



Université de Montpellier

Faculté des Sciences



# *Rapport de stage*

*Master 2 Informatique*

*Spécialité :*

*Informatique pour les sciences*

*Création d'un système d'information pour le  
service des techniques culturelles d'eRcane*

**Effectué au Cirad du :**  
**02/mars/2015 au 31/août/2015**

*Réalisé par :*

**BEGRICHE LILA**

*Encadrement : Sandrine Auzoux*

# *Remerciements*

Mes remerciements vont tout d'abord à Sandrine Auzoux, ma tutrice de stage, pour sa confiance, son orientation et son soutien tout au long de ce travail.

Mes remerciements s'adressent également à Daniel Marion, Alizé Mansuy, Jean Paillat et toute l'équipe STC d'eRcane pour leurs conseils et suivi.

Mes sincères remerciements à Sébastien Paradis et François Thevenin pour leurs réponses à toutes mes questions, leurs conseils et suggestions tout au long de ce stage.

Je tiens également à remercier, Jean-Baptiste Laurent pour sa contribution et conseils, Jean-François Martiné pour ses explications et réponses à mes interrogations.

Je tiens aussi à remercier Marie-Laure Mugnier , ma tutrice à l'université Montpellier II, ainsi que tous les professeurs de ma discipline, chacun par son nom.

Je remercie toute l'équipe Aïda pour l'agréable accueil au sein de cette unité, toutes les personnes qui m'ont aidées et soutenues, de près comme de loin, dans la réalisation de ce travail.

Merci à Naima et Evelyne pour leurs lectures et pour toutes les corrections apportées à ce rapport.

Enfin, je tiens à dédier ce travail à mes chers parents et à toute ma famille.

## Sommaire

Introduction ..... 1

### Présentation de l'organisme d'accueil

I.	Présentation de l'organisme d'accueil .....	3
I.1	Présentation du CIRAD .....	3
I.2	L'unité de recherche .....	3
I.3	L'institut eRcane .....	4

### Etude de l'existant et modélisation

I.	Etude de l'activité culturelle .....	5
I.1	Un dispositif expérimental .....	5
I.2	Un système de culture.....	5
I.3	Un itinéraire technique .....	6
I.4	La canne à sucre .....	6
I.5	Le cycle de la canne.....	7
I.6	Le flux d'information .....	7
II.	Etude de l'existant.....	8
II.1	Description de quelques fichiers de données Excel .....	8
II.2	Analyse des données et anomalies constatées.....	11
III.	Démarche adoptée .....	12
III.1	Modélisation de la base de données.....	12
III.2	Choix des outils de développement .....	13

### Analyse et conception

I.	Analyse .....	14
I.1	Spécification des besoins.....	14

## Sommaire

---

I.2 Les fonctionnalités du système .....	14
I.3 Identifications des acteurs .....	15
I.4 Identification des packages.....	15
I.5 Les diagrammes de cas d'utilisation.....	16
I.5.1 Diagramme de cas d'utilisation authentification .....	16
I.5.2 Diagramme de cas d'utilisation du système d'information .....	16
I.5.3 Diagramme de cas d'utilisation du package gestions des essais.....	18
I.5.4 Diagramme de cas d'utilisation du package gestions des parcelles.....	19
II. Conception .....	20
II.1 Le diagramme de séquence .....	20
II.1.1 Diagramme de séquence d'authentification.....	20
II.1.2 Diagramme de séquence gestion de la consultation .....	21
II.1.3 Diagramme de séquence gestion des essais .....	22
II.1.4 Diagramme de séquence gestion des parcelles .....	23
II.2 Le diagramme de classe.....	24

## Réalisation et mise en œuvre

I. Implémentation de la base de données .....	26
I.1 Modélisation de la base de données .....	26
I.2 Choix du système de gestion de la base de données .....	28
II. Le Framework Phalcon .....	28
II.1 Outils de développement de Phalcon .....	28
II.1.1 Structure d'un projet Phalcon .....	29
II.1.2 Configuration .....	29
II.2 Mise en place du Mvc.....	30
II.2.1 Le contrôleur.....	30
II.2.2 La vue .....	30

## Sommaire

---

II.2.3 Le modèle .....	31
II.3 Le template .....	32
II.4 Bootstrap de twitter .....	33
III. Implémentation de l'application .....	33
III.1 L'architecture du système d'information.....	33
III.2 Fonctionnalités.....	34
III.3 Présentation de quelques interfaces .....	36
a) Le protocole expérimental.....	36
b) Le projet .....	37
1. L'ajout des données .....	38
2. Rechercher un projet .....	39
3. La modification .....	39
4. La suppression des données.....	40
5. L'export des données.....	40
c) L'essai .....	40
d) Les parcelles.....	41
e) Les données annexes .....	43
f) Les analyses .....	44
g) La synthèse des essais .....	45
Conclusion.....	47
<b>Annexes</b>	
Annexe 1 : L'architecture MVC et l'utilisation des Frameworks .....	p.1
Annexe 2 : Choix des technologies et méthode de conception .....	p.5
Annexe 3 : Le dictionnaire des données .....	p.7
Bibliographie.....	p.16

## Liste des figures

---

### Chapitre 2 : Etude de l'existant et modélisation

Figure 1: plan d'un dispositif expérimental (essai agronomique) .....	5
Figure 2: image de la canne à sucre.....	6
Figure 3 : Diagramme de flux d'information de l'itinéraire technique de la canne à sucre.....	7
Figure 4 : dictionnaire des données. ....	9
Figure 5 : Fichier Excel des interventions effectuées par parcelle. ....	9
Figure 6 : fichiers de données des produits appliqués sur les parcelles. ....	10
Figure 7 : fichiers de données des analyses de la matière fertilisante.....	10
Figure 8: exemple de fichier d'analyse du sol d'un essai.....	11

### Chapitre 3 : Analyse et conception

Figure 1 : Les packages du système d'information .....	15
Figure 2: le diagramme de cas d'utilisation d'authentification.....	16
Figure 3: Diagramme de cas d'utilisation du système d'information .....	16
Figure 4: Diagramme du cas d'utilisation gestion des essais.....	18
Figure 5: diagramme de cas d'utilisation gestion des parcelles .....	19
Figure 6: Diagramme de séquence d'authentification.....	20
Figure 7: diagramme de séquence gestion de la consultation .....	21
Figure 8: diagramme de séquence gestion des essais.....	22
Figure 9: diagramme de séquence gestion des parcelles .....	23
Figure 10: Le diagramme de classe du système d'information.....	25

### Chapitre 4 : Réalisation et mise en œuvre

Figure 1 : le schéma relationnel de la base de données.....	27
Figure 2 : structure d'un projet Phalcon .....	29
Figure 3 : L'architecture 3 tiers du système d'information .....	33
Figure 4 : la page d'accueil .....	34
Figure 5 : la page d'authentification .....	35
Figure 6 : Les formats d'affichage de Bootstrap .....	36

## Liste des figures

---

Figure 7 : Le protocole expérimental .....	37
Figure 8 : La gestion des projets.....	38
Figure 9 : L'ajout d'un nouveau projet .....	38
Figure 10 : La recherche des projets .....	39
Figure 11 : La modification des données .....	39
Figure 12 : La suppression d'un projet .....	40
Figure 13 : Exportation des données .....	40
Figure 14 : La gestion des essais.....	41
Figure 15 : L'ajout des essais.....	41
Figure 16 : L'ajout de nouvelle parcelle .....	42
Figure 17 : Les données annexes.....	43
Figure 18 : L'affichage des données de la flore .....	44
Figure 19 : L'importation des fichiers d'analyses .....	44
Figure 20: sélection des fichiers csv .....	45
Figure 21 : visualisation du fichier csv .....	45
Figure 22 : Synthèse des essais .....	46

## Glossaire des termes agronomiques

<b>Amendement</b>	Substance apportée au sol en vue d'améliorer ses propriétés physiques (structure, rétention d'eau,...), chimiques (pH, régulation du stockage et de la fourniture d'élément minéraux) et biologiques (fourniture d'humus, activation de la vie du sol).
<b>Adventice</b>	Toute plante indésirable poussant spontanément dans une culture, autrement nommée « mauvaise herbe ».
<b>Biomasse</b>	Quantité de matière vivante contenue dans une unité déterminée de surface ou de volume de l'environnement.
<b>Bouillie</b>	Suspension de produits phytosanitaires ou pesticides pulvérisée sur la culture ou les mauvaises herbes pour maîtriser des bio-agresseurs.
<b>Bloc</b>	Ensemble de parcelles où toutes les modalités sont représentées une seule fois, le bloc est homogène et la répartition des modalités est aléatoire. Un bloc correspond à une répétition.
<b>Bio-agresseurs</b>	Plantes, insectes, champignons ou maladies susceptibles de nuire au bon développement d'une culture.
<b>Culture</b>	En agriculture, une culture est une production végétale tirée de l'exploitation de la terre. Le terme désigne également une espèce végétale cultivée.
<b>Chaulage</b>	Action de corriger le pH avec un amendement calcique afin de remédier à son excès d'acidité.
<b>Cotylédon</b>	Expansion latérale de l'embryon végétal qui, généralement, est charnue et contient les réserves nutritives nécessaires au premier développement de la plante.
<b>Dispositif expérimental</b>	Ensemble d'unités physiques présentant une disposition particulière et caractéristique en vue de mettre en évidence, ou non, l'effet d'une action sur la culture.
<b>Diagnostic foliaire</b>	Evaluation par analyse chimique ou physique de l'état nutritionnel d'une culture à un moment donné de son développement. Le diagnostic foliaire peut aboutir à une adaptation de la fertilisation de celle-ci.
<b>Dicotylédone</b>	Groupe d'espèces végétales présentant une plantule à deux cotylédons.
<b>Dose homologuée</b>	Dose maximale d'utilisation d'un produit phytosanitaire. Pour un

## Glossaire des termes agronomiques

	produit, elle peut varier en fonction de la culture sur laquelle le produit est appliqué ainsi que les cibles.
<b>Engrais</b>	Substances fertilisantes d'origine organique ou minérale, destinées à apporter aux plantes cultivées des éléments nutritifs nécessaires à leur croissance de manière à assurer le rendement d'une culture.
<b>Flore</b>	L'ensemble des espèces végétales.
<b>Herbicides</b>	Les herbicides font partie de la famille des pesticides, ce sont des désherbants, des préparations phytotoxiques utilisées pour lutter contre les adventices.
<b>ITK</b>	L'itinéraire technique cultural représente l'ensemble des interventions menées sur une parcelle.
<b>Intervention</b>	Une opération culturale ou un traitement mené durant l'itinéraire technique.
<b>Intrant</b>	Produit (engrais, amendements, produit phytosanitaire, semences, etc.) apporté aux terres et aux cultures.
<b>Mafor</b>	Matière fertilisante d'origine résiduaire comprenant l'ensemble des déchets d'origine anthropique liés aux activités industrielles, domestiques, urbaines ou agricoles et qui peut être valorisé en tant qu'engrais ou amendement pour l'agriculture. Parmi ces déchets, peuvent être cités les composts de déchets verts, les boues de station d'épuration, les cendres de combustion de biomasse ou les effluents d'élevage.
<b>Modalité</b>	Intervention technique sur une culture dont l'effet est évaluée dans un dispositif expérimental. Dans ce dispositif il existe toujours une modalité témoin référence, à laquelle est comparée la modalité testée.
<b>Monocotylédone</b>	Groupe d'espèces végétales présentant une plantule à un cotylédon.
<b>Matière organique</b>	Substance carbonée d'origine végétale, animale ou fongique qui peut subir des biotransformations de simplification ou complexification moléculaire en fonction des conditions du milieu. Les principaux composants de la matière organique sont les atomes de carbone (C), d'hydrogène (H), d'oxygène (O) et d'azote (N) organisés entre eux sous forme de macromolécules.
<b>Parcelle</b>	Unité expérimentale de base, où, selon un protocole, est appliquée une

## Glossaire des termes agronomiques

---

---

modalité et une seule. Elle se compose d'un nombre de sillons, variable d'un essai à l'autre, constant dans un même essai. La longueur de ces sillons et leur écartement sont définis par le protocole.

<b>Placette</b>	Partie, à l'intérieur d'une parcelle, pour éviter les effets de bordure, sur laquelle sont réalisées des observations et/ou mesures : notation de l'enherbement, pesée de cannes, échantillon de sol....
<b>Produits</b>	Un produit phytosanitaire ou pesticide est une substance (herbicide, fongicide, insecticide, parasiticide) utilisée pour soigner ou prévenir le développement et ou les attaques de bio-agresseurs..
<b>Protocole expérimental</b>	Il définit précisément les opérations nécessaires à la bonne conduite d'une expérimentation et en décrit les conditions. Le protocole peut évoluer en fonction des réalités du terrain.
<b>Rendement</b>	Le rendement est la quantité de produit récolté sur une surface cultivée donnée.

---

# *Introduction Générale*



## Introduction

L'importance de l'accès à l'information est une des principales préoccupations des entreprises. Pour pallier à ce problème, la solution consiste souvent à mettre en place un système d'information permettant de centraliser les données afin de les rendre accessibles à tous, selon le parcours ; recherche ou professionnel.

ERcane est un centre de recherche réunionnais réputé pour ses travaux de recherche dans le domaine de la sélection de nouvelles variétés de canne à sucre, l'amélioration des pratiques culturelles et la mise au point de nouveaux itinéraires techniques. Les équipes du service « techniques culturelles » d'eRcane gèrent leurs données expérimentales dans des fichiers Excel. Elles sont de natures très variables (qualitatives et quantitatives) et constituent un gros volume de données indépendantes les unes des autres. Cette méthode de gestion des données a montré ses limites dans le suivi de l'information à différents stades des travaux de recherche. Ceci a engendré une redondance des fichiers et des problèmes d'accès aux données. En somme, une perte de temps considérable à rechercher les informations entre plusieurs fichiers.

Confronté à ces difficultés, le service « techniques culturelles » a souhaité adopter comme solution, la création d'un système d'information. Le sujet de ce stage consiste donc à répondre à cette demande spécifique. La démarche adoptée a été de réaliser une analyse des pratiques de ce service en matière de gestion des données et ensuite de proposer une solution informatique qui répond au mieux à leurs besoins réels.

La solution de la mise en place du système d'information est basée sur une architecture à trois niveaux (3-tiers). Cette solution est composée de :

- une base de données relationnelle client-serveur, afin de centraliser, de structurer et d'exploiter toutes les données issues des fichiers Excel.
- pour faciliter l'accès aux données, il a été décidé de développer une application web, qui servirait d'intermédiaire entre l'utilisateur et la base de données.

Afin d'atteindre les objectifs tracés, il était primordial de mettre en place une méthodologie de travail pour une meilleure conduite de projet. Pour ce faire le présent mémoire est organisé

en quatre parties. La première sera consacrée à la présentation de l'organisme d'accueil. Dans la seconde partie, nous intéresserons à l'étude de l'existant ; qui décrit les concepts agronomiques de la canne à sucre, et qui mène une étude sur les données traitées par les équipes du service techniques culturelles, dont le but est de poser la problématique du sujet afin de mettre en place la méthodologie du travail. Dans la troisième partie, nous allons décrire les étapes d'analyse et de conception de l'application, en utilisant le langage UML, afin de montrer les différentes interactions des acteurs avec le système. Dans la quatrième et dernière partie, nous nous attarderons sur la réalisation et la mise en œuvre dans le but de décrire les étapes qui ont été suivies pour le développement du futur système d'information.

## ***CHAPITRE***

**1**

*Présentation de  
l'organisme  
d'accueil*

## Introduction

Ce chapitre présente les deux organismes co-encadrant ce stage à savoir le Cirad, qui est l'organisme d'accueil, et eRcane, qui en est le demandeur.

### I. Présentation de l'organisme d'accueil

#### I.1 Présentation du CIRAD :

Le Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement), a été créé sous la forme d'un établissement public à caractère industriel et commercial en 1984. C'est un organisme français de recherche agronomique et de coopération internationale pour le développement durable des régions tropicales et méditerranéennes. [cirad.15]

**I.1.1 Mission :** Placé sous la double tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et du ministère des Affaires étrangères, le Cirad travaille en partenariat avec les pays du Sud. Il produit et transmet de nouvelles connaissances, pour accompagner leur développement agricole et contribuer au débat sur les grands enjeux mondiaux de l'agronomie. Du local au global, le Cirad fait avancer la science et l'agriculture au service de tous.

**I.1.2 Organisation :** Le CIRAD mène des activités de coopération avec plus de 90 pays. Il développe par ailleurs des pôles scientifiques à vocation régionale dans l'outre-mer français. En France métropolitaine, il met à disposition de la communauté scientifique nationale et internationale, un dispositif important de recherche et de formation.

#### I.2 L'unité de recherche :

Le Cirad comprend 34 unités de recherche (UR), dont l'unité Aïda (Agroécologie et intensification durable des cultures annuelles). L'unité Aïda a pour objectif l'étude, la conception et la proposition de systèmes de cultures annuels (canne à sucre, cotonnier, riz...), répondant aux exigences de performances agronomiques, technologiques et environnementales. Elle est structurée en cinq équipes de recherche, dont l'équipe Esca qui se consacre à l'Evaluation des performances agronomiques et environnementales des Systèmes

de Culture Annuels en agriculture familiale des pays tropicaux. C'est dans l'équipe ESCA de l'unité Aïda où j'ai été accueillie pour réaliser mon stage de fin d'étude. [cirad.15]

### I.3 L'institut eRcane :

Créé en 1929 pour améliorer la qualité sanitaire des plantations de canne à sucre de La Réunion, eRcane est devenu un centre de création variétale réputé dans le monde par ses travaux de recherche et par la sélection de nouvelles variétés toujours plus productives. La lettre ‘e’ : symbolise l’énergie, le ‘R’ : l’ancrage réunionnais, ‘cane’ : la canne à sucre. La signature d'eRcane est « Valoriser la ressource canne ». Parallèlement à l'amélioration de la production agronomique de la canne, elle traduit la volonté de l'institut de maximiser cette ressource, notamment par des travaux de recherche dans le domaine prometteur de la chimie verte.

Depuis 2007, eRcane travaille aussi à l'amélioration des pratiques culturales, et aux mises au point de nouveaux itinéraires techniques. Ce nouveau programme, conduit des travaux pour promouvoir la diffusion et l'appropriation par les planteurs de référentiels techniques élaborés par la recherche et les organismes partenaires (Cirad et CTICS), tout en expérimentant des itinéraires de production innovants (rangs jumelés, jachères de légumineuses entre deux cycles de plantation, valorisation de matières fertilisantes d'origine résiduaire). Sur la base de connaissances existantes, des expérimentations sont menées. Leur enseignement fournit aux planteurs et aux techniciens des données pour la mise en œuvre effective des innovations culturelles.

Le sujet de ce stage a été proposé dans le cadre de ce nouveau programme et répond aux besoins du service des techniques culturales d'eRcane en matière de gestion des données expérimentales.

## Conclusion

Ce chapitre a porté sur une présentation succincte du Cirad et d'eRcane, dont le but est de comprendre leurs fonctionnements, pour pouvoir ensuite étudier l'activité culturelle, qui sera détaillée dans le chapitre suivant.

# **CHAPITRE**

---

# **2**

*Etude de  
L'existant et  
modélisation*

## Introduction

Dans cette partie, en premier temps, des concepts agronomiques sur la culture de la canne à sucre seront décrits pour comprendre en quoi consistent les dispositifs expérimentaux appliqués. Dans un deuxième temps, un état des lieux sera réalisé sur les méthodes et les outils informatiques qu'utilise le service des techniques culturales d'eRcane pour gérer leurs données expérimentales. Ce bilan de l'existant amènera à la problématique du sujet et la méthodologie de travail adoptée.

### I. Etude de l'activité culturelle

#### I .1 Un dispositif expérimental (essai agronomique) :

C'est l'étude scientifique de tous les processus concernant l'agriculture, les relations entre les plantes cultivées, le sol, le climat et les techniques de culture, dont les principes régissent la pratique de l'agriculture .Un essai est implanté dans un champ. Il est constitué de parcelles, chacune d'elle portant une modalité et une seule. Afin de pouvoir réaliser une comparaison à l'aide d'un outil statistique, chaque modalité est répétée plusieurs fois dans l'essai : la répétition ou le bloc. Le nombre de blocs d'un essai à l'autre est variable. [Dic.15].

#### Description d'un dispositif expérimental :

A<sub>n</sub>, B<sub>n</sub>, C<sub>n</sub> : parcelles

M<sub>n</sub> : modalités

Bloc<sub>n</sub> : répétition

Bloc 1		Bloc 2 Bordure			Bloc 3	
M01	M11	M21	M12	M02	M22	
A5	A6	B10	B11	C17	C18	
M21	M02	M22	M01	M12	M11	
A3	A4	B8	B9	C14	C15	
M12	M22	M02	M11	M21	M01	
A1	A2	B6	B7	C12	C13	

Figure 1: plan d'un dispositif expérimental (essai agronomique). [Protocole.15]

#### I .2 Un système de culture :

Un système de culture est la représentation théorique de la façon de cultiver un certain type de champ. C'est l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles cultivées de manière identique. Un système de culture se caractérise par une homogénéité

dans la conduite d'une culture sur un ensemble de parcelles : mêmes espèces, associations de culture, mêmes successions culturales, mêmes itinéraires techniques. [Dic.15].

### I .3 Un itinéraire technique

L'itinéraire technique est la conduite logique et ordonnée de techniques appliquées à une culture qui permettent de contrôler le milieu et d'en tirer une production donnée. Autrement dit, c'est l'ensemble des techniques combinées pour conduire une culture, y compris le choix de la variété. [Dic.15].

### I .4 La canne à sucre



Figure 2: image de la canne à sucre.

Entre 60% et 70% de la production mondiale de sucre est issue de la canne à sucre. Ce sucre est extrait du broyat de la plante. Les cannes cultivées aujourd'hui sont issues de nombreuses années de sélection variétales. Les itinéraires techniques mis en œuvre pour cultiver la culture de la canne à sucre sont extrêmement diversifiés dans le monde. Ils sont fonction du climat, des propriétés physicochimiques et biologiques du sol, de la topographie du terrain, de la disponibilité ou non en eau. Ainsi la canne à sucre est cultivée :

- en plein Sahel au Sénégal grâce à de l'irrigation car la pluviométrie moyenne n'est que de 300 mm/an ;
- dans des zones beaucoup plus pluvieuses comme l'Est de l'île de La Réunion, avec 3 000 à 4 000 mm de pluie ;
- toujours à La Réunion du niveau de la mer jusqu'à 800 m d'altitude.

## I .5 Le cycle de la canne

La canne à sucre est une plante vivace qui se récolte chaque année ou tous les deux ou trois ans dans certaines conditions (Hawaï). C'est une plante pluriannuelle. Elle est caractérisée par deux cycles de culture :

- **Un cycle annuel ou cycle de récolte**, allant de la plantation ou de la coupe précédente à la coupe suivante, qui dure normalement douze mois ;
- **Un cycle total, ou cycle cultural**, allant d'une plantation à la plantation suivante, suivant la vigueur des repousses, du lieu, de la variété et de l'entretien. Ce cycle est en moyenne de 7 à 10 ans, mais quand les conditions de culture sont bonnes, favorisant le maintien du rendement en canne, des champs peuvent être cultivés pendant plus de 20 ans sans être replantés. Cette situation se rencontre à La Réunion.

## I .6 Le flux d'informations

### Diagramme de flux d'informations d'un Itinéraire technique de la canne à sucre.

Ce diagramme résume les différents concepts agronomiques de la canne à sucre et l'enchaînement des pratiques culturales appliquées à une culture de la canne de sa plantation à la récolte sur plusieurs cycles de culture.

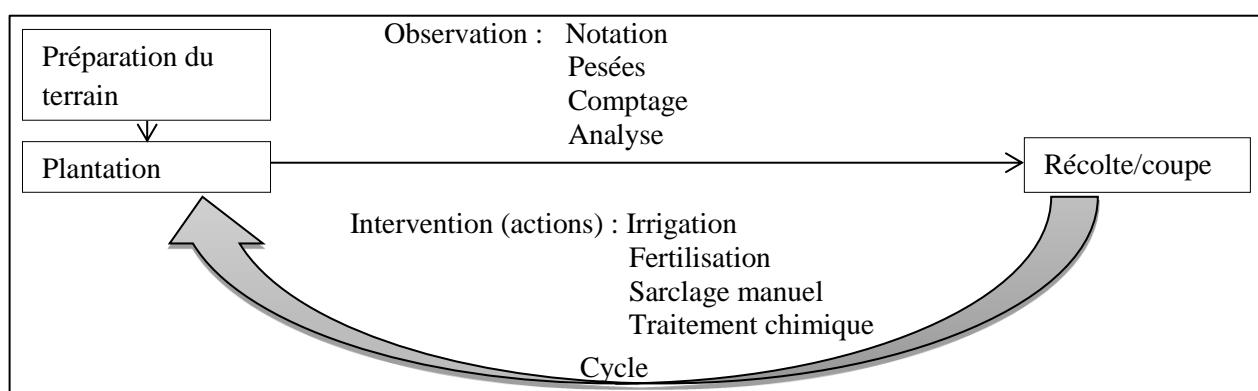


Figure 3 : Diagramme de flux d'information de l'itinéraire technique de la canne à sucre.

## II. Etude de l'existant

Le service des techniques culturelles d'eRcane conduit des projets de recherche sur les systèmes de culture à base de canne à sucre et chaque agronome gère individuellement ses propres données. Celles-ci sont de nature très variable:

- des observations mesurées sur le terrain ;
- toutes les données concernant les dispositifs expérimentaux installés durant les projets qui inclut les parcelles, les listes des modalités appliquées, les périodes des différents cycles et campagnes menées, les variétés plantées ... ;
- les interventions (opérations culturelles et traitements phytosanitaires) comme les sarclages manuels ou chimiques des mauvaises herbes ;
- les quantités, pourcentages et les doses des différents produits appliqués durant chaque intervention. Ces derniers varient suivant les produits phytosanitaires, engrains minéraux et les produits fertilisants ;
- les résultats des analyses effectuées au niveau du sol, des feuilles, des matières organiques et de la biomasse.

Un premier stage de fin d'études a été conduit pour centraliser et exploiter toutes les données issues des différents types de fichiers Excel présentés sous une base de données Access.

Dans le cadre du présent stage, cette base de données a été étudiée pour en assurer le transfert sous PostgreSQL. Mais il s'est avéré que le modèle relationnel implémenté pour cette base de données n'était pas correct, il ne correspond pas aux besoins du service technique. La base de données n'est pas alimentée, et contenait des tables non reliées et sans relations entre elles. Suite à ce constat il a été décidé de :

- commencer notre analyse par l'étude des travaux conduits par le service des techniques culturelles d'eRcane pour comprendre les modes opératoires de collecte des données ;
- puis de poursuivre par l'étude des données contenues dans les fichiers Excel, afin de recueillir toutes les informations de base pour suivre le cheminement de l'information.

### II .1 Description de quelques fichiers de données Excel

La figure 4 montre un exemple de dictionnaire de données.

## Etude de l'existant et modélisation

2 - DEFINITION DES VARIABLES	
cycle	Numéro d'année de culture : 0 année de plantation, 1: première repousse, 2 :deuxième repousse, 3...
typeessai	Nature de l'essai
planteur	Nom du site où a été planté l'essai
date préc	Date de plantation ou de coupe de l'essai
mod	Nom de la modalité testée
placette	N° de la placette où se situe la modalité
rep	Numéro de la répétition
poidstotal	Poids des cannes pesées sur une placette
surfrest	Sur une placette, surface nette correspondant aux cannes pesées (les espaces vides ont été soustraits)
tsha	Pour une placette, tc/ha calculé à partir du poids total
fib	taux de fibres déterminé au laboratoire
pur	Pureté du jus des cannes = $(\text{P} \times \text{pur}) / (\text{Brix} \times 100)$ après détermination du brix et du Poljus au laboratoire
rp	sucré contenu dans la canne suite à analyse au laboratoire
tsha	$(\text{tsha} * \text{rp}) / 100$
datenbtiges	Date de comptage des tiges usinables avant récolte
nbtigesusi	Nombre de tiges usinables à la récolte
datehtvd	Date de la dernière mesure de la hauteur des tiges avant la récolte : moyenne de la longueur de 10 cannes / placette
htvd	Moyenne hauteur de 10 cannes de la base de la tige à la première ligule visible au sommet
datedtf	Date échantillonage des feuilles pour le diagnostic foliaire
dFN	Teneur en azote des feuilles en % matière sèche
dfP	Teneur en phosphore des feuilles % matière sèche

Figure 4 : dictionnaire des données. [DicDonnée.15]

Chaque dossier Excel comprend des données sur les dispositifs expérimentaux mis en place pour des projets de recherche spécifiques. Les variables sont toutes décrites dans le premier onglet.

### **La Figure 5 montre un exemple de fichier de données des interventions des essais :**

parcelle	date observation	Date plantation ou coupe	age	cycle	affect	intervention	Modalité	Localisatio n	détails
P25	22/02/2012	24/11/2011	2,95	RO	LEG	remplacement			remplacement bloc 2,3,4
P25	23/02/2012	24/11/2011	2,98	RO	ITK	traitement	M10		fauchage
P25	23/02/2012	24/11/2011	2,98	RO	ITK	traitement	M4		fauchage
P25	23/02/2012	24/11/2011	2,98	RO	ITK	traitement	M6		fauchage
P25	23/02/2012	24/11/2011	2,98	RO	ITK	traitement	M8		fauchage
P25	23/02/2012	24/11/2011	2,98	RO	ITK	traitement			traitement des lignes
P25	24/02/2012	24/11/2011	3,02	RO	LEG	traitement			traitement des lignes
P25	27/02/2012	24/11/2011	3,11	RO	ITK	remplacement			creuse les trous
P25	28/02/2012	24/11/2011	3,15	RO	ITK	remplacement			tt essai
P25	29/02/2012	24/11/2011	3,18	RO	ITK	traitement	M7		grattage selectif rootbella et senna
P25	29/02/2012	24/11/2011	3,18	RO	ITK	traitement	M1		grattage selectif rootbella et senna
P25	29/02/2012	24/11/2011	3,18	RO	ITK	traitement	M3		sarclage M3
P25	29/02/2012	24/11/2011	3,18	RO	ITK	traitement	M9		grattage selectif rootbella et senna
P25	11/03/2012	24/11/2011	3,54	RO	ITK + LEG	traitement		Plein	arrachage fataque
P25	12/03/2012	24/11/2011	3,57	RO	LEG	traitement			lignes surnuméraires
P25	12/03/2012	24/11/2011	3,57	RO	ITK	traitement	LS		lignes surnuméraires
P25	13/03/2012	24/11/2011	3,61	RO	LEG	semis			légumineuse en IL (niébé rouge, canavalia, dolich.
P25	19/03/2012	24/11/2011	3,80	RO	LEG	notation			enh.
P25	22/03/2012	24/11/2011	3,90	RO	ITK	traitement	M2	Interrang	
P25	22/03/2012	24/11/2011	3,90	RO	ITK	traitement	M5	Interrang	
P25	22/03/2012	24/11/2011	3,90	RO	ITK	traitement	M6	Interrang	
P25	27/03/2012	24/11/2011	4,07	RO	LEG	notation			tallage
P25	27/03/2012	24/11/2011	4,07	RO	ITK + LEG	notation			tallage
P25	27/03/2012	24/11/2011	4,07	RO	ITK	notation			enh.
P25	27/03/2012	24/11/2011	4,07	RO	ITK	notation			fauchage bordure côté st-Marie + un bout de bord
P25	30/03/2012	24/11/2011	4,16	RO	LEG	entretien			traitement des allées
P25	05/04/2012	24/11/2011	4,36	RO	ITK + LEG	traitement			
P25	11/04/2012	24/11/2011	4,56	RO	LEG	entretien	M10		sarclage
P25	11/04/2012	24/11/2011	4,56	RO	LEG	entretien	M8		sabrage des vigna unguiculata V rongal
P25	11/04/2012	24/11/2011	4,56	RO	LEG	entretien	TP		sarclage
P25	11/04/2012	24/11/2011	4,56	RO	ITK	entretien	M10		fauchage
P25	12/04/2012	24/11/2011	4,59	RO	LEG	entretien	M1		sarclage desmodium
P25	12/04/2012	24/11/2011	4,59	RO	LEG	entretien	M1		début sarclage desmodium ( faire domi
P25	13/04/2012	24/11/2011	4,62	RO	LEG	entretien	M1		sarclage desmodium
P25	13/04/2012	24/11/2011	4,62	RO	LEG	entretien	M1		suite sarclage desmodium ( faire domi
P25	16/04/2012	24/11/2011	4,72	RO	LEG	entretien	M1		sarclage desmodium
P25	16/04/2012	24/11/2011	4,72	RO	LEG	entretien	M1		suite et fin sarclage desmodium ( faire domi
P25	17/04/2012	24/11/2011	4,75	RO	LEG	notation	M1 à M10		notation enh.
P25	17/04/2012	24/11/2011	4,75	RO	ITK	notation	M1 à M10		notation enh.
P25	17/04/2012	24/11/2011	4,75	RO	ITK	entretien	M3		sarclage

Figure 5 : Fichier Excel des interventions effectuées par parcelle. [Itk.15]

Cet exemple de fichier Excel traite les interventions effectuées sur une parcelle. Les différentes données représentées par colonne sont les suivantes :

- nom de la parcelle ;
- les dates de : (plantation, intervention, observation, récolte...) ;
- âge de la canne, son cycle ;

- nom de l'essai et type de l'essai;
  - type de l'intervention, la modalité appliquée...

**La figure 6 présente un exemple de fichiers de données des produits appliqués :**

Figure 6 : fichiers de données des produits appliqués sur les parcelles. [Itk.15]

Cet exemple de fichier contient des données concernant :

- les types de produits appliqués ;
  - les doses des produits appliqués par hectare. ;
  - les quantités des produits préparés et les quantités restantes par hectare ;
  - doses réelles des produits ;
  - la surface de la parcelle traitée ;
  - les unités des données calculées...

La figure 7 montre un exemple de fichier de données des types d'analyses :

Figure 7 : fichiers de données des analyses de la matière fertilisante. [Ana.15]

Ce type de fichier est un exemple de fichier d'analyse reçu du laboratoire d'analyses des sols du Cirad. Chaque fichier d'analyse a un format et une notation des échantillons spécifiques au laboratoire.

Il contient :

- les différents éléments minéraux qui constituent les produits ;
- la quantité et le coefficient de chaque élément ;
- les unités de ces données calculées…

**La figure 8 montre un exemple de fichier de données d'analyse du sol effectué sur un essai :**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Cycle	Type essai	Planteur	CHRONO	Placette	Mod	Rep	DATEPREL	PH	PH_KCL	C_DUMAS	N_TOT	P_ASS
2	R0	fractionnement	Bironda	81685	A1	M1	R1	18/10/05	6.00	5,00		2,790	53
3	R0	fractionnement	Bironda	81687	A3	M1	R2	18/10/05	5.80	5,00		7,250	29
4	R0	fractionnement	Bironda	81689	B2	M1	R3	18/10/05	5,70	4,80		7,000	89
5	R0	fractionnement	Bironda	81686	A2	M2	R1	18/10/05	5,80	5,10		5,010	42
6	R0	fractionnement	Bironda	81691	C1	M2	R2	18/10/05	5,70	4,90		8,640	34
7	R0	fractionnement	Bironda	81693	C3	M2	R3	18/10/05	5,70	5,30		6,250	68
8	R0	fractionnement	Bironda	81690	B3	M3	R1	18/10/05	5,70	4,90		5,120	48
9	R0	fractionnement	Bironda	81692	C2	M3	R2	18/10/05	5,70	5,00		6,590	64
10	R0	fractionnement	Bironda	81688	B1	M3	R3	18/10/05	5,70	4,90		7,910	29
11	R1	fractionnement	Bironda	85719	A1	M1	R1	07/11/06	6,60	4,90	2,84	2,130	112
12	R1	fractionnement	Bironda	85721	A3	M1	R2	07/11/06	6,30	5,20	6,27	4,910	68
13	R1	fractionnement	Bironda	85723	B2	M1	R3	07/11/06	5,80	5,00	8,42	6,580	88
14	R1	fractionnement	Bironda	85720	A2	M2	R1	07/11/06	6,40	5,20	11,40	9,220	245
15	R1	fractionnement	Bironda	85725	C1	M2	R2	07/11/06	5,70	5,40	5,54	4,620	70
16	R1	fractionnement	Bironda	85727	C3	M2	R3	07/11/06	5,80	5,00	6,90	5,680	79
17	R1	fractionnement	Bironda	85724	B3	M3	R1	07/11/06	5,80	5,20	7,33	5,770	86
18	R1	fractionnement	Bironda	85726	C2	M3	R2	07/11/06	6,00	5,50	4,96	4,210	80
19	R1	fractionnement	Bironda	85722	B1	M3	R3	07/11/06	6,00	5,10	7,07	5,630	69
20	R2	fractionnement	Bironda	88756	A1	M1	R1	29/10/07	6,50	5,20	6,03	4,870	149
21	R2	fractionnement	Bironda	88758	A3	M1	R2	29/10/07	5,90	5,00	7,37	6,140	83
22	R2	fractionnement	Bironda	88760	B2	M1	R3	29/10/07	5,90	5,30	6,82	5,710	105
23	R2	fractionnement	Bironda	88757	A2	M2	R1	29/10/07	6,00	5,00	7,44	6,190	159
24	R2	fractionnement	Bironda	88762	C1	M2	R2	29/10/07	5,80	5,10	8,57	7,410	124
25	R2	fractionnement	Bironda	88764	C3	M2	R3	29/10/07	5,80	5,50	6,05	5,430	67
26	R2	fractionnement	Bironda	88761	B3	M3	R1	29/10/07	5,90	5,10	8,63	7,110	73
27	R2	fractionnement	Bironda	88763	C2	M3	R2	29/10/07	5,90	5,20	9,17	7,890	128
28	R2	fractionnement	Bironda	88759	B1	M3	R3	29/10/07	5,60	5,00	8,12	6,970	179

Figure 8: exemple de fichier d'analyse du sol d'un essai. [essai.15]

Cet exemple de fichier contient des données concernant :

- le type de l'essai ;
- le site associé à l'essai ;
- les modalités appliquées à l'essai ;
- les éléments du sol analysés par un laboratoire d'analyse ;
- la date de prélèvement de chaque échantillon ;
- la placette de prélèvement et le bloc associé à la placette.

## II.2 Analyse des données et anomalies constatées

Après un temps d'étude des différents fichiers de données de chaque agronome, on a constaté que :

- ces différents fichiers contiennent un très gros volume de données importantes;
- ces fichiers sont indépendants les uns des autres ;

- les mêmes données sont régulières présentes dans plusieurs fichiers, ce qui pose des problèmes de redondance ;
- les données sont listées sur plusieurs colonnes, et chaque colonne est identifiée par un libellé ou une abréviation du libellé, et comme les fichiers sont de sources distinctes, chaque source utilise ses propres termes, ce qui implique un problème de sémantique pour l'identification d'un même type de données ;
- certaines colonnes de ces fichiers ne sont pas définies ou décrites dans les dictionnaires de données.
- des colonnes contiennent des formules permettant de calculer les données, d'où le problème de l'ambiguïté des données.

### **III. Démarche adoptée**

L'étude des fichiers Excel, nous a mené à constater toutes les difficultés et anomalies auquel sont confrontées les équipes du service des techniques culturelles, d'où le choix de créer un système d'information. Ce dernier sera composé d'une base de données et d'une interface web. Pour mettre en place cette solution nous avons opté pour la démarche suivante.

#### **III.1 Modélisation de la base de données :**

La modélisation de la base de données est la première étape d'un processus de conception d'un système d'information. Elle a été réalisée en respectant la méthode Merise (Méthode d'Étude et de Réalisation Informatique pour les Systèmes d'Entreprise).

Avant de se pencher sur le schéma relationnel de l'application (présenter dans le chapitre 4), il a été nécessaire d'intégrer les concepts agronomiques liés à la culture de la canne à sucre et la sémantique associée. Pour ce faire, un agronome expert de la canne à sucre, nous a expliqué les différents termes et usages.

Nous avions aussi à notre disposition des fichiers Excel à étudier, afin de comprendre le contenu et la nature des données traitées.

Après l'étude des documents Excel, nous avons pu dégager les entités et les associations du modèle relationnel afin d'en réaliser une première version. Les agronomes d'eRcane sont venus en mission en métropole deux jours en Mars et deux jours en Mai. Suite aux réunions de travail, le modèle relationnel a beaucoup évolué par rapport à sa version d'origine. Ces

réunions ont été d'une grande nécessité pour nous. Elles nous ont permis de nous entretenir avec les membres du service des techniques culturelles sur leurs activités, d'avoir une vision plus juste de leurs besoins, de valider le modèle relationnel définitif pour implémenter la base de données et de discuter des différentes fonctionnalités souhaitées au niveau de l'application web, à partir d'une maquette que nous avions préconstruite et présentée.

La phase de la modélisation de la base de données a été une étape de changement permanent. Les besoins des utilisateurs ont évolué au fur et à mesure des entretiens, ce qui a conduit à des modifications dans notre modèle relationnel.

### **III.2 Choix des outils de développement :**

- Après validation du modèle conceptuel de données, la base de données a été implantée en premier lieu sous le serveur du SGBD MySQL d'eRcane. Pour des raisons propres à l'unité de recherche Aïda, il a été décidé ensuite de migrer la base de données implantée sous MySQL, sous le serveur PostgreSQL du CIRAD.
- L'un des objectifs principaux de l'application est de traiter les données à travers des formulaires web. Pour ce faire, on a choisi de procéder par la méthode MVC (architecture logicielle modèle-vue-contrôleur) et d'utiliser le Framework PHP Silex. Ce Framework est le petit frère de Symfony. Il dispose d'une documentation assez complète et d'une bibliothèque très riche sur la gestion des formulaires, d'où le choix de silex au début du projet, sur lequel on a commencé à programmer un premier back-office. Pour des raisons propres à l'informaticien qui maintient la plateforme Aïda TIC, qui souhaitait que le même Framework soit utilisé par tout le monde, nous avons choisi Phalcon, framework PHP 5 open source. Il est écrit en C, et est disponible en tant qu'extension PHP. C'est en fait un framework optimisé et très performant.

## **Conclusion**

L'étude de l'existant a permis de poser la problématique du sujet, d'adopter la méthodologie du travail et de sélectionner les données essentielles pour la modélisation de la base de données, l'analyse et la conception de l'application.

# **CHAPITRE** 3

---

*Analyse  
&  
Conception*

## Introduction

Pour une meilleure maîtrise d'un projet informatique, il est important de suivre une démarche ou une méthodologie rigoureuse. La démarche adoptée dans ce projet consiste en un processus unifié de développement construit autour d'UML (*Unified Modeling Language*). Nous entamerons le processus de développement de notre application par l'étape de l'analyse qui permet de mettre en évidence les différentes interactions des acteurs avec le système projeté. Et, nous poursuivrons avec l'étape de conception qui décrira le futur système tout en utilisant les données de l'analyse.

### I. Analyse

Cette étape recense les besoins des utilisateurs, met en évidence les différents acteurs intervenants dans le système projeté et élabore les diagrammes de cas d'utilisation.

#### I.1 Spécification des besoins

L'expression des besoins consiste à décrire ce que le système doit faire, non pas comment le faire, en se basant sur la demande et les besoins des utilisateurs.

L'équipe du service des techniques culturelles d'eRcane gère ses données provenant des essais, des observations, des analyses et des interventions (ITK), dans des fichiers Excel, sans homogénéité et sans interconnexion entre eux. L'ensemble de ces fichiers constitue un grand volume de données qui sont indépendantes les unes des autres, ce qui a conduit à une difficulté pour suivre les informations au fil de chaque traitement.

Pour pallier à ce problème, l'objectif principal était de :

- capitaliser les données dans une base de données relationnelle sous le système de gestion de base de données PostgreSQL ;
- développer une IHM (Interface Homme Machine) pour que l'utilisateur puisse gérer facilement ses données.

#### I.2 Les fonctionnalités du système

Nous commençons le processus d'analyse par la mise en évidence d'une liste des différentes fonctionnalités du système d'information en prenant en compte les différents besoins des utilisateurs. L'interface IHM doit permettre aux utilisateurs de :

- lister les données implémentées dans la base de données ;
- ajouter des données à l'aide de formulaires de saisie ;
- modifier les données saisies, à partir des formulaires de mise à jour ;
- supprimer des données ;
- importer dans la base de données les fichiers Excel existants ;
- exporter les données saisies sous format Excel ou en Texte pour effectuer des analyses statistiques ou réutiliser les données dans des modèles.

### I.3 Identification des acteurs

Un acteur est une entité extérieur au système et interagissant avec celui-ci. L'acteur principal du système (utilisateur) a des droits en consultation, ajout, modification et suppression des données.

### I.4 Identification des packages

Les packages permettent de définir des sous-systèmes formés d'éléments ayant entre eux une certaine logique, c'est un regroupement d'élément de modélisation. Le système entier correspond à un unique paquetage constitué de tous les sous package. Chaque sous package est représenté par un use case [2].

Compte tenu de l'étude des besoins et les fonctionnalités du système, on peut décomposer le système en Cinq sous-packages.

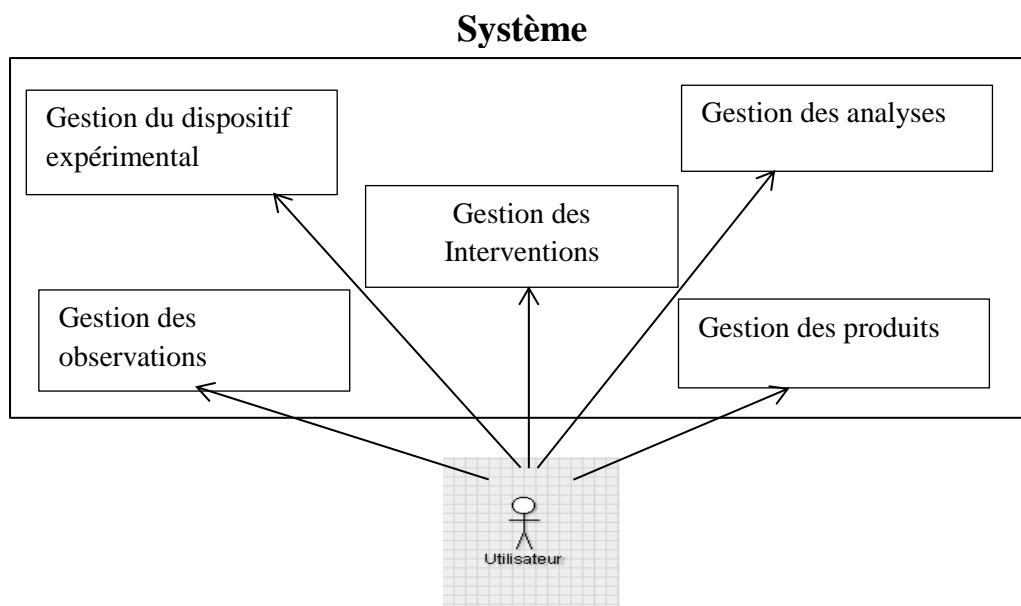


Figure 1 : Les packages du système d'information

## I.5 Les diagrammes de cas d'utilisation

Le diagramme de cas d'utilisation représente les relations fonctionnelles entre les acteurs et le système étudié. Il donne une description cohérente de toutes les vues que l'on peut avoir du système. Les diagrammes de cas d'utilisation représentés dans cette partie, résument les grandes fonctionnalités du système d'information et les différentes séquences et actions relatives au package du dispositif expérimental représenté par la gestion des essais et les parcelles.

### I.5.1 Diagramme de cas d'utilisation « Authentification » :

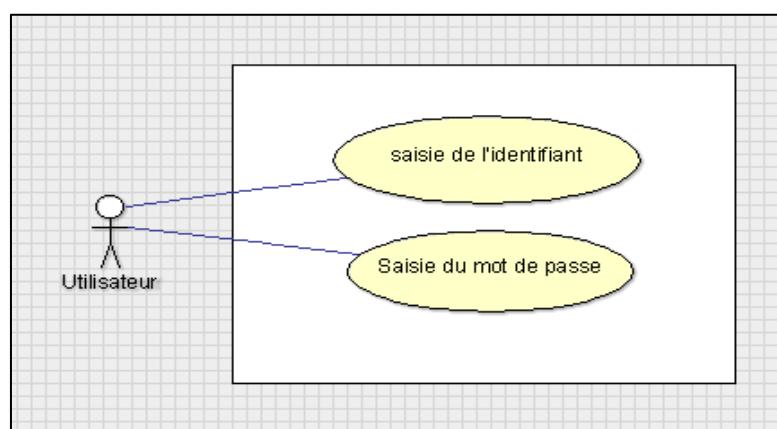


Figure 2: le diagramme de cas d'utilisation d'authentification

### I.5.2 Diagramme de cas d'utilisation du système d'information :

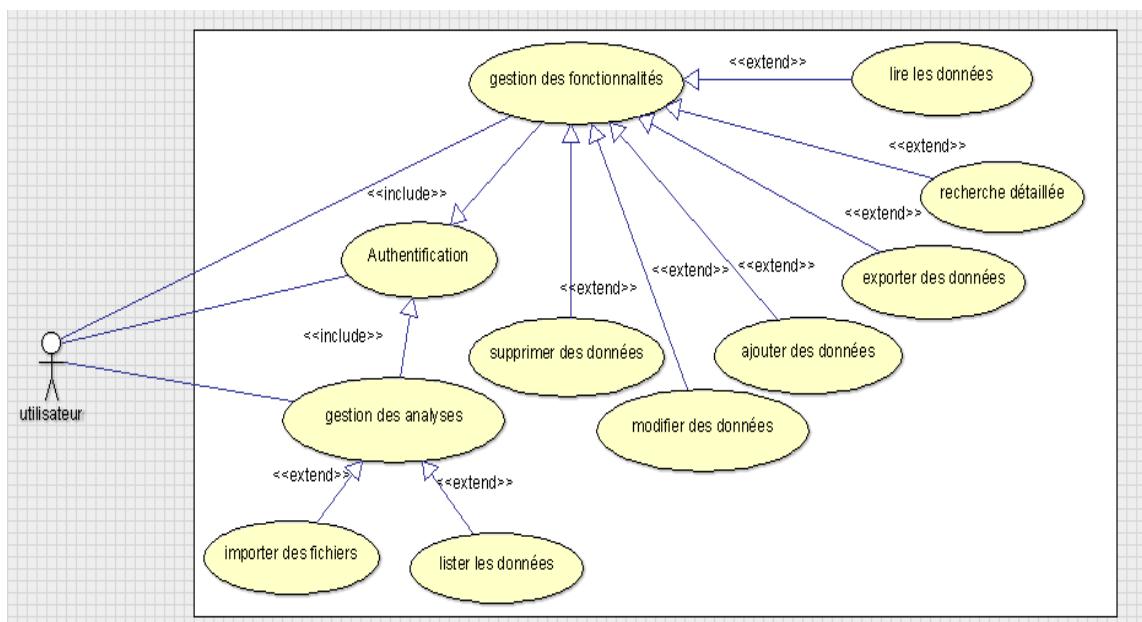


Figure 3: Diagramme de cas d'utilisation du système d'information

### **Description du cas d'utilisation du système d'information :**

Pour décrire la dynamique du cas d'utilisation, nous avons résumé toutes les interactions, en essayant d'ordonner séquentiellement les descriptions. Un scénario représente une succession particulière d'enchaînements d'actions qui s'exécutent du début à la fin du cas d'utilisation.

**Titre** : Gestion du système d'information.

**But** : montrer les diverses fonctionnalités du système d'information.

**Résumé** : représenter l'enchaînement des différentes interactions du système avec son utilisateur.

**Acteur** : Utilisateur

#### **Pré conditions :**

- Utilisateur authentifié.

**Scénario nominal** : le cas d'utilisation commence lorsque l'utilisateur s'authentifie, si le mot de passe et/ou le nom d'utilisateur n'est pas correct alors EXCEPTION.

Enchaînement (a) : le système prépare les actions de l'ensemble des fonctionnalités du système.

Enchaînement (b) : l'utilisateur choisit de lister les données.

Enchaînement (c) : l'utilisateur choisit une autre fonctionnalité parmi l'ajout de données, la mise à jour ou supprimer des données.

Enchainement (d) : l'utilisateur choisit d'exporter les données.

Enchaînement (e) : l'utilisateur choisit d'importer des fichiers d'analyses.

- EXCEPTION : mot de passe et/ou nom d'utilisateur erroné(s) ;  
Le cas d'utilisation se termine lorsque l'utilisateur se déconnecte du système d'information.

### I.5.3 Diagramme de cas d'utilisation du package gestion des essais :

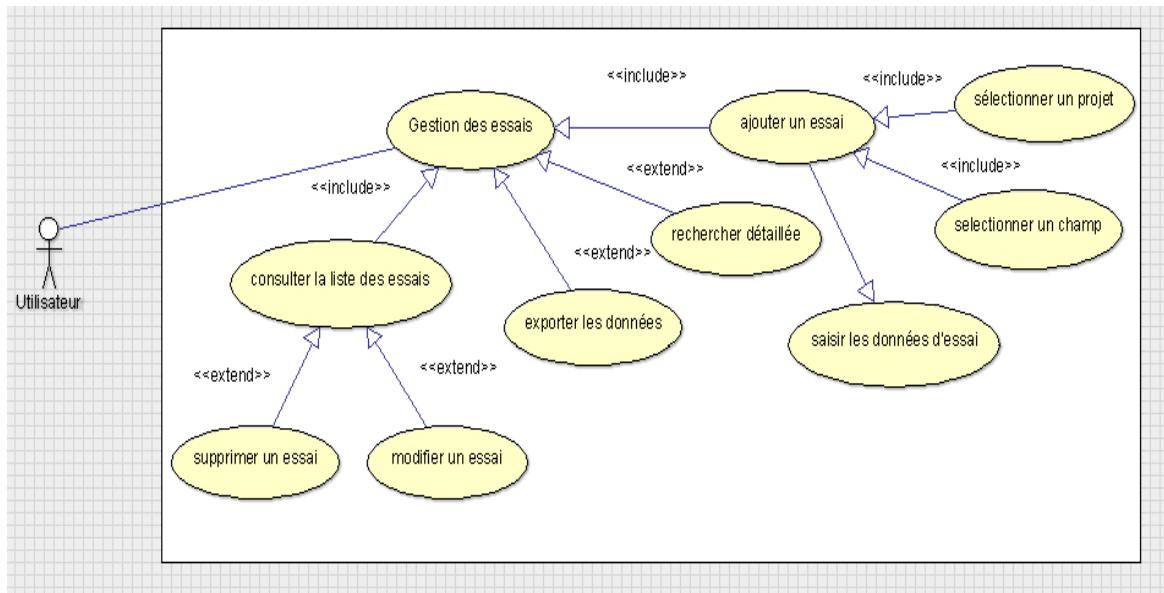


Figure 4: Diagramme du cas d'utilisation gestion des essais

#### Description du cas d'utilisation de la gestion des essais:

**Titre :** Gestion des essais.

**But :** montrer les opérations du package essai.

**Résumé :** représenter le déroulement des opérations de la consultation, l'ajout, la modification et la suppression des données.

**Acteur :** Administrateur

**Pré conditions :**

- Utilisateur authentifié.
- Utilisateur autorisé à accéder au système d'information.
- Utilisateur sélectionne la gestion des essais.

**Scénario nominal :**

Enchaînement (a) : l'utilisateur sélectionne la recherche de données.

a.1 : l'utilisateur choisit un critère de recherche.

a.2 : le système renvoie les données.

Enchaînement (b) : l'utilisateur choisit de consulter des données.

b.1 : l'utilisateur sélectionne un essai à modifier.

b.2 : l'utilisateur sélectionne un essai à supprimer.

Enchaînement (c) : l'utilisateur sélectionne d'exporter les essais.

Enchaînement (d) : l'utilisateur sélectionne d'ajouter un nouvel essai.

d.1 : l'utilisateur doit sélectionner un projet et un champ à ajouter à l'essai.

d.2 : l'utilisateur saisit et valide les données de l'essai.

- Le cas d'utilisation se termine lorsque l'utilisateur se déconnecte du système d'information.

### I.5.4 Diagramme de cas d'utilisation du package gestion des parcelles :

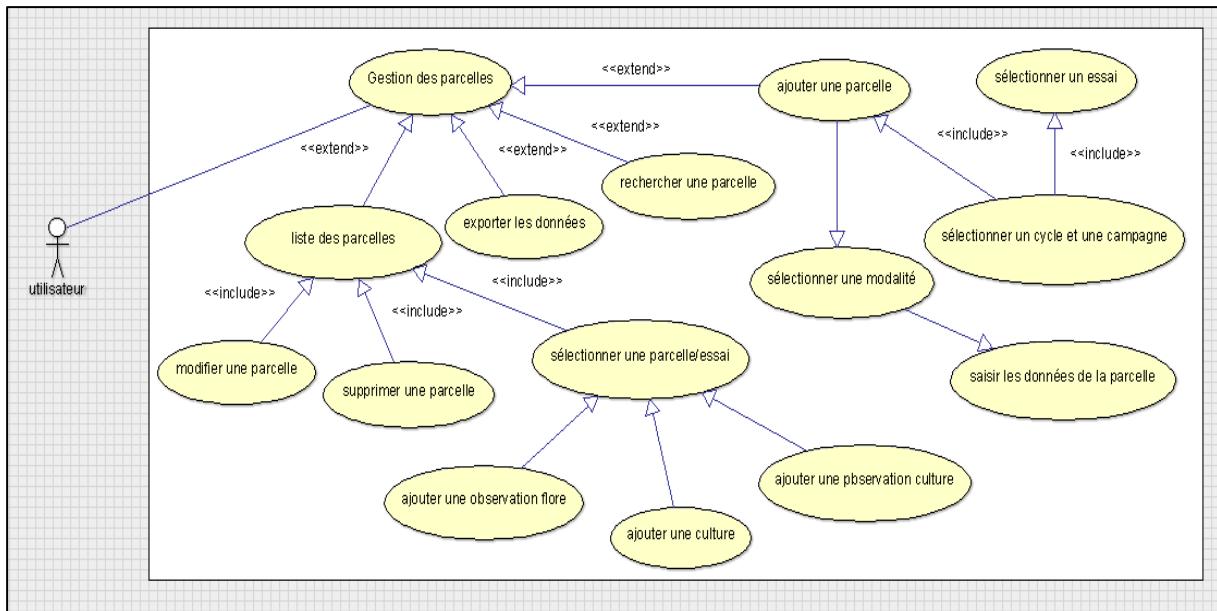


Figure 5: diagramme de cas d'utilisation gestion des parcelles

#### Description du cas d'utilisation :

**Titre :** gestion des parcelles.

**But :** montrer les actions qui composent la gestion des parcelles.

**Résumé :** représenter le déroulement des opérations de consultation, l'ajout, la modification et la suppression des données.

**Acteurs :** L'utilisateur.

#### Pré conditions :

- Utilisateur authentifié.
- Utilisateur autorisé à accéder au système d'information.
- Utilisateur sélectionne la gestion des parcelles.

#### Scénario nominal :

Enchaînement (a) : l'utilisateur sélectionne la gestion des parcelles.

Enchaînement (b) : l'utilisateur sélectionne la recherche de données.

b.1 : l'utilisateur choisit un critère de recherche.

b.2 : le système renvoie les données.

Enchainement(c) : l'utilisateur choisit d'ajouter une parcelle.

c.1 : l'utilisateur doit sélectionner un cycle et une campagne qui correspond à un essai.

c.2 : l'utilisateur sélectionne une modalité, saisi et valide les données de la parcelle.

Enchainement (d) : l'utilisateur sélectionne d'exporter les données.

Enchainement (e) : l'utilisateur consulte la liste des parcelles.

e.1 : l'utilisateur sélectionne une parcelle à modifier.

e.2 : l'utilisateur sélectionne une parcelle à supprimer.

Enchainement (f) : l'utilisateur sélectionne une parcelle qui correspond à un essai données, avec une modalité, cycle et campagne.

f.1 : l'utilisateur sélectionne soit d'ajouter une culture ou un type d'observation.

- Le cas d'utilisation se termine lorsque l'utilisateur se déconnecte du système d'information.

## II. Conception

La phase de conception succède à celle de l'analyse. La conception d'application web se distingue de la conception des autres systèmes par la répartition des objets sur le client et la définition des interfaces utilisateurs sous forme de pages web.

Cette étape présente les diagrammes de séquences et le diagramme de classe du système d'information.

### II.1 Le diagramme de séquence

Le diagramme de séquence représente l'enchaînement des échanges de messages entre objets. Il permet de représenter un processus de façon simplifiée, en se centrant sur les échanges entre acteurs ou avec le système d'information. Les diagrammes de séquence représentés dans cette partie décrivent le processus d'authentification, la consultation des données et la gestion des essais et des parcelles.

#### II.1.1 Diagramme de séquence d'authentification :

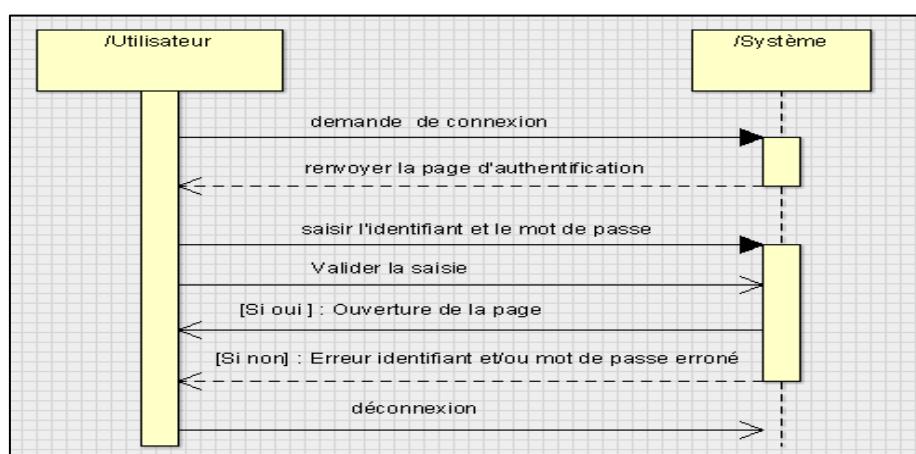


Figure 6: Diagramme de séquence d'authentification

**Scénario :**

1. l'utilisateur demande la connexion, saisit son identifiant et le mot de passe et valide ;
2. le système vérifie les identifiants de l'utilisateur ;
3. si les identifiants sont corrects, l'utilisateur accède au système ;
4. si les identifiants sont erronés, le système affiche un message d'erreur.

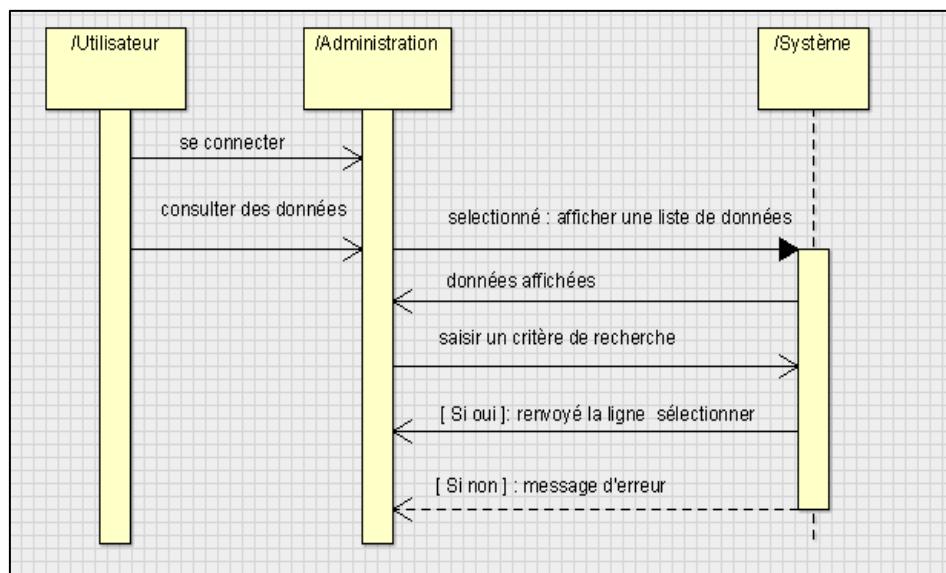
**II.1.2 Diagramme de séquence gestion de la consultation :**

Figure 7: diagramme de séquence gestion de la consultation

**Scénario :**

1. l'utilisateur atteint son domaine de travail après authentification ;
2. l'utilisateur liste toutes les lignes de données ;
3. l'utilisateur sélectionne un critère de recherche;
4. le système vérifie la cohérence des données puis affiche les données sélectionnées.

### II.1.3 Diagramme de séquence gestion des essais :

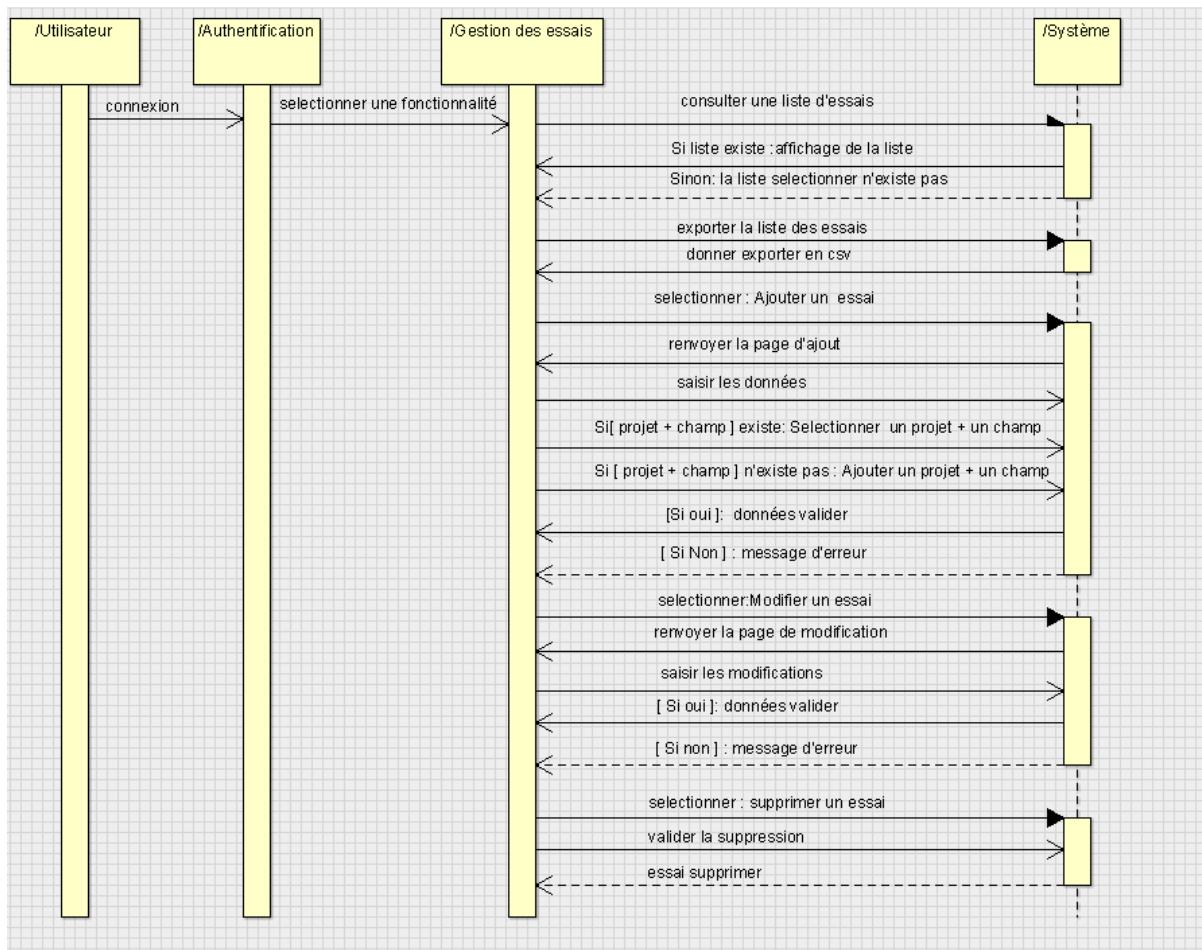


Figure 8: diagramme de séquence gestion des essais

#### Scénario :

1. l'utilisateur sélectionne la gestion des essais ;
2. l'utilisateur consulte une liste d'essais ;
3. l'utilisateur saisit un critère de recherche ;
4. l'utilisateur exporte les données ;
5. l'utilisateur ajoute un nouvel essai :
  - sélectionne un projet et un champ existant ;
  - saisit les données d'essais ;
  - valide la saisie.
6. l'utilisateur modifie un essai ;
7. l'utilisateur supprime un essai.

#### II.1.4 Diagramme de séquence gestion des parcelles :

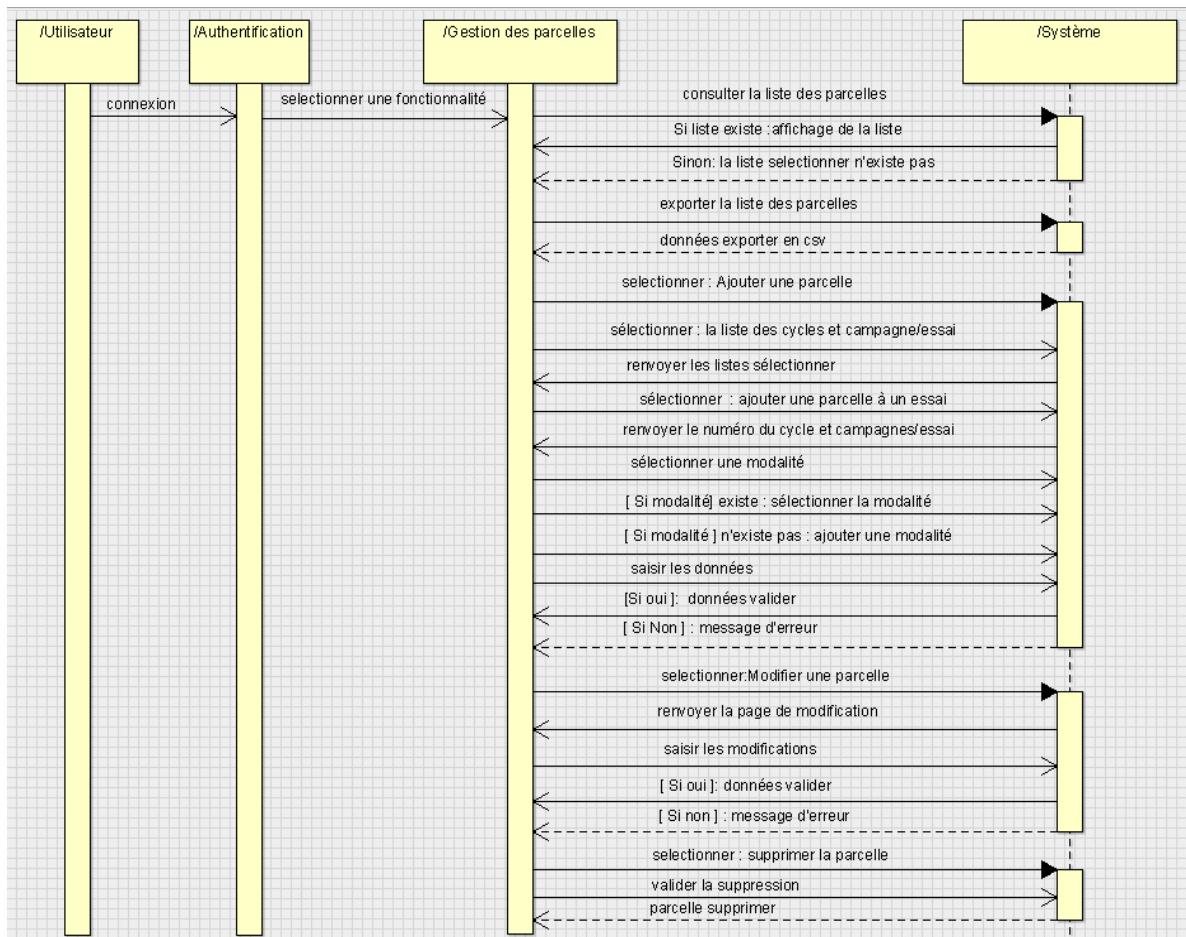


Figure 9: diagramme de séquence gestion des parcelles

#### Scénario :

1. l'utilisateur sélectionne la gestion des parcelles ;
2. l'utilisateur consulte une liste de parcelle ou saisit un critère de recherche ;
3. l'utilisateur exporte les données ;
4. l'utilisateur ajoute des parcelles :
  - sélectionne un essai ;
  - sélectionne un cycle et une campagne ;
  - sélectionne une modalité ;
  - saisit les données de la parcelle ;
  - valide la saisie.
5. l'utilisateur modifie les données de la parcelle ;
6. l'utilisateur supprime les données de la parcelle.

## II.2 Le diagramme de classe

Un diagramme de classe est la description de tout ou d'une partie du système d'une manière abstraite, en termes de classes, de structure et d'associations [2]. Le diagramme de classe (figure 10) est réalisé en utilisant le mapping objet-relationnel ou ORM. Cette méthode crée une correspondance entre la base de données relationnelle et les objets du langage, en associant chaque classe avec une table et chaque attribut de la classe avec un champ de la table.

Ce diagramme de classe est composé de trois parties principales :

- Dispositif expérimental : constitué de la gestion du dispositif expérimental, mis en place dans le cadre d'un projet conduit sur plusieurs essais, installé sur plusieurs parcelles, avec toutes les modalités appliquées, la culture de la parcelle et les cycles et campagne associées à l'essai.
- Interventions : regroupe le package des interventions effectuées au niveau de la parcelle ainsi que le package de la gestion des produits appliqués durant les interventions et les observations effectuées sur les parcelles.
- Analyses : regroupe toute les données relatives aux fichiers d'analyses des laboratoires (sol, analyse foliaire, matière organique, biomasse...).

## Conclusion

Ce chapitre est consacré à l'étude de l'application en utilisant le langage UML. Il met en évidence et donne l'exemple de quelques composants de l'application. Les diagrammes de cas d'utilisation et de séquences présentés ont permis de montrer les différents composants du package du dispositif expérimental tel que la gestion des essais et des parcelles. Le diagramme de classe regroupe l'ensemble des classes qui vont constituer les modèles de l'application.

Analyse et conception

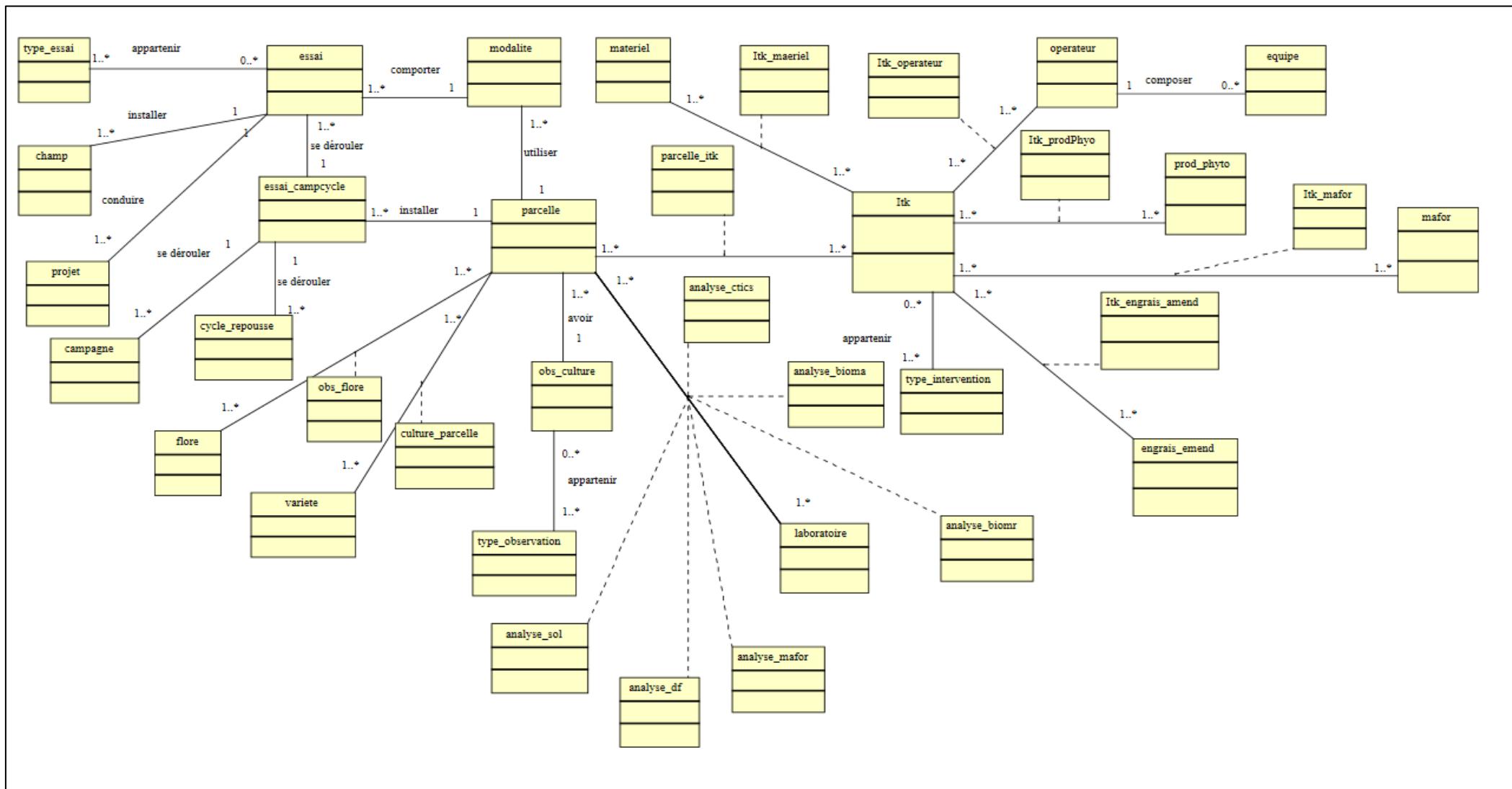


Figure 10: Le diagramme de classe du système d'information

## *CHAPITRE*

# 4

*Réalisation  
&  
Mise en Œuvre*

## Introduction

Cette partie présente les étapes de développement de ce projet. Le modèle relationnel implémenté du côté de la base de données, et la présentation du framework Phalcon côté développement web. Nous citerons également quelques exemples d'interfaces web de l'application.

### I. Implémentation de la base de données

#### I.1 Modélisation de la base de données

Avant de commencer à concevoir le système d'information, et donc la base de données, il faut tout d'abord passer par la phase de la modélisation du schéma relationnel qui va implémenter la base de données.

Le schéma relationnel est réalisé après l'étude du système cultural, en respectant la méthode Merise ; qui est la référence pour la conception des bases de données. Elle permet d'organiser les données du système d'information en suivant des règles et des normes. Cela permet de comprendre rapidement comment est structurée la base de données. Cette méthode a aidé à mettre en évidence les différentes entités et relations caractérisant le système cultural.

#### Description du modèle relationnel :

Le modèle relationnel implanté (figure 1) comporte trois grandes parties :

- la partie de la gestion du dispositif expérimental est représentée en vert. Elle décrit les différents facteurs qui composent les essais disposés sur les parcelles. Ces différents facteurs varient entre les modalités, le cycle, la campagne, la culture et la variété. Un dispositif expérimental est mis en place dans un champ et il peut être utilisé dans le cadre de plusieurs projets de recherche ;
- la partie des analyses de type sol, feuille, matière organique et biomasse est représentée en bleu. Les échantillons pour les analyses sont prélevés sur la parcelle et sont envoyés pour être analysés dans un laboratoire ;
- en gris, il s'agit de la partie concernant les interventions et les observations de type flore et culture, effectuées sur les parcelles et les différents traitements des produits chimiques appliqués au cours de plusieurs interventions.

#### Réalisation et mise en œuvre

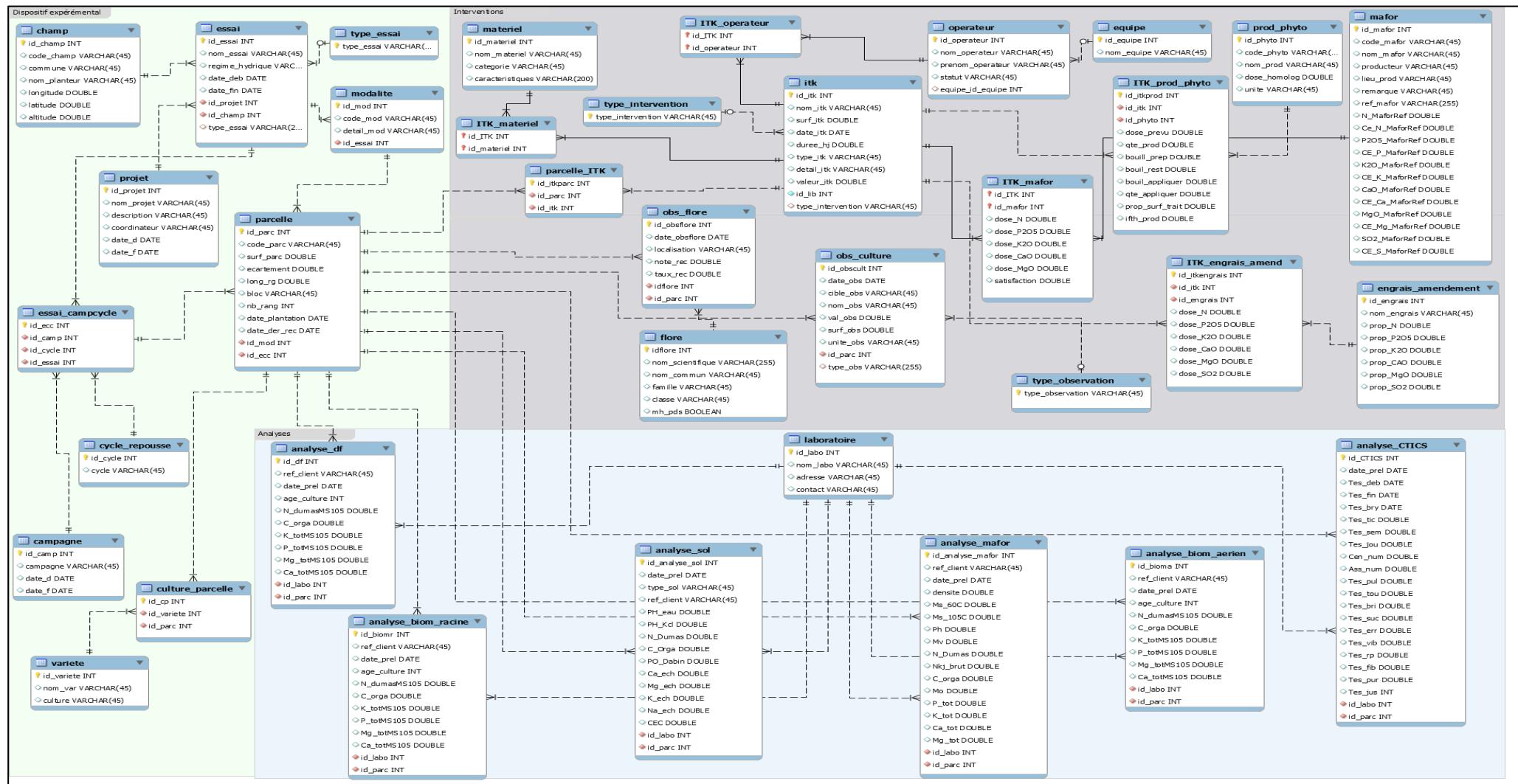


Figure 1 : le schéma relationnel de la base de données

## I.2 Choix du système de gestion de la base de données

Le choix du SGBD s'est porté sur PostgreSQL, un système de gestion de base de données relationnel et objet (SGBDRO), qui possède plusieurs interfaces utilisateurs :

- Psql : l'interface en ligne de commande, qui a permis d'interroger la base de données avec des requêtes SQL.
- PgAdmin : l'outil d'administration graphique.
- PhpPgAdmin : l'interface web d'administration.

La base de données a été migrée à partir de MySQL vers le serveur PostgreSQL du Cirad (le dictionnaire des données est présenté en annexe). Comme PostgreSQL n'a pas la même syntaxe SQL de création des tables avec les contraintes des clés primaires et clés étrangères, il était plus propre de réécrire le script de création de la base de données et passer par Psql pour exécuter les requêtes.

## II. Le Framework Phalcon

Aujourd'hui, l'utilisation d'un Framework est devenue obligatoire dans le monde professionnel du développement PHP. Les Framework offrent un mode de travail structuré permettant de maintenir facilement un projet.

### **Qu'est-ce que Phalcon ? [5]**

- Phalcon est un Framework MVC et PHP 5 complet et open source. Il est écrit en C et disponible en tant qu'extension PHP ce qui en fait un Framework optimisé et très performant.
- Les extensions C sont chargées une seule fois en même temps que PHP lorsque le processus du serveur web démarre.
- Les classes et les fonctions proposées par l'extension sont disponibles depuis PHP dans n'importe quelle application.

### II.1 Outils de développement de Phalcon (devtools)

Ces outils sont une collection de scripts utiles pour générer un squelette de code. Des composants principaux de l'application peuvent être générés avec une simple commande.

### II.1.1 Structure d'un projet Phalcon

Le squelette du projet Phalcon est généré dans le dossier www du serveur, on utilisant la commande suivante :

```
1 creation de projet
2 phalcon create-project myProject
```

Un projet Phalcon est constitué de deux documents app et public comme dans la figure(2).

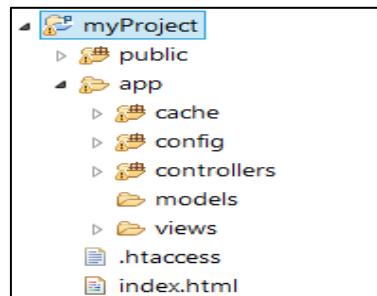


Figure 2 : structure d'un projet Phalcon

À la racine du document app on trouve les dossiers controllers, models et views qui constituent l'architecture MVC et un dossier config qui contient la configuration de base du Framework. Le document public contient toutes les librairies css et JavaScript.

### II.1.2 Configuration

Le dossier config de Phalcon contient toute la configuration du framework. Il est composé du fichier de configuration (config.php) qui définit les paramètres généraux de l'application et les paramètres de connexion à la base de données.

```
1 <?php
2
3 return new \Phalcon\Config(array(
4     'database' => array(
5         'adapter' => 'Postgresql',
6         'host' => 'localhost',
7         'username' => 'username',
8         'password' => 'mdp',
9         'dbname' => 'dbname',
10        'charset' => 'utf8',
11    ),
12    'application' => array(
13        'controllersDir' => __DIR__ . '/../../app/controllers/',
14        'modelsDir' => __DIR__ . '/../../app/models/',
15        'viewsDir' => __DIR__ . '/../../app/views/',
16        'pluginsDir' => __DIR__ . '/../../app/plugins/',
17        'libraryDir' => __DIR__ . '/../../app/library/',
18        'formsDir' => __DIR__ . '/../../app/forms/',
19        'cacheDir' => __DIR__ . '/../../app/cache/',
20        'baseUri' => '/',
21    ),
22));
23|
```

Un second fichier loader.php (mécanisme de chargement automatique). L'auto loader enregistre un ensemble de dossiers où l'application va chercher les classes dont il va avoir besoin.

```

1  <?php
2
3  $loader = new \Phalcon\Loader();
4
5
6  $loader->registerDirs(
7      array(
8          $config->application->controllersDir,
9          $config->application->formsDir,
10         $config->application->libraryDir,
11         $config->application->pluginsDir,
12         $config->application->modelsDir
13     )
14 )->register();
15

```

## II.2 Mise en place du patron de conception-modèle-vue-contrôleur:(voir annexe 1)

### II.2.1 Le contrôleur

Un contrôleur Phalcon est une classe héritant de *\Phalcon\Mvc\Controller*, dont les méthodes publiques sont qualifiées d'actions, accessibles par l'url. Les actions sont responsables de l'interprétation des requêtes et de la création de la réponse. [6]

Exemple d'accès à l'URL *http://localhost/application/projet/search/1*

Root de l'application	application
Controller	Projet
Action	Search
Paramètre	1

### II.2.2 La vue

Les classes *\Phalcon\Mvc\View*, permettent la manipulation des vues dans le cadre du design pattern MVC.

Phalcon passe automatiquement l'exécution à un composant de type vue dès qu'un contrôleur a terminé son chargement. La vue à charger est recherchée dans le dossier views, dans un sous-dossier du même nom que le dernier contrôleur invoqué [6].

#### Structure d'une vue:

```

1  application/
2      app/
3          app/controllers/
4              ProjetController.php
5          app/models/
6              projet.php
7          app/views/
8              projet/
9                  index.phtml
10

```

### **Template :**

La classe *Phalcon\Mvc\View*, utilise PHP par défaut comme moteur de template, portant comme extension .phtml.

Le composant (*Phalcon\Mvc\View*) gère l'affichage à partir d'une hiérarchie de fichiers. Cette hiérarchie permet d'utiliser des zones de layout à condition que les templates soient présents dans les dossiers correspondant au contrôleur et à l'action [6]

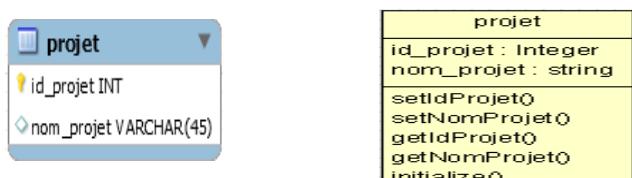
### **II.2.3 Le modèle**

Un modèle est une classe métier représentant une partie des données d'une application. Dans la plupart des cas, un modèle est associé à une table de la base de données. *Phalcon\Mvc\Model* est la classe de base des modèles d'une application. Cette classe met à disposition des fonctionnalités CRUD (pour Create, Read, Update, Delete), offre des possibilités de recherche avancées et permet de gérer les relations entre modèles, le tout sans avoir besoin d'utiliser SQL [6].

### **Mapping objet ⇔ relationnel**

Phalcon effectue un mapping entre classes et tables de la base de données de la façon suivante:

- Table ⇔ Classe du même nom
- Enregistrement ⇔ instance de classe (objet métier)
- Colonne (champ) ⇔ membre de données (attributs) du même nom



Base de données (table)

Modèle objet (classe)

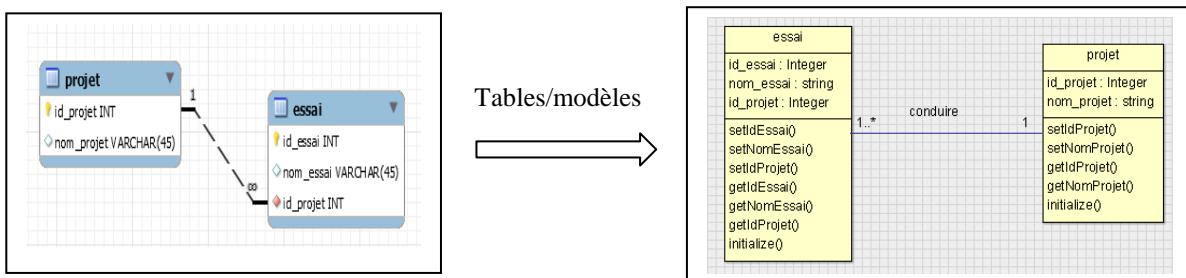
### **Les Relations :**

Avec Phalcon, les relations peuvent être définies grâce à la méthode `initialize()` du modèle. Les méthodes `belongsTo()`, `hasOne()`, `hasMany()` et `hasManyToMany()` définissent des relations entre 1 ou plusieurs membres du modèle courant et des membres d'un autre modèle comme dans l'exemple suivant.

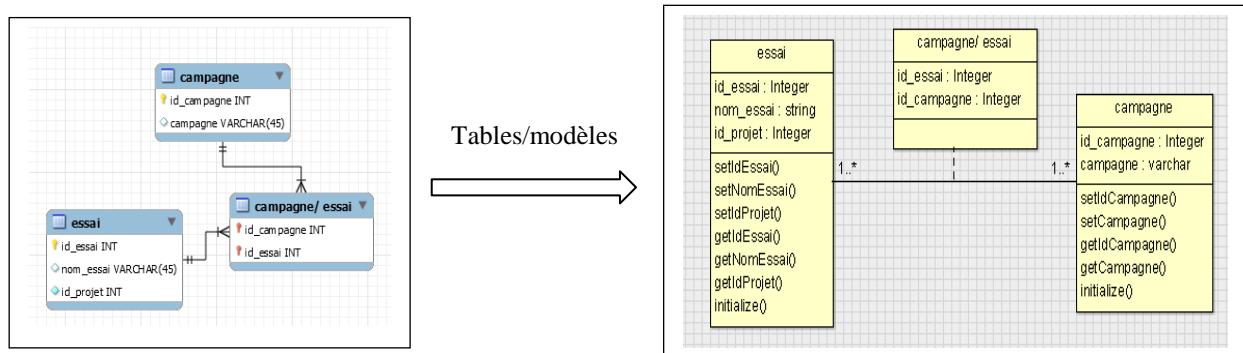
Méthode	description
hasMany	Relation 1-n
hasOne	Relation 1-1
belongsTo	Relation n-1
hasManyToMany	Relation n-n

Le mapping entre les relations est défini comme dans cet exemple :

#### Relation n-1 (belongsTo) & relation 1-n (hasMany) :



#### Relation n-n (hasManyToMany()):



## II.3 Le template

Pour séparer le code PHP de la mise en page HTML, on a choisi le template volt.

Volt est un moteur de template PHP écrit en C, permet d'écrire des templates simples et lisibles qui sont plus compréhensibles par les web designers.

Volt comme d'autres moteurs de template définit des types de syntaxe spéciale comme par exemple :

`{{element.render ()}}` : affiche le contenu de la variable.

`{% for element in form %}`: exécute une boucle for pour afficher les éléments d'un formulaire.

## II.4 Bootstrap de twitter [7]

Pour gérer le design de l'application, on a choisi le framework Bootstrap (voir annexe 1).

- Bootstrap est un framework côté client (désigné *Fronted* en anglais), c'est un framework CSS 3 ;
- Il embarque également des composants HTML 5 et JavaScript ;
- Il contient une bibliothèque totalement open source sous licence Apache ;
- Il dispose d'une mise en page basée sur une grille de colonnes simple et efficace pour mettre en ordre l'aspect visuel d'une page web ;
- Il dispose de plugins jQuery de qualité ;
- Du code qui tient compte du format d'affichage des principaux outils de navigation (*responsive design*) : smartphones, tablettes...

## III. Implémentation de l'application

### III.1 L'architecture du Système d'information

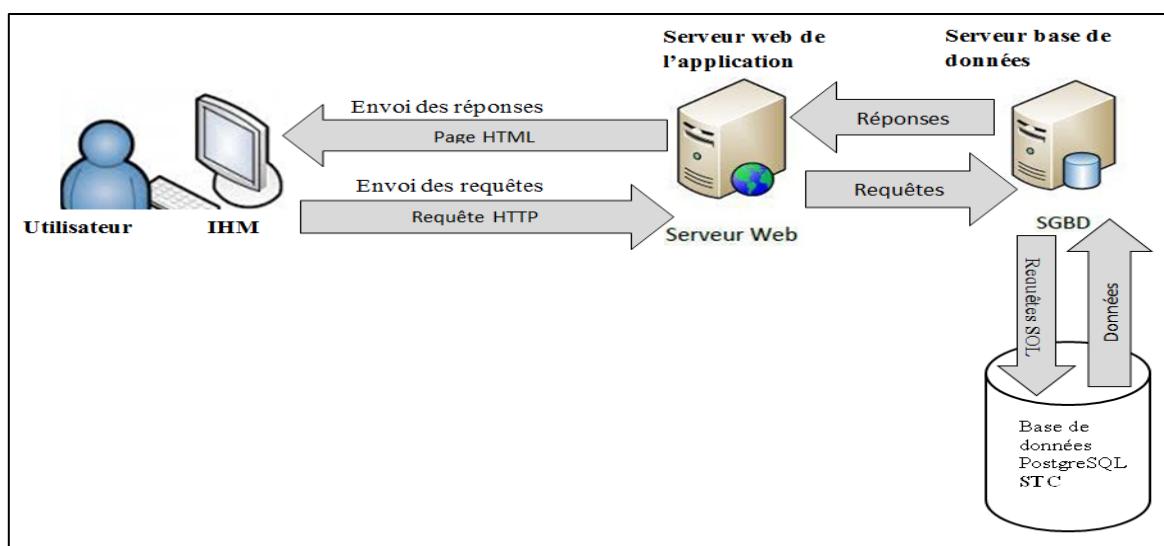


Figure 3 : L'architecture 3 tiers du système d'information

La structure de l'application suit l'architecture web 3 tiers représentée par (la figure 3).

Cette structure est repartie sur trois niveaux :

- Niveau I : L'utilisateur est le demandeur de la ressource et le navigateur a la charge d'afficher les données transmises par le serveur web.
- Niveau II : Le serveur web est chargé de traiter les données venant du navigateur et du côté du serveur de la base de données.
- Niveau III : Le serveur PostgreSQL est chargé de stocker et d'envoyer les données pour le serveur web, c'est la base de données.

### **III.2 Fonctionnalités :**

L'application est mise en ligne sur le serveur du Cirad, après le transfert de tous les fichiers qui composent l'application en local sur le serveur distant, en utilisant le protocole sftp de Filezilla.

L'application est divisée en deux parties, un Fronted et un Backend.

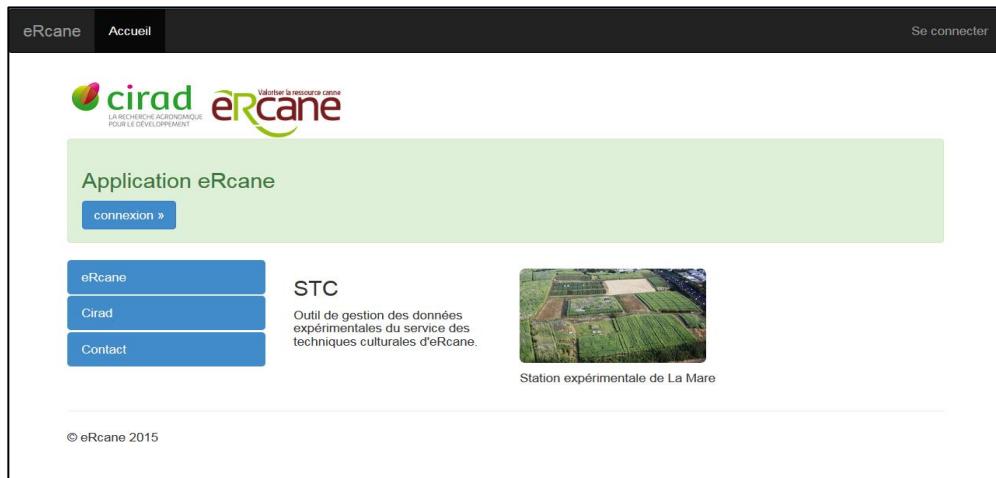


Figure 4 : la page d'accueil

Fronted : c'est la partie publique, où on peut obtenir des informations sur eRcane et le Cirad.

Backend : le back-office de l'application, c'est la zone administrative, où un utilisateur enregistré et authentifié accède à la gestion des fonctionnalités.

#### **Connexion à l'application :**

La connexion à l'application permet de travailler dans l'espace d'administration.

Pour se connecter, il faut un nom d'utilisateur et un mot de passe valide, stockés dans la table « users » de la base de données.

Pour stocker le mot de passe haché dans la base de données, nous avons utilisé l'algorithme de hachage « sha1 <sup>1</sup> ».

The screenshot shows a login form titled "Authentification". It has two input fields: "Identifiant" containing "eRcane" and "Mot de passe" containing "\*\*\*\*\*". Below the fields is a blue "Se connecter" button with a lock icon. At the bottom left is the copyright notice "© eRcane 2015".

Figure 5 : la page d'authentification

**Sécuriser l'application :** L'espace d'administration est une zone privée ; seul l'utilisateur authentifié a accès aux fonctionnalités.

Si l'utilisateur est déconnecté, à chaque fois que quelqu'un essaie d'accéder à n'importe quelle vue, l'accès reste verrouillé.

**Utilisation du CRUD :** La gestion des données de l'application utilise les fonctionnalités du CRUD (créer/lire/mettre à jour/supprimer). Chaque CRUD contient les vues suivantes : (index, search, edit, new). Comme dans cet exemple.

```

1 application/
2   app/
3     app/controllers/
4       ProjetController.php
5     app/models/
6       projet.php
7     app/views/
8       projet/
9         index.volt
10      search.volt
11      edit.volt
12      new.volt
13

```

### Les Formulaires

Grâce au composant *Form*, Phalcon construit chaque formulaire à partir d'une entité, en utilisant la fonction *initialize ()*. Tous les CRUD commencent avec un formulaire de recherche qui contient les champs d'une table et afin de gérer toutes les données stockées dans la base,

---

<sup>1</sup> SHA-1 (*Secure Hash Algorithm*) est une fonction de hachage cryptographique

d'autres formulaires sont implémentés pour modifier les données stockées et même pour ajouter de nouvelles données.

### **Le format d'affichage**

Bootstrap twitter prend en charge 4 types de formats:

- Très petit format (smartphone)
- Petit format (tablette)
- Moyen format (petit écran)
- Large format (écran standard)

Voici un exemple comparatif qui montre le changement des menus entre les types de formats.

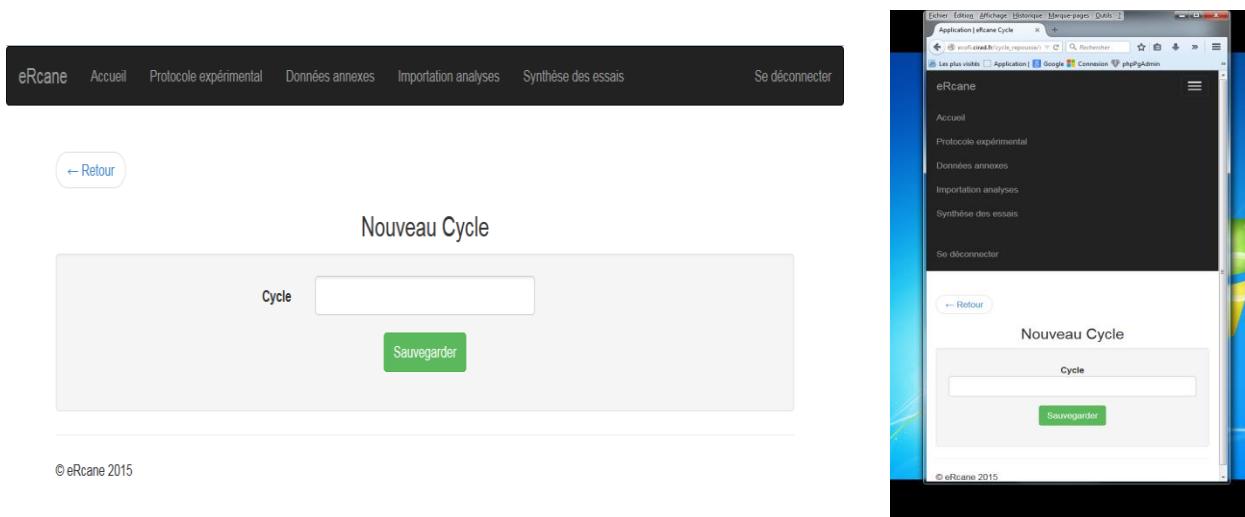


Figure 6 : Les formats d'affichage de Bootstrap

### **III.3 Présentation de quelques interfaces :**

a) **Le protocole expérimental :** Une fois que l'utilisateur est authentifié, tous les composants du premier menu horizontal (1), se chargent à la fois et l'application s'ouvre sur la vue du protocole expérimental qui charge aussi le deuxième menu horizontal (2).

(1) : Ce menu représente les grandes fonctionnalités de l'application définies par :

- le protocole expérimental ;
- les données annexes ;
- l'importation des analyses ;
- la synthèse des essais.

(2) : Ce menu représente tous les composants d'un protocole expérimental en suivant une arborescence de création entre le dispositif expérimental, les cultures, les observations et les interventions. Le paragraphe en (3) explique les fonctionnalités de ce menu pour guider l'utilisateur.

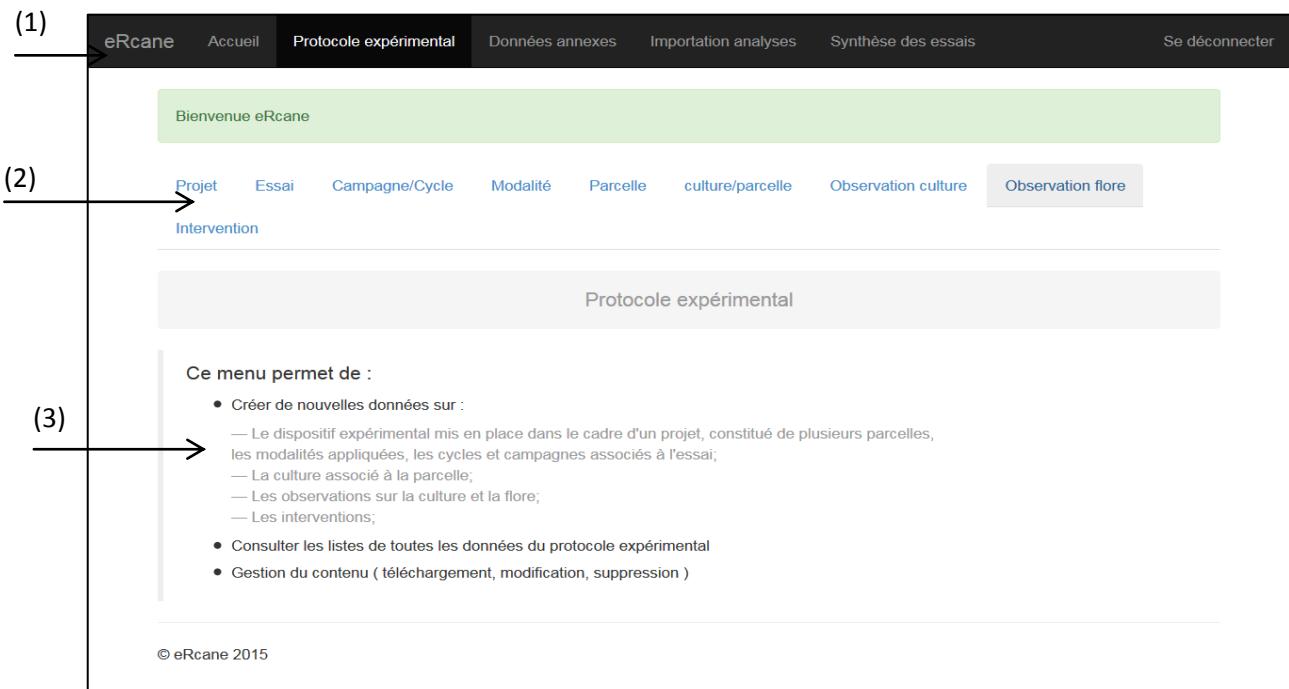


Figure 7 : Le protocole expérimental

**b) Le projet :** Tous les composants du protocole expérimental suivent le même type de présentation des vues pour une meilleure homogénéité. Chaque composant de ce menu s'ouvre sur une vue qui affiche un tableau de données.

Cette vue contient aussi :

- (1) : un lien pour ajouter un projet ;
- (2) : un lien pour rechercher un projet ;
- (3) : un bouton pour modifier ;
- (4) : un bouton pour supprimer ;
- (5) : un lien pour télécharger les données du tableau en csv.

## Réalisation et mise en œuvre

The screenshot shows the eRcane web application interface for project management. At the top, there is a navigation bar with links: Accueil, Protocole expérimental, Données annexes, Importation analyses, Synthèse des essais, and Se déconnecter. Below the navigation bar, there is a horizontal menu with tabs: Projet, Essai, Campagne/Cycle, Modalité, Parcelle, culture/parcelle, Observation culture, and Observation flore. A sub-menu titled 'Intervention' is visible under the 'Projet' tab. A search bar labeled 'Rechercher un projet' is present. To the right of the search bar is a button '+ Ajouter un projet'. The main content area displays a table of projects:

Projet	Description	Coordinateur	date de début	date de fin
Dephy_expe_canecoh	rédution produits phytosanitaires	Alizé mansuy	2013-06-04	2018-09-03
Ecocanne	maîtrise agroécologique de l'enherbement et lutte intégrée contre le foreur de tige	Alizé mansuy	2014-10-01	2016-12-31
Expérimentation CTICS	Essai fertilisation	Daniel Marion	2012-06-16	2015-06-30
Projet Mafor	Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaire produites à La Réunion sur canne à sucre en substitution des engrains minéraux importés	Jean Paillat	2014-06-01	2028-12-31

At the bottom of the table, there are navigation buttons: First, Previous, Next, Last, and a page number indicator '1/1'. On the left side of the interface, there is a vertical arrow labeled '(2)' pointing to the search bar. On the right side, there are several numbered arrows: '(1)' points to the '+ Ajouter un projet' button; '(3)' points to the edit icons (blue pencil and red X) in the last column of the first two rows; '(4)' points to the edit icons in the last column of the third and fourth rows; '(5)' points to the 'Télécharger les projets' button at the bottom left; and '(6)' points to the pagination buttons at the bottom right.

Figure 8 : La gestion des projets

(6) : Une pagination pratique pour des tableaux de plusieurs lignes, pour une meilleure visibilité des données. Une fois que le tableau dépasse dix lignes la pagination passe à la deuxième page, on peut aussi sélectionner soit juste la première page ou la dernière.

### Les fonctionnalités de la vue des gestions des projets :

**1. L'ajout des données:** Le formulaire suivant permet de rentrer de nouvelles données d'un projet, on saisissant le nom, la description, le coordinateur et les dates de début et fin du projet. Les champs avec \* sont obligatoires. Une fois les données sauvegardées, un message sera affiché pour l'utilisateur que le projet a été sauvé.

The screenshot shows a 'Nouveau projet' (New project) form. At the top, there is a back button 'Retour'. The form fields are as follows:

- \* Nom: Input field for the project name.
- Description: Input field for the project description.
- Coordinateur: Input field for the project coordinator.
- \* Date début: Date input field for the start date.
- \* Date fin: Date input field for the end date.

At the bottom of the form is a green 'Sauvegarder' (Save) button.

Figure 9 : L'ajout d'un nouveau projet

## 2. Rechercher un projet :

The screenshot shows the 'eRcane' software interface. At the top, there is a navigation bar with links: Accueil, Protocole expérimental, Données annexes, Importation analyses, Synthèse des essais, and Se déconnecter. Below the navigation bar, there is a secondary menu with tabs: Projet (selected), Essai, Campagne/Cycle, Modalité, Parcelle, culture/parcelle, Observation culture, and Observation flore. Under the 'Projet' tab, there is a sub-menu with 'Intervention'. At the bottom left, there is a 'Retour' button. The main content area is titled 'Rechercher un projet'. It contains three input fields: 'Nom' with the value 'Eco', 'Date début' (empty), and 'Date fin' (empty). A blue 'Rechercher' button is located at the bottom right of the search form. Two arrows point to this button: one from the right labeled '(2)' and another from the left labeled '(1)' pointing to the 'Nom' field.

Figure 10 : La recherche des projets

- Recherche détaillée : renvoyer des lignes précises, par la saisie d'un ou de plusieurs critères de recherche. Pour cet exemple, un ou plusieurs mot(s) contenu(s) dans le nom du projet (1) ou une date de début ou de fin.
- Recherche avancée : Si l'utilisateur ne sélectionne aucun critère, il suffit d'appuyer sur le bouton recherche (2) pour récupérer la liste de tous les projets qui ont été enregistrés dans la base de données (figure 8).

## 3. La modification : Le bouton (3) de la figure (8), permet de modifier les données de la ligne sélectionnée, comme dans cette figure.

The screenshot shows the 'eRcane' software interface. The top navigation bar and secondary menu are identical to Figure 10. The main content area is titled 'Modifier un projet'. It contains several input fields: 'Nom' (value: 'Dephy\_expe\_canecoh'), 'Description' (value: 'réduction produits phytosanitaires'), 'Coordinateur' (value: 'Alizé mansuy'), 'Date début' (value: '2013-06-04'), and 'Date fin' (value: '2018-09-03'). At the bottom right of the form, there is a green 'Valider' button. Two arrows point to this button: one from the right labeled '(3)' and another from the left pointing to the 'Nom' field.

Figure 11 : La modification des données

Une fois que les données modifiées ont été validées, un message s'affiche pour prévenir l'utilisateur que la modification a été réalisée avec succès.

4. **La suppression des données :** Le bouton (4) de la figure (8), permet à l'utilisateur de supprimer une ligne de données sélectionnée. Avant de valider la suppression, une boîte de dialogue s'affiche pour l'utilisateur lui demandant de confirmer ou d'annuler la suppression.

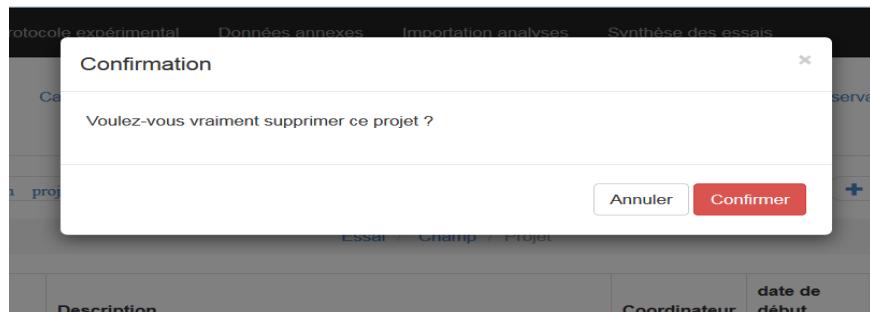


Figure 12 : La suppression d'un projet

5. **L'export des données :** Le bouton (3) de la figure (8), permet d'exporter toutes les données du projet sous le format csv.

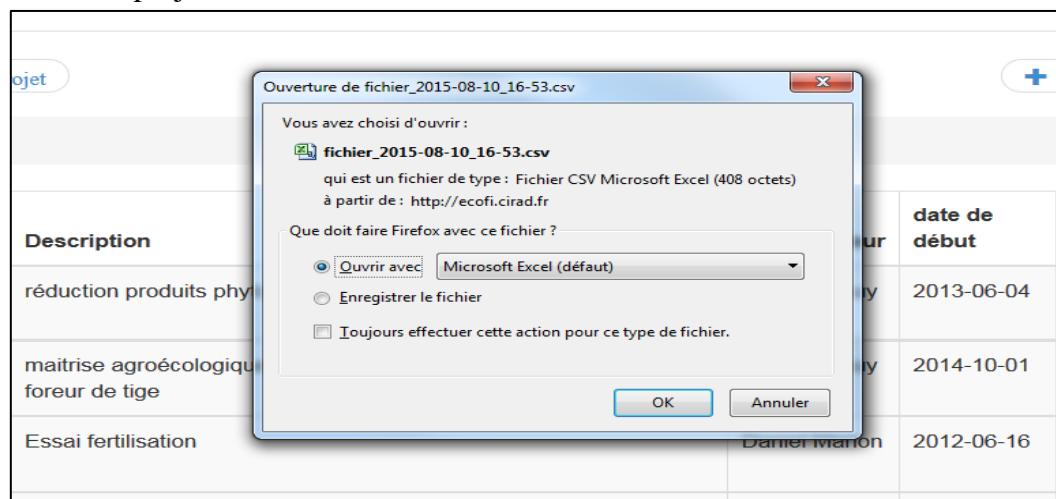


Figure 13 : Exportation des données

- c) **L'essai :** La gestion des essais suit la même procédure que le projet avec une première vue qui contient toutes les fonctionnalités de l'essai, et comme chaque essai dépend d'un projet et d'un champ, le tableau de cette vue associe chaque essai au projet et au champ qui lui correspond.

## Réalisation et mise en œuvre

The screenshot shows the 'eRcane' software interface. At the top, there are tabs: Accueil, Protocole expérimental, Données annexes, Importation analyses, Synthèse des essais, and Se déconnecter. Below these are sub-tabs: Projet, Essai, Campagne/Cycle, Modalité, Parcelle, culture/parcelle, Observation culture, and Observation flore. A search bar 'Rechercher un essai' and a button '+ Ajouter un essai' are present. The main content area shows a table of experiments:

Essai	Type Essai	Date Début	Date Fin	Regime hydrique	Projet	Champ
Couvert Barau 2	Culture intercalaire	2015-07-01	2020-07-24		Dephy_expe_canecoh	Barau JM couvert1
Chaulage		2005-06-10	2012-12-11		Expérimentation CTICS	Desplas

At the bottom, there are navigation buttons: First, Previous, Next, Last, and a page number 1/1. The footer contains the copyright notice: © eRcane 2015.

Figure 14 : La gestion des essais

**L'ajout des essais :** le formulaire d'ajout des essais permet de saisir toutes les données de l'essai et de sélectionner à partir d'une liste déroulante un projet et un champ (1).

Si le projet et/ou le champ n'existe pas dans la sélection, des liens permettent de rajouter un nouveau projet et/ou un nouveau champ, comme dans le formulaire ci-dessous (2).

The screenshot shows the 'Nouvel essai' (New experiment) form. The form fields are:

- \* Nom: Text input field.
- Type de Essai: Select dropdown.
- regime hydrique: Text input field.
- \* Date début: Date input field.
- \* Date fin: Date input field.
- \* Projets: Select dropdown with a placeholder '...' and a link '+ Nouveau projet' (2).
- \* Champs: Select dropdown with a placeholder '...' and a link '+ Nouveau champ' (2).

A green 'Sauvegarder' (Save) button is at the bottom right. Arrows labeled (1) and (2) point to the 'Projets' dropdown and the '+ Nouveau projet' link respectively.

Figure 15 : L'ajout des essais

d) **Les parcelles :** La gestion des essais suit la même procédure que le projet, mais pour ajouter une nouvelle parcelle, l'utilisateur doit connaître l'essai installé sur cette parcelle et durant quel cycle et campagne a été installée.

**L'ajout de nouvelle parcelle suit la méthode suivante :**

- (1) : l'utilisateur sélectionne un essai ;
- (2) : une liste de cycles et de campagnes qui correspond à l'essai sélectionné s'affiche, l'utilisateur ajoute une parcelle (2) par rapport au cycle et à la campagne sélectionnés.

Accueil   Protocole expérimental   Données annexes   Importation analyses   Synthèse des essais

Projet   Essai   Campagne/Cycle   Modalité   Parcelle   culture/parcelle   Observation culture   Observation flore   Intervention

+ Ajouter un essai

Choisir un essai:

**Essai**

Couvert Barau 2  
Chaulage

First Previous Next Last 1/1

© eRcane 2015

Accueil   Protocole expérimental   Données annexes   Importation analyses   Synthèse des essais

Projet   Essai   Campagne/Cycle   Modalité   Parcelle   culture/parcelle   Observation culture   Observation flore   Intervention

**Essai : Chaulage**

+ Ajouter un Cycle/campagne

Chaulage / Cycle /campagne

Choisir un cycle ou une campagne :

Campagne	Cycle	+Ajouter une parcelle
2006-2007	C1R1	[+]
2007-2008	C1R2	[+]
2008-2009	C1R3	[+]

Nouvelle Parcelle

\* Code

\* Modalité

\* Date de plantation

\* Date de la récolte

Bloc

surface

longueur des rangs

Ecartement

Nombre des rangs

\* Cycle/campagne

Sauvegarder

Figure 16 : L'ajout de nouvelles parcelles

Une fois que l'utilisateur a sélectionné le cycle et la campagne associés à l'essai, l'identifiant de ce dernier est enregistré automatiquement dans le formulaire de la parcelle, l'utilisateur sélectionne aussi la modalité qui correspond parmi une liste déroulante de modalités (3)

comme dans la troisième vue en figure(16), puis il finit par l'ajout et la sauvegarde de toutes les données de la parcelle.

e) **Les données annexes :** Les données annexes sont toutes les listes de données dont l'utilisateur a besoin pour le protocole expérimental. La vue suivante porte une explication (1) des fonctionnalités de tous les composants du menu des données annexes (2).

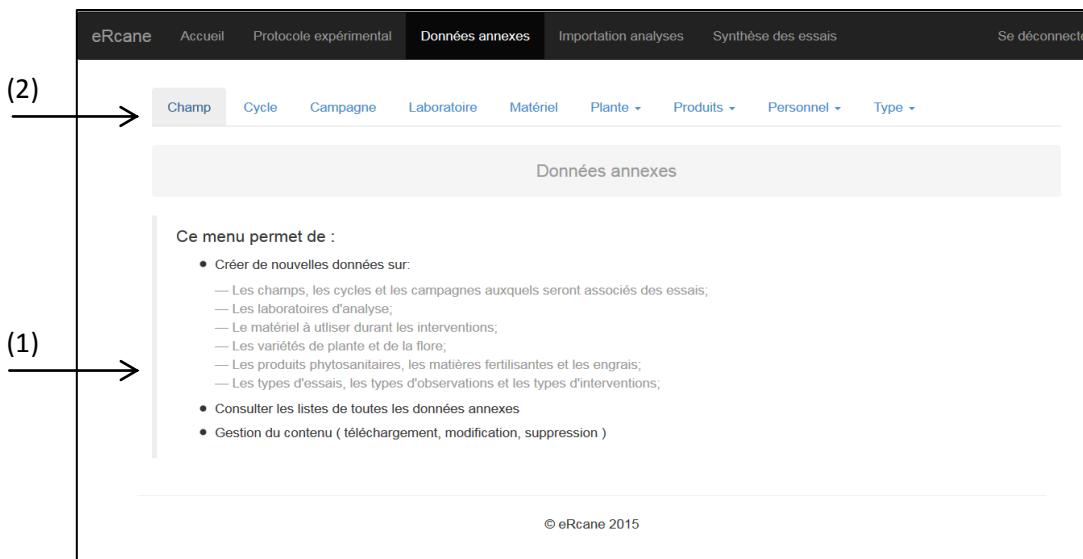


Figure 17 : Les données annexes

**Exemple des données annexes :** Les données annexes comportent le même type de présentation des vues comme dans le protocole expérimental. Afin de faciliter la recherche pour l'utilisateur, les données sont organisées en bloc, chaque vue des données annexes comporte un lien (1) vers son composant dans le protocole expérimental.

## Réalisation et mise en œuvre

The screenshot shows a table of plant species (flore) with the following data:

Famille	Classe	Nom scientifique	Nom commun	Mhpds
CUCURBITACEAE	DICOTYLEDONE	Momordica charantia	Margose	1
CUCURBITACEAE	DICOTYLEDONE	Sicyos angulatus		1
CUCURBITACEAE	DICOTYLEDONE	Trichosanthes anguina		
CUCURBITACEAE	DICOTYLEDONE	Cucumis melo	Melon	1
CYATHEACEAE	MONOCOTYLEDONE	Cyathea cooperi		1
CYPERACEAE	MONOCOTYLEDONE	Cyperus sp.		1
CYPERACEAE	MONOCOTYLEDONE	Cyperus rotundus	Zoumine	1
CYPERACEAE	MONOCOTYLEDONE	Cyperus esculentus		1
CYPERACEAE	MONOCOTYLEDONE	Kyllinga elata		1
DICOTYLEDONE	DICOTYLEDONE	Ipomoea hederifolia	Amourette	1

At the bottom, there are navigation buttons: First, Previous, Next, Last, and 9/33.

Figure 18 : L'affichage des données de la flore

f) **Les analyses :** Ce menu représente la liste des fichiers d'analyses que l'utilisateur va importer dans la base de données, et dont il peut visualiser le contenu.

The screenshot shows a table of analysis files with the following data:

Fichier	Importer	Visualiser
Analyse du sol		
Analyse de la matière fertilisante		
Analyse Diagnostic foliaire		
Analyse CTICS		
Analyse biomasse aérienne		
Analyse biomasse racinaire		

Figure 19 : L'importation des fichiers d'analyses

### Procédure d'importation des fichiers csv :

Le bouton (1) de la figure(19) affiche la vue de la figure (20) qui permet à l'utilisateur de parcourir et de sélectionner le fichier csv à importer. Une fois que le fichier est sélectionné, le bouton (2) permet de valider l'import des données.

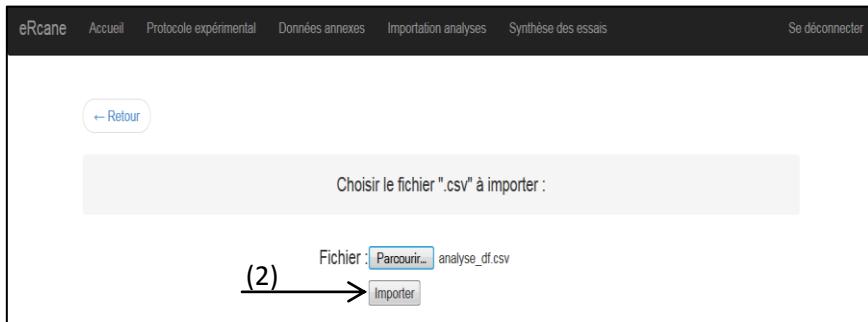


Figure 20: sélection des fichiers csv

Le bouton (3) de la figure (19) permet de visualiser les données importées sous forme de tableau comme dans l'exemple ci-dessous.

Date	Age de la culture	référence	N_dumasMS105	C_orga	K_totMS105	P_totMS105	Mg_totMS105	Ca_totMS105	Parcelle	Laboratoire
03/07/2006	8.6	84573	15.7		14.1	1.48	1.65	2.66	A3	Laboratoire d'analyse du Cirad Montpellier
03/07/2006	8.6	84571	16.4		14.6	1.77	1.53	2.71	A1	Laboratoire d'analyse du Cirad Montpellier
03/07/2006	8.6	84577	16.9		12.3	1.59	1.66	2.77	B3	Laboratoire d'analyse du Cirad Montpellier

Figure 21 : visualisation du fichier csv

**g) La synthèse des essais :** Ce menu offre la possibilité à l'utilisateur de lister tous les essais installés sur les parcelles avec leurs caractéristiques : les modalités, le cycle et la campagne associés. Comme toutes les cultures et les types d'observations dépendent de la parcelle, ce menu permet aussi à l'utilisateur d'ajouter une culture, une observation sur cette culture ou une observation sur la flore par rapport à la parcelle correspondante, comme dans l'exemple suivant :

- (1) : Chaque ligne de cette liste contient trois boutons, pour permettre à l'utilisateur d'ajouter la culture ou le type d'observation qui correspond à la parcelle.
- (2) : Une fois que l'utilisateur a sélectionné la parcelle à laquelle il associera son type d'observation (dans cet exemple l'observation flore), il rentre dans le formulaire d'ajout de l'observation, l'identifiant de la parcelle sélectionnée est enregistré automatiquement, puis il finit par l'ajout et la sauvegarde de toutes les données de l'observation.

## Réalisation et mise en œuvre

The figure consists of two screenshots of the eRcane software interface.

**Screenshot 1: Synthèse des essais (Experiment Synthesis) - Main View**

This view shows a table of experimental data across five rows:

Parcelle	Essai	modalité	Cycle	Campagne	+Ajouter une culture	+Ajouter une observation culture	+Ajouter une observation flore
B1	Chaulage	tem	C1R0	2005-2006	[+]	[+]	[+]
C4	Chaulage	tem	C1R0	2005-2006	[+]	[+]	[+]
A1	Chaulage	cend	C1R1	2006-2007	[+]	[+]	[+]
B3	Chaulage	cend	C1R1	2006-2007	[+]	[+]	[+]
C2	Chaulage	cend	C1R1	2006-2007	[+]	[+]	[+]

At the bottom right of the table, there are navigation buttons: First, Previous, Next, Last, and 3/5. A black arrow labeled (1) points to the '+Ajouter une observation flore' button for the C4 row.

**Screenshot 2: Nouvelle Observation sur la flore (New Flora Observation) - Detail View**

This view shows a form for adding a new flora observation:

**Fields:**

- flore: dropdown menu (labeled ...)
- Parcelle: dropdown menu (labeled C4)
- localisation: text input field
- Date: text input field
- Note: text input field
- Taux: text input field

**Buttons:**

- Sauvegarder (Save) button

A black arrow labeled (2) points to the 'Parcelle' dropdown menu.

Figure 22 : Synthèse des essais

## Conclusion

Cette partie a été consacrée à la présentation de la méthode de développement qui a été menée dans ce projet, et les outils qui nous ont servi d'appui pour trouver des solutions à la problématique qui a été posée au début du projet, afin de satisfaire les besoins des utilisateurs.

# *Conclusion Générale*

---

## Conclusion et perspectives

Ce projet a été mené dans le cadre d'une demande spécifique du service « techniques culturelles » d'eRcane en matière de gestion des données expérimentales, concernant le développement d'un système d'information. La première étape a été l'implémentation d'une base de données, et la deuxième étape a été consacrée au développement d'une application web.

La base de données STC conçue lors de ce projet, est d'une valeur très importante pour le service « techniques culturelles ». D'une part, elle permet de stocker, de centraliser et de pérenniser toutes leurs données reparties sur plusieurs années de recherche. D'autre part, elle permet d'exploiter et de rechercher toutes les informations dont les agronomes ont besoin pour réaliser des analyses, comparer et valider les résultats de leurs travaux de recherches.

L'application développée, offre la possibilité aux utilisateurs de gérer leurs données à travers des interfaces web, qui sont accessibles depuis n'importe quel ordinateur et n'importe quel lieu. L'alimentation de la base de données est réalisée à travers des formulaires de saisie, ou par l'intermédiaire d'importations automatisées de fichiers Excel prédefinis, avec un format étudié spécifiquement pour l'importation. Pour une meilleure gestion des données, ces interfaces web offrent d'autres fonctionnalités aux utilisateurs, comme par exemple, l'affichage des tableaux de données ordonnés, pour pouvoir consulter toutes les données stockées mais aussi, l'exportation des données à des fins d'analyse et de modélisation.

Plusieurs perspectives sont envisagées pour ce projet tels que :

- la création d'interfaces de géolocalisation des parcelles ;
- l'ajout d'équations de calculs, pour gérer les traitements phytosanitaires.

Durant cette formation j'ai été confrontée à quelques difficultés, dues à l'évolution des besoins des utilisateurs qui m'a obligée à réadapter la conduite du projet. Mais loin de me décourager, j'ai occupé tout mon temps à réunir les connaissances nécessaires qui m'ont permis d'être à l'interface entre le domaine informatique et agronome. De ce fait, j'ai pu également développer mes connaissances et acquérir de nouvelles compétences en base de données, en développement web et dans l'utilisation des Frameworks. Grâce à ce stage, je pense développer une passion dans le domaine des cultures agronomes qui est en sans cesse évolution, mais aussi enrichir mon expérience humaine à travers le travail en entreprise.

# *Annexes*

---

## Les Frameworks :

Le mot « *Framework* » provient de l'anglais « *frame* » qui veut dire « cadre » en français, et « *work* » qui signifie « travail ». Littéralement, c'est donc un « cadre de travail », c'est un ensemble de composants qui sert à créer les fondations, l'architecture et les grandes lignes d'un logiciel. [8]

### Avantages de l'utilisation des framework :

- L'objectif premier d'un framework est d'améliorer la productivité des développeurs qui l'utilisent en offrant des briques prêtes à être utilisées, autrement dit, le framework s'occupe de la forme et permet au développeur de se concentrer sur le fond.
- Un framework améliore la façon de travailler, en utilisant l'architecture MVC, qui permet d'organiser le code des développeurs.
- une communauté active, une documentation de qualité et régulièrement mise à jour.

### Inconvénients :

- Une courbe d'apprentissage élevée. En effet, pour maîtriser un framework, il faut un temps d'apprentissage non négligeable. Chaque brique qui compose un framework a sa complexité et d'autre part des connaissances préalables du Design pattern.

## L'architecture MVC :

Le modèle MVC (modèle, vue, contrôleur), décrit une manière d'architecturer une application informatique en la décomposant en trois sous-parties modèle, vue et contrôleur.

Le but de ce patron de conception (design pattern) est de séparer la logique applicative du code de l'interface graphique. [9]

**Modèle :** Son rôle est d'aller récupérer les informations brutes dans la base de données, de les organiser et de les assembler pour qu'elles puissent ensuite être traitées par le contrôleur.

**Vue :** S'occupe des interactions avec l'utilisateur, la présentation, la saisie et la validation des données. On y trouve essentiellement du code HTML mais aussi quelques boucles et conditions.

**Contrôleur :** cette partie gère la dynamique de l'application. C'est en quelque sorte l'intermédiaire entre le modèle et la vue : le contrôleur va demander au modèle les données, les analyser, prendre des décisions et renvoyer le texte à afficher à la vue.

### Interactions entre les composants :

L'utilisateur envoie une demande de page à partir de son poste sous forme de requête http, cette dernière est reçue et interprétée par le contrôleur. Celui-ci utilise les services du modèle afin de préparer les données à afficher. Ensuite, le contrôleur fournit ces données à la vue, qui les présente à l'utilisateur sous forme de pages html.

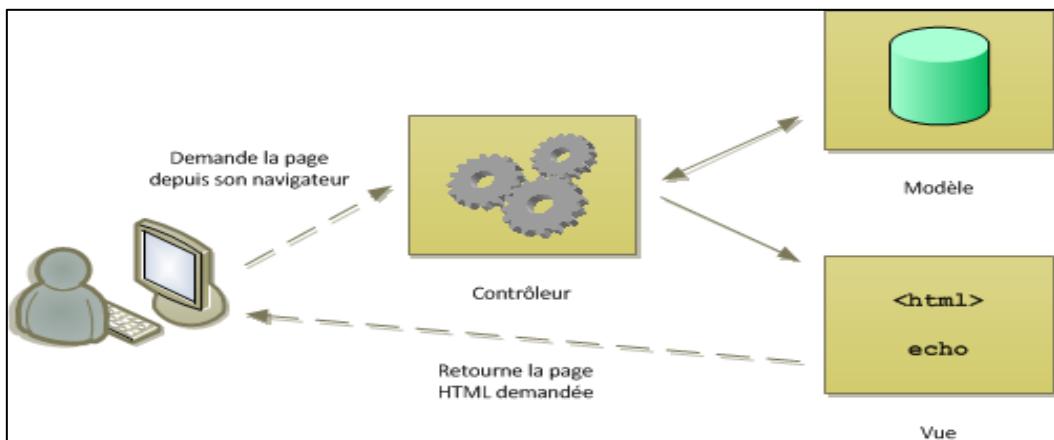


Figure 1 : Echanges d'informations entre les éléments du modèle MVC. [9]

## Les moteurs de templates

Le mot « *Templates* » se traduit en français par «  *gabarits HTML* », un moteur de Template est une technique de programmation qui permet de séparer distinctement l'interface graphique du reste de l'application.

Dans un projet web par exemple, le moteur de template permettra d'avoir un fichier purement html/css/JavaScript d'un côté, et un fichier purement PHP/ASP/java d'un autre côté.

Le rôle du moteur de template et d'aider dans la lisibilité et la logique du code en particulier. Il est également couplé d'une structure MVC. [10]

**Avantages :**

- La séparation des deux codes permet une meilleure visibilité. Idéal pour le travail d'équipe.
- On peut alors toucher ou modifier un des deux fichiers sans que cela ait un impact sur l'autre.

**Inconvénients :**

- Son utilisation va retarder le chargement des pages web.
- Un temps considérable pour l'apprentissage du langage des templates.
- La lecture des erreurs est assez compliquée.

**Le framework Bootstrap de Twitter :**

Bootstrap est une collection d'outils qui aide à mettre en forme les pages web. Ce framework est composé entre autre de code HTML, JavaScript et CSS, c'est un framework coté clients. [7]

**Intérêt d'un framework CSS :**

- Les frameworks CSS font gagner du temps de développement en proposant les fondations de la présentation et un ensemble homogène de styles.
- Les frameworks CSS proposent en général une grille pour faciliter le positionnement des éléments.
- apporte du style pour les boutons, les formulaires, les barres de navigation.
- La prise en compte de tailles d'écrans très variées sur plusieurs outils de navigation (smartphones, tablettes).

**Installation de Bootstrap :**

Une fois que Bootstrap est téléchargé, il faut créer son répertoire à la racine du site, qui va contenir les trois dossiers : *css*, *fonts* et *js* comportant les fichiers de Bootstrap téléchargé.

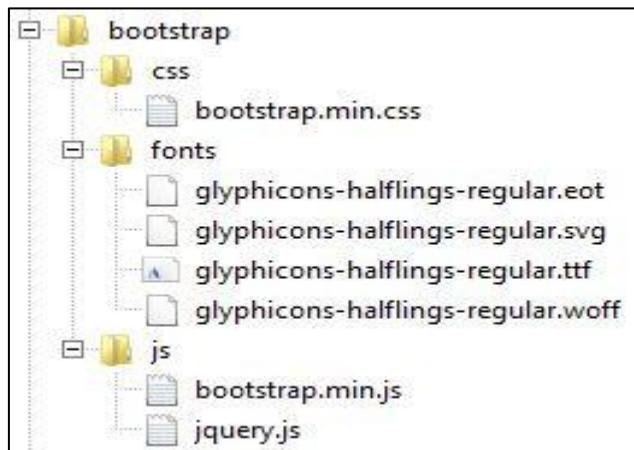


Figure 2 : Structure d'un répertoire Bootstrap.

Le dossier CSS : comporte les classes de base de Bootstrap.

Le dossier fonts : comporte la collection d'icônes.

Le dossier js : comporte les plugins jQuery.

## Méthodologie de conception

### UML :

**Présentation de l'UML:** L'acronyme UML signifie « Unified Modeling Language », que l'on peut traduire par « Le Langage de modélisation unifié ». Ce langage de modélisation véhicule en particulier les concepts des approches par objets : classe, instance, classification, et en intégrant aussi d'autres aspects : associations, fonctionnalités, événements, états et séquences [2].

### **Choix de l'UML :**

- UML propose une approche orientée objet ;
- Un modèle plus proche de la réalité ;
- La stabilité : de petites évolutions peuvent être prises en compte sans changements massifs ;
- Facile à comprendre et à maintenir.

**ArgoUml :** ArgoUml est un logiciel de création des diagrammes UML, disponible sous licence libre et programmé en java. Ce logiciel permet [11] :

- La modélisation d'une application informatique ;
- La création des neuf types de diagrammes UML de manière simple et graphique ;
- L'exportation de ces diagrammes dans de nombreux formats ;
- La génération des classes en java, C/C++ et PHP.

**MySQL Workbench (ex-DB Designer) :** C'est un outil open-source de gestion et d'administration de bases de données. Il permet de créer, modifier ou supprimer des tables, générer du SQL (rétro-ingénierie), connexion avec un serveur MySQL, permet aussi de représenter d'une façon graphique la base de données. Il est très utile pour relier des tables entre elles [12].

## Choix des technologies

**PostgreSQL** : PostgreSQL est un système de gestion de base de données relationnelles objet (ORDBMS). C'est un outil libre. Il fonctionne sur différents systèmes d'exploitation et possède plusieurs interfaces utilisateurs (Psql, PgAdmin, PhpPgAdmin).

PostgreSQL utilise la syntaxe SQL, tout en offrant de nombreuses fonctionnalités comme des requêtes complexes, clés étrangères, déclencheurs (triggers), vues, transactions...

**WampServeur** : WampServer est une plate-forme de développement web sous Windows pour des applications web dynamiques à l'aide du serveur apache2, du langage de scripts PHP et d'une base de données MySQL. Il possède également PHPMyAdmin pour gérer plus facilement les bases de données.

**Filezilla** : Filezilla est un logiciel de transfert FTP (ou SFTP). Il permet d'envoyer les pages web (html, css, PHP ...) et transfert de fichiers (images, zip...) sur un ordinateur distant (serveur). Filezilla supporte les protocoles SSL et SSH, le glisser-déposer, et le téléchargement de fichiers.

**SublimeText** : est un éditeur de texte générique codé en C++ et Python, disponible sur Windows, Mac et Linux. Comporte des fonctions de base de différents langages (PHP, C, C++, etc.).

**Tableau 1 : Le dictionnaire des données du dispositif expérimental**

<b>projet</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_projet	integer	Oui	Oui
nom_projet	character varying(45)	Non	Non
description	character varying(45)	Non	Non
coordinateur	character varying(45)	Non	Non
date_d	date	Non	Non
date_f	date	Non	Non
<b>champ</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_champ	integer	Oui	Oui
code_champ	character varying(45)	Non	Non
commune	character varying(45)	Non	Non
nom_planteur	character varying(45)	Non	Non
longitude	numeric	Non	Non
latitude	numeric	Non	Non
altitude	numeric	Non	Non
<b>essai</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_essai	integer	Oui	Oui
nom_essai	character varying(45)	Non	Non
type_essai	character varying(255)	Non	Non
date_deb	date	Non	Non
date_fin	date	Non	Non
id_projet	integer	Non	Non
regime_hydrique	character varying(45)	Non	Non
id_champ	integer	Non	Non
<b>type_essai</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
type_essai	character varying(255)	Oui	Oui
<b>modalite</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_mod	integer	Oui	Oui
code_mod	character varying(45)	Non	Non
detailed_mod	character varying(45)	Non	Non
id_essai	integer	Oui	Non
<b>parcelle</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_parc	integer	Oui	Oui
code_parc	character varying(45)	Non	Non

### Annexe 3 : Le dictionnaire des données

---

surf_parc	numeric	Non	Non
ecartement	numeric	Non	Non
long_rg	numeric	Non	Non
bloc	character varying(45)	Non	Non
nb_rang	integer	Non	Non
id_mod	integer	Oui	Non
id_ecc	integer	Oui	Non
date_plantation	date	Non	Non
date_der_rec	date	Non	Non
<b>Essai_campcycle</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_ecc	integer	Oui	Oui
id_camp	integer	Oui	Non
id_cycle	integer	Oui	Non
id_essai	integer	Oui	Non
<b>campagne</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_camp	integer	Oui	Oui
campagne	character varying(45)	Non	Non
date_d	date	Non	Non
date_f	date	Non	Non
<b>cycle_reposse</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_cycle	integer	Oui	Oui
cycle	character varying(45)	Non	Non
<b>culture_parcelle</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_cp	integer	Oui	Oui
id_variete	integer	Oui	Non
id_parc	integer	Oui	Non
<b>variete</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_variete	integer	Oui	Oui
nom_var	character varying(45)	Non	Non
culture	character varying(45)	Non	Non

**Tableau 2 : Le dictionnaire des données des analyses**

<b>laboratoire</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
code_lab	character varying(45)	Oui	Oui
nom_lab	character varying(255)	Non	Non
adresse	character varying(255)	Non	Non
tel_contact	character varying	Non	Non
reponsable	character varying(45)	Non	Non
site_internet	character varying(255)	Non	Non
<b>analyse_sol</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_analyse_sol	integer	Oui	Oui
date_prel	character varying(45)	Non	Non
ref_client	character varying(255)	Non	Non
ph_eau	numeric	Non	Non
ph_kcl	numeric	Non	Non
n_dumas	numeric	Non	Non
c_orga	numeric	Non	Non
po_dabin	numeric	Non	Non
cec	numeric	Non	Non
ca_ech	numeric	Non	Non
mg_ech	numeric	Non	Non
k_ech	numeric	Non	Non
na_ech	numeric	Non	Non
id_parc	integer	Non	Non
code_lab	character varying(45)	Non	Non
type_sol	character varying(45)	Non	Non
<b>analyse_mafor</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_analyse_mafor	integer	Oui	Oui
date_prel	character varying(45)	Non	Non
ref_client	character varying(255)	Non	Non
densite	numeric	Non	Non
ms_60c	numeric	Non	Non
ms_105c	numeric	Non	Non
ph	numeric	Non	Non
mv	numeric	Non	Non
n_dumas	numeric	Non	Non
nkj_brut	numeric	Non	Non
c_orga	numeric	Non	Non
mo	numeric	Non	Non
p_tot	numeric	Non	Non
k_tot	numeric	Non	Non

### Annexe 3 : Le dictionnaire des données

---

ca_tot	numeric	Non	Non
mg_tot	numeric	Non	Non
id_parc	integer	Non	Non
code_lab	character varying(45)	Non	Non
<b>analyse_df</b>			
Nom	Type de données	Non NULL ?	Clé primaire ?
id_df	integer	Oui	Oui
ref_client	character varying(255)	Non	Non
date_prel	character varying(45)	Non	Non
age_culture	integer	Non	Non
n_dumasms105	numeric	Non	Non
c_orga	numeric	Non	Non
k_totms105	numeric	Non	Non
p_totms105	numeric	Non	Non
mg_totms105	numeric	Non	Non
ca_totms105	numeric	Non	Non
id_parc	integer	Non	Non
code_lab	character varying(45)	Non	Non
<b>analyse_biom_racine</b>			
Nom	Type de données	Non NULL ?	Clé primaire ?
Id_biomr	integer	Oui	Oui
Id_parc	integer	Non	Non
Ref_client	character varying(255)	Non	Non
Date_prel	date	Non	Non
Age_culture	integer	Non	Non
N_dumasMS105	numeric	Non	Non
C-orga	numeric	Non	Non
K_totMS105	numeric	Non	Non
P_totMS105	numeric	Non	Non
Mg_totMS105	numeric	Non	Non
Ca_totMS105	numeric	Non	Non
code_lab	character varying(45)	Non	Non
<b>analyse_biom_aerien</b>			
Nom	Type de données	Non NULL ?	Clé primaire ?
id.bioma	integer	Oui	Oui
Id_parc	integer	Non	Non
Ref_client	character varying(255)	Non	Non
Date_prel	date	Non	Non
Age_culture	integer	Non	Non
N_dumasMS105	numeric	Non	Non
C-orga	numeric	Non	Non
K_totMS105	numeric	Non	Non
P_totMS105	numeric	Non	Non

### Annexe 3 : Le dictionnaire des données

---

Mg_totMS105	numeric	Non	Non
Ca_totMS105	numeric	Non	Non
code_lab0	character varying(45)	Non	Non
<b>analyse_ctics</b>			
Nom	Type de données	Non NULL ?	Clé primaire ?
id_CTICS	integer	Oui	Oui
id_parc	integer	Non	Non
Date_prel	date	Non	Non
Tes_tic	numeric	Non	Non
Tes_sem	numeric	Non	Non
Tes_jou	numeric	Non	Non
Cen_num	numeric	Non	Non
Ass_num	numeric	Non	Non
Tes_pul	numeric	Non	Non
Tes_tou	numeric	Non	Non
Tes_bri	numeric	Non	Non
Tes_suc	numeric	Non	Non
Tes_bry	date	Non	Non
Tes_deb	date	Non	Non
Tes_fin	date	Non	Non
Tes_err	numeric	Non	Non
Tes_vib	numeric	Non	Non
Tes_jus	integer	Non	Non
Tes_rp	numeric	Non	Non
Tes_fib	numeric	Non	Non
Tes_pur	numeric	Non	Non
code_lab0	character varying(45)	Non	Non

**Tableau 3: le dictionnaire des données des interventions**

<b>ITK</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_itk	integer	Oui	Oui
date_itk	date	Non	Non
duree_hj	numeric	Non	Non
type_itk	character varying(255)	Non	Non
detail_itk	character varying(45)	Non	Non
valeur_itk	numeric	Non	Non
nom_itk	character varying(45)	Non	Non
surf_itk	numeric	Non	Non
Unite	character varying(45)	Non	Non
<b>type_intervention</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
type_itk	character varying(255)	Oui	Oui
<b>materiel</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_materiel	integer	Oui	Oui
nom_materiel	character varying(45)	Non	Non
categorie	character varying(45)	Non	Non
caracteristiques	character varying(45)	Non	Non
<b>itk_materiel</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_itk	integer	Oui	Non
id_materiel	integer	Oui	Non
id_itkmat	integer	Oui	Oui
<b>equipe</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_equipe	integer	Oui	Oui
nom_equipe	character varying(45)	Non	Non
<b>operateur</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_operateur	integer	Oui	Oui
nom_operateur	character varying(45)	Non	Non
prenom_operateur	character varying(45)	Non	Non
statut	character varying(45)	Non	Non
id_equipe	integer	Non	Non
<b>itk_operateur</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_itk	integer	Oui	Oui
id_operateur	integer	Oui	Oui
<b>parcelle_itk</b>			

### Annexe 3 : Le dictionnaire des données

---

<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_itkparc	integer	Oui	Oui
id_parc	integer	Non	Non
id_itk	integer	Non	Non
<b>flore</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
idflore	integer	Oui	Oui
famille	character varying(45)	Non	Non
classe	character varying(45)	Non	Non
nom_scientifique	character varying(255)	Non	Non
nom_commun	character varying(45)	Non	Non
mh_pds	boolean	Non	Non
<b>obs_flore</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
date_obsflore	date	Non	Non
localisation	character varying(45)	Non	Non
note_rec	numeric	Non	Non
taux_rec	numeric	Non	Non
id_obsflore	integer	Oui	Oui
idflore	integer	Oui	Non
id_parc	integer	Oui	Non
<b>obs_culture</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
surf_obs	numeric	Non	Non
date_obs	date	Non	Non
val_obs	numeric	Non	Non
type_obs	character varying(255)	Non	Non
nom_obs	character varying(45)	Non	Non
cible_obs	character varying(45)	Non	Non
unite_obs	character varying(45)	Non	Non
id_parc	integer	Oui	Non
id_obscult	integer	Oui	Oui
<b>type_observation</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
type_obs	character varying(255)	Oui	Oui
<b>mafor</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_mafor	integer	Oui	Oui
code_mafor	character varying(45)	Non	Non
nom_mafor	character varying(255)	Non	Non
N_MaforRef	numeric	Non	Non
CE_N_MaforRef	numeric	Non	Non
P2O5_MaforRef	numeric	Non	Non

### Annexe 3 : Le dictionnaire des données

---

CE_P_MaforRef	numeric	Non	Non
K2O_MaforRef	numeric	Non	Non
CE_K_MaforRef	numeric	Non	Non
CaO_MaforRef	numeric	Non	Non
CE_Ca_MaforRef	numeric	Non	Non
MgO_MaforRef	numeric	Non	Non
CE_Mg_MaforRef	numeric	Non	Non
SO2_MaforRef	numeric	Non	Non
CE_S_MaforRef	numeric	Non	Non
ref_mafor	character varying(200)	Non	Non
remarque	character varying(255)	Non	Non
producteur	character varying(45)	Non	Non
lieu_prod	character varying(45)	Non	Non
<b>itk_mafor</b>			
Nom	Type de données	Non NULL ?	Clé primaire ?
id_itk	integer	Oui	Oui
id_mafor	integer	Oui	Oui
dose_n	double precision	Non	Non
dose_p2o5	double precision	Non	Non
dose_k2o	double precision	Non	Non
dose_cao	double precision	Non	Non
dose_mgo	double precision	Non	Non
satisfaction	double precision	Non	Non
<b>prod_phyto</b>			
Nom	Type de données	Non NULL ?	Clé primaire ?
id_phyto	integer	Oui	Oui
code_phyto	character varying(45)	Non	Non
nom_prod	character varying(45)	Non	Non
dose_homolog	numeric	Non	Non
unite	character varying(45)	Non	Non
<b>itk_prod_phyto</b>			
Nom	Type de données	Non NULL ?	Clé primaire ?
id_itk	integer	Oui	Oui
id_phyto	integer	Oui	Oui
dose_prevu	double precision	Non	Non
qte_prod	double precision	Non	Non
bouill_prep	double precision	Non	Non
bouil_rest	double precision	Non	Non
bouil_appliquer	double precision	Non	Non
qte_appliquer	double precision	Non	Non
prop_surf_trait	double precision	Non	Non
ifth_prod	double precision	Non	Non
<b>engrais_amendement</b>			

### Annexe 3 : Le dictionnaire des données

---

<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
id_engrais	integer	Oui	Oui
nom_engrais	character varying(255)	Oui	Non
prop_N	numeric	Non	Non
prop_P2O5	numeric	Non	Non
prop_K2O	numeric	Non	Non
prop_CaO	numeric	Non	Non
prop_MgO	numeric	Non	Non
prop_SO2	numeric	Non	Non
<b>itk_engrais_amend</b>			
<b>Nom</b>	<b>Type de données</b>	<b>Non NULL ?</b>	<b>Clé primaire ?</b>
dose_N	numeric	Non	Non
dose_P2O5	numeric	Non	Non
dose_K2O	numeric	Non	Non
dose_CaO	numeric	Non	Non
dose_MgO	numeric	Non	Non
id_itkengrais	integer	Oui	Oui
id_itk	integer	Oui	Non
id_engrais	integer	Oui	Non
dose_SO2	numeric	Non	Non

# *Bibliographie*

### **Webographie**

- [cirad.15]: <http://www.cirad.fr/> : « Site web du Cirad »
- [eRcane.15]: <http://www.ercane.re/> : « Site web d'eRcane»
- [1]: <http://rhum.psuken.info/fabrication/qu% E2% 80% 99est-ce-que-la-canne-a-sucre/>
- [2]: <http://www.lirmm.fr/~chateau/UML/umltotal.pdf>
- [3]:[http://mfworld42.free.fr/cnam/NFE103\\_METHODOLOGIES%20AVANCEES%20D%27INFORMATISATION/03\\_Demarche%20xUP-Le%20Contexte/01\\_uml2\\_contexte.pdf](http://mfworld42.free.fr/cnam/NFE103_METHODOLOGIES%20AVANCEES%20D%27INFORMATISATION/03_Demarche%20xUP-Le%20Contexte/01_uml2_contexte.pdf)
- [4]: <http://docs.postgresql.fr/9.2/> : « documentation de PostgreSQL »
- [5]: <https://docs.phalconphp.com/fr/latest/> : « documentation du framework Phalcon »
- [6] : <https://docs.phalconphp.com/fr/latest/reference/mvc.html> : « documentation du framework Phalcon »
- [7]: <https://openclassrooms.com/courses/prenez-en-main-bootstrap>: « site web de développement informatique »
- [8]: <https://openclassrooms.com/courses/developpez-votre-site-web-avec-le-framework-symfony2/symfony2-un-framework-php> : « site web de développement informatique »
- [9]: <https://openclassrooms.com/courses/concevez-votre-site-web-avec-php-et-mysql/organiser-son-code-selon-l-architecture-mvc> : « site web de développement informatique »
- [10]: <http://php.developpez.com/comparatifs/templates/> : « site web de développement informatique »
- [11] : <http://framasoft.net/article3080.html>
- [12] : <http://domi71fr.free.fr/doc/mysql/workbench.pdf> : « documentation de Workbench »

### **Bibliographie**

[Protocole.15] : image du protocole d'essai, de l'apport partiel d'azote, site de la Rivière du Mât les Bas.

[Dic.15] : memento de l'agronome, Nouvelle édition 2015

### **Documents numérique Excel d'eRcane**

[DicDonnée.15] : Dictionnaire de donnée sur l'essai chaulage, service STC.

[Itk.15] : Les itinéraires techniques des essais (Itk des essais).service STC, 2011-2012

[Ana : 15] : Fichier d'analyse de la matière organique. Laboratoire du Cirad, 2012

[essai.15] : Fichier d'analyse du sol de l'essai fractionnement. Service STC, 2005-2007