la liste dès que l'admin la valide                                                     |
| 3 | Pharmacien | Modifiez une préparation | <p>1-Allez sur le lien de l'application</p> <p>2-S'authentifier</p> <p>3-Allez sur l'onglet « Liste des préparations »</p> <p>4-Cliquez sur le bouton « Informations » associé à la préparations concernée par la modification</p> | <p>1-Redirection automatique vers l'onglet « Liste des préparations »</p> <p>2- si la préparation mise à jour est valide elle sera affichée dans la liste des préparations sinon elle sera affichée dès que l'admin la valide</p> |

|   |        |                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                       |
|---|--------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|   |        |                                    | <p>5-Un modal s'affiche</p> <p>6-Cliquez sur Actions→Modifier</p> <p>7-Un nouvel onglet qui s'appelle « Modifier préparation » est ajouté et contient un formulaire à multi-étapes prérempli avec les informations du cette préparation</p> <p>8-Modifier les informations voulus</p> <p>9-Cliquez sur Modifier</p> |                                                                                       |
| 4 | Parent | Calculez une posologie selon l'IMC | 1-Allez sur le lien de l'application web                                                                                                                                                                                                                                                                            | Une page du résultat s'affiche et contient : la posologie pédiatrique calculée, l'IMC |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                          |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>2-Cliquez sur le bouton « Calculer posologie »</p> <p>3-Choisissez le mode du calcul</p> <p>4-Choisissez le médicament concerné depuis la liste des suggestions affichée grâce à la saisie automatique</p> <p>5-Tapez un poids valide dans le champ « Poids »</p> <p>6-Cliquez sur le bouton radio IMC et tapez une taille valide</p> <p>7-Cliquez sur « Calculer »</p> | <p>calculé et classé dans un tableau selon la surface corporel, la forme galénique du médicament, des recommandations pour l'utilisation du médicament et les interactions médicamenteuses possibles</p> |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

*Tableau 2: Fiche de tests*

## **4. Conclusion générale**



En tant qu'informaticiens, nous sommes intéressés à aider tous les professionnels et à faciliter tous les domaines de la vie mais surtout le domaine médical. Rien n'est comparable à sauver des vies, et rien n'est prioritaire.

Mais si on prend la pédiatrie en particulier, on peut dire que l'étape de préparation des médicaments pédiatriques est considérée comme la plus dangereuse et critique. Surtout que cette spécialité dépend de médicaments adultes plus des déluitions, la chose qui présente une confusion pour les infirmiers, les pharmaciens, les préparateurs ou même les parents en cas où le médecin ne détaille pas la procédure de préparation.

Plus précisément, le problème est centré sur la dose et la posologie adaptées à la population pédiatrique.

En nous concentrant sur ces points, nous avons entrepris de créer une application dont le but principal est d'aider chacun des pharmaciens, préparateurs et médecins du service de pédiatrie de CHU Tlemcen en assurant les bonnes pratiques de fabrication de médicaments pédiatriques. Car le problème posé dans les préparations comprend les difficultés de calcul et les erreurs possibles dans ses résultats d'où il nécessite une informatisation et automatisation.

Comme première perspective, nous comptons compléter le volet « Préparation médicale » par un gestionnaire des reliquats qui permettrait un gain pour le service en termes de coût.

La deuxième et dernière perspective consiste à intégrer un autre volet nommé « Gestion du dossier patient interactif ». La chose qui permettra de relier chaque dossier patient avec sa/ses préparations pharmaceutique(s) pour assurer la traçabilité des différentes phases de vie d'une préparation pédiatrique dès sa préparation jusqu'à l'administration. Autrement dit « le bon patient reçoive le bon médicament, au bon moment, à la bonne dose et selon la bonne voie d'administration ».

Aussi en cas de dégradation de l'état de santé du patient ou tout nouvel mis à jour médical ajoutée à son dossier médical et qui causera un changement dans sa/ses préparations médicamenteuse(s).

# Webographie

- 1) Préparation pharmaceutique du médicament ,dernière visite : 24/06/2021 ,url :<https://medicament.ooreka.fr/comprendre/preparation-pharmaceutique>
- 2) Pediatric Pharmacotherapy Part 1: The History of Pediatric Drug Therapy , dernière visite : 17/06/2021, url :[https://www.medscape.com/viewarticle/726236\\_2](https://www.medscape.com/viewarticle/726236_2)
- 3) [Tout d'abord, ne pas nuire: réduire les erreurs de médication pédiatriques: Les enfants sont particulièrement à risque d'erreurs de médication. | Article | Centre de soins infirmiers](#) ,dernière visite : 17/06/2021,url : [https://www.nursingcenter.com/journalarticle?Article\\_ID=582832&Journal\\_ID=54030&Issue\\_ID=582758&fbclid=IwAR1ya-C\\_yLNFGBbbOMqw127oICXG2tNCIZV8uvhxKdeW2REZ0qH7JtiX0E4#P72](https://www.nursingcenter.com/journalarticle?Article_ID=582832&Journal_ID=54030&Issue_ID=582758&fbclid=IwAR1ya-C_yLNFGBbbOMqw127oICXG2tNCIZV8uvhxKdeW2REZ0qH7JtiX0E4#P72)
- 4) [Erreurs de médication chez les patients hospitalisés chez les enfants](#),dernière visite : 17/06/2021, url :<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28965285/>
- 5) eBroselow Neonatal Reviews and Pricing 2021, dernière visite : 18/06/2021,url :<https://sourceforge.net/software/product/Artemis-Neonatal/>
- 6) [Informatisation du Préparatoire hospitalier](#) ,dernière visite : 18/06/2021, url :<https://www.alma.fr/nos-activites/logiciels-sante/votre-domaine/preparatoire-hospitalier/>
- 7) Dernière visite :20/06/2021,url : [http://agapesmiage.free.fr/Packages%20m%E9tiers/Gestionnaire\\_de\\_stocks/Classes%20participantes/rapport\\_participant.pdf](http://agapesmiage.free.fr/Packages%20m%E9tiers/Gestionnaire_de_stocks/Classes%20participantes/rapport_participant.pdf)
- 8) WhatisMVC?Advantages and Disadvantages of MVC, dernière visite : 19/06/2021,url: <https://www.interserver.net/tips/kb/mvc-advantages-disadvantages-mvc/#:~:text=%20Advantages%20of%20MVC%20architecture%3A%20%201%20Development,levels%20properly%20written%20in%20the%20application.%20More%20>

- 9) Dernière visite : 21/06/2021,url :<https://riptutorial.com/Download/atom-editor-fr.pdf>
- 10) GitHub : qu'est-ce que c'est et comment apprendre à l'utiliser ? , dernière visite : 21/06/2021  
url : <https://datascientest.com/github-tout-savoir#:~:text=GitHub%20est%20un%20service%20d%E2%80%99h%C3%A9bergement%20Open-Source%2C%20permettant%20aux,consid%C3%A9rer%20comme%20un%20Cloud%20d%C3%A9di%C3%A9%20au%20code%20informatique.>
- 11) Dernière visite : 21/06/2021,url <https://en.wikipedia.org/wiki/Modelio>
- 12) Whatis HTML5?, dernière visite : 21/06/2021, url:  
<https://whatis.techtarget.com/definition/HTML5>
- 13) WhatisCascading Style Sheets Level 3 (CSS3)?,dernière visite : 21/06/2021, url :
- 14) Qu'est-ce que le JavaScript ?,dernière visite : 21/06/2021, url :  
[https://developer.mozilla.org/fr/docs/Learn/JavaScript/First\\_steps/What\\_is\\_JavaScript](https://developer.mozilla.org/fr/docs/Learn/JavaScript/First_steps/What_is_JavaScript)
- 15) Bootstrap 5: the most important updates, dernière visite : 21/06/2021,url :  
<https://www.ionos.com/digitalguide/websites/web-development/bootstrap-5-whats-new/>
- 16) jQuery - Définition ,dernière visite : 21/06/2021, url :  
<http://glossaire.infowebmaster.fr/jquery/>
- 17) PHP (HypertextPreprocessor) Definition ,dernière visite : 21/06/2021, url :  
<https://techterms.com/definition/php#:~:text=PHP.%20Stands%20for%20%22Hypertext%20Preprocessor.%22%20%28It%20is%20a,%22parsed%22%20by%20the%20server%20the%20page%20resides%20on.>
- 18) Laravel,dernière visite : 21/06/2021, url : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Laravel>
- 19) What's new in Laravel 7 ? Major Update ?,dernière visite : 21/06/2021,url :  
<https://bagisto.com/en/whats-new-in-laravel-7-major-update/>

- 20) WhatisMySQL: MySQL Explained for Beginners ,dernière visite : 21/06/2021,url : <https://www.hostinger.com/tutorials/what-is-mysql>
- 21) Heroku : tout savoir sur le pionnier des PaaS Cloud ,dernière visite : 23/06/2021, url : <https://www.lebigdata.fr/heroku-definition#:~:text=Lanc%C3%A9%20en%202007%2C%20Heroku%20est%20une%20PaaS%20%28plateforme,le%20Cloud%20pour%20permettre%20aux%20internautes%20de%20l%E2%80%99utiliser.>
- 22) Heroku Usage Statistics ,dernière visite : 23/06/2021, url : <https://trends.builtwith.com/hosting/Heroku>
- 23) DB-Engines Ranking, dernière visite : 06/07/2021,url : <https://db-engines.com/en/ranking>,
- 24) Substance active (médicament) ,dernière visite : 21/07/2021, url : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Substance\\_active\\_\(m%C3%A9dicament\)#:~:text=Une%20substance%20active%2C%20principe%20actif%20ou%20ingr%C3%A9dient%20actif,%C3%AAtre%20aussi%20utilis%C3%A9%20pour%20d%C3%A9signer%20la%20substance%20active.](https://fr.wikipedia.org/wiki/Substance_active_(m%C3%A9dicament)#:~:text=Une%20substance%20active%2C%20principe%20actif%20ou%20ingr%C3%A9dient%20actif,%C3%AAtre%20aussi%20utilis%C3%A9%20pour%20d%C3%A9signer%20la%20substance%20active.)
- 25) Nathalie Ferron, Excipient à effet notoire : définition, liste et risques, dernière visite : 21/07/2021, url : <https://www.doctissimo.fr/medicaments/effets-secondaires-des-medicaments/excipient-a-effet-notoire#:~:text=Voici%20la%20liste%20des%20excipients%20%C3%A0%20effet%20notoire,Excipient%207%20%3A%20Acide%20Benzo%C3%AFque%20et%20benzoates%20>
- 26) Antidote, dernière visite : 21/07/2021,url : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Antidote>
- 27) Posologie, dernière visite : 21/07/2021,url : <https://medicament.ooreka.fr/comprendre/posologie>
- 28) Forme galénique, dernière visite : 21/07/2021,url : <https://medicament.ooreka.fr/comprendre/forme-galenique>

# Bibliographie

29) LA-IFU-03-V09, Mode d'emploi PEDeDose, 2018

30) Mathilde Joffroy. Prescriptions hors autorisation de mise sur le marché. Sciences pharmaceutiques. 2015. ffhal-01733028f

## Résumé :

La majorité des problèmes qui se pose souvent dans les préparations pharmaceutiques pédiatriques sont dû à des prescriptions des médicaments pour des enfants sans détailler la procédure de préparation. Et donc, les préparateurs et les pharmaciens préparateurs se retrouvent à faire des dilutions et des dosages erronés pouvant entrainer des effets graves voire mortels.

Notre projet vise une élaboration d'un système qui assure les bonnes pratiques de fabrication de médicaments pédiatriques, dès l'enregistrement précis de la recette pédiatrique puis sa validation et sa protection contre les modifications par les non-spécialistes, puis l'aide à sa préparation en pas à pas jusqu'à l'impression des étiquettes pour chaque recette préparée.

Mot clé : Préparation pharmaceutique, calcul de posologie, pédiatrie.

## Abstract :

The majority of problems that often arise in pharmaceutical preparations are due to prescriptions of drugs for children without detailing the preparation procedure. And therefore, the preparers and the pharmacists preparers find themselves making dilutions and erroneous dosages which can lead to serious or even fatal effects.

Our project aims to develop a system that ensures good manufacturing practices for pediatric drugs, from the precise registration of the pediatric recipe, then its validation and protection against modifications by non-specialists, then help with its preparation step by step until the labels are printed for each recipe prepared.

Keyword: Pharmaceutical preparation, dosage calculation, pediatrics.

## ملخص :

تعود غالبية المشاكل التي تواجه في المستحضرات الصيدلانية للأطفال إلى وصف الأدوية دون تفصيل في إجراءات التحضير. وبالتالي، يجد الممرضون والصيدلة أنفسهم يقومون بإجراء تخفيفات وجرعات غير صحيحة يمكن أن تؤدي إلى آثار خطيرة أو حتى قاتلة.

يهدف مشروعنا إلى تطوير نظام يضمن ممارسات التصنيع الجيدة للأدوية الموجهة إلى طب الأطفال، من التسجيل الدقيق للوصفة الطبية للطفل ، و التحقق من صحتها وحمايتها من التعديلات من قبل غير المتخصصين ، ثم المساعدة في إعدادها خطوة بخطوة إلى طباعة ملصقات خاصة بكل وصفة معدة.

الكلمة المفتاحية: التحضير الصيدلاني ، حساب الجرعات ، طب الأطفال.