

# Dédicace

# Remerciements

Nous remercions particulièrement le Dieu tout puissant pour le souffle de vie.

Nos remerciements vont également :

- Au superviseur **Dr Enga Vincent** pour les conseils et le suivi au cours du projet,
- L'encadreur académique **Mr. Tchouta Alain Serge** pour les conseils et le suivi au cours du projet,
- L'encadreur professionnel **Mr. KITIO Christian** pour la supervision et le suivi au cours du projet,
- Au président fondateur **M. GUIMEZAP Paul** pour l'accueil dans son établissement scolaire,
- Au directeur général de Monglo Technology, **M. MONGLO Germain** pour avoir accepté de nous recevoir au sein de son entreprise,
- Aux enseignants de l'IUC pour les connaissances apportées et leurs conseils,
- A Mes parents, pour le soutien qu'ils m'ont toujours apporté,
- A mes Frères et sœurs un très grand merci pour le soutien financier et moral,
- Aux amis qui n'ont cessé de m'encourager et de me motiver,
- Aux Camarades de classe pour l'accompagnement.
- A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouvez en ces mots l'expression de ma grande considération.

# Sommaire

Remerciements	2
Sommaire	3
Introduction	6
<b>I ÉTAT DE L'ART</b>	<b>7</b>
<b>1 PRÉSENTATION DU PROJET</b>	<b>8</b>
1.1 Compréhension du sujet . . . . .	8
<b>II RÉALISATION</b>	<b>10</b>
<b>2 Analyse et conception</b>	<b>11</b>
2.1 Analyse de la solution . . . . .	11
2.2 Cadrage du projet . . . . .	11
2.3 Analyse du système . . . . .	19
<b>Bibliographie</b>	<b>32</b>
<b>Table des matières</b>	<b>33</b>

## Résumé

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

***Mot clé*** — one, two, three, four

### **Abstract**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

**Keys words** — one, two, three, four

# Introduction

## Contexte

La chimie est un domaine de la science très expérimentale nécessitant des observations pour une compréhension du sujet étudié en vue d'y apporter des applications dans la vie courante. Une grande et bonne compréhension de ce domaine pourrait apporter de nombreuses idées de recherche qui permettront des avancées significatives dans de nombreux domaines (agriculture, industrie, mode, la mécanique, l'énergie...), avancées qui pourraient à leur tour faciliter le processus d'émergence en Afrique et plus précisément au Cameroun. Au vu de la portée de son champ d'action, l'enseignement d'une telle discipline devrait être très rigoureuse dans l'objectif d'une meilleure compréhension du sujet. Malheureusement, son enseignement dans notre système éducatif plus précisément dans l'enseignement secondaire est assez limité par de nombreux facteurs.

Nombreux facteurs parmi lesquels nous pouvons présenter les dangers que représente des expérimentations de la chimie pour des débutants qui en l'absence de la supervision de quelqu'un d'expérimenté pourraient s'exposer à des accidents graves voire mortels, nous pouvons aussi présenter l'aspect financier qui est un facteur très important, en effet la réalisation d'expérience chimique a un coût matériel assez important, on parle ici du local d'expérimentation, du matériel d'expérimentation fragile et d'élément chimique à se procurer et à rationner au fil des expériences, matériels et équipement qui pourraient venir à manquer en cas de mauvaise gestion ou des détérioration du au temps ou à un accidents.

## Problématique

A la suite d'une observation et des problèmes énumérés plus haut, nous nous sommes posés la question suivante : « **Comment l'utilisation des technologies informatiques pourrait-elle contribuer à faciliter l'enseignement de la chimie dans notre système éducatif plus précisément dans l'enseignement secondaire ?** » Autrement dit, pourrait-on envisager une plateforme permettant la simulation d'un laboratoire de chimie en limitant les risques d'accident au cours des expérimentations et aussi en limitant les coûts de maintenance du matériel une fois l'environnement fonctionnel ?

Première partie

ÉTAT DE L'ART

# Chapitre 1

## PRÉSENTATION DU PROJET

### 1.1 Compréhension du sujet

#### 1.1.1 Context

La chimie est un domaine de la science très expérimentale nécessitant des observations pour une compréhension du sujet étudié en vue d'y apporter des applications dans la vie courante. Une grande et bonne compréhension de ce domaine pourrait apporter de nombreuses idées de recherche qui permettront des avancées significatives dans de nombreux domaines (agriculture, industrie, mode, la mécanique, l'énergie...), avancées qui pourraient à leur tour faciliter le processus d'émergence en Afrique et plus précisément au Cameroun. Au vu de la portée de son champ d'action, l'enseignement d'une telle discipline devrait être très rigoureuse dans l'objectif d'une meilleure compréhension du sujet. Malheureusement, son enseignement dans notre système éducatif plus précisément dans l'enseignement secondaire est assez limité par de nombreux facteurs.

Nombreux facteurs parmi lesquels nous pouvons présenter les dangers que représente des expérimentations de la chimie pour des débutants qui en l'absence de la supervision de quelqu'un d'expérimenté pourraient s'exposer à des accidents graves voire mortels, nous pouvons aussi présenter l'aspect financier qui est un facteur très important, en effet la réalisation d'expérience chimique a un coût matériel assez important, on parle ici du local d'expérimentation, du matériel d'expérimentation fragile et d'élément chimique à se procurer et à rationner au fil des expériences, matériels et équipement qui pourraient venir à manquer en cas de mauvaise gestion ou des détérioration du au temps ou à un accidents.

#### 1.1.2 Délimitation du sujet et hypothèse du travail

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus.



Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Deuxième partie

RÉALISATION

# Chapitre 2

## Analyse et conception

### 2.1 Analyse de la solution

### 2.2 Cadrage du projet

#### 2.2.1 Le projet

##### 2.2.1.1 Le nom

Le projet à réaliser consiste à pouvoir dispenser les cours (médecine, mathématiques, chimie) du système éducatif et le travail portera sur le module d'apprentissage de la chimie, d'où le nom **vredu chemistry lab**.

##### 2.2.1.2 Définition succincte

**vredu chemistry lab** sera développée pour la plateforme de réalité virtuelle et les navigateurs web. Elle se devra donc d'être compatible non seulement avec tous les casques de réalité virtuelle de la marque OCULUS mais aussi avec tous les appareils disposant d'un navigateur web. Il sera ainsi possible pour un enseignant de programmer une expérience chimique sur un navigateur web afin que l'apprenant puisse la suivre sur son casque de réalité virtuelle.

##### 2.2.1.3 Caractéristiques essentielles

Notre application sera caractérisée par :

- Une Accessibilité sur tous les formats d'équipements numériques de la marque oculus et sur les appareils disposant d'un navigateur web,
- Prise en charge des éléments permettant d'effectuer une réaction chimique (éléments du tableau périodique, éprouvettes, béchers, centrifugeuses...).

##### 2.2.1.4 Motifs qui sous-tendent ce projet

De nos jours, l'univers numérique offre énormément d'opportunités en ce qui concerne l'acquisition de connaissance grâce à la grande quantité d'information échangée. La chimie est une science dont l'apprentissage se fait de façon expérimentation, expériences entourées de contraintes auxquelles une solution digitale pourrait être la solution à savoir :

- Annuler la contrainte du lieu des expériences.
- Annuler la contrainte liée à l'acquisition et à la maintenance du matériel d'expérimentation.
- Limitation des risques d'accidents. Durant les expérimentations.
- Diminution des coûts de maintenance et d'acquisition du matériel de laboratoire.

## 2.2.2 Les objectifs

### 2.2.2.1 Objectifs techniques

- **Résultats attendus** : A la fin de ce projet, nous devons avoir deux applications, une pour le web permettant à un enseignant de chimie la création de réaction chimiques auxquelles les apprenants participent par le billet de la seconde application qui elle tournera dans un environnement immersif virtuel.
- **Objectif principal** : Obtenir un laboratoire de chimie virtuelle permettant la simulation des réactions chimiques.
- **Objectifs secondaires** :
  - Représentation des réactifs et des produits en trois dimensions
  - Calcul des quantités de matière des réactifs dans une solution
  - Calcul de la concentration des réactifs dans une solution
  - Calcul de la masse molaire moléculaire des réactifs dans une solution
  - Calcul du pH d'une solution

### 2.2.2.2 Objectifs de délai

L'application doit être réalisée dans un délai de sept mois à compter de la date du 10 mai 2022.

### 2.2.2.3 Objectifs de coûts

#### 2.2.2.3.1 Estimation de la main d'œuvre

##### 1. Les différents modèles d'estimation des coûts et ressources d'un projet

Au cours de nos recherches, nous avons trouvé de nombreux modèles d'estimation des coûts et ressources d'un projet. Nous pouvons entre autres parlé de :

- a) **La méthode descendante** : reste extrêmement populaire dans la gestion de projets contemporains. L'expression « top-down » (descendante) signifie que les instructions sont données en amont. Les objectifs du projet sont fixés par la direction.
- b) **La méthode ascendante** : elle se caractérise par une participation proactive de l'équipe dans le processus d'exécution du projet. Les membres de l'équipe sont invités à participer à toutes les étapes du processus de gestion. L'ensemble de l'équipe est amené à décider de la marche à suivre.
- c) **La méthode COCOMO** : (acronyme de l'anglais Constructive Cost Model) est un modèle permettant de définir une estimation de l'effort à fournir dans un développement logiciel et la durée que ce dernier prendra en fonction des ressources allouées.

Sachant que la majeure partie du travail est consacrée à la production du logiciel, nous nous inspirons de la méthode COCOMO pour estimer les coûts de la ressource humaine à ce niveau, lesquels coûts seront inclus dans les coûts globaux de la solution envisagée.

## 2. Le modèles d'estimation des coûts COCOMO

Cocomo (Constructive Cost Model) est un modèle de régression basé sur le LOC, c'est-à-dire le nombre de lignes de code. Il s'agit d'un modèle procédural d'estimation des coûts pour les projets logiciels et souvent utilisé comme processus de prédiction fiable des divers paramètres associés à la réalisation d'un projet, tels que la taille, l'effort, le coût, le temps et la qualité. Il a été proposé par Barry Boehm en 1970 et repose sur l'étude de 63 projets, ce qui en fait l'un des modèles les mieux documentés. Différents modèles de Cocomo ont été proposés pour prédire l'estimation des coûts à différents niveaux, en fonction de la précision et de l'exactitude requises. Tous ces modèles peuvent être appliqués à une variété de projets, dont les caractéristiques déterminent la valeur de constante à utiliser dans les calculs ultérieurs. Ces caractéristiques propres à différents types de systèmes sont mentionnées ci-dessous :

- a) **Organique** – Un projet logiciel est dit de type organique si la taille de l'équipe requise est suffisamment petite, si le problème est bien compris et a été résolu dans le passé et si les membres de l'équipe ont une expérience nominale du problème.
- b) **Semi-détaché** – Un projet logiciel est dit de type semi-détaché si les caractéristiques vitales telles que la taille de l'équipe, l'expérience, la connaissance des différents environnements de programmation se situent entre celles de l'organique et de l'Embedded. Les projets classés comme semi-détachés sont comparativement moins familiers et difficiles à développer par rapport aux projets organiques et nécessitent plus d'expérience et une meilleure orientation et créativité. Ex : Les compilateurs ou différents Systèmes Embarqués peuvent être considérés de type Semi-Détachés.
- c) **Intégré** – Un projet logiciel nécessitant le plus haut niveau de complexité, de créativité et d'expérience entre dans cette catégorie. Un tel logiciel nécessite une taille d'équipes plus importantes que les deux autres modèles et les développeurs doivent également être suffisamment expérimentés et créatives pour développer des modèles aussi complexes.

Tableau 2.1 – types de projet COCOMO

Type de projet	Effort en Homme Mois	Temps de Développement
ORGANIQUE	$2.4(KDSI)^{1.05}$	$2.5(HM)^{0.38}$
MEDIAN	$3.0(KDSI)^{1.12}$	$2.5(HM)^{0.35}$
IMBRIQUÉ	$3.6(KDSI)^{1.20}$	$2.5(HM)^{0.32}$

Le projet est estimé à 20 KDSI (nombre de milliers d'instructions source livrées) en mode organique (Il est défini par une innovation minimale, une organisation simple en petites équipes expérimentées).

**Formule :**

$$E^1 = 2.4 \cdot KLOCx^{1.05}$$

$$D^2 = 2.5 \cdot E^{0.38}$$

**Application numérique :**

$$E = 2.4 \cdot 10^{1.05} \approx 27 Personnes/Mois$$

$$D = 2.5 \cdot 56^{0.38} \approx 8 Mois$$

Tableau 2.2 – Estimation des coûts

Participant	Quantité	Durée en semaine	Cout/Semaine	Cout total
<b>Chef de projet</b>	1	4	200.000 XAF	800.000 XAF
<b>Développeur</b>	1	32	100.000 XAF	3.200.000 XAF
<b>Testeur</b>	2	1	50.000 XAF	50.000 XAF
<b>Total</b>				4.050.000 XAF

#### 2.2.2.3.2 Estimation matérielle et logiciel

Ce tableau présente une estimation du matériel selon le besoin et la durée.

- 
1. E = Effort en Personne-Mois
  2. D = Durée en Mois.

Tableau 2.3 – Estimation des coûts matériels

Ressource	Nombre de payement	Cout par payement	Total
Desktop monté avec les caractéristiques : 32Go de RAM, Une carte graphique Nvidia GeForce GTX 1070, 250Go de disque dur SSD, 1To de disque dur HDD, Processeur Intel core i7 3.60GHz, Boitier et carte graphique predator, Ecran 32 pouces, Clavier HP	7	23.472 XAF	164.304 XAF
1 serveur de développement : 100 Go SSD, 4 Go Ram, Ubuntu 20	7	80.000 XAF	560.000 XAF
1 serveur git : 2Go RAM, 30 Go HDD, Ubuntu 20	7	80.000 XAF	560.000 XAF
1 casque oculus	7	80.000 XAF	560.000 XAF
Connexion Internet haut débit	7	80.000 XAF	560.000 XAF
Rider	7	80.000 XAF	560.000 XAF
Unreal engine	7	80.000 XAF	560.000 XAF
Webstorm	7	80.000 XAF	560.000 XAF
<b>Total</b>			1.673.304 XAF

Le coût du matériel est ainsi estimé à : **1.673.304 XAF**

Ainsi le coût total du projet est de **5.723.304 XAF**

## 2.2.3 La technique

### 2.2.3.1 La base sur laquelle le projet s'appuie

Nous avons déjà eu à réaliser des projets en informatique et en particulier des applications Web, bien que les applications de réalités virtuelles soient pour nous une nouvelle expérience, nous pensons pouvoir y parvenir grâce la communauté qui est nombreuse et également l'aide des professionnels en stage notamment notre encadreur. De plus, les supports de cours, les enseignants et l'internet (possibilité de documentation) sont des atouts majeurs renforçant cet engagement. Des didacticiels dans des environnement 3D existent déjà, ce qui nous fait encore croire encore plus à la réalisation de ce projet.

### 2.2.3.2 Les difficultés principales de ce projet

- Apporter du réalisme aux réactions chimiques
- Sécurité de l'application

### 2.2.3.3 Les solutions de repli en cas de problème

Pour le problème lié au réalisme à apporter aux expériences, nous avons pensé à confier la réalisation des assets 3D à des tiers qui nous rémunèrent.

En ce qui concerne la sécurité de l'application, vu que l'application sera hébergée en ligne nous nous informerons sur les différents risques liés à un tel hébergement et tenterons de les éviter lors de la phase de développement.

## 2.2.4 Le planning

### 2.2.4.1 Dates clés

- Date de début : 10 mai 2022
- Date de fin : 03 décembre 2022

### 2.2.4.2 Grandes phases du planning

Pour la gestion du temps, il existe des méthodes de planification prévisionnelle de projet tel que le diagramme de Gantt. Ce dit diagramme regroupe toutes les tâches, les durées et les ressources ordonnées de manière graduelle permettant à toute l'équipe de suivre son évolution. Il peut être modifié au fur et à mesure en fonction des délais respectés ou pas ainsi que des imprévus. Dans le cadre de notre projet, la planification de nos tâches nous a permis de ressortir le diagramme de Gantt suivant :

Tableau 2.4 – Estimation des coûts matériels

Phase	Taches		Durée en jour	Durée en heure	Prédécesseurs
Analyse	Cadrage du projet (A)		4	36	
	Etude l'existant (B)		5	45	A
	Elaboration du diagramme des cas d'utilisation (C)		3	27	B
	Elaboration des diagrammes de séquence (D)		3	27	B
Conception	Elaboration du diagramme de classe (E)		5	45	D,C
	Elaboration du diagramme de déploiement (F)		1	9	D,C
Implémentation	Back end	Module de gestion des utilisateurs (G)	15	135	F
		Module de gestion des éléments chimiques (H)	12	108	G,E
		Module de gestion des équipements de laboratoire (I)	15	135	H
		Tests (J)	2	18	I
	Front end	Module de gestion des utilisateurs (K)	15	135	J
		Module de gestion des éléments chimiques (L)	15	135	K
		Module de gestion des équipements de laboratoire (M)	10	90	L
		Tests (N)	2	18	M
	Interfaces 3D	Menus et interface d'accueil (O)	10	90	N
		Gestion des réactions chimiques (P)	25	225	N
		Tests (Q)	5	45	O,P
Transition	Tests (R)		5	45	Q
Total			152	1368	

Ce tableau nous permettra de réaliser notre diagramme Gantt.

### 2.2.4.3 Diagramme Gantt

Ce diagramme présente le planning général du projet, fait en utilisant le logiciel Gantt Project.



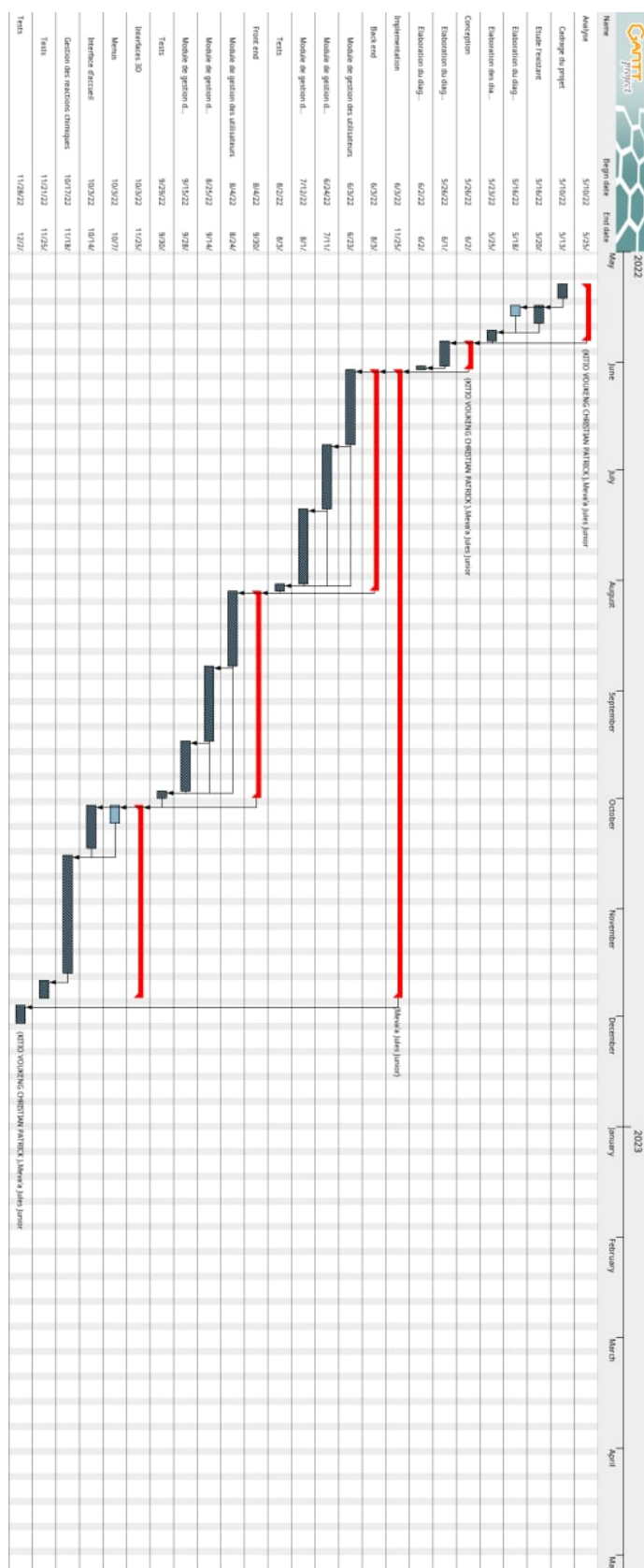


FIGURE 2.1 – Diagramme de gantt du projet

De ce diagramme, ressort la date de début du projet qui est le 10 mai 2022 et la date de fin le 03 Décembre 2022. La durée du projet est de 156 jours. Le chemin critique est noté en bleu sombre sur ce diagramme.

## 2.2.5 Les moyens

### 2.2.5.1 Moyens humains

Ici nous retrouvons l'équipe chargée de la réalisation du module **Mr. KITIO VOUKENG Christian PATRICK** directeur technique a monglo-technologie et **MEVA'A JULES JUNIOR** stagiaire en développement et en management des solutions digitales et datas a monglo-technologie.

### 2.2.5.2 Moyens matériels

Tableau 2.5 – Moyens matériels

Ordinateurs desktop	32Go de RAM, Une carte graphique Nvidia GeForce GTX 1070, 250Go de disque dur SSD, 1To de disque dur HDD, Processeur Intel core i7 3.60GHz, Boitier et carte graphique predator, Ecran 32 pouces, Clavier HP
1 Casque de réalité virtuelle Oculus Quest	
1 serveur git	
1 serveur git	

## 2.2.6 Le management du projet

Pour la réalisation de ce projet, nous disposons des ressources humaines suivantes :

Tableau 2.6 – Le management du projet

Noms	Fonctions
Mr. KITIO VOUKENG CHRISTIAN PATRICK	Responsable du projet, analyste et testeur
MEVA'A JULES JUNIOR	Analyste, développeur et testeur

## 2.2.7 La communication

### 2.2.7.1 Communication interne du projet

- Collaboration via GitLab
- Communication via telegram
- Réunion en présentielle ou en ligne (en fonction du contexte) pour l'évaluation de l'évolution du projet et les tests

### **2.2.7.2 Communication externe**

- Avec les encadreurs académiques
  - La communication avec l'encadreur se fera par des séances de travail en présentielles et parfois par moyens téléphoniques.
- Avec les potentiels client
  - Information des corps administratif, professoral et étudiantin via les réseaux sociaux (twitter, groupes WhatsApp, Facebook, telegram) de l'existence de l'application.
  - Publication des affiches et spots publicitaires
  - Descente dans les établissements

## **2.3 Analyse du système**

### **2.3.1 Analyse fonctionnelle**

Il s'agit là des fonctionnalités que doivent posséder le système :

#### **2.3.1.1 Identification des acteurs**

Un acteur représente un rôle joué par une entité externe (utilisateur humain, dispositif matériel ou autre système) qui interagit directement avec le système étudié. Un acteur peut consulter et/ou modifier directement l'état du système, en émettant et/ou en recevant des messages susceptibles d'être porteurs de données. Dans le cas de notre application, nous avons pu identifier ces différents acteurs :

- L'administrateur
- L'enseignant
- L'apprenant

#### **2.3.1.2 Identification des cas d'utilisation**

Il est question ici de ressortir une manière d'utiliser le système et d'en décrire les exigences fonctionnelles. Nous avons retenu les cas d'utilisation suivants :

Tableau 2.7 – Les acteurs du systeme et leurs cas d'utilisation

Acteurs	Cas d'utilisations
<b>L'apprenant</b>	Effectuer une réaction chimique
<b>L'enseignant</b>	S'inscrire
	Se connecter
	Consulter son compte
	Modifier son compte
	Supprimer son compte
	Créer, Lister, Modifier, activer, désactiver et supprimer des éléments chimiques
<b>Administrateur</b>	Effectuer tous les cas d'utilisation de l'enseignant
	Lister, activer, désactiver, modifier et supprimer un compte utilisateur.
	Lister, activer, désactiver, modifier et supprimer toutes les réactions chimiques.
	Lister, activer, désactiver, modifier et supprimer tous les éléments chimiques
	Créer, lister, modifier, activer, désactiver et supprimer du matériel de laboratoire.

### 2.3.1.3 Diagramme des cas d'utilisation

Les diagrammes de cas d'utilisation sont des diagrammes utilisés pour une représentation du comportement fonctionnel d'un système logiciel. Ils permettent d'avoir une vue d'ensemble entre les fonctionnalités d'un système et les acteurs qui en bénéficient.

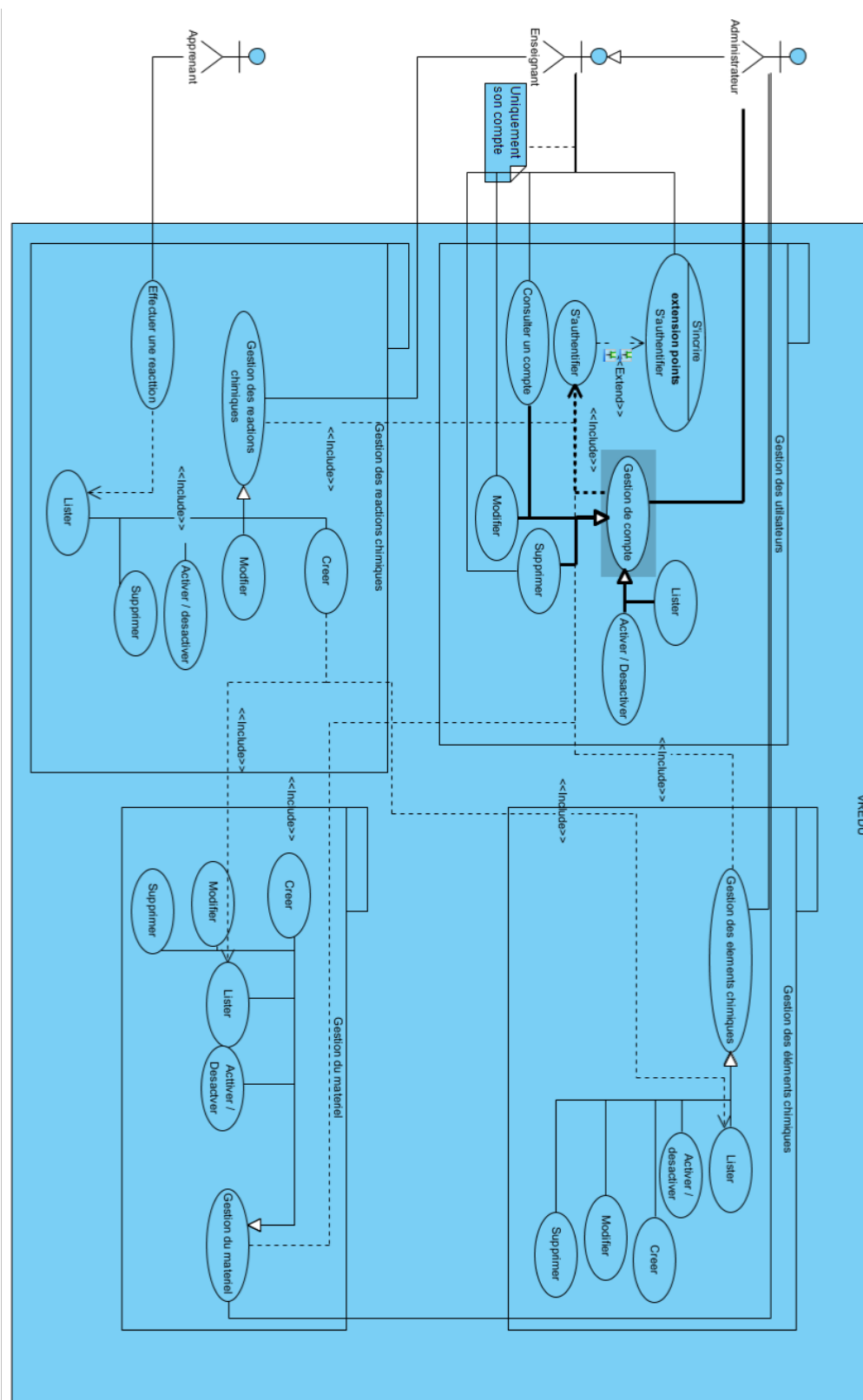


FIGURE 2.2 – Diagramme des cas d'utilisation

De ce diagramme ressortent les différents groupe fonctionnalités du module de chimie de

l'application VREDU à savoir : le module de gestion des utilisateurs qui permettra la gestion des compte utilisateur (administrateur et enseignant), le module de gestion des éléments chimique qui permettra les opérations de création, modification. Activation et désactivation des éléments chimiques, le module de gestion des réactions chimiques et le module de gestion du matériel de laboratoire.

#### 2.3.1.4 Description textuelle de quelques cas d'utilisation

##### — S'authentifier

- Sommaire d'identification
  - Titre : s'authentifier
  - Acteurs : Administrateur et enseignant
  - Objectif : Il permet à l'acteur de s'identifier et se connecter en saisissant son login et mot de passe.
- Description des scénarios
  - Précondition : L'acteur doit avoir ouvert l'application
  - Post condition :
    - Acteur connecté.
    - Ouverture de l'interface utilisateur.
  - Scénario nominal
    1. L'acteur demande à ouvrir la page de connexion
    2. Le système affiche la page de connexion
    3. L'acteur saisit le nom d'utilisateur et son mot de passe
    4. Le système vérifie les données
    5. Le système connecte l'acteur et affiche l'interface utilisateur
  - Scénario alternatif
    - A. Erreur de connexion : nom d'utilisateur ou mot de passe non valide  
Cet enchaînement démarre au point 4
    - 5. Le système affiche un message d'erreur correspondant au problème d'identifiants incorrectes.
    - B. Erreur de connexion : le compte est désactivé  
Cet enchaînement démarre au point 4
    - 5. Le système affiche un message d'erreur correspondant au problème de compte désactive

##### — Création d'élément chimique

- Sommaire d'identification
  - Titre : Création d'élément chimique
  - Acteurs : Administrateur et enseignant
  - Objectif : Il permet à l'acteur de créer un élément chimique pour la plateforme.
- Description des scénarios
  - Précondition : Acteur connecté.
  - Post condition :
    - Élément chimique crée dans la base de données.
  - Scénario nominal
    1. L'acteur demande du formulaire de création des éléments

2. Le système affiche le formulaire de création des éléments
  3. L'acteur soumet le formulaire de création
  4. Le système vérifie les données
  5. Le système enregistre l'élément chimique et réinitialise le formulaire
- Scénario alternatif
    - A. Erreur information soumise incorrects  
Cet enchaînement démarre au point 4
    - 5. Le système affiche un message d'erreur pour informations soumises incorrect.
  - **Effectuer une réaction**
    - Sommaire d'identification
      - Titre : Effectuer une réaction
      - Acteurs : Apprenant
      - Objectif : Il permet à l'acteur de réaliser une réaction chimique sur la plateforme.
    - Description des scénarios
      - Précondition : Application ouverte.
      - Post condition :
        - L'interface de réalisation des réactions ouverte.
    - Scénario nominal
      1. L'acteur demande le formulaire d'identification des réactions
      2. Le système affiche le formulaire d'identification des réactions
      3. L'acteur saisi l'identifiant d'une réaction et soumet le formulaire
      4. Le système recherche a réaction
      5. Le système envoie de l'interface de réalisation de la réaction
      6. L'acteur effectue un mélange et l'envoie
    - Scénario alternatif
      - A. Erreur réaction introuvable.  
Cet enchaînement démarre au point 4
      - 5. Le système affiche un message d'erreur pour réaction introuvable.
      - B. Erreur réaction désactivée
      - 5. Le système affiche un message d'erreur pour réaction désactivée
  - **Création d'une réaction**
    - Sommaire d'identification
      - Titre : Création d'une réaction
      - Acteurs : Administrateur et enseignant
      - Objectif : Il permet à l'acteur de créer une réaction chimique pour la plateforme.
    - Description des scénarios
      - Précondition : Acteur connecté.
      - Post condition :
        - Réaction chimique crée dans la base de données.
    - Scénario nominal
      1. L'acteur demande à créer une réaction
      2. Le système retourne le formulaire de création

3. L'acteur envoie les informations sur la réaction
4. Le système demande une confirmation de création.
5. L'acteur confirme la création
6. Le système enregistre la réaction
- Scénario alternatif
  - A. L'acteur annule la création  
Cet enchaînement démarre au point 4
  - 5. Le système annule la création.  
Le scénario reprend au point 3
- **Suppression d'une réaction**
  - Sommaire d'identification
    - Titre : Suppression d'une réaction
    - Acteurs : Administrateur et enseignant
    - Objectif : Il permet à l'acteur de supprimer une réaction sur la plateforme.
  - Description des scénarios
    - Précondition : Acteur connecté.
    - Post condition :
      - La réaction est supprimée de la base de données de l'application.
  - Scénario nominal
    1. L'acteur demande de la liste des réactions
    2. Le système retourne la liste des réactions
    3. L'acteur sélectionne une réaction
    4. Le système demande une confirmation de suppression.
    5. L'acteur confirme la suppression
    6. Le système supprime la réaction
  - Scénario alternatif
    - A. L'acteur annule la suppression  
Cet enchaînement démarre au point 4
    - 5. Le système annule la suppression.  
Le scénario reprend au point 3

### 2.3.1.5 Diagrammes de séquences

Les diagrammes de séquences sont la représentation graphique des interactions entre les acteurs et le système selon un ordre chronologique.

- **S'authentifier**



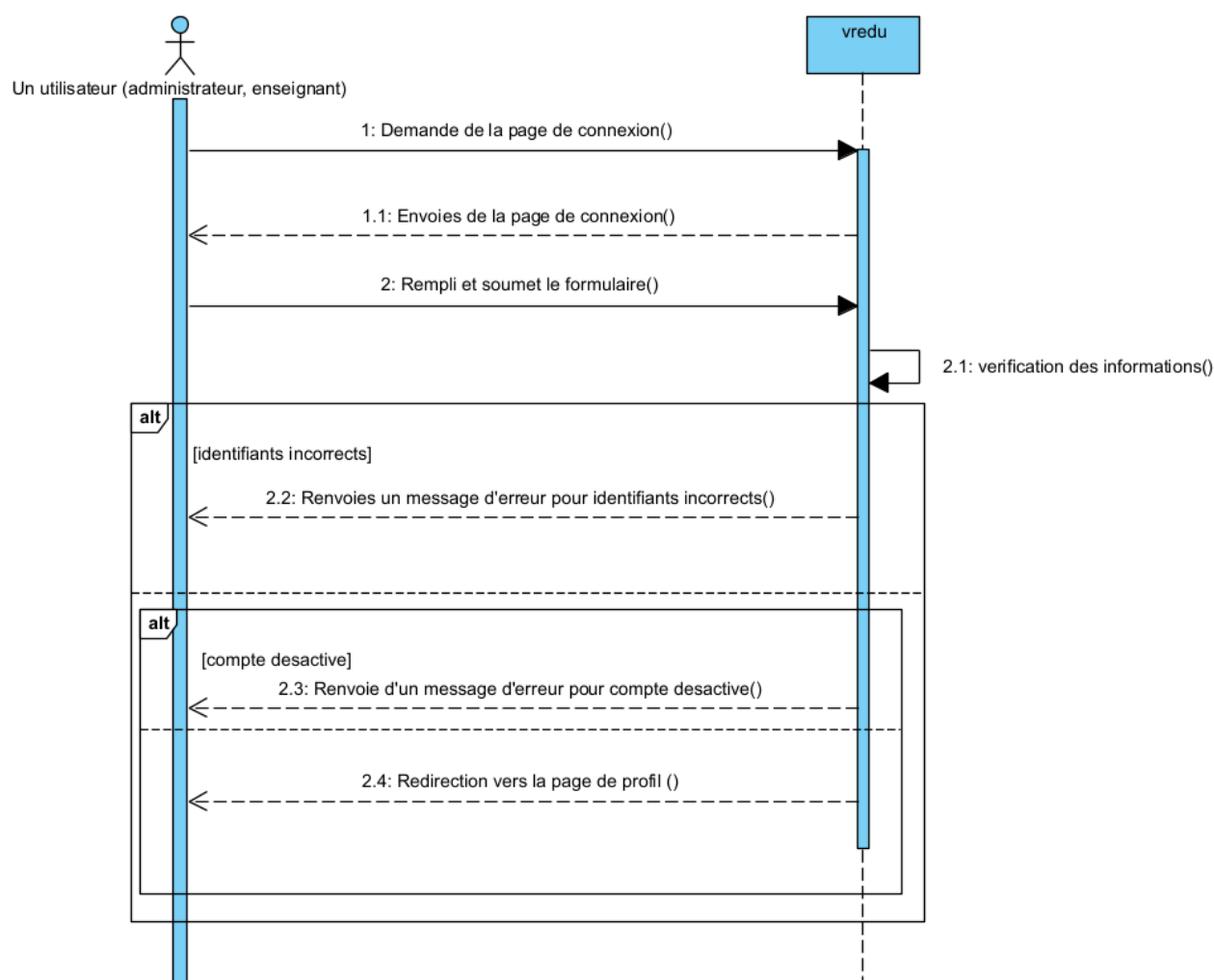


FIGURE 2.3 – Diagrammes de séquences du cas d'utilisation s'authentifier

Ce diagramme fait une description détaillée du cas d'utilisation d'authentification qui permet à un utilisateur d'être reconnu par le système afin de lui accorder certains droits sur le système en fonction de son identité.

— **Création d'élément chimique**

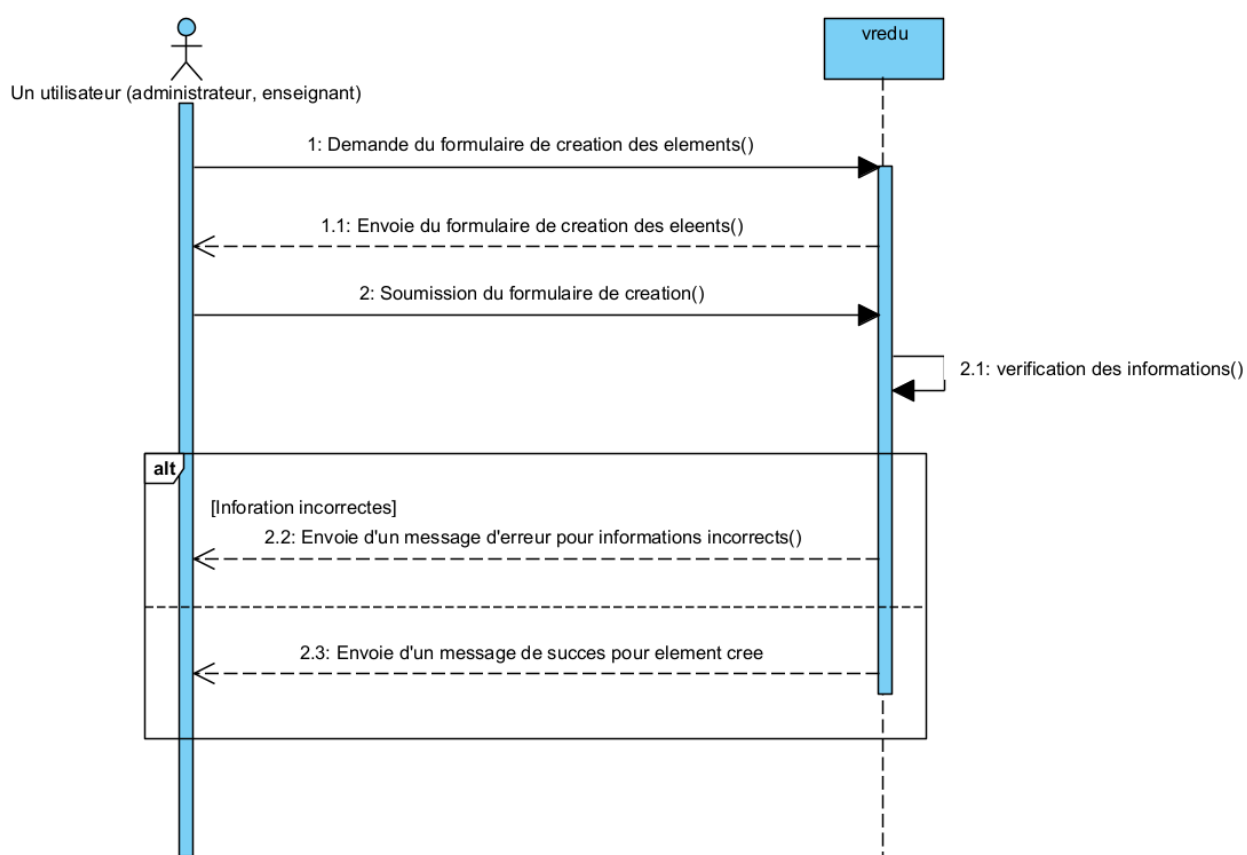


FIGURE 2.4 – Diagrammes de séquences du cas d'utilisation création d'élément chimique

Ce diagramme fait une description détaillée du cas d'utilisation création d'un élément chimique, ce cas permet à un utilisateur connecté de créer un élément chimique pour une réaction chimique.

— **Effectuer une réaction**

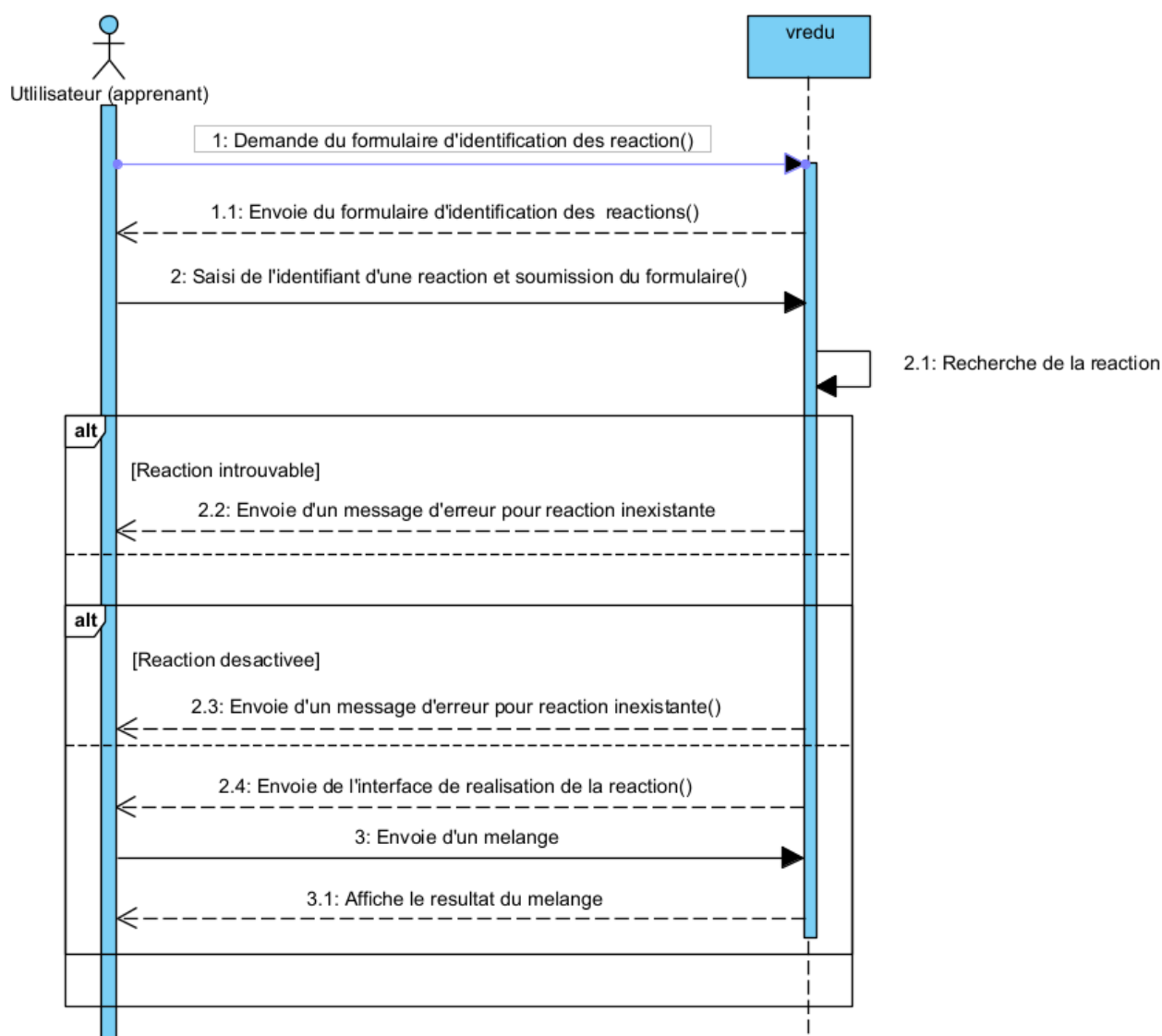


FIGURE 2.5 – Diagrammes de séquences du cas d'utilisation effectuer une réaction

Ce diagramme fait une description détaillée du cas effectuer une réaction qui présente le processus de réalisation d'une réaction chimique sur le système par un apprenant.

### 2.3.1.6 Diagrammes d'activités

Les diagrammes d'activités permettent de mettre l'accent sur les traitements. Ils sont donc particulièrement adaptés à la modélisation du cheminement de flots de contrôle et de flots de données. Ils permettent ainsi de représenter graphiquement le comportement d'une méthode ou le déroulement d'un cas d'utilisation.

#### — Créer une réaction

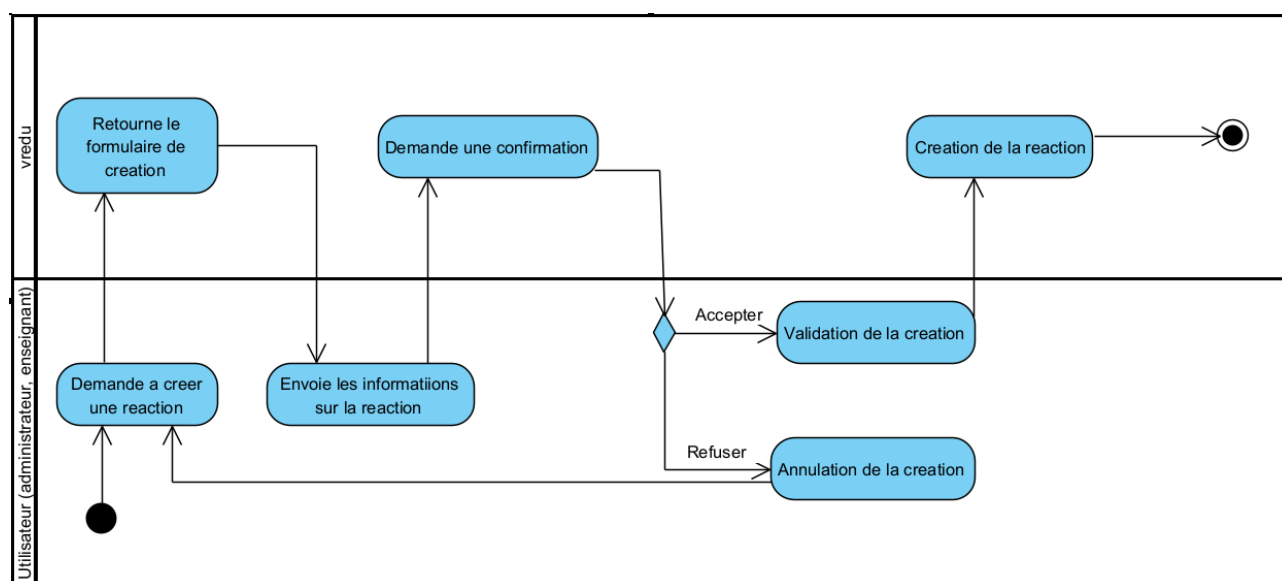


FIGURE 2.6 – Diagrammes d'activités du cas d'utilisation créer une réaction

Ce diagramme fait une description détaillée du cas créer une réaction qui présente le processus de création d'une réaction chimique sur le système par un administrateur ou un enseignant.

#### — Suppression d'une réaction

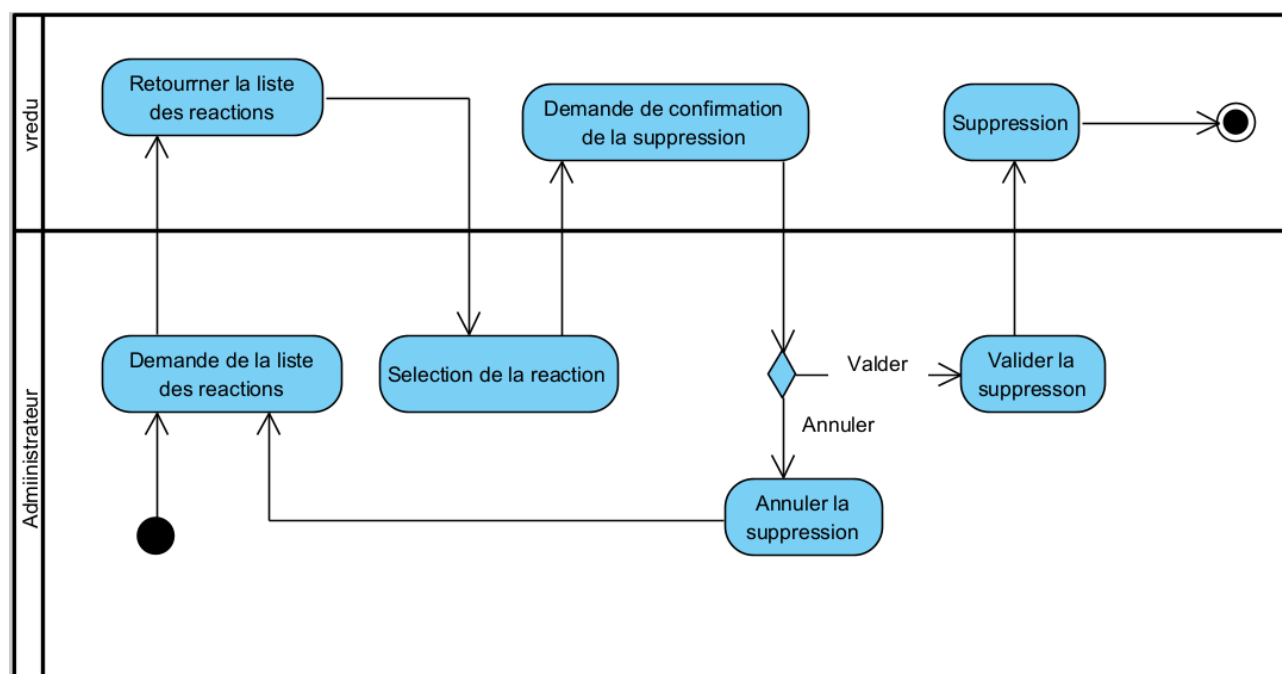


FIGURE 2.7 – Diagrammes d'activités du cas d'utilisation suppression d'une réaction

Ce diagramme fait une description détaillée du cas suppression d'une réaction qui présente le processus de suppression d'une réaction chimique sur le système par un administrateur ou un enseignant.

### 2.3.1.7 Diagramme d'état transition

Un diagramme d'états-transitions est un type de diagramme comportemental en langage de modélisation unifié (UML) qui représente les transitions entre divers objets.

#### — Changement d'état des produits d'une réaction

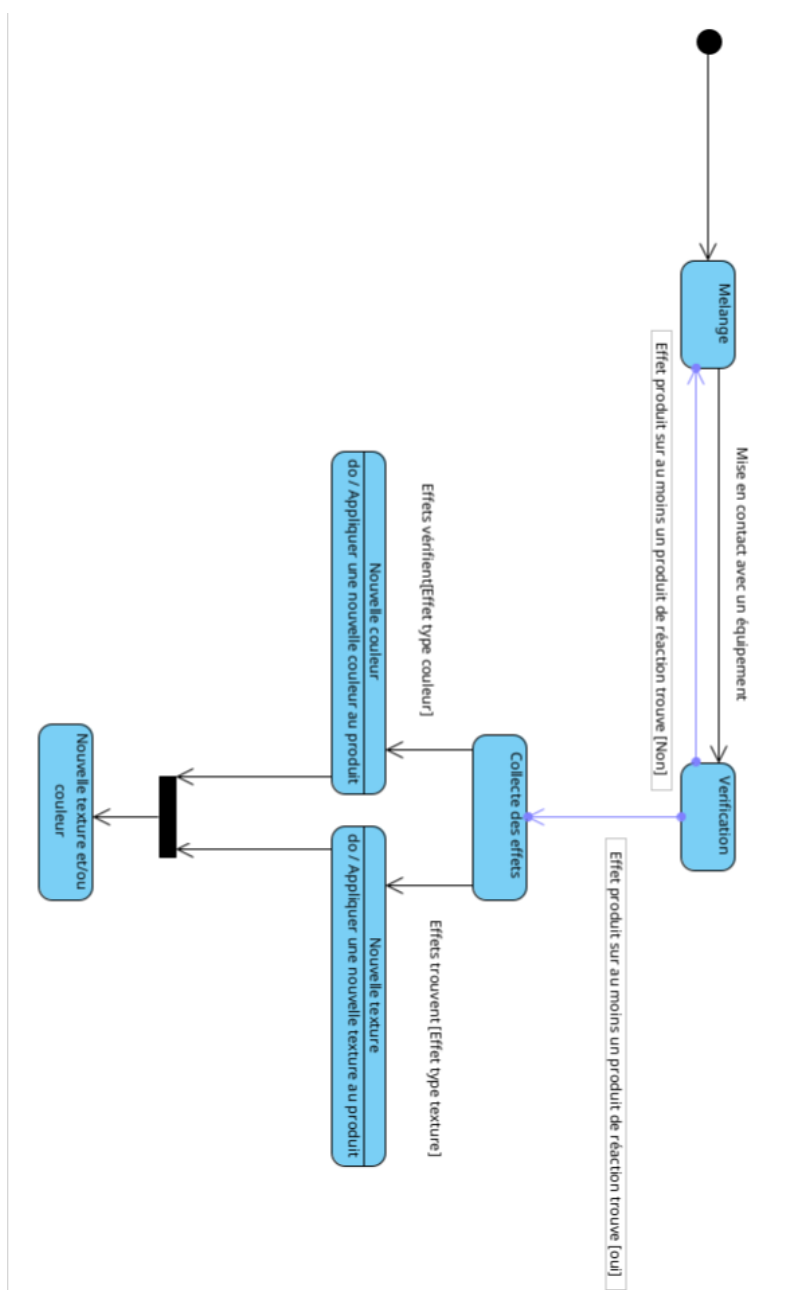


FIGURE 2.8 – Diagramme d'état transition du cas d'utilisation changement d'état des produits d'une réaction

Ce diagramme présente de façon détaillée le processus de changement d'état d'un produit de réaction lors d'une réaction chimique.

#### — Changement d'état d'authentification d'un utilisateur

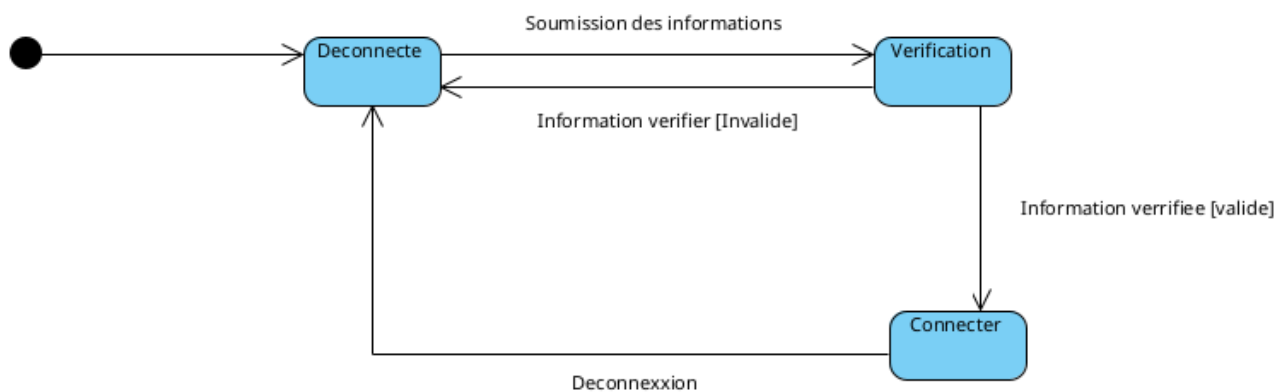


FIGURE 2.9 – Diagramme d'état transition du cas d'utilisation changement d'état d'authentification d'un utilisateur

Ce diagramme présente de façon détaillée le changement d'état d'authentification d'un utilisateur en fonction d'évènement effectués sur la plateforme.

# Conclusion

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

# Bibliographie

- [1] Jinhua Li, Chengtie Wu, Paul K Chu, and Michael Gelinsky. 3d printing of hydrogels : Rational design strategies and emerging biomedical applications. *Materials Science and Engineering : R : Reports*, 140 :100543, 2020.
- [2] Haoyuan Quan, Ting Zhang, Hang Xu, Shen Luo, Jun Nie, and Xiaoqun Zhu. Photo-curing 3d printing technique and its challenges. *Bioactive materials*, 5(1) :110–115, 2020.
- [3] Ben Redwood, Filemon Schöffner, and Brian Garret. *The 3D printing handbook : technologies, design and applications*. 3D Hubs, 2017.



# Table des matières

<b>Remerciements</b>	<b>2</b>
<b>Sommaire</b>	<b>3</b>
<b>Introduction</b>	<b>6</b>
<b>I ÉTAT DE L'ART</b>	<b>7</b>
<b>1 PRÉSENTATION DU PROJET</b>	<b>8</b>
1.1 Compréhension du sujet . . . . .	8
1.1.1 Contexte . . . . .	8
1.1.2 Délimitation du sujet et hypothèse du travail . . . . .	8
<b>II RÉALISATION</b>	<b>10</b>
<b>2 Analyse et conception</b>	<b>11</b>
2.1 Analyse de la solution . . . . .	11
2.2 Cadrage du projet . . . . .	11
2.2.1 Le projet . . . . .	11
2.2.1.1 Le nom . . . . .	11
2.2.1.2 Définition succincte . . . . .	11
2.2.1.3 Caractéristiques essentielles . . . . .	11
2.2.1.4 Motifs qui sous-tendent ce projet . . . . .	11
2.2.2 Les objectifs . . . . .	12
2.2.2.1 Objectifs techniques . . . . .	12
2.2.2.2 Objectifs de délai . . . . .	12
2.2.2.3 Objectifs de coûts . . . . .	12
2.2.3 La technique . . . . .	15
2.2.3.1 La base sur laquelle le projet s'appuie . . . . .	15
2.2.3.2 Les difficultés principales de ce projet . . . . .	15
2.2.3.3 Les solutions de repli en cas de problème . . . . .	16
2.2.4 Le planning . . . . .	16
2.2.4.1 Dates clés . . . . .	16
2.2.4.2 Grandes phases du planning . . . . .	16
2.2.4.3 Diagramme Gantt . . . . .	16

2.2.5	Les moyens . . . . .	18
2.2.5.1	Moyens humains . . . . .	18
2.2.5.2	Moyens matériels . . . . .	18
2.2.6	Le management du projet . . . . .	18
2.2.7	La communication . . . . .	18
2.2.7.1	Communication interne du projet . . . . .	18
2.2.7.2	Communication externe . . . . .	19
2.3	Analyse du système . . . . .	19
2.3.1	Analyse fonctionnelle . . . . .	19
2.3.1.1	Idedntification des acteurs . . . . .	19
2.3.1.2	Identification des cas d'utilisation . . . . .	19
2.3.1.3	Diagramme des cas d'utilisation . . . . .	20
2.3.1.4	Description textuelle de quelques cas d'utilisation . . . . .	22
2.3.1.5	Diagrammes de séquences . . . . .	24
2.3.1.6	Diagrammes d'activités . . . . .	27
2.3.1.7	Diagramme d'état transition . . . . .	29
	<b>Bibliographie</b>	<b>32</b>
	<b>Table des matières</b>	<b>33</b>