



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université AMO de Bouira  
Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées  
Département d'Informatique  
Laboratoire de recherches LIMPAF

# Mémoire de MASTER

en Informatique

Spécialité : ISIL

## Thème

---

Développement d'une plateforme web pour une  
gestion centralisée des données pluviométriques

---

### Encadré par

— Dr AID Aicha

### Réalisé par

— BETTAHAR Amina

— ZAKNOUN Fatima Zohra

### Co-encadré par

— Mr ZEROUAL Zakaria Ahmed

### Membre de jurés

— BENNOUAR Djamel

— BAL Kamel

— ZEROUKI Taha

2021/2022

# Remerciements

En préambule à ce mémoire nous remerciant **ALLAH** de nous avoir donné la patience, la force et la persévérance jusqu'à aujourd'hui. C'est grâce à lui que ce présent travail a vu le jour.

Nous désirons remercier nos chers parents qui nous ont soutenus et encouragés durant toute notre vie et pendant notre cursus d'étude.

Nous tenons à remercier sincèrement **Madame AID Aicha** qui, en tant qu'encadrante, s'est toujours montrée à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nous voudrions remercier **MR KACEMI** le chef département d'informatique chez **AGIRE** qui nous a permis d'affecter notre stage dans cet illustre établissement et nous a offert l'opportunité de faire ce travail. Nous remercions également **Mr ZEROUAL** notre co-encadrant pour tout le temps qu'il nous a consacré, pour ses conseils précieux, pour tout son aide et son appui durant la réalisation de ce travail. Sans oublier tout l'équipe d'**AGIRE** pour l'accueil qu'elle nous a réservé, pour le temps que chacun de ses membres nous a accordé et pour l'aide qu'elle nous a apportée.

Nous tenons à remercier chacun des membres du jury pour nous avoir fait l'honneur d'examiner et d'évaluer notre travail.

Nos remerciements sont destinés de même à, tous nos enseignants du département informatique de l'université de Bouira Akli Mohand Oulhadj.

Nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours encouragés au cours de la réalisation de ce mémoire. Merci à tous et à toutes.

# Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien  
et leurs prières tout au long de mes études.

A mes chères sœur Souad et Raouia pour leurs encouragements permanents, et leur  
soutien moral.

A mon cher frère Mohamed, pour leur appui et leur encouragement.

A ma source de bonheur ma nièce Emilia.

A mon binôme Amina.

A mes chères amies Sara, Ouassila, A tous mes amis.

A ma cousine Lydia.

A vous cher lecteur.

*ZAKNOUN Fatima Zohra*

# Dédicaces

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

A l'homme, mon précieux offre du dieu qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect :mon chère père BETTAHAR Redouane.

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère ATTOU Khadoudja.

A mes trois princesses, mes plus belles sœurs Wissem, Linda et Ilheme que dieu vous garde pour moi inch-Allah.

A tous mes amis que j'ai connu jusqu'à maintenant Merci pour leurs amours et leurs encouragements.

Sans oublier mon binôme Fatima pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

*BETTAHAR Amina*

# Résumé

En Algérie, il n'y a pas de système informatique permettant de gérer les données sur les précipitations. Le problème important est la gestion des données pluviométriques. Les données relatives aux précipitations sont réparties dans diverses bases de données dans des formats différents et leur accès est difficile. Ce qui complique le travail sur ces données.

Afin de trouver une solution à ce problème nous avons fait une analyse sur les systèmes qui existent déjà en Algérie et extraire les différentes difficultés et les lacunes qui manquent dans ce système.

Le but de notre travail est de faciliter l'acquisition des données pluviométrique d'un côté, et d'éliminer le validateur d'un autre côté, en se basant sur le système d'un seul utilisateur. Ce qui permet de résoudre plusieurs problèmes qui concernent le partage des données et l'insertion des données sans attendre la validation.

Ce projet vise à la mise en œuvre d'un système de gestion de centralisation des données pluviométriques, qui fournissent des services pratiques aux employés en leur facilitant l'insertion des données grâce à l'importation des fichiers existants automatiquement plus d'autres fonctionnalités, et ainsi, pour les gens qui s'intéressent aux données pluviométriques ce projet partage avec eux leurs besoins avec toute satisfaction.

Nous montrons que notre système peut améliorer les performances de gestion des données et éliminer les nombreuses tâches manuelles.

**Mots clés :** Pluviométrie, données pluviométriques, gestion des données, application web, Python, ...

## Abstract

In Algeria, there is no computer system to manage rainfall data. The important problem is the management of rainfall data. Rainfall data is distributed in various databases in different formats and access to them is difficult. This complicates the work on these data.

In order to find a solution to this problem we have made an analysis of the systems that already exist in Algeria and extract the various difficulties and gaps that are missing in this system.

The goal of our work is to facilitate the acquisition of rainfall data on one side, and to eliminate the validator on the other side, based on the system of a single user. This solves several problems concerning the sharing of data and the insertion of data without waiting for validation.

This project aims at the implementation of a centralized management system for rainfall data, which provide practical services to employees by facilitating their data insertion thanks to the import of existing files automatically plus other functionalities, and so, for people who are interested in rainfall data this project shares with them their needs with all satisfaction.

We show that our system can improve data management performance and eliminate many manual tasks.

**Key words :** Rainfall, rainfall data, data management, web application, Python, ...

## ملخص

في الجزائر ، لا يوجد نظام كمبيوتر لإدارة بيانات هطول الأمطار. المشكلة المهمة هي إدارة بيانات هطول الأمطار. يتم توزيع بيانات هطول الأمطار في قواعد بيانات مختلفة بتنسيقات مختلفة ومن الصعب الوصول إليها. هذا يعقد العمل على هذه البيانات. من أجل إيجاد حل لهذه المشكلة قمنا بتحليل الأنظمة الموجودة بالفعل في الجزائر واستخراج الصعوبات والفجوات المختلفة التي ينقصها هذا النظام. الهدف من عملنا هو تسهيل الحصول على بيانات هطول الأمطار من جهة ، والقضاء على المدقق من جهة أخرى ، بناءً على نظام مستخدم واحد. وهذا يحل العديد من المشاكل المتعلقة بمشاركة البيانات وإدخال البيانات دون انتظار التحقق من الصحة. يهدف هذا المشروع إلى تنفيذ نظام إدارة مركزي لبيانات هطول الأمطار ، والذي يوفر خدمات عملية للموظفين من خلال تسهيل إدخال البيانات الخاصة بهم بفضل استيراد الملفات الموجودة تلقائياً بالإضافة إلى وظائف أخرى ، وبالتالي ، للأشخاص المهتمين ببيانات هطول الأمطار هذا يشاركونهم المشروع احتياجاتهم بكل رضا.

نظهر أن نظامنا يمكنه تحسين أداء إدارة البيانات واللق ضاء على العديد من المهام اليدوية.

**الكلمات المفتاحية :** هطول الأمطار ، بيانات هطول الأمطار ، إدارة البيانات ، تطبيقات الويب.

# Table des matières

<b>Table des matières</b>	<b>1</b>
<b>Table des figures</b>	<b>4</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>6</b>
<b>Liste des abréviations</b>	<b>7</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>1</b>
<b>1 Notions de base sur la pluviométrie</b>	<b>3</b>
1.1 Introduction . . . . .	3
1.2 Définition de l'hydrologie . . . . .	3
1.3 Définition de la météorologie . . . . .	4
1.4 Le cycle de vie de l'eau . . . . .	4
1.5 Les précipitations . . . . .	5
1.5.1 Les précipitations stratiformes . . . . .	5
1.5.2 Les précipitations convectives (ou averses) . . . . .	5
1.6 La pluviométrie . . . . .	7
1.7 La mesure des précipitations . . . . .	7
1.7.1 Le pluviomètre . . . . .	7
1.7.2 Le pluviographe . . . . .	9
1.8 Représentation et l'interprétation des mesures . . . . .	10
1.9 les stations météorologiques . . . . .	11
1.10 Les différentes stations météorologiques en Algérie . . . . .	12

1.10.1	Station météorologique . . . . .	12
1.10.2	Station pluviométrique. . . . .	13
1.10.3	Station hydrométrique . . . . .	14
1.10.4	Station synoptique . . . . .	14
1.11	Le réseau d’observation . . . . .	15
1.12	AGIRE . . . . .	15
1.12.1	Les mission d’AGIRE . . . . .	15
1.13	ABH . . . . .	15
1.13.1	PREAMBULE . . . . .	15
1.13.2	LES CINQ REGIONS HYDROGRAPHIQUES . . . . .	16
1.13.3	L’AGENCE DE BASSIN . . . . .	16
1.14	Conclusion . . . . .	17
<b>2</b>	<b>Étude de l’existant</b>	<b>18</b>
2.1	Introduction . . . . .	18
2.2	Géo portail des infrastructures hydrauliques . . . . .	18
2.2.1	L’administration de géoportail . . . . .	19
2.2.2	Partie GeoServer . . . . .	25
2.2.3	Partie Maintenance . . . . .	25
2.2.4	Journal des activités . . . . .	26
2.3	Opendatasoft . . . . .	31
2.3.1	SYNOP . . . . .	32
2.4	Conclusion . . . . .	36
<b>3</b>	<b>Analyse et Conception</b>	<b>37</b>
3.1	Introduction . . . . .	37
3.2	Spécification des besoins . . . . .	37
3.2.1	Besoins fonctionnels . . . . .	37
3.2.2	Besoins non fonctionnels . . . . .	38
3.2.3	Définition des acteurs . . . . .	38
3.2.4	Présentation de l’UML . . . . .	39
3.2.5	Diagramme des cas d’utilisation . . . . .	39
3.2.6	Diagramme de séquence . . . . .	48

3.2.7	Diagramme de class . . . . .	53
3.2.8	Le modèle relationnel . . . . .	55
3.3	Conclusion . . . . .	56
<b>4</b>	<b>Implémentation et Validation</b>	<b>57</b>
4.1	Introduction . . . . .	57
4.2	Outils de développement . . . . .	57
4.2.1	Matériel . . . . .	57
4.2.2	Langage de développement . . . . .	58
4.3	Présentation des interfaces de l'application . . . . .	59
4.3.1	L'interface d'accueil . . . . .	60
4.3.2	L'interface d'ajouter un employé (Création des compte) . . . . .	60
4.3.3	L'interface d'affichage des employés . . . . .	61
4.3.4	L'interface d'ajouter une station . . . . .	62
4.3.5	L'interface de modification et suppression des stations . . . . .	62
4.3.6	L'ajout des données pluviométriques . . . . .	63
4.3.7	Consultation des données pluviométrique . . . . .	63
4.3.8	Exporter les Données pluviométriques . . . . .	64
4.3.9	Importer des données pluviométriques . . . . .	64
4.3.10	Visualisation des graphes . . . . .	65
4.3.11	Notifications . . . . .	66
4.3.12	La messagerie . . . . .	68
4.4	Tests et Validation . . . . .	68
4.4.1	Définition d'un test de logiciel . . . . .	69
4.4.2	System usability scale . . . . .	69
4.4.3	Selenium . . . . .	71
4.5	Conclusion . . . . .	72
	<b>Conclusion générale</b>	<b>73</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>75</b>

# Table des figures

1.1	Cycle de vie de l'eau . . . . .	4
1.2	Pluviomètre à lecture directe . . . . .	8
1.3	Les pluviomètres à augets basculeurs . . . . .	9
1.4	Représentation des stations sous forme d'un tableau . . . . .	10
1.5	Présentation en graphe . . . . .	11
1.6	Les bassin hydrographique en Algérie . . . . .	16
2.1	L'interface principale de plateforme . . . . .	19
2.2	La barre de menu . . . . .	20
2.3	Le menu de navigation . . . . .	20
2.4	La liste des utilisateurs . . . . .	21
2.5	La liste des groupes utilisateurs . . . . .	22
2.6	Accès aux données . . . . .	23
2.7	sélection des actions . . . . .	24
2.8	Téléchargement des données . . . . .	24
2.9	Les paramètres . . . . .	25
2.10	Le journal d'activité . . . . .	26
2.11	Regroupement des informations . . . . .	27
2.12	Le tableau de bord . . . . .	27
2.13	Représentation des données sous forme d'un histogramme . . . . .	28
2.14	Représentation des données sous forme graphique . . . . .	29
2.15	Opendatasoft . . . . .	31
2.16	Données représentées sous format d'un tableau . . . . .	33

2.17 Données représentées sous format d'un graphe de barres . . . . .	34
2.18 informations sur les stations de Nice . . . . .	34
2.19 les formats de téléchargement . . . . .	35
3.1 Diagramme de cas d'utilisation pour l'administrateur . . . . .	40
3.2 Diagramme de cas d'utilisation pour L'employé . . . . .	41
3.3 Diagramme de cas d'utilisation pour le visiteur . . . . .	42
3.4 Diagramme de séquence « ajouter une station » . . . . .	49
3.5 diagramme de séquence « Saisir les données » . . . . .	50
3.6 diagramme de séquence « consultation des données ». . . . .	51
3.7 diagramme de séquence « téléchargement de données » . . . . .	52
3.8 diagramme de séquence « visualiser les graphes et maps » . . . . .	53
3.9 Diagramme de classe . . . . .	55
4.1 l'architecture MVT (model-View-Template) . . . . .	59
4.2 interface principale . . . . .	59
4.3 L'interface d'accueil . . . . .	60
4.4 Création des comptes . . . . .	61
4.5 Liste des employés . . . . .	61
4.6 l'ajout d'une station . . . . .	62
4.7 liste des stations . . . . .	62
4.8 L'ajout des données pluviométriques . . . . .	63
4.9 données pluviométriques . . . . .	64
4.10 Les fichiers téléchargés . . . . .	64
4.11 Importation des données . . . . .	65
4.12 Graphique en barres . . . . .	65
4.13 Graphique circulaire . . . . .	66
4.14 Téléchargement de graphe . . . . .	66
4.15 Notifications . . . . .	67
4.16 historique sur les opérations des employés . . . . .	67
4.17 Messages entre les utilisateurs . . . . .	68
4.18 Les résultats d'un System Usability Scale . . . . .	69
4.19 Résultat de test SUS . . . . .	71

# Liste des tableaux

1.1	les stations météorologique en Algérie . . . . .	12
1.2	Les stations pluviométrique en Algérie . . . . .	13
1.3	Les stations hydrométrique en Algérie . . . . .	14
1.4	Les stations synoptique en Algérie . . . . .	14
3.2	Description textuelle de cas « Authentification » . . . . .	43
3.4	Description textuelle de cas « Créer des comptes » . . . . .	44
3.6	Description textuelle de cas «Ajouter une station Authentification » . . . . .	45
3.8	Description textuelle de cas « Saisir les données pluviométriques » . . . . .	46
3.11	Description textuelle de cas « Consulter les données » . . . . .	48

# Liste des abréviations

PDF	Portable Document Format
CSV	Comma-separated values
SVG	Scalable Vector Graphics
PNG	Portable Network Graphics
SUS	System Usability Scale

# Introduction générale

L'informatique a connu un changement radical grâce aux nouvelles technologies de l'information. Actuellement, le monde connaît une avance technologique considérable dans tous les secteurs, cela est grâce à l'informatique qui se définit comme une science qui étudie les techniques de traitement automatique de l'information. Cette dernière joue un rôle primordial dans l'évolution des projets, le travail des entreprises, etc.

Dans le cadre de notre projet de fin de cycle, nous avons effectué un stage de quelque mois chez AGIRE (Agence Nationale De Gestion Intégrée des ressources En eau). L'objectif de ce stage était pour découvrir le milieu professionnel, pour pouvoir acquérir des compétences communicationnelles et professionnelles, pour la collecte des données et les informations. Ainsi, il nous a permis de bien comprendre le domaine hydraulique afin de réaliser une plateforme pour centraliser les données pluviométriques.

A l'époque, la collecte des données était sous format de papier. En revanche, de nos jours ils collectent les données sous format Excel. Donc nous pouvons constater qu'il existe un amas de données qui sont repartis dans différentes institutions. Ces derniers sont répartis dans différentes agences hydrologiques (ADE, AGIRE, ARNH . . .etc). En effet, Le fait de centraliser toutes les données, cela nécessitera un travail de standardisation.

Les objectifs sont multiples, mais d'un seul objet principal : un prototype stable, le fait de centraliser les données pluviométriques existantes en Algérie, de visualiser les données plus simple, la simplification des recherches pour les chercheurs et les décideurs ainsi pour les gens qui sont intéressés par ce domaine.

Le mémoire est divisé en quatre chapitres, chaque chapitre est consacré à des conceptions particulières. Afin d'atteindre les objectifs fixés de notre mémoire, nous avons suivi la démarche suivante : Commenant tout d'abord par des chapitres théoriques et puis la partie pratique qui concerne l'application. Nous présentons les quatre chapitres :

Le premier chapitre, nous décrivons l'hydrologie, en concentrant sur la pluviométrie, puis la Représentation et l'interprétation des mesures.

Le deuxième chapitre, nous avons proposé deux plateformes pour faire une analyse à l'existant.

Le troisième chapitre, nous avons abordé la modélisation UML avec les différents diagrammes qui permettant l'analyse et la conception de notre plateforme.

Le quatrième chapitre est dédié à l'implémentation et la validation, il est spécifique pour les outils et les logiciels de développement pour la réalisation de notre projet avec quelques interfaces.

# Notions de base sur la pluviométrie

## 1.1 Introduction

L'eau est indispensable à la vie, sans elle il n'y aurait aucune vie possible sur terre. Le constat est simple, tous les êtres vivants ont besoin d'eau pour exister. L'eau est l'un des 5 éléments indispensables à la vie. C'est le principal constituant des êtres vivants et il est indispensable au développement de toute vie.

L'eau douce se renouvelle en permanence par le cycle de l'eau. Elle passe de la mer à l'atmosphère, puis de la terre à la mer, en suivant un cycle qui se répète indéfiniment suivant plusieurs étapes.

Dans ce chapitre on va présenter les sciences principales qui étudient le cycle de vie de l'eau (hydrologie et la météorologie), le traitement des données pluviométriques, ainsi que les outils utilisés et leurs différents types et organisations.

## 1.2 Définition de l'hydrologie

L'hydrologie est l'étude scientifique de l'eau : Molécule, gaz, liquide ou solide. Le nom vient du grec « hydro » (eau) et « logos » (étude, connaissance). L'hydrologie s'intéresse à de nombreux aspects de l'eau (eau de pluie, mares et étangs, qualité de l'eau, cours d'eau, distribution à la surface de la Terre et sous la surface, mouvement...) et comprend donc de nombreuses sous-spécialités ( ou branches), plus proche de la chimie, de la géologie, de la géographie, de la météorologie, des sciences de la santé... (Urbanisme, traitement des données, biologie...).[1]

### 1.3 Définition de la météorologie

La météorologie est une discipline scientifique interdisciplinaire qui vise à comprendre les phénomènes atmosphériques tels que les nuages, les précipitations ou le vent. À l'aide de paramètres physiques, chimiques et mathématiques comme la mécanique des fluides ou la thermodynamique. Dans le but de comprendre comment ils se forment et évoluent. Le mot vient du grec ancien / *metēōros* (« qui est au-dessus de la terre »), qui désigne les particules en suspension dans l'atmosphère et - / *-logia*, « discours » ou « connaissance ». [2]

### 1.4 Le cycle de vie de l'eau

Le cycle de l'eau (ou cycle hydrologique) est un phénomène naturel qui représente le parcours entre les grands réservoirs d'eau liquide, solide ou de vapeur d'eau sur Terre.

L'eau circule sans arrêt sur la Terre. Elle s'évapore des océans et y revient sous forme de pluie. Le soleil fait s'évaporer l'eau des rivières, des lacs, des mers, des océans en de fines gouttelettes. En se regroupant, elles forment des nuages qui poussés par le vent, rencontrent des masses d'air froid et donnent naissance à la pluie. L'eau de pluie s'infiltrate dans le sol et rejoint les nappes phréatiques, les sources, les rivières, les fleuves, pour recommencer sans fin le même voyage. [3]

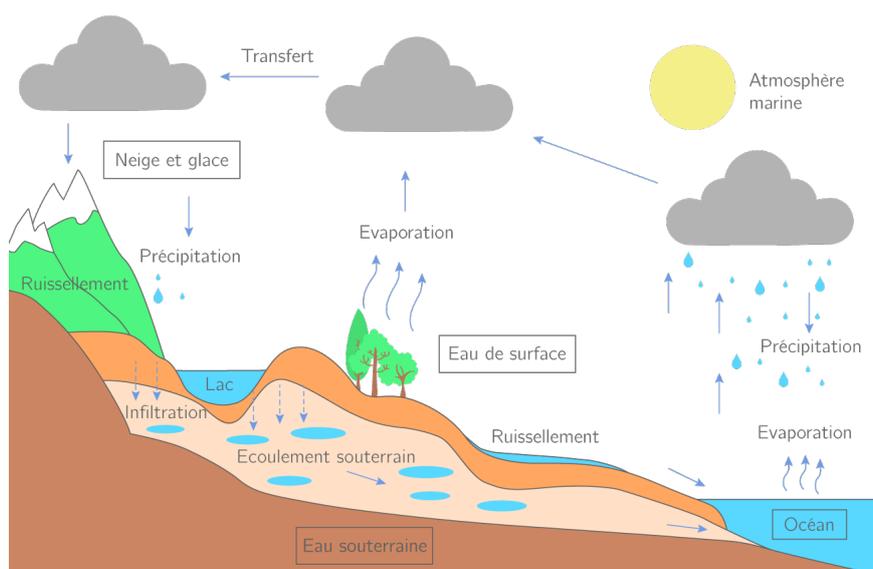


FIGURE 1.1 – Cycle de vie de l'eau

## 1.5 Les précipitations

Les précipitations sont définies comme toutes les eaux atmosphériques qui tombent à la surface de la Terre, qu'elles soient liquides (bruine, pluie, averse) et solides (neige, grésil, grêle) et les précipitations déposées ou cachées (rosée, givre, etc.). Ils sont causés par des changements de température ou de pression. Les précipitations sont la seule "entrée" dans les grands systèmes hydrologiques continentaux (c'est-à-dire les bassins versants).[4]

Il existe principalement deux types de précipitations :

### 1.5.1 Les précipitations stratiformes

Faible intensité mais longue durée car les nuages couvrent une grande surface. Ceux-ci se produisent au niveau de canaux en retrait associés à des nuages stratiformes.

### 1.5.2 Les précipitations convectives (ou averses)

De courte durée mais de forte intensité. Ces précipitations résultent d'instabilités de convection d'air associées à la formation de cumulus ou de cumulonimbus (nuages d'orage).

Selon la température, les précipitations peuvent tomber sous trois formes :

- Liquide : pluie, bruine.
- Pluie verglaçante, bruine verglaçante.
- Solide : neige, grésil et grêle.

#### La pluie et la bruine

La bruine est très faible, entre 0,1 et 0,4 mm de diamètre, et ne tombe que des nuages à très basse altitude. Pour la mesurer, on a regardé la visibilité aérienne les jours de pluie. Ainsi, plus il y a de bruine, plus la visibilité est faible, par conséquent, les conditions suivantes sont établies :

- Bruine faible : Visibilité supérieure à 800 mètres.
- Bruine modérée : Visibilité comprise entre 400 et 800 mètres.
- Bruine forte : Visibilité inférieure à 400 mètres.

Les gouttes de pluie font quant à elles 0,5 mm à 3 mm de diamètre. Ainsi, les précipitations se mesurent en accumulations par heure sur une surface donnée.

L'unité de mesure des précipitations est le millimètre (1 mm = 1 litre d'eau / m<sup>2</sup>)

- Pluie faible : intensité inférieure.
- Pluie modérée : Visibilité comprise entre 400 et 800 mètres.
- Pluie forte : Visibilité inférieure à 400 mètres.[5]

### **Les précipitations verglaçante**

Est un phénomène météorologique qui survient régulièrement lorsqu'une période de redoux suit une période de froid. La pluie se transforme en glace au contact du sol ou d'un objet gelé, comme votre pare-brise. C'est un phénomène rare, très court et difficilement prévisible par la météo.[6]

### **La neige**

C'est une forme de précipitation constituée de glace qui cristallise et se condense en flocons qui peuvent se ramifier d'innombrables façons. Comme les flocons sont composés de petites particules, ils peuvent avoir une structure ouverte, donc la structure est légère et l'aspect est plus compact, proche de l'aspect de la grêle. La neige se forme généralement par condensation de la vapeur d'eau dans la haute atmosphère puis tombe au sol plus ou moins rapidement selon sa structure.[7]

### **Le grésil**

Se forme dans les mêmes conditions que la pluie verglaçante. Lorsque l'air plus chaud surmonte une couche d'air froid, la neige tombant des nuages rencontre d'abord l'air chaud en descendant et fond partiellement, mais conserve son noyau solide, qui devient alors un noyau gelé. A l'approche du sol, où la température est plus basse, les particules d'eau autour du noyau solide gèlent avant d'atteindre le sol. Ensuite, on assiste à la formation de grains de glace appelés grésil.[8]

### **La grêle**

C'est la chute de glaçons, de grêlons, le plus souvent lors d'orages. Les grêlons peuvent varier en taille de quelques millimètres à quelques centimètres. Très peu de grêle peut se produire et nous pouvons alors parler de grésil. C'est un phénomène météorologique de précipitation, comme la pluie ou la neige.[9]

## 1.6 La pluviométrie

La pluviométrie est l'évaluation quantitative des précipitations, de leur nature (pluie, neige, grésil, brouillard) et distribution. Elle est calculée par diverses techniques. Plusieurs instruments sont utilisés à cette fin, dont le pluviomètre/pluviographe est le plus connu.

La pluviométrie est un facteur écologique important, c'est-à-dire qu'il s'agit d'un élément du milieu naturel qui peut affecter directement les êtres vivants. Par conséquent, connaître les précipitations est utile car, en plus de la température, elles peuvent déterminer une région, le climat, la nature, la biodiversité, le fonctionnement des écosystèmes, etc.

La pluviométrie peut être très différente d'une région à une autre et cela s'explique, entre autres, par des climats différents. Par exemple, certaines régions très arides, reçoivent très peu de précipitations, malgré la présence de brouillards fréquents qui n'influent pas sur la pluviométrie.[10]

## 1.7 La mesure des précipitations

La mesure des précipitations est l'une des mesures les plus complexes en météorologie, car on observe de fortes variations spatiales qui dépendent du déplacement de la perturbation, de la localisation de la gerbe, de la topographie et des barrières géographiques locales empêchant sa captation. Les précipitations sont généralement exprimées en hauteur ou en nombre de couches d'eau déposées par unité de surface horizontale (mm). Si l'on rapporte la hauteur de cette eau à l'unité de temps, c'est l'intensité (mm/h). La précision de mesure est de l'ordre de 0,1 mm.[11]

L'enregistrement des pluies en général, et des averses en particulier, se fait au moyen de divers appareils de mesure. Les plus classiques sont les pluviomètres et les pluviographes, à enregistrement mécanographique ou numérique. Au contraire de ces approches ponctuelles, il existe aussi des méthodes de mesures globales fondées sur les méthodes radar et la télédétection.

Citons toutefois les deux appareils de mesures fondamentaux que sont :

### 1.7.1 Le pluviomètre

Instrument de base de la mesure des précipitations liquides ou solides. Il indique la quantité d'eau totale précipitée et recueillie à l'intérieur d'une surface calibrée dans un

intervalle de temps séparant deux relevés.

À la place d'un cylindre gradué, le pluviomètre à balance, ou de Fisher et Porter, reçoit la pluie dans un récipient relié à une balance. Une fine couche d'huile est mise dans le récipient avant usage. Celle-ci flottera sur l'eau de pluie venant du collecteur, empêchant son évaporation.

- Les pluviomètres à lecture directe : Ce type de pluviomètre permettra de mesurer le volume d'eau précipitée sur une surface donnée en un temps donné. Bien sûr, il est important de protéger le récipient contre l'évaporation et d'éviter toute erreur ou maladresse de manipulation. Il est donc moins fiable.(figure 1.2)[12]



FIGURE 1.2 – Pluviomètre à lecture directe

- Les pluviomètres à augets basculeurs : À chaque basculement des augets une impulsion est générée et envoyée à l'intégrateur. L'impulsion est alors convertie en une tension ou une intensité qui vient incrémenter les tensions ou l'intensité précédemment cumulée. Par exemple avec l'intégrateur 4-20 mA, un basculement d'auget va générer une consommation de 0,16 mA. La nouvelle intensité sera donc de 4,16 mA, la suivante 4,32 mA etc... En fin d'échelle, lorsque le cumul atteint 20 mA, la nouvelle intensité revient automatiquement à 4 mA. Le principe est le même avec des intensités de 0-20 mA ou tension

0-5 Volts.[13]

Température en C	Température en F
Sortie 0÷20 Ma	0,2 mA x basculement
0,2 mA x basculement	0,16 mA x basculement
Sortie 0÷1 V	0,1 V x basculement
Sortie 0÷5 V	0,5 V x basculement

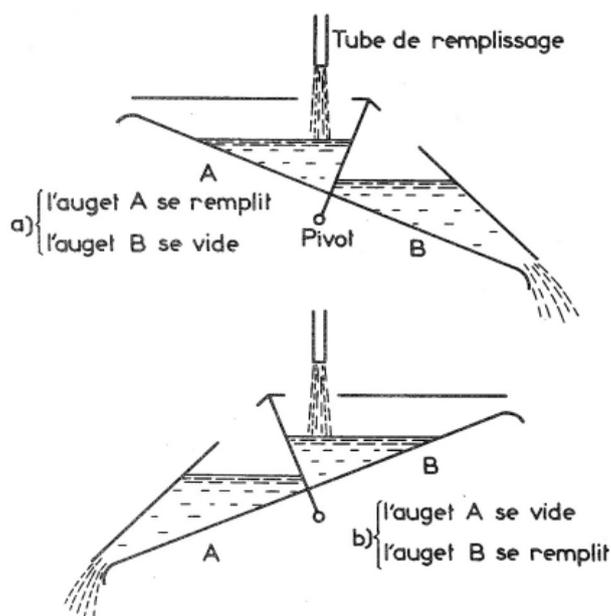


FIGURE 1.3 – Les pluviomètres à augets basculeurs

À l'intérieur du récipient rectangulaire se trouvent deux augets. Ces augets se présentent sous la forme de deux petits récipients qui basculent sous le poids de l'eau. Dès que l'un d'eux bascule, l'autre auget prend immédiatement la place. L'eau renversée par l'auget s'écoule vers le fond du récipient.

### 1.7.2 Le pluviographe

Instrument captant la précipitation de la même manière que le pluviomètre mais avec un dispositif permettant de connaître, outre la hauteur d'eau totale, leur répartition dans le temps, autrement dit les intensités.

## 1.8 Représentation et l'interprétation des mesures

Au cours d'une même averse, l'intensité des précipitations change de temps en temps en fonction de ses caractéristiques météorologiques. Au lieu de considérer l'averse entière et son intensité moyenne, nous pouvons nous concentrer sur les intensités observées pendant l'intervalle de temps au cours duquel la pluie maximale a été enregistrée. Alors nous avons deux façons de présenter les données :

Un tableau d'informations pluviométrique représentatives de plusieurs stations pluviométriques.

Années	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Av	Mai	Jui	Juil	Aou	Moy/An
2015	T:42.8 M:15.6	T:0.0 M:1.0	T:13.4 M:1.7	T:167.8 M:23.0	T:87.0 M:12.1	T:104.4 M:18.0	T:76.5 M:101.1	T:37.0 M:13.5	T:0.0 M:2.5	T:20.4 M:17.8	T:4.4 M:1.4	T:0.9 M:17.7	T:554.6 M:101.1
2016	T:4.7 M:14.7	T:32.3 M:0.0	T:47.5 M:7.9	T:22.1 M:62.6	T:16.2 M:21.4	T:74.0 M:23.8	T:33.3 M:19.0	T:47.3 M:14.3	T:9.4 M:0.0	T:0.0 M:4.8	T:0.1 M:4.4	T:0.3 M:0.9	T:287.2 M:62.6
2017	T:6.4 M:5.6	T:9.7 M:9.7	T:11.0 M:4.4	T:18.2 M:6.4	T:4.2 M:3.8	T:17.4 M:3.4	T:40.8 M:7.4	T:42.2 M:16.4	T:42.0 M:816.4	T:16.4 M:8.4	T:0.0 M:0.0	T:0.0 M:0.0	T:208.3 M:16.4
2018	T:28.6 M:17.2	T:14.4 M:6.4	T:31.9 M:16.9	T:56.1 M:24.3	T:8.0 M:4.4	T:4.2 M:2.4	T:6.0 M:3.7	T:22.6 M:6.7	T:2.7 M:2.3	T:0.4 M:0.4	T:4.0 M:2.4	T:2.0 M:14.0	T:444.0 M:24.7
2019	T:28.6 M:4.2	T:14.4 M:0.0	T:31.9 M:12.6	T:56.1 M:12.3	T:8.0 M:5.4	T:4.2 M:0.0	T:6.0 M:6.4	T:22.6 M:4.7	T:2.7 M:0.6	T:0.4 M:1.4	T:4.0 M:0.0	T:2.0 M:3.4	T:444.0 M:12.6
2021	T:7.2 M:4.4	T:96.3 M:18.0	T:36.8 M:16.7	T:13.0 M:9.5	T:17.5 M:8.0	T:54.9 M:16.7	T:34.3 M:21.2	T:68.1 M:17.7	T:48.4 M:9.0	T:54.4 M:0.0	T:3.8 M:0.1	T:2.4 M:0.3	T:410.1 M:21.2

FIGURE 1.4 – Représentation des stations sous forme d'un tableau

Les données de tableau sont présentées par deux valeurs dans chaque mois d'une année : données pluviométrique total (présenté par T) c'est le volume totale de pluviométrie dans un mois et données pluviométriques max du jour (présenté par M) qui représente la valeur max détecté dans le mois.

Un graphique en barre et un graphique circulaire représentant les précipitations :

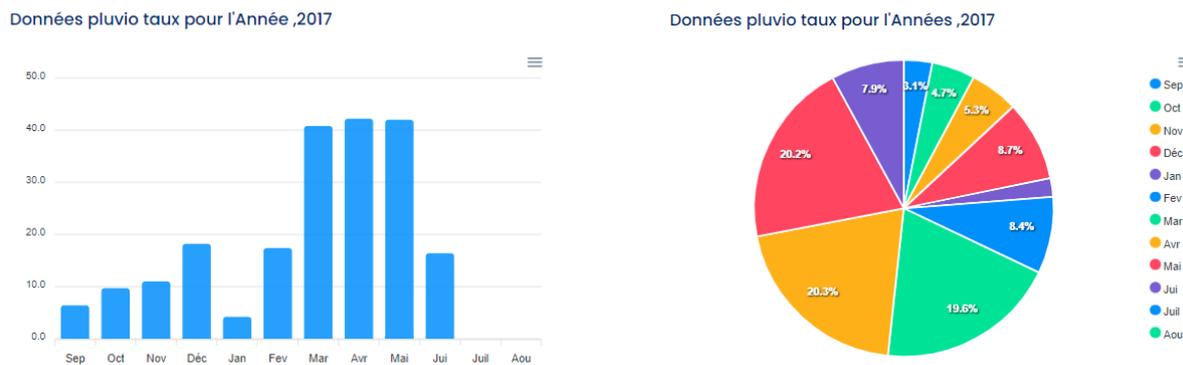


FIGURE 1.5 – Présentation en graphe

- Graphique en barres : une barre représente le volume de pluviométrie de chaque mois dans une année.
- Graphique circulaire : la valeur d'un mois est représentée par angles proportionnels.

## 1.9 les stations météorologiques

Les stations météorologiques est un ensemble de capteurs qui enregistrent et fournissent des mesures physiques et des paramètres météorologiques liés aux variations du climat, ces stations au sol permettent de mesurer la température et l'humidité de l'air, la pression atmosphérique, les précipitations, l'ensoleillement et le vent. Les stations peuvent comporter des capteurs pour toutes ou une partie seulement de ces informations, selon leur type : agro-météorologique, d'aéroport, météo routière, climatologique, etc.

Malgré ces progrès très importants, la mesure au sol est restée fondamentale pour la prévision météorologique. C'est pourquoi il existe toutes ces stations, dont le rôle est de mesurer la température et l'humidité de l'air, la pression atmosphérique, les précipitations, l'ensoleillement et le vent.[14]

Les stations météorologiques comprennent les instruments suivants :

- Cinq thermomètres : mesure de la température et de l'humidité.
- Un baromètre : mesure de la pression atmosphérique.
- Un ensemble anémomètre-girouette : mesure de la direction et la vitesse du vent.
- Un pluviomètre : mesure des précipitations .
- Un héliographe : mesure de l'ensoleillement.

## 1.10 Les différentes stations météorologiques en Algérie

Les stations de mesures météorologiques diffèrent d'une station à l'autre selon le type d'appareils qu'elles possèdent et les opérations qu'elles effectuent. En Algérie, on en trouve quatre types, que nous avons classés dans un ensemble de tableaux selon leur rôle :[15]

### 1.10.1 Station météorologique

Code	Nom	Bassin
6056000	AIN SEFRA	non défini
6039001	ALGIERS	non défini
6063005	AOULEF ALGERIA	Sahara
6056001	BENI OUNIF	non défini
6040000	CAP CARBON	Côtiers Algérois
6053500	DJELFA	Chott Hodna
6055001	EL ALIOD	Non défini
6055902	EL ARFIANE	Chott Melghir ou Melhir
6064001	FT FLATTER	Sahara
6054500	LAGHOUAT	non défini
6043000	MILIANA	Chelif
6058000	OUARGLA	non défini
6053101	TLEMCEN/ZANATA	MACTA

TABLE 1.1 – les stations météorologique en Algérie

**1.10.2 Station pluviométrique.**

Code	Nom	Bassin
6062500	AOULEF	Sahara
6045200	ARZEW	Cotiers Algérois
6047100	BARIKA	Chott Hodna
6046800	BATNA	non défini
6051800	BENI-SAF	Tafna
6068600	BORDJI B MOKHTAR	Sahara
6051500	BOU SAADA	Chott Hodna
6041700	BOUIRA	non défini
6035401	BOUZAREAH/ALGER	Cotiers Algérois
6042500	CHLEF	Chelif
6054000	EL KHEITER	Chott Chergui
6051700	GHAZAOUET	Cotiers Algérois
6051400	KSAR CHELLALA	Chelif
6043700	MEDEA	Chelif
6045700	MOSTAGANEM	Cotiers Algérois
6045600	MOSTAGANEM PORT	Cotiers Algérois
6046700	MSILA	Chott Hodna
6035402	ORAN II	Cotiers Algérois
6067500	OUALLEN	Sahara
6064600	REGGANE	Sahara
6053600	SAIDA	Chelif
6052000	SIDI DEL ABBES	Chelif
6042300	SOUK AHRAS	Medjerda

TABLE 1.2 – Les stations pluviométrique en Algérie

### 1.10.3 Station hydrométrique

Code	Nom	Bassin
1011104300	AMMI MOUSSA	Chelif
1011104530	BAGHLIA	Cotiers Algérois
1011107800	BENSEKRANE	Tafna Tafna
1011104800	BOUCHEGOUF	Seybouse
1011104450	FER A CHEVAL	Mazafran
1011104480	KEDDARA	Cotiers Algérois
1011104500	LAKHDARIA	Cotiers Algérois
1011104700	OUED ATHMANIA	Seybouse
1011104600	SIDI YAHIA	Seybouse

TABLE 1.3 – Les stations hydrométrique en Algérie

### 1.10.4 Station synoptique

Code	Nom	Bassin
6062000	ADRAR	Sahara
6052500	BISKRA	Chott Hodna
6067000	DJANET	Sahara
6055000	EL BAYAD ou GERYVILLE	Chott Chergui
6055900	EL OUED	Chott Melghir ou Melrhir
6058100	HASSI-MESSOUD	Sahara
6064000	ILLIZI	Sahara
6061100	IN AMENAS	Sahara
6054900	MECHERIA	Chott Chergui
6049000	ORAN/ESSENIA	Cotiers Algérois
6068000	TAMANRASSET	Sahara
6055500	TOUGGOURT	Chott Melghir ou Melrhir

TABLE 1.4 – Les stations synoptique en Algérie

## 1.11 Le réseau d'observation

On appelle réseau d'observation le réseau formé par l'ensemble des stations pluviométriques pour un bassin versant ou une région donnée. Ils fournissent des mesures ponctuelles publiées, généralement par les services publiques, dans des annuaires pluviométriques.[16]

## 1.12 AGIRE

En décembre 2014, l'Agence de Gestion Intégrée des Ressources en Eau **AGIRE** est officiellement installée pour développer l'approche d'une gestion intégrée de l'eau en assurant des mission d'orientation, d'animation, de coordination et d'évaluation de **ABH**.

AGIRE a été créée par le décret n°11-262 du 30 juillet 2011, placée sous la tutelle du ministère de Ressources en Eau

### 1.12.1 Les mission d'AGIRE

- Réaliser toutes enquête études et recherches liées au développement de la gestion intégrée des ressources en eau.

- Développer et coordonner un système intégré de gestion de l'information sur l'eau au niveau national.

- Contribuer à l'élaboration, l'évaluation et la mise à jour des plans de développement de l'industrie à moyen et long terme.

- Contribuer à la gestion des incitations à l'eau et à la protection de la qualité de l'eau.[17]

## 1.13 ABH

### 1.13.1 PREAMBULE

Le concept de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau est récent. Il est en effet apparu à la suite des Conférences de Dublin et de Rio en 1992.

Le Comité technique consultatif du Partenariat Mondial pour l'Eau avait résumé la gestion intégrée des Ressources en Eau par cette définition :

« La gestion intégrée des ressources en eau est un processus qui favorise le développement et la gestion coordonnée des ressources en eau, la terre et les ressources connexes pour maximiser l'utilisation Des avantages économiques et sociaux générés de manière équitable sans compromettre la durabilité de l'écosystème important ».

### 1.13.2 LES CINQ REGIONS HYDROGRAPHIQUES

La loi N° 83-17 du 16 juillet 1983 portant code des eaux modifiée et complétée par l'ordonnance par l'ordonnance N° 96-13 juin 1996, a introduit en Algérie la gestion intégrée des ressources en eau.

Elle a créé cinq Agence de Bassin Hydrographique et cinq Comités de Bassin.



FIGURE 1.6 – Les bassin hydrographique en Algérie

### 1.13.3 L'AGENCE DE BASSIN

L'agence de bassin Algérois-Hodna-Soummam(AHS) est créée par décret exécutif n° 96-279 du 26 août 1996.

L'agence du bassin versant est responsable de la mise en œuvre de toutes Conçu pour assurer une gestion intégrée et coordonnée Ressources en eau à l'échelle des unités hydrologiques naturelles.

L'agence de bassin hydrographique est notamment chargée de :

- Développer un système d'information sur l'eau.
- Élaborer un plan de gestion des ressources en eau.
- Gérer le système de redevances.
- Administrer le système d'aide financière.
- Mise en œuvre et promotion.

- Les agences de hydrographique versant assurent les contraintes de service spectateurs.
- Maîtrise d'ouvrage déléguée.[18]

## 1.14 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté des généralités sur la pluviométrie, comment on va la mesurer et la présenter. Aussi on a parlé sur la météorologie et les stations météorologiques, sans oublier les agence de gestion des ressource d'eau.

Dans le chapitre suivant, nous passerons en revue les applications qui existent déjà avec leurs avantages et inconvénients.

# Chapitre 2

## Étude de l'existant

### 2.1 Introduction

Afin d'approfondir notre compréhension du sujet et d'avoir une idée plus claire de notre projet et de sa fonctionnalité prévue, nous avons mené des recherches sur deux applications qui appartiennent au même cadre que notre travail.

### 2.2 Géo portail des infrastructures hydrauliques

Une plateforme web qui appartient à l'Agence de la gestion intégrée des ressources en eau du ministère des ressources en Eau.

Il s'agit d'un référentiel des infrastructures hydrauliques et ressources en eau en Algérie : forages, petits barrages, grand barrages, réservoir, stations de traitement, stations de dessalement, transfère, adduction. . .etc. Offrant un inventaire détaillé et des tableaux de bord pour superviser l'exploitation.

Cette interface d'accueil permet aux utilisateurs d'accéder à leurs comptes :

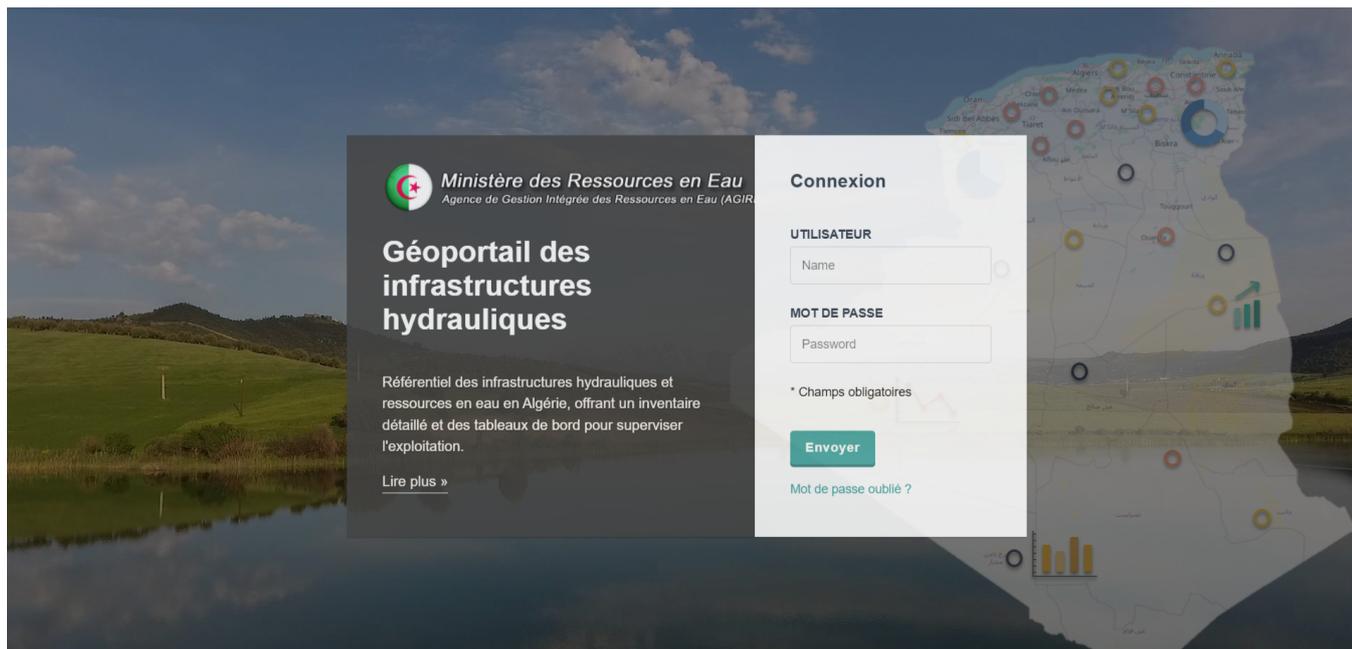


FIGURE 2.1 – L'interface principale de plateforme

Elle est constituée des éléments suivant :

1. Une description sur le géoportail des infrastructures hydrauliques.
2. Un formulaire de connexion pour saisir le nom et le mot de passe des utilisateurs.
3. Un arrière plan contient une carte est une ressource d'eau.

### 2.2.1 L'administration de géoportail

Cette partie offre une vue d'ensemble des spécificités de l'administration du géoportail et donne des instructions pas à pas pour la réalisation de différentes tâches d'administration.

Elle se donne comme objectif d'informer sur les différents menus et sous-menus de la plateforme « Géoportail des infrastructures hydrauliques ».

L'administration est constituée de deux parties principales :

1. Administration – Sécurité.
2. Administration – Référentiel.

#### Les éléments de la barre de menu

La barre de menus, est donnée par la figure suivante :



FIGURE 2.2 – La barre de menu

Elle est constituée de deux éléments principaux :

1. Le menu de navigation du « Géoportail » qui se trouve complètement à gauche de la barre de menus.

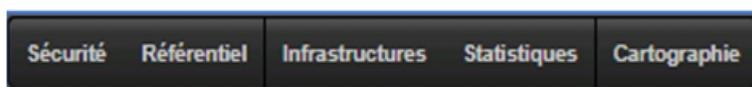


FIGURE 2.3 – Le menu de navigation

**Le menu « Sécurité »** Ce menu permet de distribuer les rôles et les accès aux différents utilisateurs pour une meilleure sécurité et fiabilisation des données de l'application. On distingue 10 sous-menus :

1. Utilisateurs
2. Applications
3. Groupes
4. Groupes/Applications
5. Synchroniser les applications
6. Paramètres
7. Journal des activités
8. Récapitulatif des activités
9. Changer de mot de passe
10. Déconnexion

## Utilisateurs

Le formulaire principal de mise à jour des utilisateurs est le suivant :

	Login	Nom	Email	Actif	Groupe	Structure
	valid	Utilisateur Valideur ABH	geoportal@delta-soft.com	Oui	ABHCZ-Valideurs	Agence du bassin hydrographique
	admin	Administrateur	nadir@delta-soft.com	Oui	Administrateurs	Ministère des Ressources en Eau
	user1	user1	user1@koi.fr	Oui	SEAOR	Société par action
6	user2	user2	user2@koi.fr	Oui	ADE_Bouira	Unité ADE de Wilaya
	seacon1	Seaal_Oran	seacon@seaal.com	Oui	SEAOR	Société par action
	seacon2	Seaal_Oran	seacon2@seaal.com	Oui	SEAOR	Société par action
	seacon1	Seaal_Constantine	seacon1@seaal.com	Oui	SEACO	Société par action
	seacon2	Seaal_Constantine	seacon2@seaal.com	Oui	SEACO	Société par action
	seaal1	Seaal_Alger	seaal1@seaal.com	Oui	Seaal_Alger	Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger
	seaal2	Seaal_Alger	seaal2@seaal.com	Oui	Seaal_Alger	Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger

FIGURE 2.4 – La liste des utilisateurs

Le formulaire de mise à jour des utilisateurs, contient les éléments suivants :

1. Le tableau qui affiche la liste des utilisateurs.
2. Les boutons de navigation (page) pour afficher les pages suivants.
3. La liste des structures auxquelles, sont rattachés les utilisateurs.
4. La liste des groupes auxquels sont rattachés les utilisateurs.
5. Le bouton pour ajouter un nouvel utilisateur.
6. Le bouton de modifications des informations d'un utilisateur.
7. La zone de recherche rapide.
8. Le bouton de recherche avancée (dynamique).
9. Le bouton d'exportation des données vers d'autres formats de données.

### Modification d'un utilisateur

Pour sélectionner l'utilisateur à modifier, on peut le chercher en utilisant une des méthodes suivantes :

- La zone de filtrage : on peut filtrer la liste des utilisateurs en sélectionnant (à gauche du formulaire), soit la structure, soit le groupe, soit les deux (une structure peut avoir plusieurs groupes). Il est possible de faire une sélection multiple en cliquant sur le bouton « sélection multiple ».

- Cliquez sur le « x », pour annuler le filtrage.
- La zone de « Recherche rapide » : Ecrire le texte à rechercher, ensuite cliquer sur la loupe pour lancer la recherche.
- Le bouton de « Recherche dynamique » : Ceci affichera le formulaire de sélection multiple, pour affiner la recherche.

## Les groupes

Les utilisateurs sont divisés en groupes en fonction de leurs tâches ; donc l'administrateur doit créer des groupes afin d'ajouter chaque personne à son propre groupe.

Cliquez sur le bouton « Ajouter » pour afficher le formulaire d'ajout d'un « groupe d'utilisateurs » :

ID Groupe	Nom du groupe	Rôle	Niveau de données	Portée de données	Validateur
5	ADE	Non	National	Daira   Wilaya   Commune	
19	Groupe_rôle_agire	Oui	National	Daira   Wilaya   Commune	
6	Groupe_commune	Oui	Local	Commune	
7	Groupe_Daira	Oui	Local	Daira	
9	Daira	Non	Local	Daira	
8	Groupe_Wilaya	Oui	Local	Wilaya	
10	ADE_Bouira	Non	Local	Wilaya	
15	Seaal_Tipaza	Non	Local	Wilaya	
12	Groupe_rôle_SPA	Oui	Local	Daira   Wilaya   Commune	
16	Groupe_rôle_CNA	Oui	Local	Wilaya	

FIGURE 2.5 – La liste des groupes utilisateurs

1. On saisi d'abord le nom du nouveau groupe.
2. On définit si ce groupe est un « rôle » ou non (voir explication en fin de section).
3. On affectant le nouveau groupe à une structure « mère ».
4. On précise si ce groupe est mobile ou non. C'est-à-dire si ce groupe a l'autorisation d'accéder au système à travers l'application mobile.

5. On Indique si le nouveau groupe est un groupe validateur. Un groupe validateur contrôle l'information ramenée ou inscrite par les utilisateurs. Il existe deux niveaux de validation :

- Validation au niveau de la structure « AGIRE ».
- Validation au niveau de la structure « ABH ».

6. On indique si les données inscrites par les utilisateurs sont de niveau national ou local.

7. Dans le cas où les données sont de niveau local, il est obligatoire de préciser leur portée :

- La sélection de la portée « wilaya » fera apparaitre un onglet « Wilayas» à côté de l'onglet « Accès aux données ».



FIGURE 2.6 – Accès aux données

- On clique sur l'onglet « Wilayas » pour sélectionner une ou plusieurs wilayas. Il est possible de rechercher rapidement une wilaya.

- Même démarche pour la sélection des autres portées « Daïras et/ou Communes ».

- Il est possible de sélectionner une combinaison de la portée (Wilayas, daïras et Communes).

8. On clique sur « Retour » pour annuler la création du nouveau groupe.

9. On clique sur « Ajouter » pour enregistrer le nouveau groupe.

### Groupes /application

C'est à partir de ce menu que seront définis les droits d'accès aux écrans par groupe :

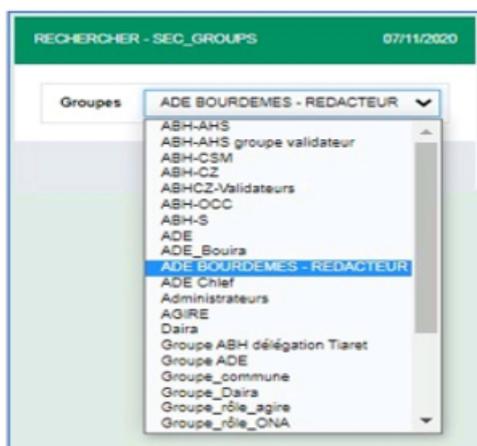


FIGURE 2.7 – sélection des actions

Pour chaque écran, on sélectionne les actions (droit d'accès) que peut réaliser le groupe ensuite enregistrer.

- Les actions « grisées » ne sont pas disponibles pour l'écran correspondant.

### Export de données

Le bouton « export » permet d'imprimer ou d'exporter la liste des utilisateurs vers d'autres formats. Il suffit de :

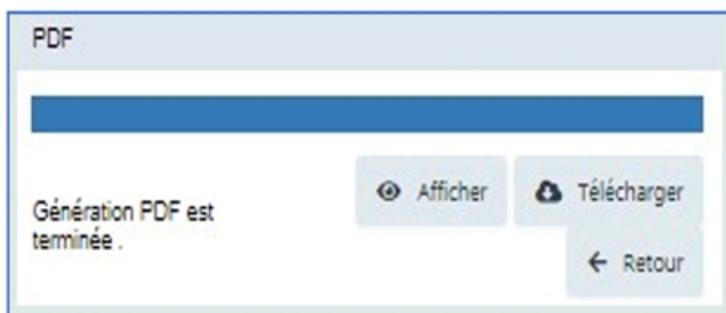


FIGURE 2.8 – Téléchargement des données

- On sélectionne le format souhaité.
- On ajuste les différents paramètres nécessaires.
- Télécharger le fichier correspondant.

## Paramètre

C'est à travers ce menu que l'administrateur peut paramétrer le système :

The screenshot shows a web-based configuration interface titled 'PARAMÈTRES'. It is divided into two main sections: 'Geoserver' and 'Maintenance'.

**Geoserver section:**

- Protocol:** A dropdown menu set to 'http://'.
- Geoserver Url:** A text input field containing 'www.delta-soft.net:8041/geoserver'.
- Geoserver User:** A text input field containing 'admin'.
- Geoserver Pwd:** A text input field containing 'geoserver'.
- Version WMS:** A dropdown menu set to '1.1.0'.
- Xml Header:** A text input field containing '<?xml version="1.0" encoding="utf8'.
- Xmlns:** An empty text input field.
- Timeout (s):** A text input field containing '60'.

**Maintenance section:**

- Taille max des fichiers téléchargés:** A numeric input field set to '0'.
- Mode maintenance:** Radio buttons for 'Oui' (selected) and 'Non'.
- Maintenance Message:** An empty text input field.
- Contact administrateur:** A text input field containing 'hydromap@vadex.org'.
- URL du webservice UID:** A text input field containing 'http://localhost/uid/get\_uid/get\_uid.php'.

At the bottom of the form, there is a green 'Enregistrer' button and a page indicator '[ 1 de 1 ]'.

FIGURE 2.9 – Les paramètres

Le paramétrage consiste à indiquer les outils et l'emplacement des outils nécessaires au bon fonctionnement du système. On distingue deux parties :

### 2.2.2 Partie GeoServer

La partie supérieure concerne le serveur de partage des données spatiales «GeoServer». Il possède sa propre base de données « postgresql ». Ce serveur accompagne le serveur cartographique du portail. Son paramétrage consiste à :

1. Indiquer le protocole et l'Url (adresse) où se trouve le serveur « GeoServer ».
2. préciser le « user » et le « password ».
3. Sélectionner la version WMS qui est utilisée.
4. Fixer le flux «Xml Header » où il est précisé le type d'encodage.
5. Le « Timeout » précise le temps d'exécution d'un script. Il indique le temps autorisé au serveur pour chercher une information.

### 2.2.3 Partie Maintenance

La partie inférieure concerne la maintenance du portail. Son paramétrage consiste à :

1. Préciser, en octets, la taille des fichiers à télécharger (uploader) dans le portail.

2. Sélectionner le « mode maintenance ».

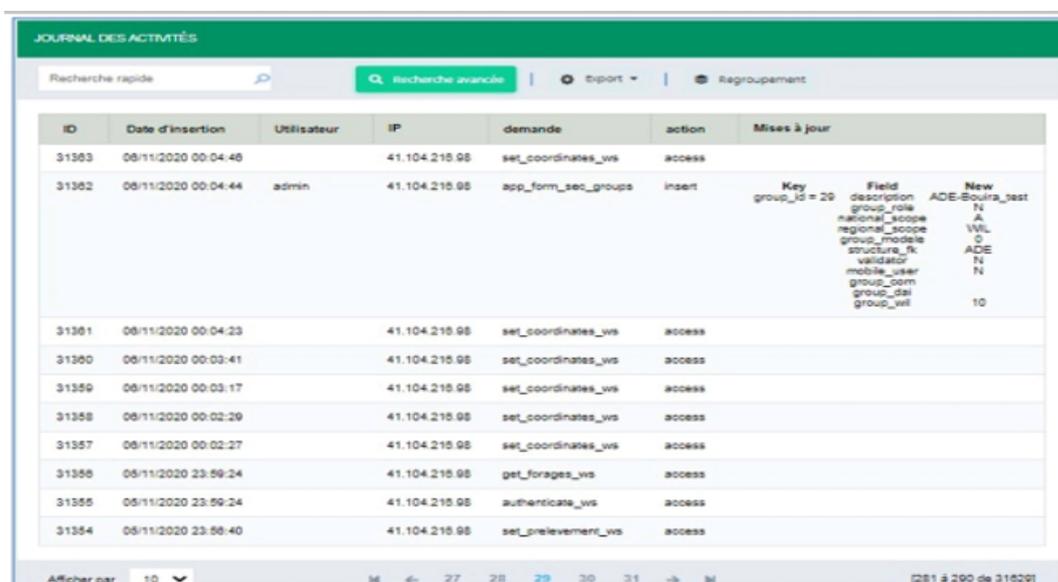
Si le système est en « mode maintenance », saisir « Maintenance Message » qui devra s'afficher aux utilisateurs qui se connectent. exemple de message : « Le système est momentanément non-accessible ».

3. Montrer l'adresse email de contact de l'administrateur.

4. Indiquer « l'URL du webservice UID » qui sera utilisé pour fournir un identifiant unique pour chaque infrastructure.

## 2.2.4 Journal des activités

Le journal des activités répertorie toutes les actions réalisées sur le portail.



ID	Date d'insertion	Utilisateur	IP	demande	action	Mises à jour
31353	06/11/2020 00:04:46		41.104.216.98	set_coordinates_ws	access	
31352	06/11/2020 00:04:44	admin	41.104.216.98	app_form_sec_groups	insert	Key group_id = 20 Field description group_role national_scope regional_scope group_model structure_fk validator mobile_user group_com group_dsl group_well New ADE-Souira_test N A WVL O ADE N N 10
31351	06/11/2020 00:04:23		41.104.216.98	set_coordinates_ws	access	
31350	06/11/2020 00:03:41		41.104.216.98	set_coordinates_ws	access	
31349	06/11/2020 00:03:17		41.104.216.98	set_coordinates_ws	access	
31348	06/11/2020 00:02:29		41.104.216.98	set_coordinates_ws	access	
31347	06/11/2020 00:02:27		41.104.216.98	set_coordinates_ws	access	
31346	06/11/2020 23:59:24		41.104.216.98	get_forages_ws	access	
31345	06/11/2020 23:59:24		41.104.216.98	authenticate_ws	access	
31344	06/11/2020 23:58:40		41.104.216.98	set_prelevement_ws	access	

FIGURE 2.10 – Le journal d'activité

Ce journal permet de garder la traçabilité de toutes les activités. Il précise, entre autres :

1. La date et l'heure de réalisation de l'activité.
2. L'utilisateur à l'origine de l'activité.
3. L'écran demandé pour réaliser l'activité.
4. Le type de l'action.
5. La mise à jour, s'il y en a.

Il nous est possible de regrouper les informations du journal, en utilisant le bouton « Regroupement ». Il suffit de déplacer vers la droite le ou les champs de regroupement.

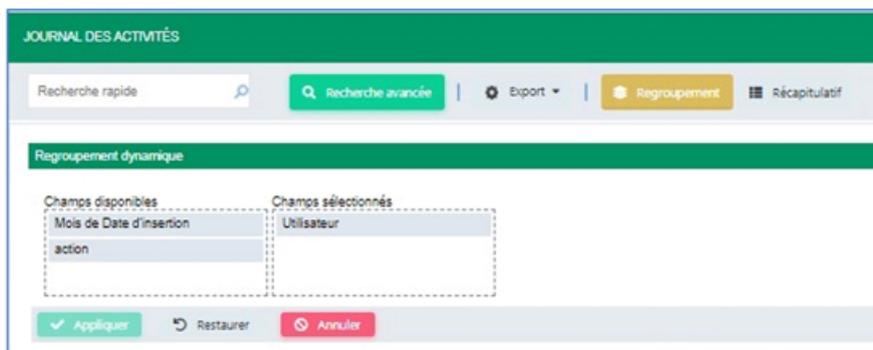


FIGURE 2.11 – Regroupement des informations

Le bouton « Récapitulatif » nous donne la possibilité de filtrer les données pour affiner les actions réalisées dans le portail.

### Récapitulatif des activités

Le récapitulatif des activités, est un tableau de bord construit à partir des données du journal des activités.

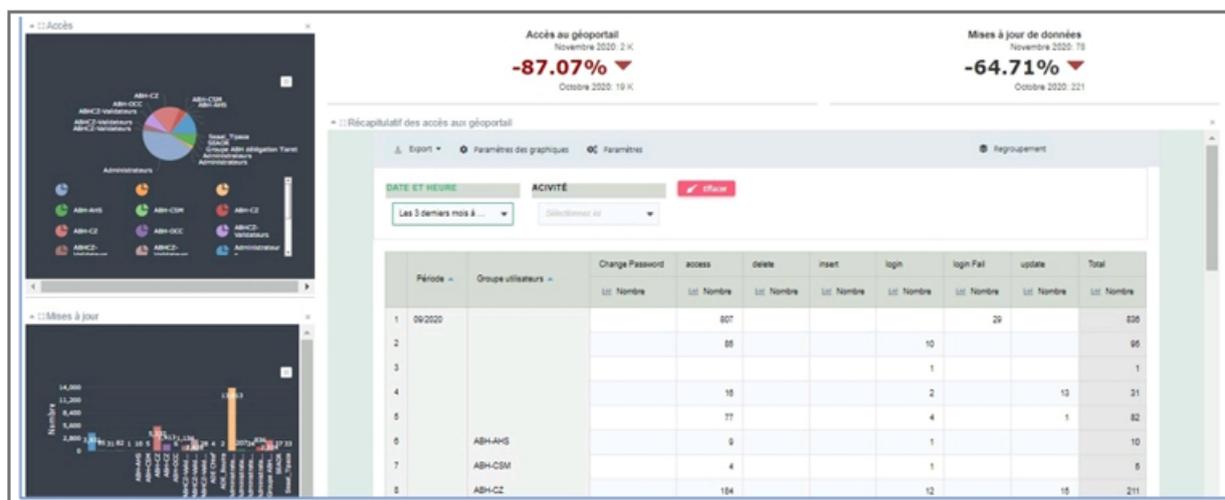


FIGURE 2.12 – Le tableau de bord

On distingue trois types d'informations :



- on clique sur le petit carré blanc, en haut à droite du graphique pour exporter le graphique vers un autre format (PNG, JPG, PDF, ...).

### Tableau croisé dynamique d'activité

Au milieu de la fenêtre, nous avons un tableau croisé personnalisable, qui affiche le décompte et qui nous donne la possibilité de sélectionner différentes dimensions de décompte.

Par exemple, le tableau présente le décompte des actions réalisées mensuellement par « groupe d'utilisateurs ».

Il est possible d'afficher, graphiquement, le décompte d'une action, en cliquant sur le bouton « graphique » où s'affiche le total mensuel (à la fin des groupes) de l'action.



Un click sur le bouton « graphique » affichera le graphique correspondant l'action réalisé.

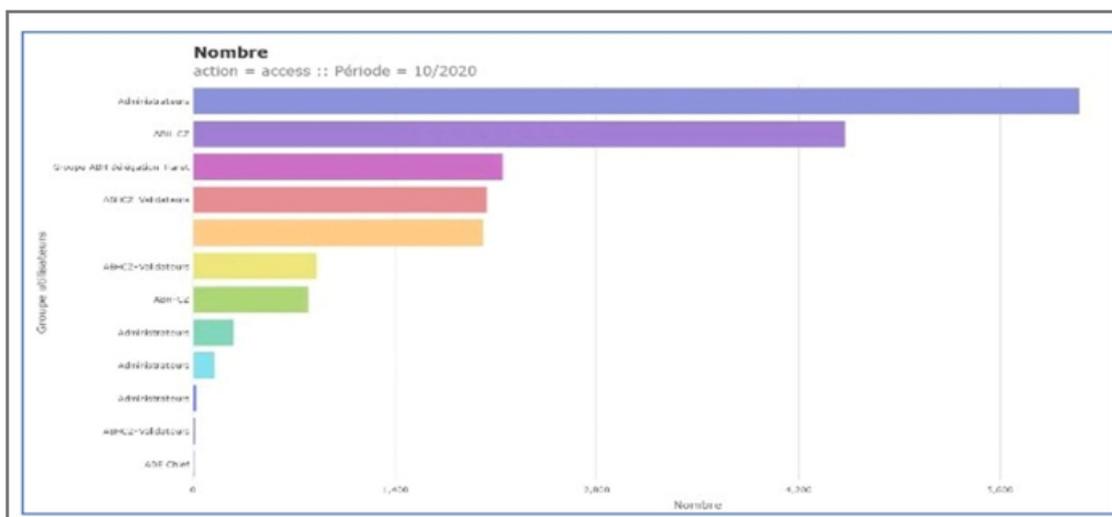


FIGURE 2.14 – Représentation des données sous forme graphique

### Le menu « Référentiel »

Ce menu renferme tout le référentiel utilisé dans le portail. On distingue 5 sous-menus :

1. Nomenclatures.
2. Types de structures.
3. Couches cartographiques.
4. Campagnes de relevés.
5. RDV de campagnes.

### **Les Avantages :**

- Une plateforme qui a collecté des milliers d'utilisateurs de nombreuse institutions et de différents postes, on trouve des informaticiens, de hydrologues et d'autres différents utilisateurs.

- Une base de données centralisée contient énorme quantité de données et des informations pour toutes les zones nationales.

- Des données sécurisé : l'accès aux données pour les utilisateurs est selon son groupe, un groupe ne peut pas accéder aux données ou des taches d'un autre groupe.

### **Les inconvénients**

**Manque des données pluviométriques :** La plateforme collecte une énorme quantité de données hydrauliques de toutes sortes en plus d'autres informations sur les stations ou les stockages d'eau (barrages, réservoirs ...), mais elle manque de données pluviométriques : cette tâche n'a pas été ajouter à la plateforme.

Les données pluviométriques sont toujours stockées dans des fichiers Excel.

**Informations non partagée avec le public :** Plateforme privée spéciale pour les employeurs des stations météorologique, les Agence de la gestion intégrée des ressources en eau, et tous les affiliés au ministère des ressources en Eau seulement.

Les visiteurs n'ont pas la possibilité de consulter les données quel que soit des tableaux ou des graphes, d'exporter des données ou de naviguer sur la plateforme : l'accès aux données est par des comptes utilisateur créé seulement pour les employés.

**L'Insertion des données :** Les employés ne peuvent pas importer les anciennes données pluviométriques automatiquement, alors ils sont obligés de les insérer manuellement.

## 2.3 Opendatasoft

Une plateforme Française, qui permet de démocratiser l'utilisation des données et générer de la valeur à travers l'écosystème.

Cette plateforme est un lieu de collecte d'un grand nombre de données et d'informations différentes dans de nombreux domaines, qu'ils soient météorologique, la médecine, ou d'autre domaines.

L'interface se compose de plusieurs menus, le contenu principal se trouve dans le menu Explorer. Cette dernière se comporte de plusieurs activités différentes : la recherche, le filtrage des données, l'affichage des ensembles de données, etc.

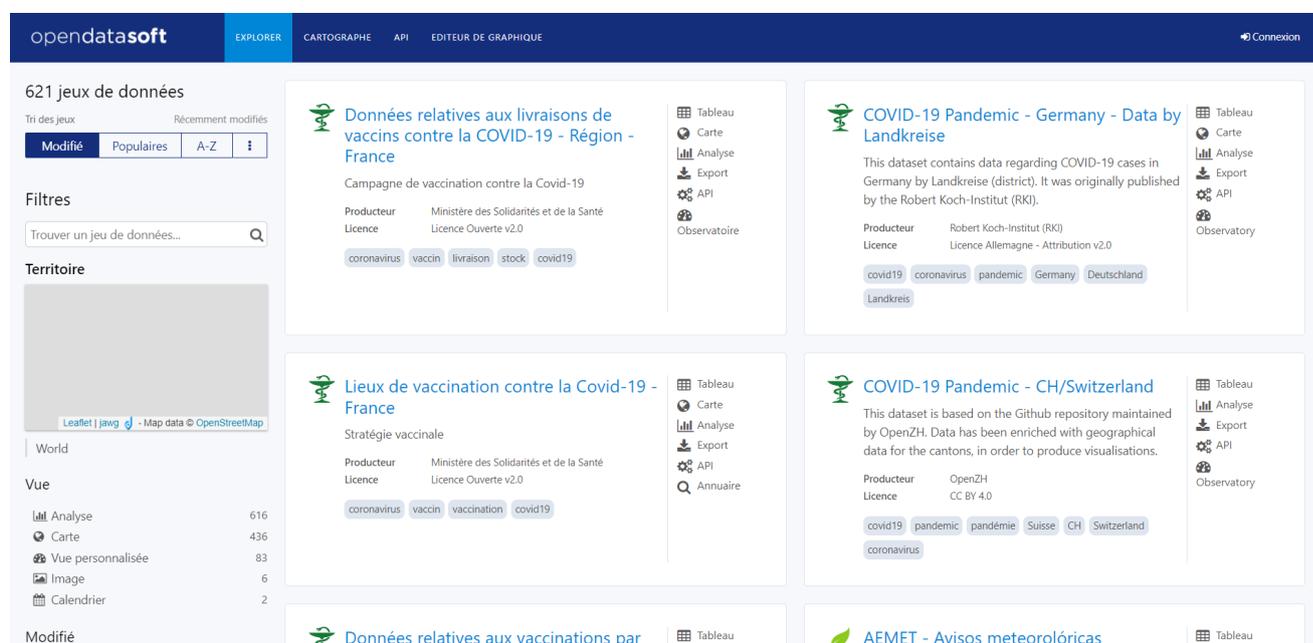


FIGURE 2.15 – Opendatasoft

Elle comporte deux parties :

**La première partie :** Contient des jeux de données : titre, une petite description, le nom du producteur. Ainsi, vous pouvez analyser les données dans un tableau ou en utilisant des graphes. Ça vous permettra d'exporter des données via plusieurs formats, nous avons également une API pour faciliter la recherche des données lorsque vous êtes connecté dans un jeu.

**La deuxième partie :**

- Un Chiffre qui indique le nombre de jeux de données dans la plateforme.
  - Quatre boutons contiennent différents de modèles pour tri les jeux de données : tri jeux récemment modifiés, les plus populaires, par alphabétiques, ou bien d'autres quand on clique sur les trois points.
  - Une barre de recherche qui nous facilite la recherche d'un jeu de données par son nom, territoire, ou bien un mot dans la définition.
  - Une liste vue contient analyses, une carte, une vue personnalisée, image et un calendrier.
  - Une liste qui permet de parcourir les producteurs disponibles et de les sélectionner pour accéder aux jeux de données disponibles qui l'on créer par ce dernier.
  - Une liste qui permet de lire rapidement les mots clés.
  - Une liste qui permet de parcourir les thèmes disponibles pour accéder aux données.
  - Une liste contenant le nombre de données dans chaque langue.
- Enfin, vous pouvez exporter le catalogue dans une variété de formats (CSV, ...etc.).
- Dans notre analyse, nous nous sommes concentrés sur l'aspect météorologique :

**2.3.1 SYNOP**

Les données d'observation des rapports internationaux d'observations terrestres ont circulé sur le système mondial de télécommunication de l'Organisation météorologique mondiale Paramètres atmosphériques mesurés depuis la surface de la Terre (température, humidité, direction et direction du vent, pression atmosphérique, précipitations) ou observés (météo sensibilité, description des nuages, visibilité). Selon l'instrument et les conditions locales, d'autres paramètres peuvent être disponibles (épaisseur de neige, conditions du sol, etc.).

**Avantages :****Données partagées**

- La startup parisienne Opendatasoft veut faciliter l'accès aux données dans toutes les organisations et les entreprises. L'entreprise souhaite que sa plateforme d'exploitation des données devienne un pilier essentiel de la numérisation.

- Les données ouvertes peuvent être utilisées dans le fonctionnement démocratique, pour une meilleure concertation, transparence et par l'ouverture à de nouveaux points de vue. Elles servent également à améliorer les actions publiques pour être plus efficaces, notamment dans le cadre de la démarche open Data des collectivités locales. Et pour finir, elles aident à créer de nouveaux services à forte valeur ajoutée économique ou sociale, grâce à l'exploitation de nouvelles ressources.

### Données bien organisé

- Les données sont représentées de manière claire et compréhensible Le chercheur peut facilement trouver ce qu'il recherche. Ce qui va l'aider à avoir des connaissances à partir de ces données et prendre aisément des décisions.

- Les données sont représentées sous deux formats bien spécifiés : tableau et graphe.

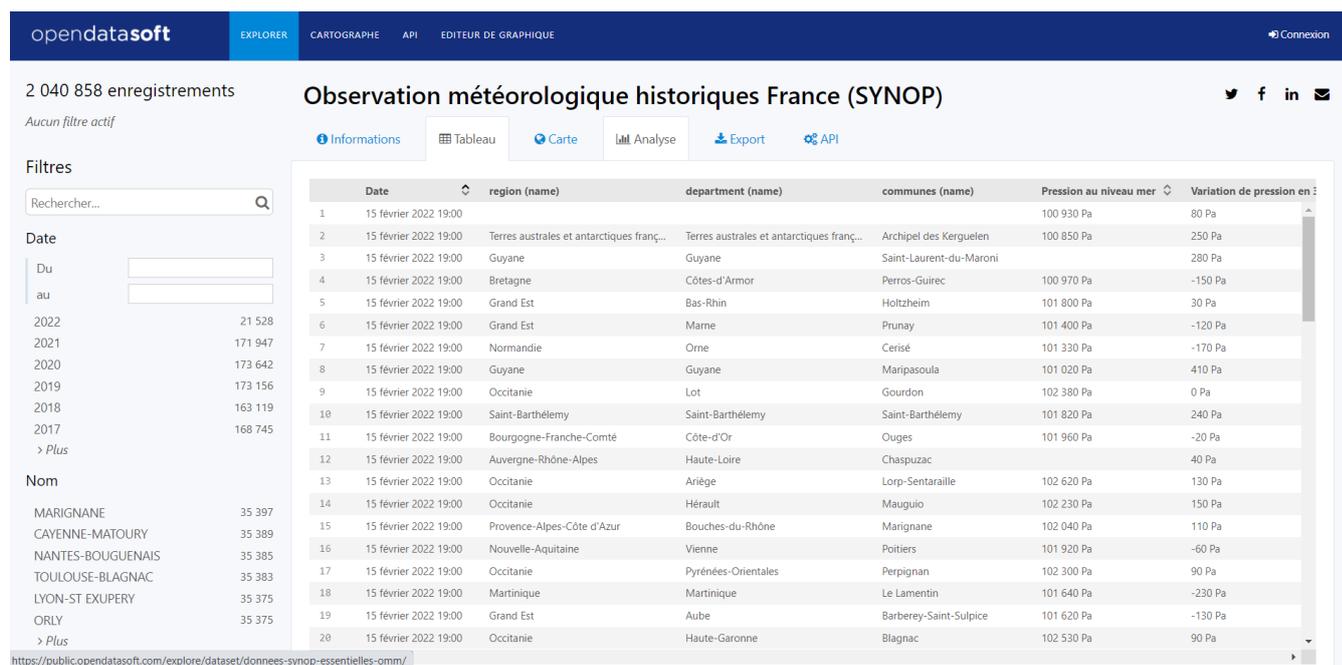


FIGURE 2.16 – Données représentées sous format d'un tableau

La représentation sous forme de graph existe en plusieurs types :

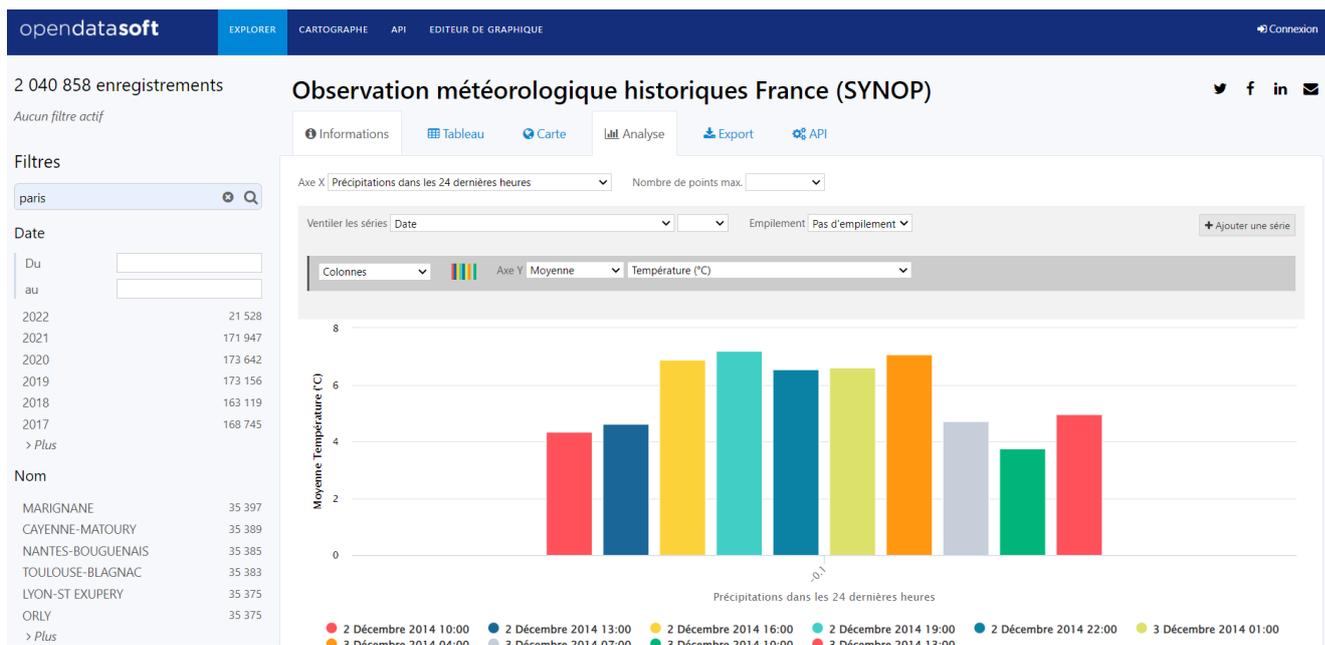


FIGURE 2.17 – Données représentées sous format d'un graphe de barres

Avec la présence d'une carte qui aide les chercheurs à obtenir des informations sur les stations de manière simple et rapide, il suffit de mettre le nom de ville et il affichera toutes les informations à ce sujet, pour mieux comprendre on a fait un petit exemple on a choisi la ville Nice :

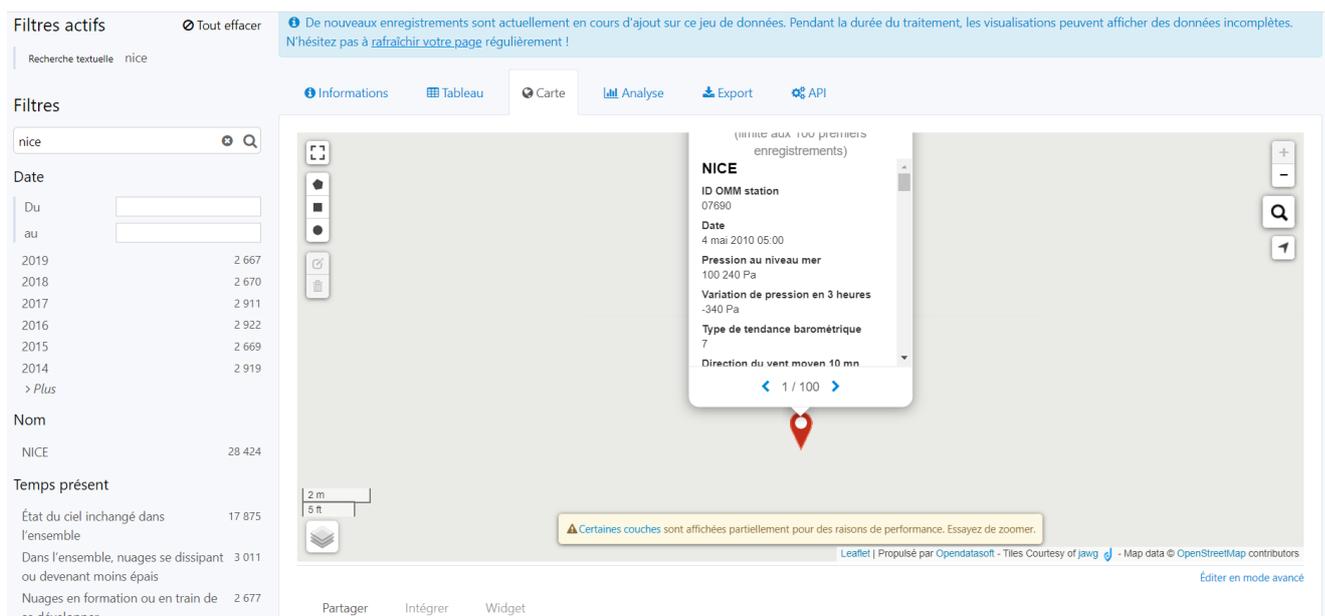


FIGURE 2.18 – informations sur les stations de Nice

## Données à jour

En ce qui concerne l'actualisation des données dont le chercheur ou le visiteur fait l'objet de sa recherche, la plateforme s'assure que les données sont à jour ou mises à jour lors de la visite.

Les données sont saisies quotidiennement de manière organisée par des employeurs spécialisés.

## Possibilité de télécharger les données

Non seulement les chercheurs ont un accès gratuit aux données, mais ils peuvent également télécharger facilement les données via l'interface d'exportation, et sous plusieurs formats, à savoir le format des fichiers plats : CSV, JSON et EXCEL ou Format de fichier géographique : GeoJSON, Shapefile , KML.

The screenshot shows the Opendatasoft interface for the dataset 'Observation météorologique historiques France (SYNOP)'. The page displays 28,424 records. On the left, there are filters for 'Date' (from 2014 to 2019) and 'Nom' (NICE). The main content area has tabs for 'Informations', 'Tableau', 'Carte', 'Analyse', 'Export', and 'API'. The 'Export' tab is selected, showing options for downloading the data in various formats: CSV, JSON, Excel, GeoJSON, Shapefile, and KML. Each format option includes a download icon and a note: 'Seulement les 28424 enregistrements sélectionnés'. A warning message at the top of the export section states: 'Ce format d'export est limité à 50 000 enregistrements. Vous pouvez ajouter des filtres à votre requête pour rentrer dans les limites de taille.'

FIGURE 2.19 – les formats de téléchargement

## Inconvénients :

- Malgré la présence des données nécessaires et organisées de manière claire, il y en a un manque, car les données disponibles vont de 2010 à nos jours, mais avant cela, il n'y a pas des informations.

- une plateforme française qui contient des données concernant la météorologie en

France, elle n'est pas applicable en Algérie.

## **2.4 Conclusion**

Dans ce chapitre on a essayé de faire une analyse globale pour des applications web qui s'intéressent à la pluviométrie, ses fonctionnalités et ses défauts afin de trouver des solutions que nous abordons dans notre application.

La conception de notre application a été faite en utilisant le langage UML qui sera présenté dans le chapitre suivant.

# Analyse et Conception

## 3.1 Introduction

Pour mener à bien le projet, nous devons tout naturellement avoir recours à un formalisme de conception à savoir UML (Unified Modeling Language). Qui est un langage de modélisation graphique à base de pictogrammes conçu comme une méthode normalisée de visualisation dans les domaines du développement logiciel et en conception orientée objet.

Dans cette section, nous présentons quelques diagrammes de notre modélisation en explicitant leurs rôles. Nous allons principalement présenter le diagramme des cas d'utilisation, le diagramme des classes et le diagramme de séquences.

## 3.2 Spécification des besoins

Cette section consiste à comprendre le contexte du système. Il s'agit d'identifier les fonctions et les acteurs les plus pertinents, de préciser les risques les plus critiques et d'identifier les premiers cas d'utilisation.

### 3.2.1 Besoins fonctionnels

Les besoins fonctionnels ou besoins métiers représentent les actions que le système doit Exécuter, il ne devient opérationnel que si il les satisfait. Cette application doit couvrir principalement les besoins fonctionnels suivants :

- Création des comptes.

- Suppression des comptes.
- Insertion des données.
- Téléchargement des données.
- Visualisation graphique des données.

### 3.2.2 Besoins non fonctionnels

A part les besoins fondamentaux, notre système doit répondre aux critères suivants :

- La rapidité de traitement : En effet, vu le nombre important des transactions quotidiennes, il est impérativement nécessaire que la durée d'exécution des traitements s'approche le plus possible du temps réel.
- La performance : Un logiciel doit être avant tout performant c'est-à-dire à travers ses fonctionnalités, il répond à toutes les exigences des usagers d'une manière optimale comme la mise à jour des informations de différentes entités.
- La convivialité : Le logiciel doit être facile à utiliser. En effet, les interfaces utilisateurs doivent être conviviales c'est-à-dire simples, ergonomiques et adaptées à l'utilisateur.
- La sécurité et la fiabilité : l'application doit être sécurisée : les informations ne devront pas être accessibles par tout le monde.
- Gérer les données qui sont cartographique

### 3.2.3 Définition des acteurs

Un acteur représente un rôle d'un utilisateur qui interagit avec le système qu'on a modélisé. L'utilisateur peut être un utilisateur humain, une organisation, une machine ou un autre système externe.[19]

Les différents acteurs de notre système sont :

- L'administrateur.
- L'employé de la station pluviométrique.
- Le visiteur.

### 3.2.4 Présentation de l'UML

Face à un problème d'informatisation, plusieurs approches sont possibles pour la modélisation. Nous avons utilisé le langage UML dans notre projet.

Le langage de modélisation unifié (UML) est langage de modélisation graphique qui va nous permettre de comprendre et d'écrire les besoins, de spécifier et documenter les systèmes ainsi que d'esquisser les architectures logicielles.

La création d'UML a été motivée à l'origine par le désir de standardiser les systèmes de notation disparates et l'approche de la conception de logiciels. Il a été développé par GradyBooch, Ivar Jacobson et James Rumbaugh chez Rational Software en 1994-1995, avec un développement ultérieur mené par eux jusqu'en 1996.[20]

Pour la modélisation des besoins, nous utilisons les diagrammes (UML) suivants :

- Diagramme de cas d'utilisation.
- Diagramme de séquence.
- Diagramme de classe.

### 3.2.5 Diagramme des cas d'utilisation

Le diagramme de cas d'utilisation modélise le comportement d'un système et permet de capturer exigences du système.

Ce diagramme permet de définir l'interaction entre les acteurs et le système. C'est-à-dire, il s'agit des actions ou les fonctionnalités qui devront être réalisées par les acteurs et le système lui-même.

Comme notre système contient plusieurs acteurs, donc chaque acteur possède plusieurs cas comme :

#### Le cas d'utilisation de l'Administrateur

L'acteur Administrateur peut :

- Gérer les comptes : créer et supprimer.
- Modifier le mot de passe.
- Consulter l'historique des comptes.
- Contacter les employés.
- Recevoir les notifications.

- Visualiser les graphes et maps.
- Consulter les données pluviométriques.

D'où la présentation de notre diagramme de cas d'utilisation administrateur :

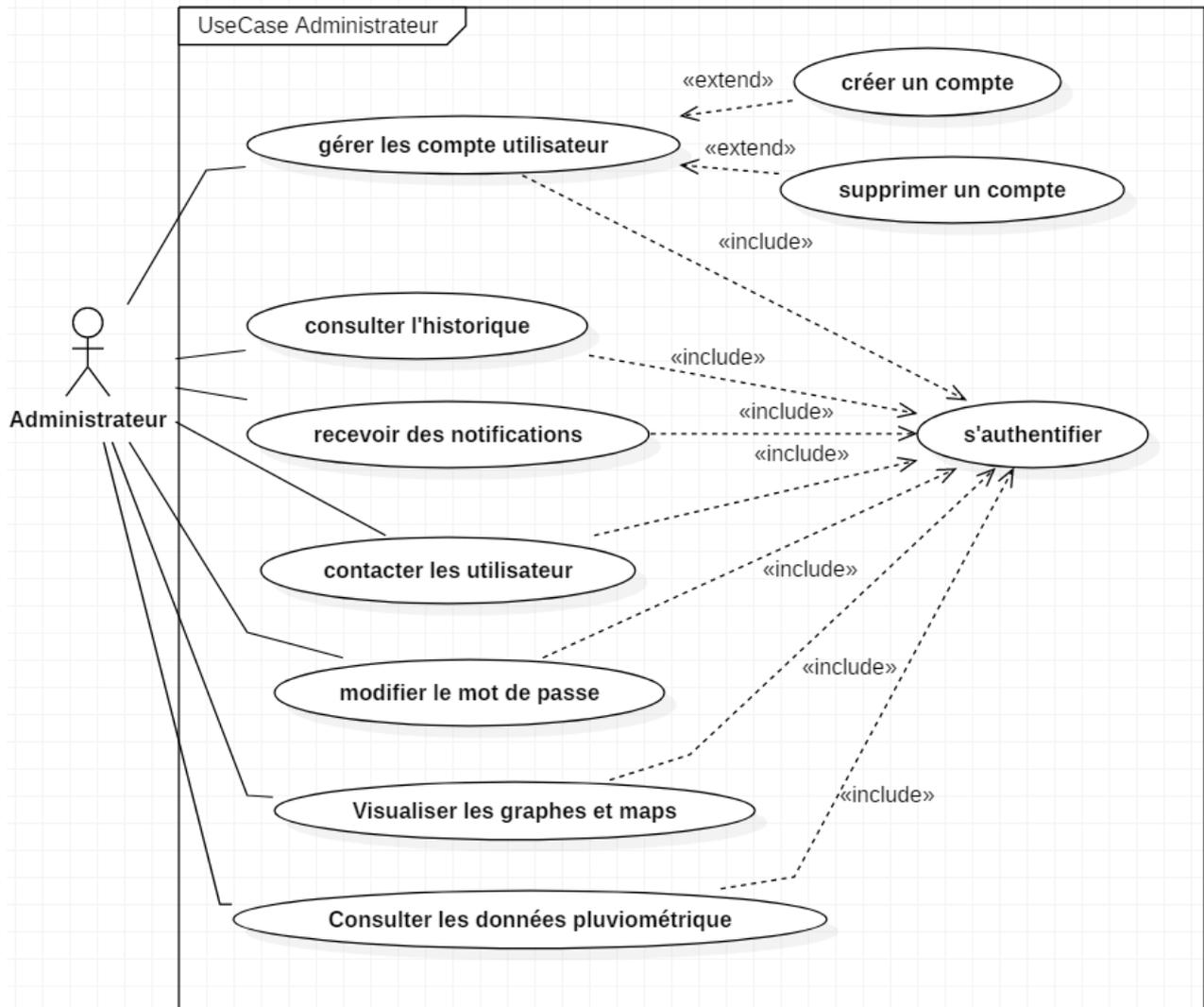


FIGURE 3.1 – Diagramme de cas d'utilisation pour l'administrateur

### Le cas d'utilisation pour l'Employé

L'acteur employé peut :

- Ajouter une station, modifier ou supprimer.
- Gérer les données pluviométriques : saisir, modifier ou supprimer les données.
- Consulter les données.
- Importer les données.

- Visualiser les graphes et maps.
- Exporter les données.
- Contacter l'administrateur.
- Modifier le mot de passe.

D'où la présentation de notre diagramme de cas d'utilisation de l'employé :

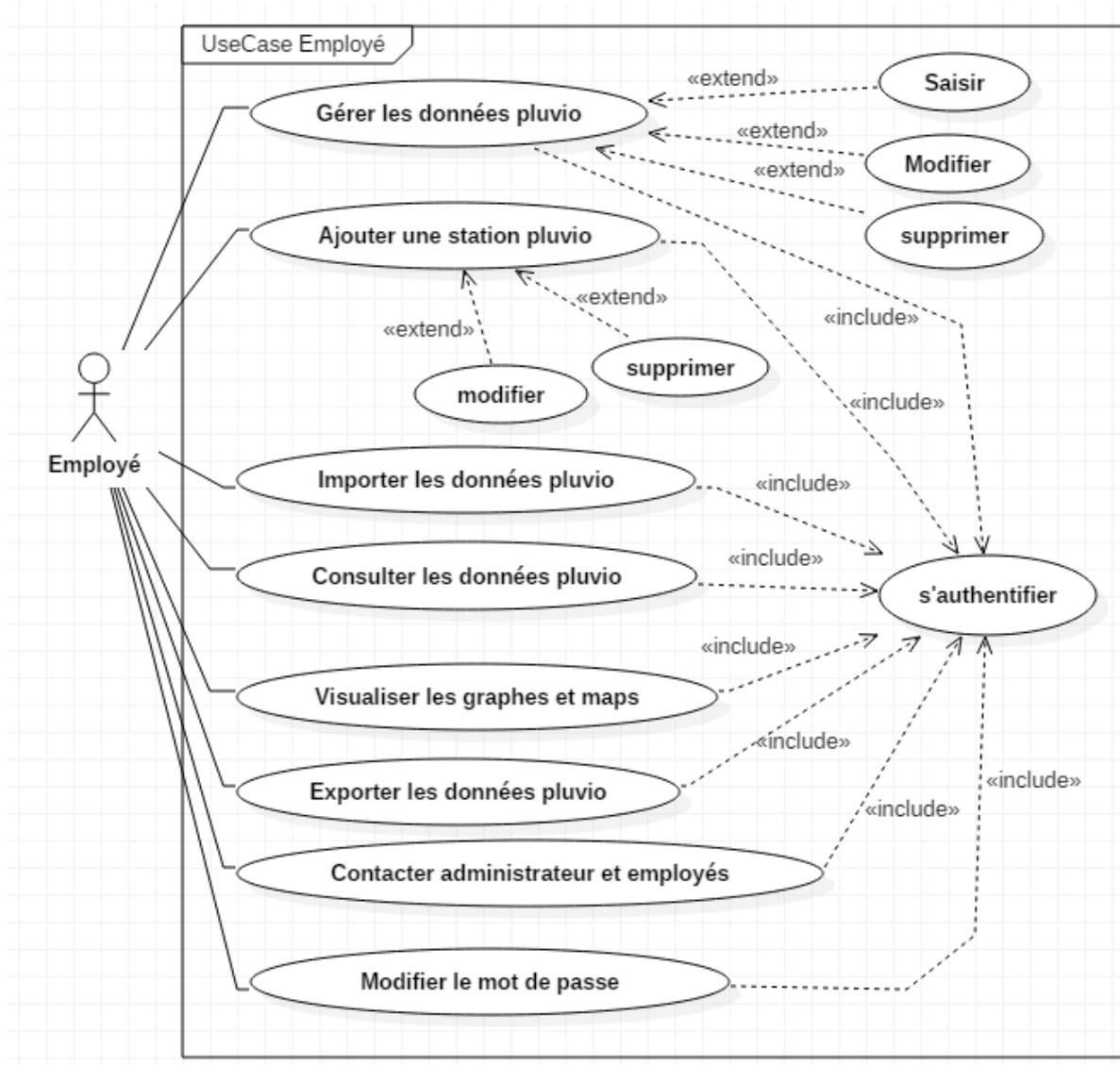


FIGURE 3.2 – Diagramme de cas d'utilisation pour L'employé

### Le cas d'utilisation de visiteur :

Un acteur visiteur peut :

- Consulter les données.
- Visualiser les graphes et les maps.

- Exporter les données.

D'où la présentation de notre diagramme de cas d'utilisation d'un visiteur :

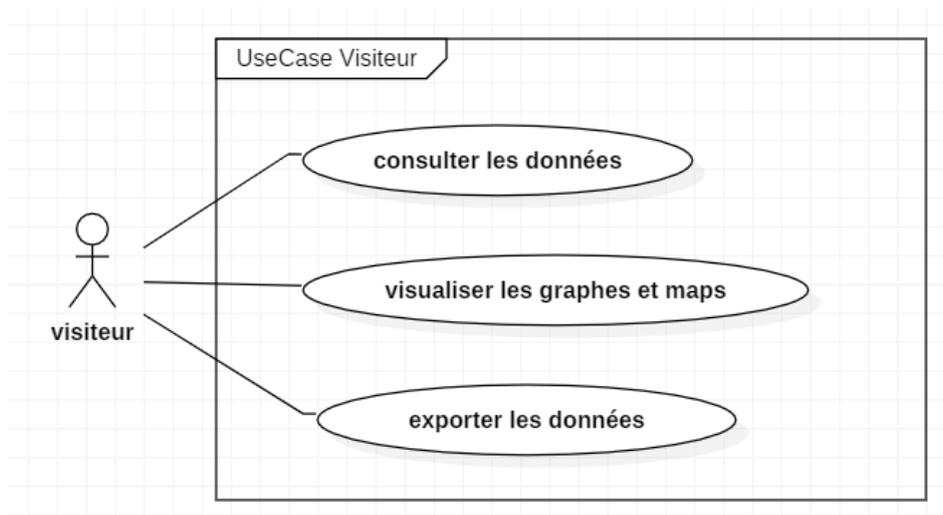


FIGURE 3.3 – Diagramme de cas d'utilisation pour le visiteur

## Description textuelle de cas d'utilisation

Cas	Authentification
Acteur	Administrateur, Employé.
Description	L'authentification ne peut être effectuée que par une personne disposant d'un compte ce qui permet d'accéder aux fonctions réservées sur le web.
Auteur	BETTAHAR Amina
Date	10/04/2022
Pré condition	Système accessible
Scénario nominal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'acteur accède à la fenêtre d'authentification.</li> <li>2. Le système affiche le formulaire d'authentification.</li> <li>3. L'acteur saisit son nom d'utilisation et son mot de passe.</li> <li>4. Le système vérifie l'existence du compte.</li> <li>5. L'acteur accède à son compte.</li> </ol>
Scénario alternatif	Si les informations saisies sont incorrectes, le système affiche un message d'erreur.
Post conditions	L'acteur est authentifié et accède aux fonctionnalités qui lui sont dédiées.

TABLE 3.2 – Description textuelle de cas « Authentification »

Cas	Créer des comptes.
Acteur	Administrateur
Description	La création des comptes employé doit être possible juste pour l'administrateur.
Auteur	BETTAHAR Amina.
Date	10/04/2022.
Pré-condition	- L'employé doit avoir un compte email. - L'employé doit avoir une pièce d'identité.
Scénario nominal	1. l'administrateur remplit le formulaire d'inscription. 2. le système enregistre les informations.
Scénario alternatif	1. a. l'administrateur ne remplit pas tout les champs du formulaire d'inscription.
Fin	Scénario nominal étape 1.
Post condition	Un nouveau compte créer associé au professionnel.

TABLE 3.4 – Description textuelle de cas « Créer des comptes »

Cas	Ajouter une station.
Acteur	Employé.
Description	L'ajoute d'une station pluviométrique doit être possible que pour l'employé.
Auteur	BETTAHAR Amina
Date	11/04/2022.
Pré condition	L'employé doit être authentifié en tant que employé (cas d'utilisation « s'authentifier »).
Démarrage	L'employé a demandé la page « ajouter une station ».
Scénario nominal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. l'employé se connecte avec son compte.</li> <li>2. l'employé demande le formulaire d'ajoute d'une station.</li> <li>3. le système envoie le formulaire.</li> <li>4. l'employé remplit le formulaire.</li> <li>5. le système envoie les informations à la base de données.</li> <li>6. le système affiche la station ajoutée.</li> </ol>
Scénario alternatif	<ol style="list-style-type: none"> <li>2.a. l'employé décide de quitter l'ajoute d'une station pluviométrique.</li> <li>4.a. l'employé décide de quitter l'ajoute d'une station pluviométrique.</li> </ol>
Fin	Scénario nominal aux étapes 2 ou 4 sur décision de l'employé.
Post condition	Une station est ajoutée.

TABLE 3.6 – Description textuelle de cas «Ajouter une station Authentification »

Cas	Saisir les données pluviométriques.
Acteur	Employé.
Description	L'insertion des données doit être possible que pour l'employé.
Auteur	BETTAHAR Amina.
Date	11/04/2022.
Pré condition	-L'employé doit être authentifié en tant que employé (cas d'utilisation « s'authentifier »). -une station pluviométrique est déjà ajouté.
Scénario nominal	1. L'employé se connecte avec son compte. 2. L'employé consulte les stations qui existent. 3. L'employé choisie une station pluviométrique. 4. L'employé demande le formulaire pour saisie les données pluviométriques. 5. Le système envoie le formulaire. 6. L'employé remplit le formulaire. 7. Le système affiche les données ajoutées.
Scénario alternatif	2. a.l'employé décide de quitter l'insertion des données. 3. a. l'employé décide de quitter l'insertion des données. 4. a. l'employé décide de quitter l'insertion des données. 6. a. l'employé décide de quitter l'insertion des données.
Fin	Scénario nominal aux étapes 2,3,4 ou 6 sur décision de l'employé.
Post condition	Données pluviométriques ajoutées.

TABLE 3.8 – Description textuelle de cas « Saisir les données pluviométriques »

Cas	Consulter les données
Acteur	l'employé, Visiteur.
Description	La consultation des données pluviométrique doit être possible pour les l'employés et les visiteurs.
Auteur	BETTAHAR Amina
Date	11/04/2022
Pré condition	l'employé doit être authentifié en tant que employé (cas d'utilisation « s'authentifier »).
Démarrage	1. l'employé a demandé la page « consultation des données. 2. Le visiteur a demandé la page de consultation des données.
Le scénario	1. l'employé se connecte avec son compte. 2. l'employé consulte les données pluviométriques. 3. Le système affiche les données pluviométriques. 4. l'employé exporter les données. 5. Le visiteur accède à la plateforme. 6. Le visiteur consulte les données pluviométriques. 7. Le système affiche les données pluviométriques. 8. Le visiteur exporter les données
Scénario alternatif	2.a. l'employé décide de quitter la consultation des données pluviométriques. 3.a. l'employé décide de quitter la consultation des données pluviométriques. 4.a. l'employé décide de quitter la consultation des données pluviométriques. 6.a. le visiteur décide de quitter la consultation des données pluviométriques. 7.a. le visiteur décide de quitter la consultation des données pluviométriques. 8.a. le visiteur décide de quitter la consultation des données pluviométriques.

Fin	Scénario nominal étape 2, 3, 4, 6, 7 ou 8.
Post condition	Aucun

TABLE 3.11 – Description textuelle de cas « Consulter les données »

### 3.2.6 Diagramme de séquence

Le diagramme de séquence, est l'un des diagrammes UML les plus utilisés pour spécifier les interactions entre les différentes parties du système. Dans cette section, nous appliquons le diagramme de séquence à la modélisation des échanges (de messages) entre objets.

En effet, il est important de noter que le diagramme de séquence met en œuvre principalement des objets et non des classes. Cela permet par exemple de montrer les échanges dans des configurations différentes.

#### Diagramme de séquence « Ajouter station » :

- L'employé demande le formulaire d'ajouter une station
- Le système retourne le formulaire d'ajouter une station.
- L'employé remplit le formulaire.
- Le système envoie les informations à la base de données
- La base de données va vérifier les informations.
- Si les données sont valides alors le système affiche à l'employé un message que les données sont ajoutées avec succès, sinon il envoie un formulaire à nouveau.

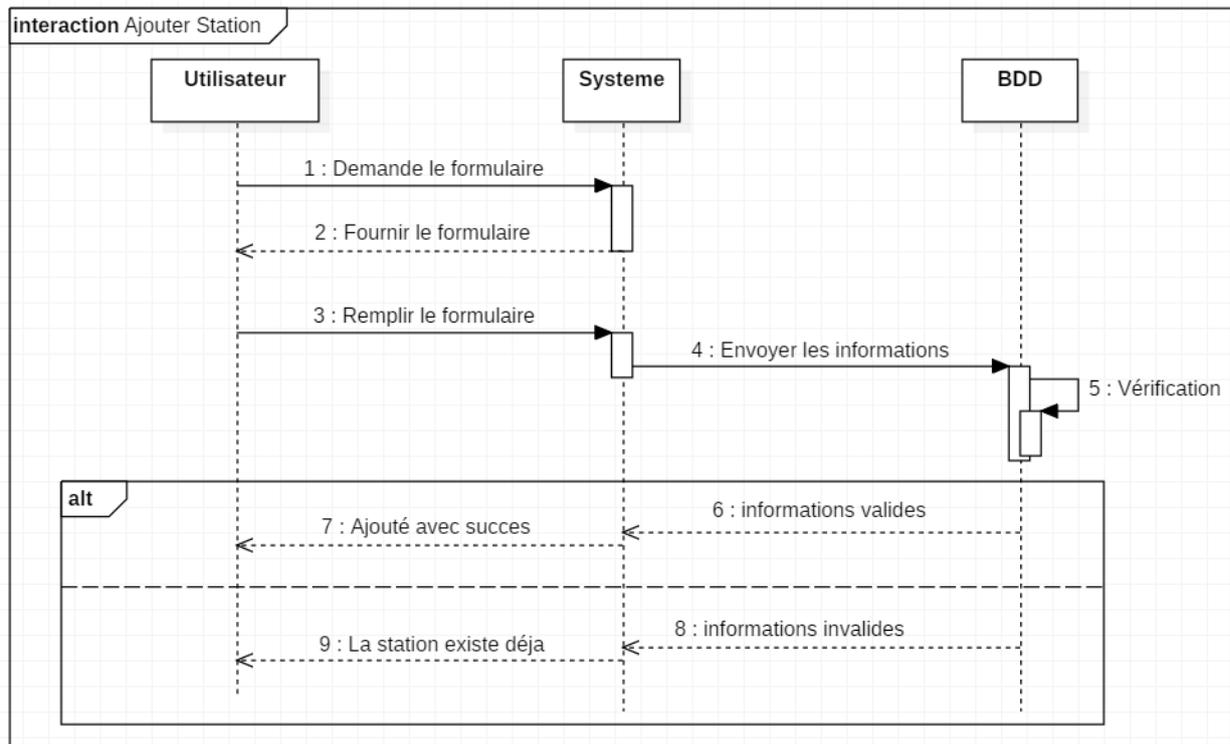


FIGURE 3.4 – Diagramme de séquence « ajouter une station »

**Diagramme de séquence « Saisir des données » :**

- l'employé demande le formulaire de saisie.
- Le système retourne le formulaire de saisie.
- l'employé remplit le formulaire.
- Le système envoie les informations à la base de données.
- La base de données va vérifier les informations.
- Si les données sont validées alors le système va afficher à l'employé qui indique que les données sont insérées, sinon il demande à modifier .

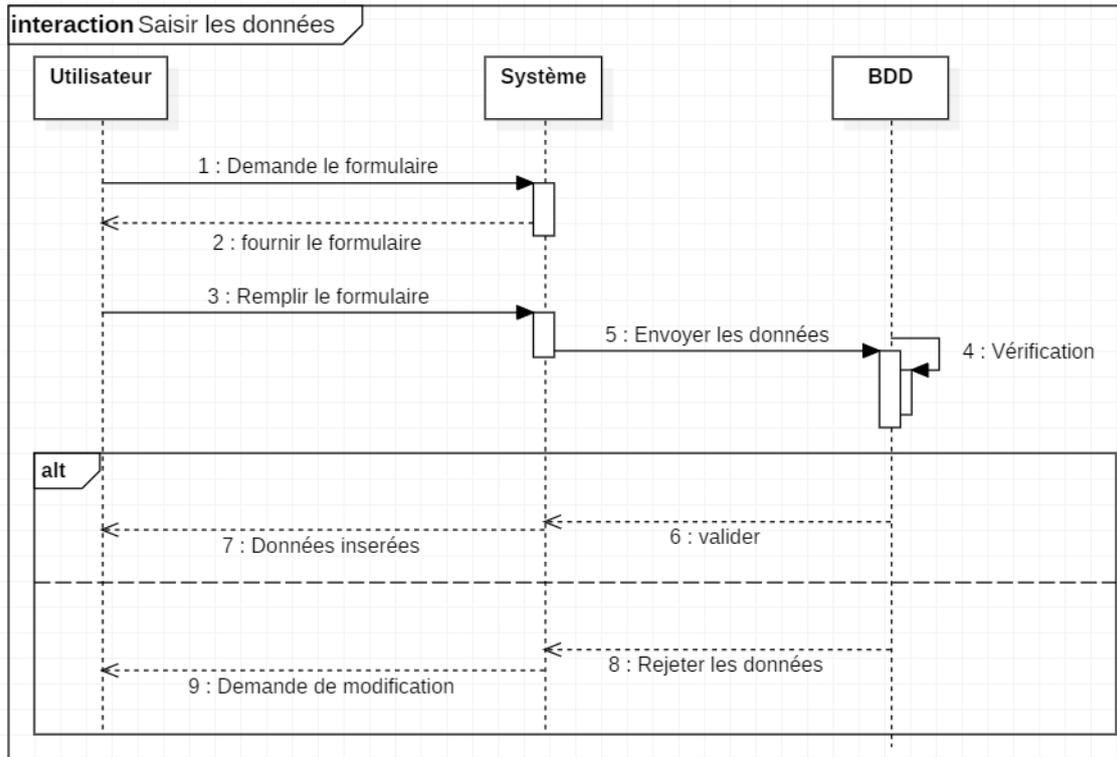


FIGURE 3.5 – diagramme de séquence « Saisir les données »

### Diagramme de séquence « consultation des données »

Un acteur peut consulter les données :

- L'acteur consulte la page des données.
- Le système envoie la requête à la base de données qui récupère et envoie les données.
- Le système affiche les données demandées.

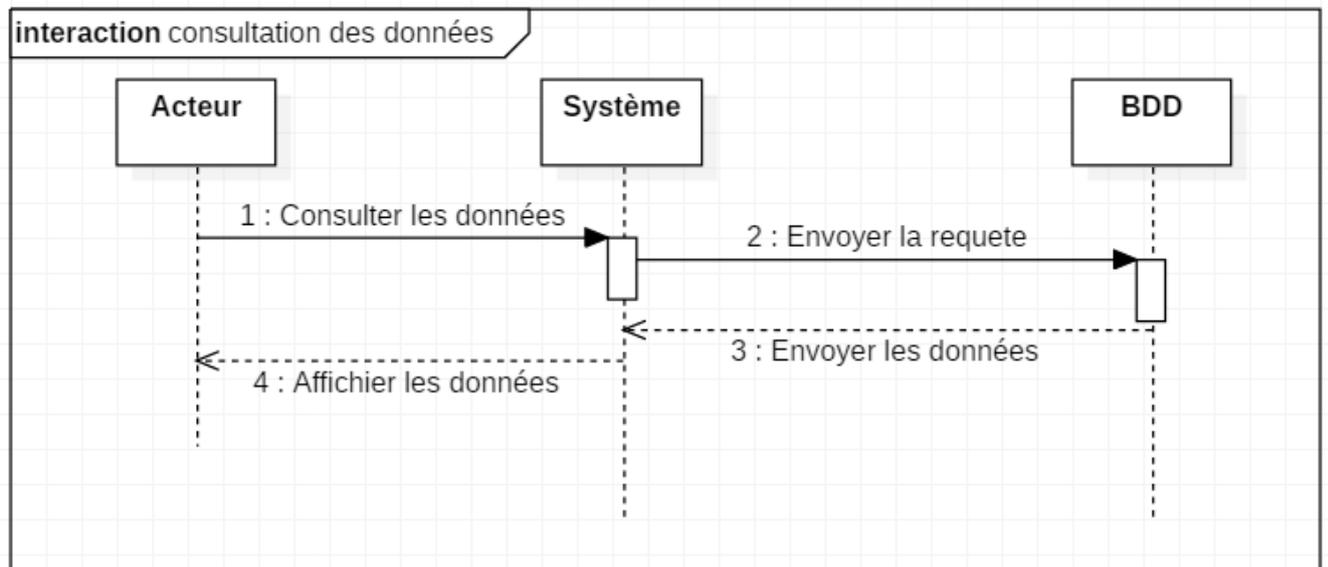


FIGURE 3.6 – diagramme de séquence « consultation des données ».

### Diagramme de séquence « téléchargement »

Chaque acteur de notre système a la possibilité de télécharger les données :

- L'acteur demande de consulter les données.
- Le système envoie la requête à la base de données.
- La base de données envoie les données au système.
- Le système affiche les données à l'utilisateur.
- L'acteur va filtrer les données.
- Le système demande de choisir le type de filtrage (par région, station ou date...).
- L'acteur choisi la partie de données qui va télécharger.
- Le système affiche les données.
- L'acteur sélectionne le lien de téléchargement.
- Le système demande le format de téléchargement (fichier pdf, csv).
- L'acteur choisi le format.
- Le système envoie le fichier à l'acteur.

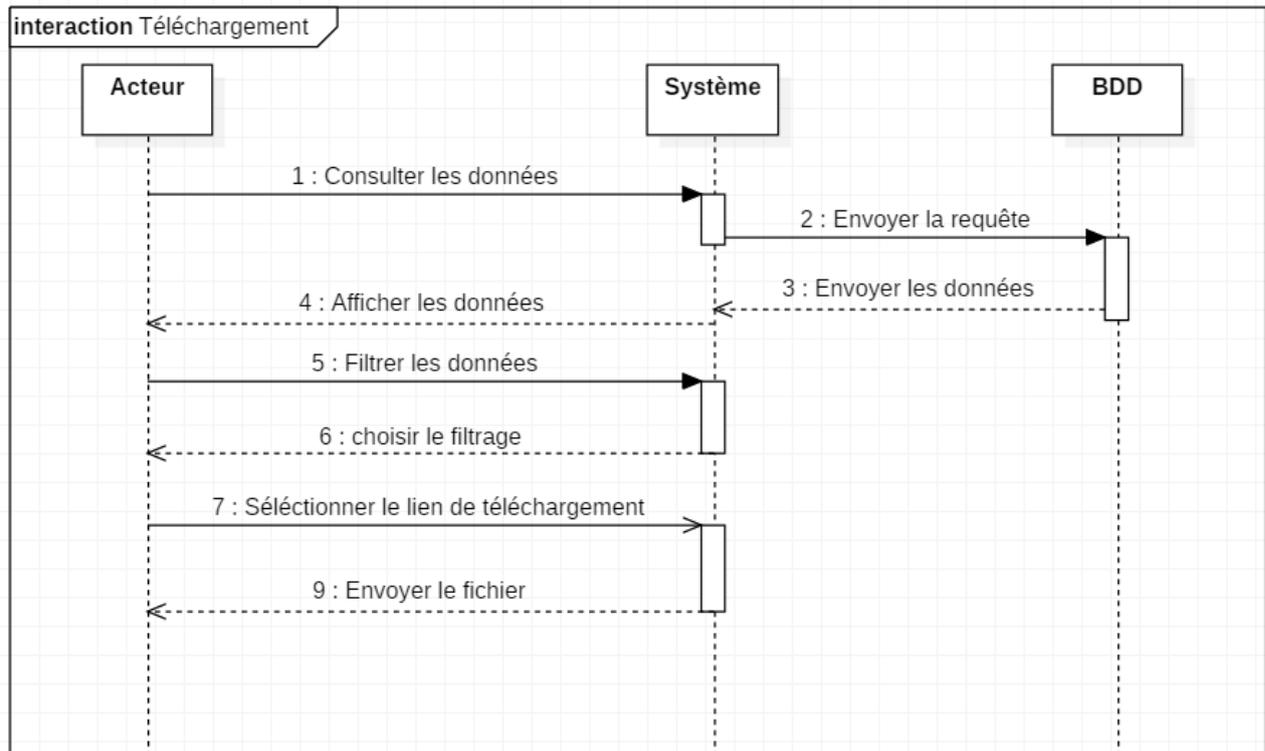


FIGURE 3.7 – diagramme de séquence « téléchargement de données »

### Diagramme de séquence « Visualiser le graphe »

- L'acteur choisit la station.
- Le système envoie la requête à la base de données qui récupère et envoie les informations.
- Le système affiche les données de la station.
- L'acteur va visualiser les données.
- Le système demande à l'acteur de choisir le type de graphe.
- L'acteur choisit le type de graphe.
- Le système va afficher les données sous forme d'un graphe.

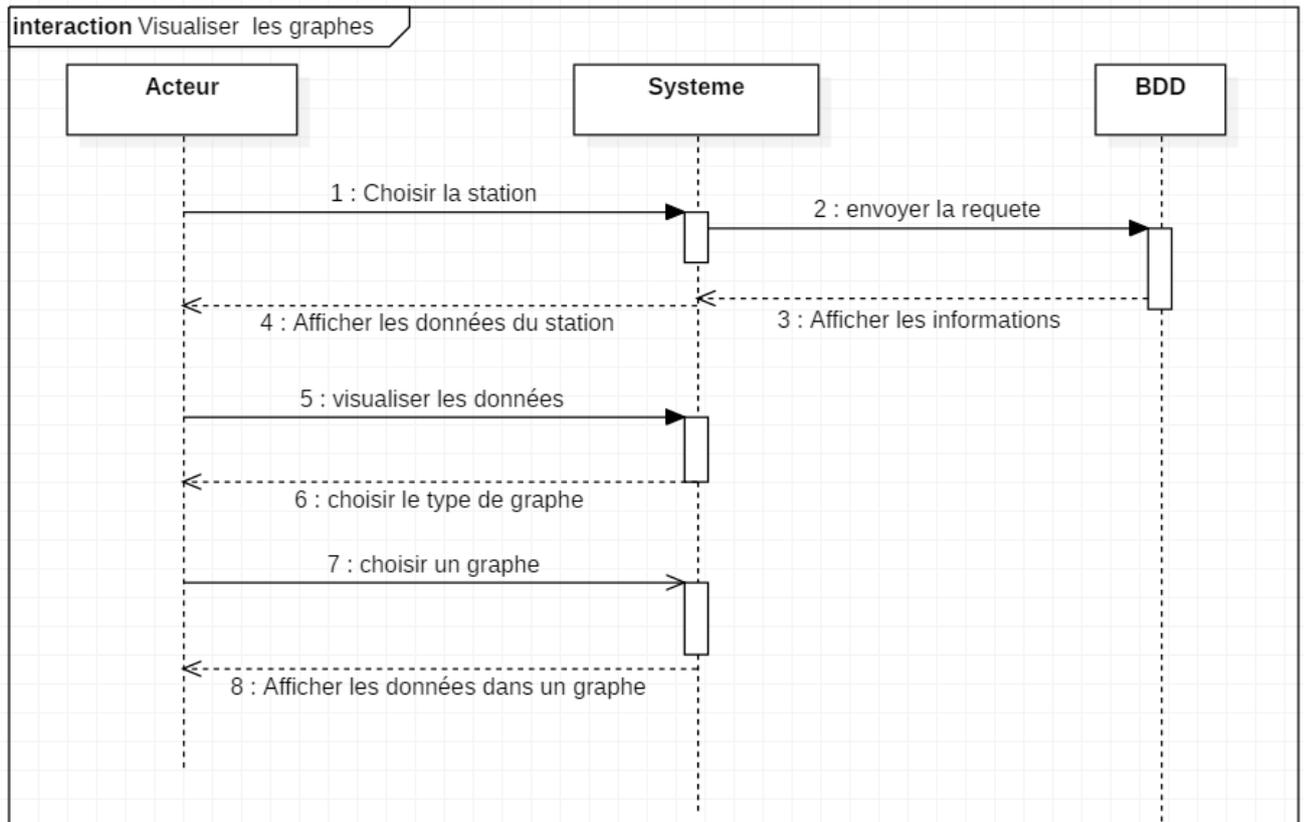


FIGURE 3.8 – diagramme de séquence « visualiser les graphes et maps »

### 3.2.7 Diagramme de class

Le diagramme de classe est considéré comme le plus important de la modélisation orientée objet. Il montre la structure interne. Il contient principalement des classes. Une classe contient des attributs et des opérations.

**Les classes et les attributs :**

Classes	Attributs
Utilisateur	<u>id_user</u> , nom, prénom, nom_utilisateur, email, password.
Administrateur	<u>id_user</u> , nom, prénom, nom_utilisateur, email, password.
Employé	<u>id_user</u> , nom, prénom, nom_utilisateur ,email , password.
Visiteur	<u>Id</u> .
Données pluvio	<u>id_données</u> , année, mois, valeur.
DP_max_jour	<u>id_données</u> , année, mois, valeur.
DP_totaux	<u>id_données</u> , année, mois, valeur.
Message	<u>id_msg</u> , contenu, date.
Station	<u>id_station</u> , Nom_Station, longitude, latitude, bassin_versant, année_mise_en_service.

**Les règles de gestion**

- L'administrateur peut créer plusieurs comptes de type employé.
- l'employé possède un seul compte.
- L'administrateur peut supprimer les comptes des employés.
- l'employé peut ajouter une station pluviométrique.
- La station est située dans un seul bassin versant.
- Chaque station possède des données pluviométriques.
- l'employé peut insérer les données pluviométriques.
- Le visiteur et l'employé peuvent consulter les données pluviométriques.
- Un employé peut modifier les données pluviométriques d'une station pluviométrique.
- Un employé peut supprimer les données pluviométriques.
- Le visiteur et l'employé peuvent visualiser les graphes et les maps.

- Un employé peut importer des données pluviométriques.
- Un visiteur peut exporter des fichiers qui contient les données pluviométriques.
- Un employé peut modifier son mot de passe.
- L'administrateur peut consulter l'historique des utilisateurs.
- L'administrateur peut recevoir des notifications.
- l'employé peut exporter les données.
- Un employé peut récupérer son mot de passe.
- L'administrateur peut modifier son mot de passe.

Le diagramme de classe de notre application :

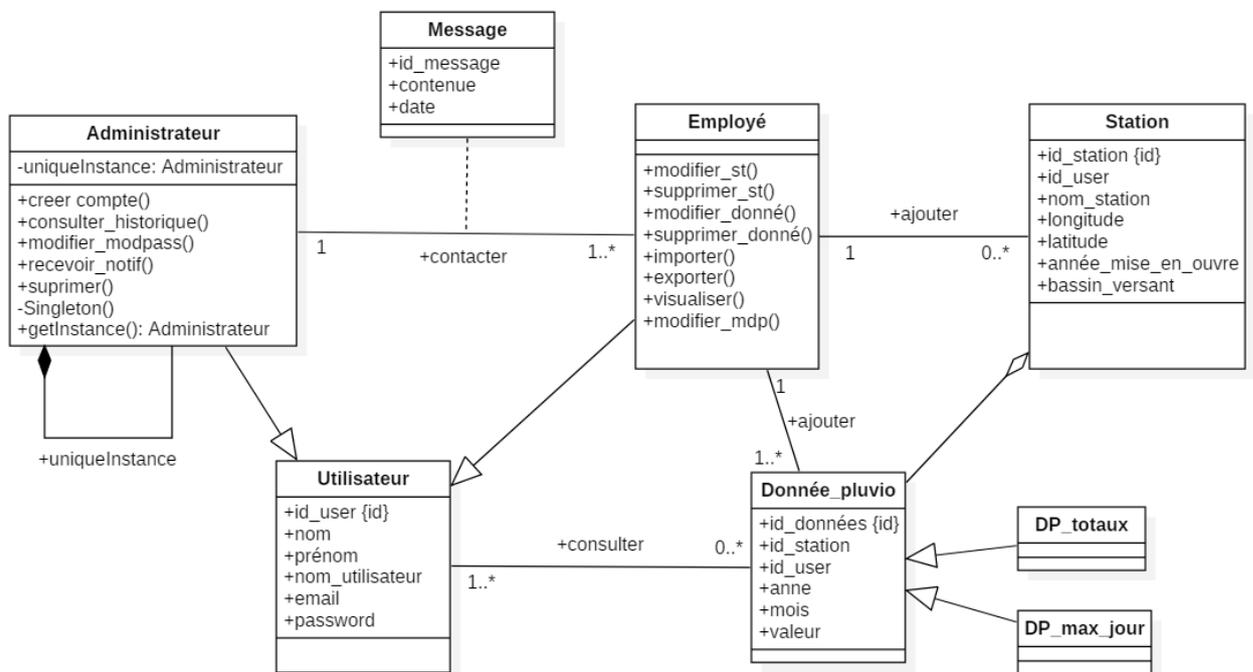


FIGURE 3.9 – Diagramme de classe

### 3.2.8 Le modèle relationnel

Le modèle relationnel est une manière de modéliser les relations existantes entre plusieurs informations, et des ordinateurs entre elles.

Station { id\_station, Nom\_Station, longitude, latitude, bassin\_versant, année\_mise\_en\_service, #id\_user }

Utilisateur { id\_user, nom, prénom, nom\_utilisateur, email, password }

Employé {id\_user, nom, prénom, nom\_utilisateur, email, password, #id\_message, uniqueInstance }

administrateur {id\_user, nom, prénom, nom\_utilisateur, email, password, #id\_message }

Visiteur {id\_visiteur }

Message {id\_msg, contenu, date }

Données\_pluviométrique {id\_données, #id\_station, #id\_user, année, mois, valeur }

DP\_max\_jour {id\_données, #id\_station, #id\_user, année, mois, valeur }

DP\_totaux {id\_données, #id\_station, #id\_user, année, mois, valeur }

### 3.3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit le fonctionnement de notre application en présentant les différents diagrammes UML associés à la solution proposée.

De ce fait, notre application est prête à être implémenter, le chapitre qui suit fera l'objet de sa mise en œuvre.

# Implémentation et Validation

## 4.1 Introduction

Dans le but de mener à bien un projet informatique, il faut impérativement choisir et mettre en œuvre des technologies qui permettant de répondre au mieux aux exigences des utilisateurs.

Dans ce chapitre nous allons parlé des différents langages de programmations et le matériel utilisé afin d'implémenter notre solution. En suite, nous allons discuter sur les différentes fonctionnalités du plateforme. Puis en présentant l'interfaces de chaque fonction. Enfin nous allons la vérifier à l'aide de deux tests(Test logiciel et Selenium).

## 4.2 Outils de développement

### 4.2.1 Matériel

Durant la phase de documentation, de spécification des besoins, de conception et de développement, nous avons utilisé l'ordinateur portable ayant les caractéristiques suivantes :

#### L'ordinateur Portable :

- Processeur Intel(R) core(TM) i5 1.6 Ghz.
- 16GB de mémoire vivre.
- Système d'exploitation Microsoft Windows 10 famille langue unique.

## 4.2.2 Langage de développement

### PYTHON

Un langage de programmation open source multiplateformes et orienté objet, Python est utilisé principalement pour créer des scripts et automatiser des tâches simples mais fastidieuses. Il possède des nombreuses bibliothèques telles Panda, Bokeh, Numpy, Scipy, Scrapy, Matplotlib, Scikit-Learn ou encore TensorFlow. Grâce à elles, Quelle que soit la plateforme utilisée, Python offre une grande flexibilité et une grande compatibilité pour les tâches à effectuer.[21]

Les avantages :

- La construction de projets en python permet aux développeurs l'accès facile, la fluidité d'utilisation de leurs modules tiers pour intégrer des fonctionnalités d'autres langages et plates-formes.

- Possibilité d'améliorer l'application.

La disponibilité des solutions Web Python rend la réalisation de l'évolutivité essentielle.

- Amélioration de l'adaptabilité du projet et meilleure intégration

- Plus simple et plus efficace.

- Sa conception orientée objet et sa propre unité de test ; le développement web se caractérise par l'accès rapide et une production énorme des applications.

- Augmenter Collectivement la valeur d'un projet.[22]

### DJANGO ( Framework)

Django est un Framework Web Python de haut niveau, gratuit et open source. Permet le développement rapide des applications sécurisée et maintenables. Construit par des développeurs expérimentés, il prend en charge une grande partie de la complexité du développement Web, Donc la concentration est basée sur l'écriture de l'application sans avoir à réinventer la roue.[23]

**Structure du projet Django :** Django est basé sur l'architecture MVT (Model-View-Template). c'est un modèle de conception de logiciel pour développer une application Web.

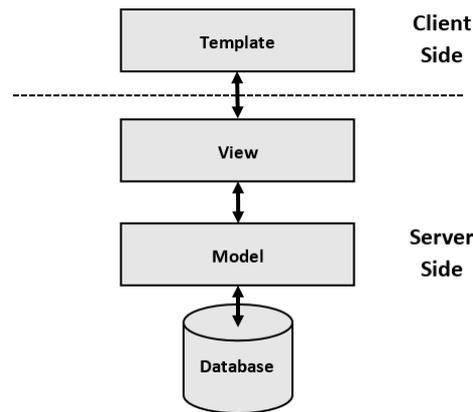


FIGURE 4.1 – l’architecture MVT (model-View-Template)

-Le modèle aide à gérer la base de données. C’est une couche d’accès aux données qui gère les données.

-Le template présentation qui gère complètement la partie interface utilisateur.

-View : est utilisée pour exécuter la logique métier et interagir avec un modèle pour transporter des données et afficher un modèle.[24]

### 4.3 Présentation des interfaces de l’application

Au lancement de notre application cette page principale s’affiche à l’écran :

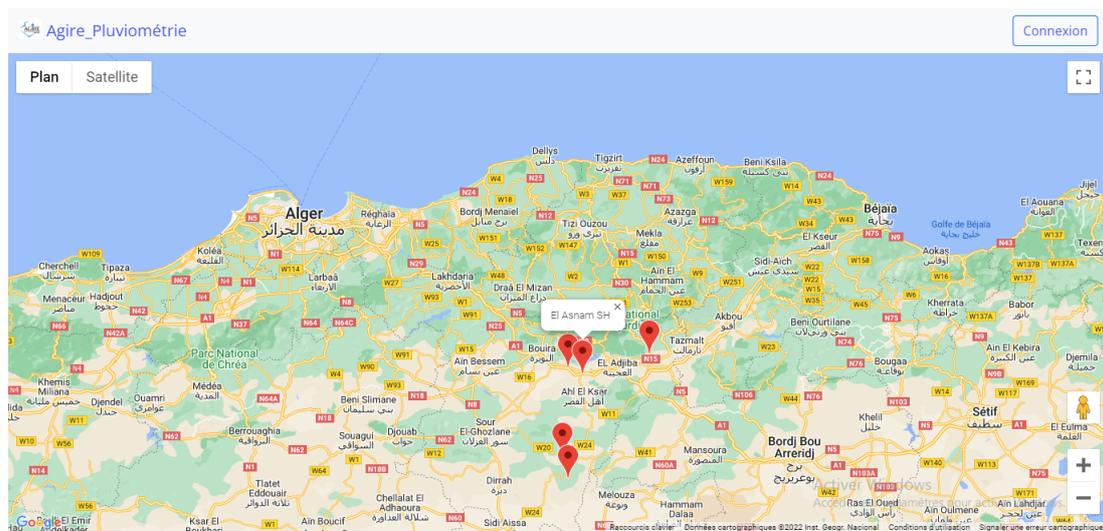


FIGURE 4.2 – interface principale

Elle permet de :

- Afficher toutes les stations pluviométriques existantes en Algérie.
- Chaque station pluviométrique est présentée par un marker.
- Cliquer sur le marker pour consulter les données pluviométriques de station choisi.

### 4.3.1 L'interface d'accueil

- Les utilisateurs peuvent savoir grâce à cette interface toutes les stations pluviométriques qui existent en Algérie.
- Cliquer sur le marker pour consulter les données pluviométriques de station choisi.

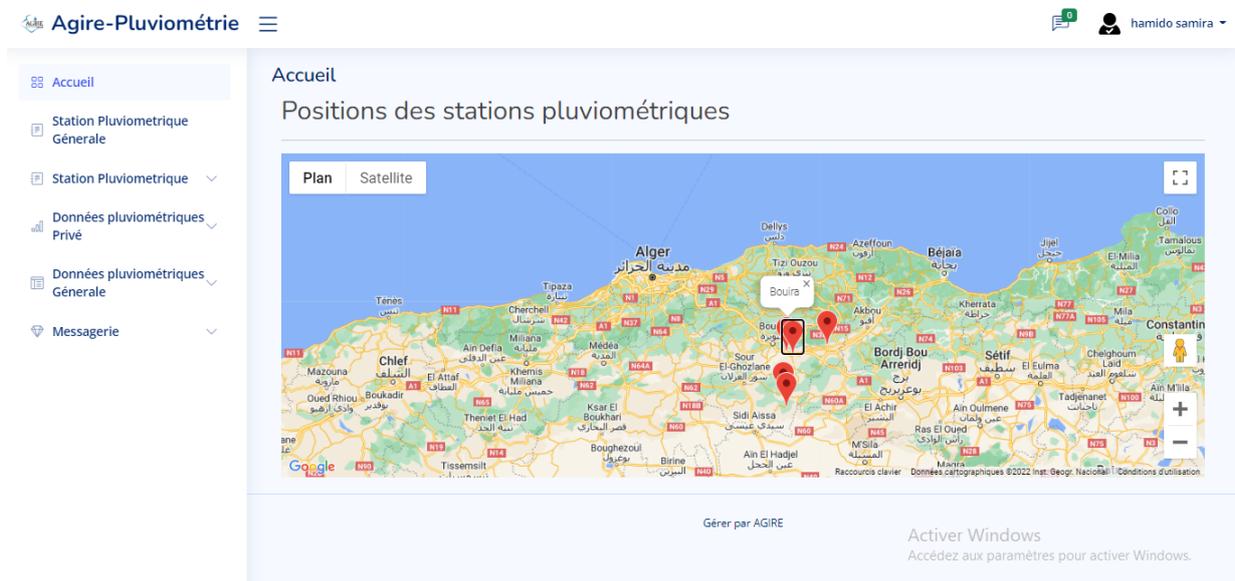


FIGURE 4.3 – L'interface d'accueil

### 4.3.2 L'interface d'ajouter un employé (Création des compte)

Grâce à cette interface l'administrateur peut créer des comptes employé.

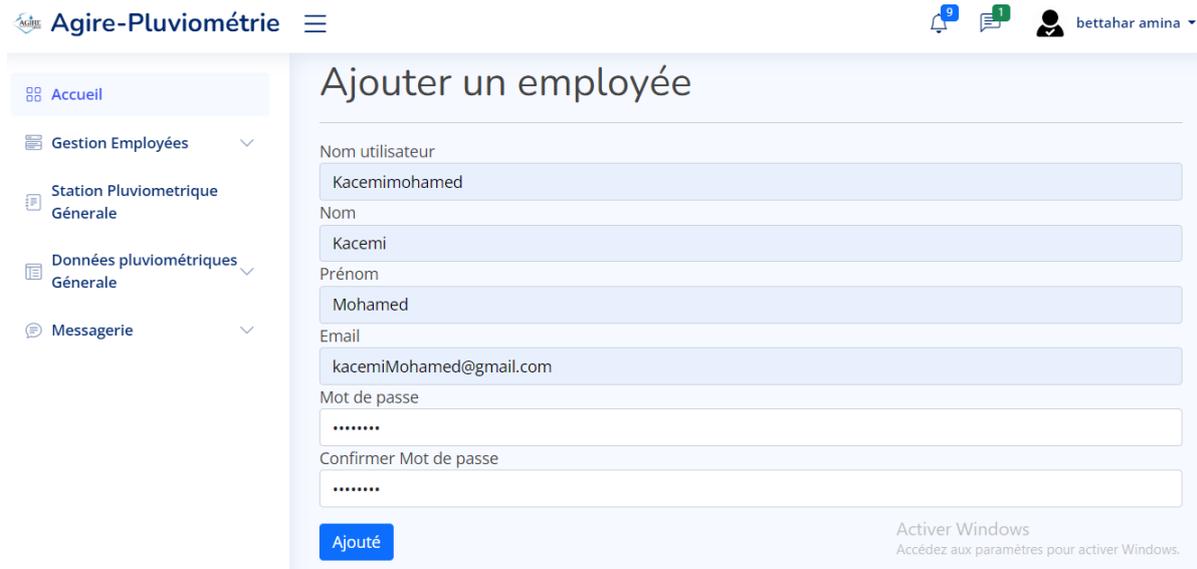


FIGURE 4.4 – Création des comptes

### 4.3.3 L’interface d’affichage des employés

-L’interface suivante affiche les informations sur les employés .Grâce à cette interface l’administrateur peut supprimer un compte employé.

- La barre de recherche permet a l’administrateur de chercher un employé

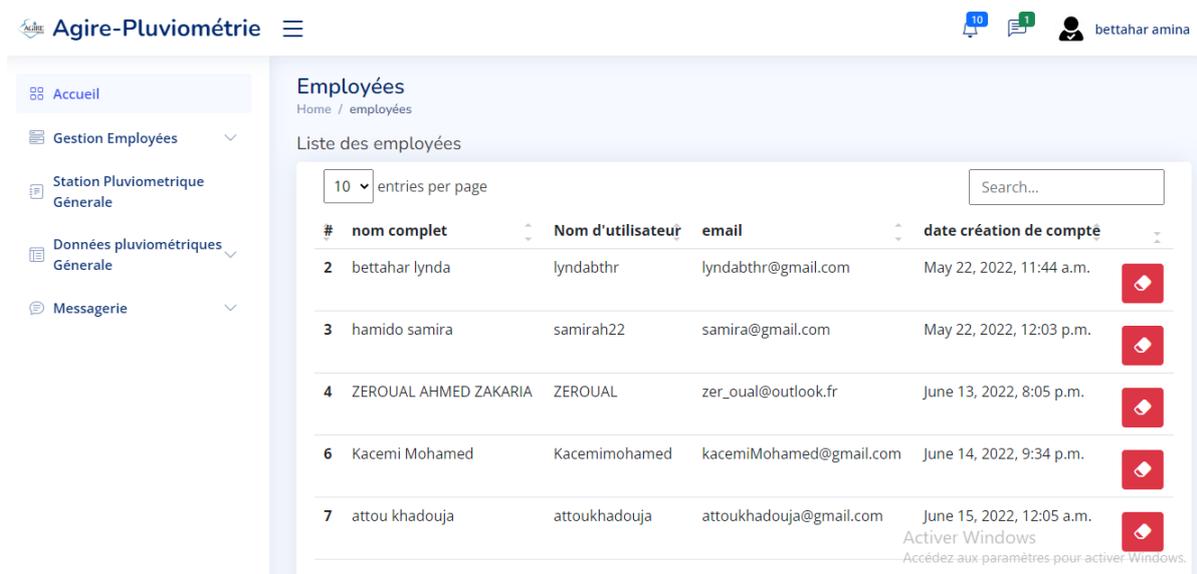


FIGURE 4.5 – Liste des employés

### 4.3.4 L'interface d'ajouter une station

Cette interface permet aux employés d'ajouter des stations pluviométriques

The screenshot shows the 'Stations pluviométriques' form with the following data:

- Code De Station: 150208
- Nom De Station: Bouira
- Longitude: 3.99087074308
- Latitude: 36.3281078316
- Années mise en service: mars 1971
- Bassin Versant: Somam

A blue button at the bottom indicates the form has been submitted ('Envoyé').

FIGURE 4.6 – l'ajout d'une station

### 4.3.5 L'interface de modification et suppression des stations

Après l'ajout d'une station l'employé a la possibilité de modifier ou supprimer une station. Grâce à cette interface l'employé peut trouver son choix.

The screenshot shows the 'Liste des stations pluviométriques' interface with the following data:

#	Nom station	Bassin Versant		
3	Taghdit Souk El Khemis	Somam		
4	Bordj Okhriss	Somam		
5	El Asnam SH	Somam		
6	Bouira	Somam		
7	Mchedelah	Somam		

FIGURE 4.7 – liste des stations

### 4.3.6 L'ajout des données pluviométriques

Chaque employé peut ajouter des données pluviométriques aux stations dont il a précédemment ajouté grâce à cette interface.

The screenshot shows the 'Agire-Pluviométrie' application interface. At the top left, there is a search bar for 'Années' with the value '2018' and a search bar for 'Station' with the value 'Taghdit Souk El Khemis'. Below these are two main sections: 'Donnée max' and 'Donnée Taux'. Each section contains a grid of input fields for monthly and annual values. The 'Donnée max' section has fields for months from September to August, with values ranging from 4 to 118. The 'Donnée Taux' section has fields for months from September to August, with values ranging from 4 to 129.5. At the bottom of each section is an 'Anuelle' field with values 59.5 and 518.9 respectively. The interface also includes a sidebar with navigation options like 'Accueil', 'Station Pluviométrique Générale', and 'Données pluviométriques Privé'. At the bottom, there is a blue bar with the text 'Envoyé' and 'Activer Windows'.

Donnée max		Donnée Taux	
Septembre	018	Septembre	53
Octobre	59.9	Octobre	87.9
Novembre	38.5	Novembre	84.5
Décembre	28.5	Décembre	40.5
Janvier	50	Janvier	129.5
Février	6	Février	13
Mars	10	Mars	20
Avril	8	Avril	36
Mai	8	Mai	31.5
Juin	3.5	Juin	3.5
Juillet	4	Juillet	4
Aout	5	Aout	15.5
Anuelle	59.5	Anuelle	518.9

FIGURE 4.8 – L'ajout des données pluviométriques

### 4.3.7 Consultation des données pluviométrique

Cette interface permet à l'employé de consulter les données pluviométriques qu'il a ajouté.

- Grâce à la barre de recherche il peut filtrer les données pluviométriques par années ou par nom de station.
- Les deux boutons en vert et rouge permettent à l'employé de modifier ou supprimer les données(le vert pour modifier et le rouge pour supprimer).
- Les trois boutons en haut de tableau (PDF/EXCEL/CSV) lui permettent d'exporter les données pluviométriques selon le format choisi.

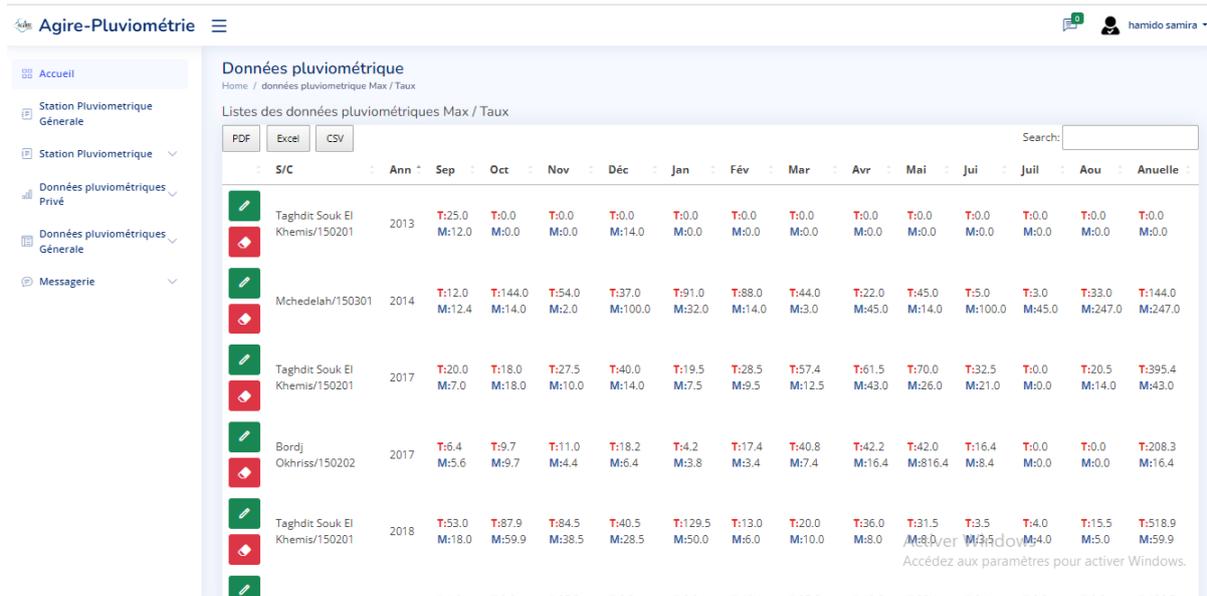


FIGURE 4.9 – données pluviométriques

### 4.3.8 Exporter les Données pluviométriques

Grâce à l’interface précédente on peut télécharger les données pluviométriques en trois formats : PDF, CSV ou EXCEL

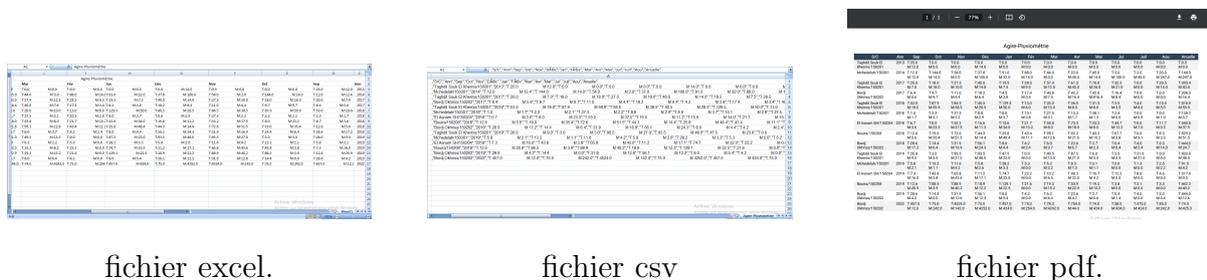


FIGURE 4.10 – Les fichiers téléchargés

### 4.3.9 Importer des données pluviométriques

L’interface suivante permet à l’employé d’importer des données sous format spécifique.



FIGURE 4.11 – Importation des données

### 4.3.10 Visualisation des graphes

Pour faciliter la lecture des données cette interface permet d’afficher les données en format de graphes : graphe en barres et graphiques circulaire



FIGURE 4.12 – Graphique en barres

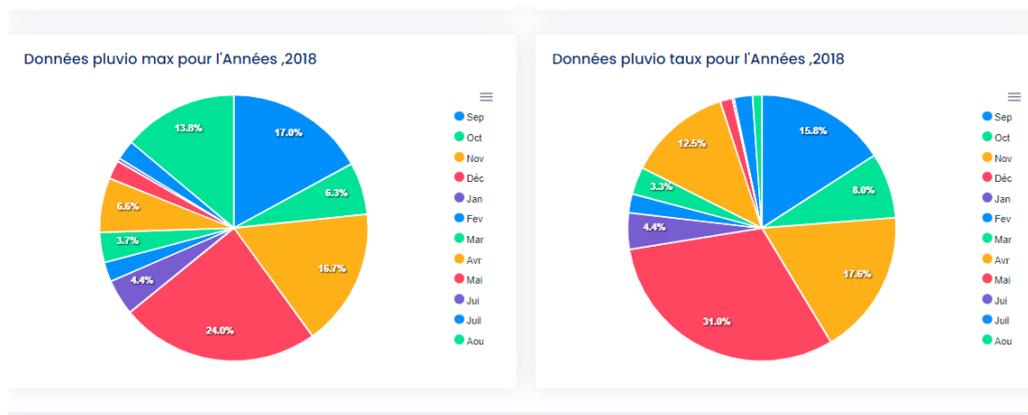


FIGURE 4.13 – Graphique circulaire

Les petits menus en haut du graphe permettent de télécharger les graphes en format d'image, CSV ou SVG

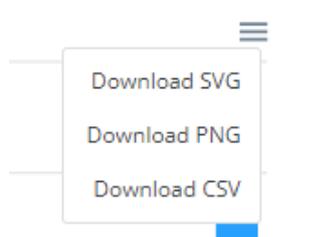


FIGURE 4.14 – Téléchargement de graphe

### 4.3.11 Notifications

L'administrateur reçoit des notifications sur toutes les opérations faisant par les employés pour donner une avis .

**Historique**  
Historiques des opérations

marqué tous comme lu

10 entries per page

Search...

#	opération	Utilisateur	Heure
52	Une station Taghdit Souk El Khemis a été ajouté	samirah22	June 24, 2022, 8:49 a.m.
51	Une station Taghdit Souk El Khemis du code 150201 a été Supprimé	samirah22	June 24, 2022, 8:32 a.m.
50	Une station Taghdit Souk El Khemis a été ajouté	samirah22	June 24, 2022, 8:30 a.m.
49	Une station Taghdit Souk El Khemis du code 150201 a été Supprimé	samirah22	June 22, 2022, 9:56 a.m.
47	Une station Taghdit Souk El Khemis a été ajouté	samirah22	June 22, 2022, 9:46 a.m.
44	Une station Ouled fayet du code 20502 a été Supprimé	Kacemimohamed	June 22, 2022,

FIGURE 4.15 – Notifications

**Notifications**  
Liste des notifications

marqué tous comme lu

10 entries per page

Search...

#	Notification	Utilisateur	Heure
36	Des Données pluviométrique ont été ajouté par samirah22 pour la station Bordj Okhriss qui a le code 150202 / années 2015	samirah22	June 15, 2022, 7:17 a.m.
35	Des Données pluviométrique ont été ajouté par samirah22 pour la station Bordj Okhriss qui a le code 150202 / années 2016	samirah22	June 15, 2022, 7:15 a.m.
34	Des Données pluviométrique ont été ajouté par samirah22 pour la station Bordj Okhriss qui a le code 150202 / années 2021	samirah22	June 15, 2022, 7:10 a.m.
33	Des Données pluviométrique ont été ajouté par samirah22 pour la station Bordj Okhriss qui a le code 150202 / années 2020	samirah22	June 15, 2022, 7:09 a.m.
32	Des Données pluviométrique ont été ajouté par samirah22 pour la station Mchedelah qui a le code 150301 / années 2019	samirah22	June 15, 2022, 3:09 a.m.
31	Des Données pluviométrique ont été ajouté par samirah22 pour la station	samirah22	June 15, 2022,

FIGURE 4.16 – historique sur les opérations des employés

### 4.3.12 La messagerie

The screenshot shows the 'Agire-Pluviométrie' web application. The sidebar on the left contains the following menu items: Accueil, Station Pluviométrique Générale, Station Pluviométrique, Données pluviométriques Privé, Données pluviométriques Générale, and Messagerie. The main content area is titled 'Listes des messages envoyé' and features a search bar and a dropdown for '10 entries per page'. Below this is a table with the following data:

#	Message	utilisateur	Vue	heure d'envoiie
2	salam lynda	lyndabthr	Non vue	May 27, 2022, 3:06 a.m.
3	j'ai besoin des données de station de kaddara	amina	Vue	June 13, 2022, 9:46 a.m.
4	test test test	amina	Non vue	June 13, 2022, 8:26 p.m.

FIGURE 4.17 – Messages entre les utilisateurs

## 4.4 Tests et Validation

Notre système de gestion de centralisation des données pluviométriques est mis en œuvre à travers notre étude sur le domaine de la pluviométrie pour l'agence nationale de gestion intégré de ressources en eau du ministère des ressources en eau. Après avoir analysé certaines des critiques et des limites du système de gestion existant.

Ce système est basé sur la consultation des données pluviométriques et la visualisation des cartes et du graphique, chaque station pluviométrique est présentée sur la carte par un marqueur et chacune a ses données pluviométriques, cette technique va rendre la gestion des données pluviométriques, l'exportation des données, et les différentes tâches rapide et facile à faire. Contrairement aux systèmes précédents, ce système se caractérise par l'efficacité, et la simplicité des interfaces, facile à utiliser par tout les catégories de public.

Pour qu'on puisse valider notre système et assuré son bon fonctionnement, nous avons choisi de le tester par un test fonctionnel en utilisant Selenium et un test d'Usabilité (système usability scale).

### 4.4.1 Définition d'un test de logiciel

Le test du logiciel est une procédure qui fait partie du processus de développement. Visant à rechercher, évaluer le bon fonctionnement d'un programme logiciel et vérifier sa qualité. Les tests logiciels garantissent que les produits logiciels sont conformes aux exigences réglementaires, commerciales, techniques, fonctionnelles et utilisateur.[25]

### 4.4.2 System usability scale

#### Définition

Définition Le Système d'usability scale (SUS) a été inventé par John Brooke, en 1986, cette échelle fournit un outil fiable et rapide pour l'évaluation de l'utilisabilité d'une grande variété de produits et services, notamment du matériel, des logiciels, des appareils mobiles, des sites Web et des applications. il est également simple et rapide à mettre en place.[26]

Ce questionnaire est composé de 10 questions. Pour chaque phrase. L'utilisateur est invité à se positionner, en exprimant son accord ou son désaccord, à l'aide d'une échelle de Lickert à 5 points (1 = Pas du tout d'accord ; 5 = Tout à fait d'accord),

Les résultats du questionnaire SUS permettent de construire le score de satisfaction. Celui-ci est compris entre 1 à 100.[27]



FIGURE 4.18 – Les résultats d'un System Usability Scale

#### Questionnaire d'un Système usability scale

Questionnaire SUS se compose de 10 questions suivantes :

1. Je pense que je voudrais utiliser ce système fréquemment.

2. Je trouve ce système inutilement complexe.
3. Je pense que le système est facile d'utilisation.
4. Je pense que j'aurais besoin d'une assistance technique pour être capable d'utiliser ce système.
5. Je trouve que les nombreuses fonctions du système sont bien intégrées.
6. Je trouve qu'il y a trop d'incohérences dans ce système.
7. J'imagine que la plupart des personnes pourraient rapidement apprendre à utiliser ce système.
8. Je trouve que ce système est trop lourd à utiliser.
9. Je me sentais très en confiance en utilisant le système.
10. J'ai besoin d'apprendre beaucoup de choses avant de pouvoir aborder ce système.

### Les réponses possibles d'un SUS :

Chaque question de SUS possède une seule réponse de ces réponses suivantes :

- 1- Pas du tout d'accord (valeur de 1).
- 2- Plutôt pas d'accord (valeur de 2).
- 3- Neutre (valeur de 3).
- 4- Plutôt d'accord (valeur de 4).
- 5- Tout à fait d'accord (valeur de 5).

### Le score de System Usability Scale

Le score SUS est le résultat d'un questionnaire, Le score SUS est compris entre 0 et 100, mais il ne s'agit pas comme un pourcentage.

Le mode de calcul du SUS standardisé est le suivant :

- Pour chacune des questions impaires, on doit soustraire 1 au résultat donné par le répondant.
- Pour chacune des questions paires, le score est égal à 5 moins le score donné par le répondant.
- Calculer le total.
- Multiplier le total par 2,5 pour obtenir le score SUS finale.[28]

## Résultats de test de Système Usability Scale sur Notre Système

A fin de tester notre application et l'évaluer. Nous avons choisi cinq employés chez AGIRE, chaque employé est spécialisé dans un domaine différent de l'autre on leur a demandé de la tester à l'aide d'un system Usability Scale en suivant ses étapes (nous voulions voir le résultat de différent points de vue).

Tout d'abord, nous avons montré l'application à chaque utilisateur pour l'explorer et la tester, puis nous avons partagé avec eux un formulaire qui comprend dix question, devant chaque question cinq cases vides présentent les réponses possibles.

Sachant que les utilisateurs ne savent pas comment calculer le score, il suffit juste de donner ses réponses, puis nous calculons la somme des réponses de chaque utilisateur selon les règles évoquées ci-dessus.

A la fin et après calculer le résultat finale, nous comparons ce résultat avec l'intervalle de System Usabilité Scale pour obtenir un résultat final. Les réponses et les résultats de notre expérience sont présentés dans la figure "4.19" ci-dessous.

N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B
	questn 1	questn 2	questn 3	questn 4	questn 5	questn 6	questn 7	questn 8	questn 9	questn 10	SUS Raw score	SUS Score final
MR.Borkayeb Nesreddine	5	1	5	2	3	2	5	1	2	1	33	82,5
M.Chaimi hamida	3	1	5	1	4	2	4	2	4	2	32	80
Mr.MADI Ahcen	3	1	5	2	4	2	2	1	3	2	29	72,5
Mr.zerwal ahmed zakaria	3	1	5	1	4	1	4	2	4	2	33	82,5
Mr.kacemi	4	1	5	2	3	1	4	1	3	2	32	80
sum de sus raw score											31,8	
sum score finale												79,5

FIGURE 4.19 – Résultat de test SUS

### 4.4.3 Selenium

Sélénium est un outil open source disponible pour automatiser les tests requis à effectuer sur les navigateurs Web existants c.-à-d. il peut naviguer comme un vrai utilisateur à l'aide de scripts dans un n'importe navigateur web comme Mozilla, Chrome, Opéra. . .[29]

#### Test du Selenium sur notre système

Nous avons testé notre système de gestion de centralisation des données pluviométrique avec Selenium et crée des scripts de test pour les tâches suivantes qui sont exécutés sur

Chrome à l'aide de l'interface WebDriver qui permet d'écrire des instructions pouvant être exécutées sur n'importe quel navigateur :

- Authentification.
- Ajouter une station.
- Liste des stations.
- Consultation des données pluviométrique.
- Modifier les données pluviométriques.
- Visualiser les graphes.
- Liste des messages reçus.
- Déconnexion.

Le bon déroulement de notre système consiste sur la mise en marche des points primordiaux dans cette application, à savoir l'insertion, la modification, etc. Et ce, ayant été vérifiée à l'aide du test sélénium, ce qui fait l'objet d'un test automatisé, à partir de la 1<sup>ère</sup> étape jusqu'à la dernière étape, en l'occurrence, la déconnexion, dont notre application possède un service intacte.

## 4.5 Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté les différentes phases de réalisations.

Nous avons abordé les aspects fonctionnelles et technique liés au développement de notre application, nous avons présenté les différents outils logiciels et matériels utilisés au cours du développement ainsi les principales interfaces de notre application. Et enfin, nous avons fait une partie test pour notre application en utilisant le système usability scale et un test automatisé, selenium.

# Conclusion générale et Perspective

Durant ces dernières années en Algérie, la précipitation diminue, de sorte que le pourcentage d'eau dans les bassins a diminué. Pour réaliser une synthèse générale de faire des analyses, car les données pluviométriques sont distribuées dans chaque station ou bien dans chaque agence spécialisée dans l'eau.

Pour rappel, le but principal de la plateforme est de fournir une solution qui permet de centraliser, visualiser les données pluviométriques du pays.

Après l'étude de domaine hydrologie, on peut dire que l'ensemble des objectifs établis a été réalisé. Notre plateforme permet d'insérer les données pluviométriques facilement et de manière rapide. Ces données peuvent être consultées soit par tableau, ou par graphique d'une seule année. L'utilisateur peut effectuer une recherche par années, station, etc. Autour de ces fonctionnalités, l'employé peut importer les anciennes données en utilisant un format spécifique. Ensuite, s'il y a un problème, l'employé peut communiquer avec l'administrateur au moyen de la barre de messagerie. L'administrateur peut consulter l'historique des tâches d'un employé (après l'ajout de données, la modification et la suppression). En fin n'importe quel utilisateur peut télécharger les tableaux sous format pdf, excel et csv, et les graphiques sous format PNG et SVG.

La plateforme web s'appuie sur des technologies fiables et puissantes. Le front-end en a utilisé HTML5, CSS3. Le back-end est réalisé en python, en utilisant le framework django qui est le plus sécurisé. Cependant, la plateforme a un design simple et fonctionnel.

Comme travail futur, la plateforme que nous avons développée pourrait être enrichie par plusieurs fonctionnalités avancées surtout la machine learning telle que :

- Déterminer les quantités de rayonnement solaire de manière à pouvoir installer des panneaux photovoltaïques qui produisent de l'énergie au cas où l'électricité ne serait pas disponible dans des régions isolées.

- Déterminer la quantité de vent, étant donné que les vents jouent un rôle important dans l'accumulation de nuages pluvieux. Ils transportent également la vapeur d'eau de la surface des mers, de l'océan aux couches supérieures pour former des nuages, ce qui nous donne de la pluie.

- Calculer les quantités de chaleur (température) afin d'obtenir le pourcentage d'évaporation et d'évapotranspiration dans le bassin.

# Bibliographie

- [1] <https://www.universalis.fr/encyclopedie/hydrologie> (consulté :02/02/2022)
- [2] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Météorologie> (consulté :02/02/2022 )
- [3] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Cycle de l'eau](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cycle_de_l'eau) (consulté :03/02/2022 )
- [4] <https://echo2.epfl.ch/e-drologie/chapitres/chapitre3/chapitre3.html>  
(consulté :03/02/2022)
- [5] <https://www.meteocontact.fr/pour-aller-plus-loin/les-precipitations>  
(consulté :05/02/2022)
- [6] <https://www.vinci-autoroutes.com/fr/conseils/securite/pluies-verglacantes>  
(consulté :05/02/2022)
- [7] <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Neige.html>(consulté :06/02/2022)
- [8] <https://www.meteocontact.fr/pour-aller-plus-loin/les-precipitations>(consulté :06/02/2022)
- [9] <https://fr.wikidia.org/wiki/Grêle> (consulté :06/02/2022)
- [10] <https://fr.wikidia.org/wiki/Pluviométrie> (consulté :07/02/2022)
- [11] MANSOURI Samia.2017. Cartographie des pluies annuelles appliquée au bassin des Issers .master ,ENSH blida
- [12] Gaëtan ANSOTTE, Roland BAILLY , Dorian RICCI.2019.Développement d'une application Web pour la gestion des données pluviométriques.Master,Ecole polytechnique de Louvain, Université catholique de Louvain
- [13] SLG instruments S.A.R.L. Pluviomètre automatique à augets basculants,Lyon-France <http://www.slg-instruments.com/PDF/pluviometre-DQA130-DQA131.pdf>  
(consulté :23/02/2022)

- [14] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Station m%C3%A9t%C3%A9orologique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Station_m%C3%A9t%C3%A9orologique) (consulté :07/02/2022)
- [15] HSM - SIEREM 2010 - Liste des stations du bassin : ALGERIA.  
<http://www.hydrosciences.fr/sierem/consultation/DownloadP.asp?PAYS=DZ>  
(consulté :09/02/2022)
- [16] <https://echo2.epfl.ch/e-drologie/resumes/chapitre3/resume3.pdf>  
(consulté :10/02/2022)
- [17] <http://agire.dz/> (consulté : 20/06/2022)
- [18] ahs. L'AGENCE DE BASSIN HYDROGRAPHIQUE ALGÉROIS-HODNA-SOUMMAM :kouba.Alger.<https://www.riob.org/fr/file/275690/download?token=szrZsEoZ>
- [19] <https://www.ibm.com/docs/fr/rational-soft-arch/9.5?topic=diagrams-use-case>  
(consulté :/02/2022)
- [20] [https://fr.wikipedia.org/wiki/UML \(informatique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/UML_(informatique))(consulté :07/04/2022)
- [21] <https://datascientest.com/programmation-orientee-objet-guide-ultime> (consulter : 20/06/2022)
- [22] <https://www.crawleragency.com/developpement-web-python.html> (consulter :17/06/2022)
- [23] <https://www.djangoproject.com/> (consulter : 10/06/2022)
- [24] <https://fr.acervolima.com/structure-mvt-du-projet-django/> (consulter :17/06/2022)
- [25] <https://fr.theastrologypage.com/software-testing> (consulter :17/06/2022)
- [26] <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>  
(consulter :18/06/2022)
- [27] <https://www.skeepers.io/fr/blog/questionnaire-system-usability-scale-experience-client/?fbclid=IwAR3Tx1e0zF7irih8WPFGdjVmtIiY7fPKz8QbU66Q2B3-C0Skezx82GoPOGM> (consulter :20/06/2022)
- [28] <https://www.usabilis.com/ressources/test-d-utilisabilite> (consulter :22/06/2022)
- [29] <https://cynoteck.com/fr/blog-post/what-is-selenium-getting-started-with-selenium-automation-testing/> (consulter :22/06/2022)