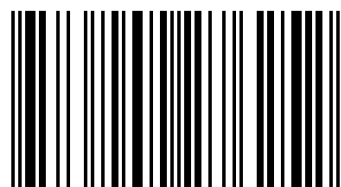


il s'agit de mettre en place une plateforme web qui permettra de faire la gestion et le suivi de la culture du Niébé en temps réel. L'objectif principal de la mise en place de cette plateforme est d'amener les agriculteurs à pratiquer une agriculture de précision tout en améliorant la gestion des ressources agricoles, de diminuer les risques de lessivages du sous-sol et de savoir faire face aux menaces des variations des changements climatiques. Cette plateforme fait la prise de décision agricole à la place de l'agriculteur.



Hounyi Jacques Géraud Tecotan, Technicien en Génie Logiciel, études de Génie Logiciel à l'Institut de Formation et de Recherche en Informatique de l'Université d'Abomey-Calavi, Développeur web à NOVEDIX Service Bénin.



978-620-2-27625-2



Hounyi Jacques Géraud Tecotan

## Prototype de Plateforme web pour l'aide à la décision agricole

**Hounyi Jacques Géraud Tecotan**

**Prototype de Plateforme web pour l'aide à la décision agricole**



**Hounyi Jacques Géraud Tecotan**

**Prototype de Plateforme web pour  
l'aide à la décision agricole**

**Éditions universitaires européennes**

## **Imprint**

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: [www.ingimage.com](http://www.ingimage.com)

Publisher:

Éditions universitaires européennes

is a trademark of

International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group

17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius

Printed at: see last page

**ISBN: 978-620-2-27625-2**

Copyright © Hounyi Jacques Géraud Tecotan

Copyright © 2018 International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group

All rights reserved. Beau Bassin 2018

TECOTAN Hounyi Jacques Géraud

# **Développement d'un prototype de plateforme web pour l'aide à la décision agricole:cas du Niébé**

Dr.Arnaud AHOUANDJINO

# Dédicace

A

Ma mère **HOUNGBIBO Jeanne**

Ma grande mère **HOUNGNIBO Pélagie**

Mon père **TECOTAN Emmanuel**

Mon oncle **HOUNGNIBO Georges**

# Remerciements

## Remerciements

- **Ma grande mère maternelle**, pour toutes ses prières à mon égard. Que le bon Dieu la protège davantage et l'accorde une bonne santé ;
- **Mes oncles et tantes**, pour leurs soutiens affectifs, moraux et financiers ;
- **Monsieur Eugène C. EZIN**, le directeur de mon institut pour nous avoir assuré cette formation ;
- **Monsieur Arnaud AHOUCANDJINO**, mon superviseur pour ce qu'il nous apporté dans la concrétisation de ce projet et surtout pour son temps sacrifié et pour ses riches conseils ;
- **Monsieur Pierre Jérôme ZOHO**, mon maître de stage pour ses riches conseils ;
- Tous ceux qui nous avons oubliés de citer dans ce document et qui ont d'une manière ou d'autre participé à la réussite de cette oeuvre.



# Table des matières

Dédicace	i
Remerciements	ii
Glossaire	1
Résumé/Abstract	2
Introduction	3
<b>1 Revue de littérature</b>	<b>5</b>
1.1 Généralités sur le Niébé . . . . .	5
1.1.1 Les caractéristiques morphologiques . . . . .	5
1.1.2 L'écologie du Niébé . . . . .	6
1.2 Les variétés du Niébé cultivée au Bénin . . . . .	6
1.2.1 Exigence de la culture en sol . . . . .	6
1.3 Les phases phénologiques de la culture du Niébé . . . . .	6
1.3.1 La Phase de Germination . . . . .	7
1.3.2 La Phase de Végétation . . . . .	7
1.3.3 La phase de floraison . . . . .	7
1.3.4 La phase de Maturation . . . . .	7
1.4 Les engrais chimiques . . . . .	8
1.4.1 Composition N-P-K . . . . .	8
1.4.2 Taux d'équilibre . . . . .	8
1.4.3 Unités Fertilisantes (UF) . . . . .	8
1.4.4 Les simples engrais . . . . .	8
1.4.5 Mode d'application des engrais . . . . .	9
1.4.6 Calcul des dosages d'engrais à appliquer . . . . .	9
1.5 Etat de l'Art . . . . .	10
1.5.1 Présentationn de Gestion Indoor . . . . .	10
1.5.2 Présentation de SMART . . . . .	10
1.5.3 Présentation de Ferti-Run . . . . .	10

<b>2</b>	<b>Choix Techniques,Analyse et Conceptions</b>	<b>11</b>
2.1	Choix technique . . . . .	11
2.1.1	Un IDE Sublime Text 3 . . . . .	11
2.1.2	Langages de Programmation . . . . .	12
2.1.3	Un framework PHP(Laravel) . . . . .	13
2.1.4	un framework CSS(Bootstrap 3) . . . . .	14
2.1.5	Un framework JavaScript(jQuery) . . . . .	14
2.1.6	Une Base de donnée . . . . .	14
2.1.7	Ubidots . . . . .	15
2.1.8	Serveur Web (Apache 2) . . . . .	16
2.2	Analyse et Conception . . . . .	16
2.2.1	Analyse . . . . .	16
2.2.2	Procédure d'application . . . . .	18
2.2.3	Conception . . . . .	19
<b>3</b>	<b>Résultats et Discussions</b>	<b>24</b>
3.1	Résultats . . . . .	24
3.1.1	Panel Administrateur . . . . .	24
3.1.2	Panel Encadreur . . . . .	28
3.1.3	Panel Agriculteur . . . . .	30
3.2	Discussions . . . . .	32
	<b>Conclusion</b>	<b>33</b>
	<b>Bilan et Perspectives</b>	<b>34</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>35</b>
	<b>Webographie</b>	<b>36</b>

# Liste des Algorithmmes

## Table des figures

2.1	Architecture du système . . . . .	17
2.2	Diagramme de cas d'utilisation . . . . .	21
2.3	Diagramme de séquence . . . . .	22
2.4	Diagramme d'activite . . . . .	23
3.1	Page de gestion des engrais . . . . .	25
3.2	formulaire de création de fiche d'engrais . . . . .	25
3.3	Page de gestion des agricultueurs . . . . .	26
3.4	formulaire de création d'un agriculteur . . . . .	26
3.5	Page de gestion des Encadreurs . . . . .	27
3.6	Formulaire d'enregistrement des encadreurs . . . . .	27
3.7	Page de gestion des fiches phénologiques . . . . .	28
3.8	formulaire de création d'une fiche Technique . . . . .	28
3.9	Page de gestion des confirmations de phase de culture . . . . .	29
3.10	consultez état culture . . . . .	29
3.11	exemple de décision agricole . . . . .	30
3.12	notification système . . . . .	30
3.13	page de gestion de la culture . . . . .	31
3.14	Graphe azote . . . . .	31
3.15	Prise de décision agricole . . . . .	32

## Liste des tableaux

# Résumé

La gestion des ressources agricoles, la prévision des moments adéquats pour l'application des engrais chimiques aux cultures, leurs optimisations et le suivi/prévention des maladies, participent à une meilleure productivité agricole. Le Niébé, une variété de haricot très cultivé en Afrique, est menacé par l'absence de bonnes techniques culturales, qui s'explique par l'obtention de mauvais rendement pendant la saison des récoltes et de la présence des insectes dévastateurs qui infectent les plantes. La mise en place d'un système de gestion, et de suivi permettra de savoir en temps réel et de façon précise les besoins de la plante, de savoir quelle dose d'engrais ou quelle quantité d'eau il faut appliquer à la plante et à quel moment précis du stade de développement.

**Mots clés :** *Niébé, Engrais Chimique, Insectes dévastateur, plantes.*

# Abstract

Agricultural resource management, predicting appropriate timing for application of chemical fertilizers to crops, optimization and disease monitoring / prevention contribute to improved agricultural productivity. Cowpea, a highly cultivated bean variety in Africa, is threatened by the lack of good cropping techniques, which can be explained by poor yields during the harvest season and the presence of devastating insects that infect plants. The implementation of a management and monitoring system will provide a real-time, accurate knowledge of the plant's needs, how much fertilizer or how much water should be applied to the plant, and at what point in the development stage.

**Key words:** *cowpea, Chemical fertilizer, Devastating insects, plants.*

# Introduction

L'agriculture est ensemble des activités développées par l'homme, dans un milieu biologique et socio-économique donné, pour obtenir les produits végétaux et animaux qui lui sont utiles, en particulier ceux destinés à son alimentation. L'Afrique est un continent qui bénéficie d'un climat et d'un relief favorable pour l'agriculture. Ce potentiel agricole permet aux différents pays africains et surtout à ceux de l'Afrique de l'Ouest de cultiver bon nombre de semences dont le maïs, le riz, l'igname, le niébé (une denrée de base en Afrique subsaharienne, particulièrement dans les savanes arides de l'Afrique de l'Ouest), etc. L'utilisation des intrants agricoles dans les pratiques culturales, la gestion des ressources agricoles pendant la saison culturales et le suivi de la culture constituent un problème majeur pour les agriculteurs à une époque où sévit les méfaits du changement climatique et les conséquences de la dégradation de l'environnement agricole et dans un contexte où l'agro écologie devient une exigence.

## Problématique

Dans le cadre de l'amélioration de la productivité agricole, de la bonne gestion des mécanismes et processus de la production agricole et du suivi temps-réel du développement des cultures s'avèrent nécessaires et importantes. Dans le cas spécifique du niébé l'une des principales cultures en Afrique subsaharienne, particulièrement dans les savanes arides de l'Afrique de l'Ouest, le développement d'une plateforme web d'aide à la décision via un centre conseil agricole est une belle opportunité. En effet, à partir des données collectées via un réseau intelligent de capteurs sans fils, les paramètres agricoles collectés doivent être analysés et interprétés afin de prendre des décisions permettant de faire une meilleure gestion de même qu'un suivi en temps réel du développement de la culture.

## Objectif et Contributions

Le travail proposé dans ce sujet concerne le développement d'un outil logiciel d'aide à la décision agricole afin d'assurer le stockage et l'interprétation des données et paramètres environnementaux agricoles afin d'offrir un service d'assistance et de conseil agricole aux producteurs. A cette fin :

- Une prise en main avec le contexte d'application qui représente une importante phase du travail,
- Une étude de l'art sur des outils d'aide à la décision agricole existante,
- Après avoir motivé un choix de nos outils logiciel de développement, une analyse à base de méthode de spécification est faite afin de modéliser le processus métier,
- Une phase de programmation proprement dite de notre outil d'aide à la décision organisée en plusieurs modules.

La mise en place d'un système informatisé de gestion et de suivi du développement de la culture passe par l'acquisition en temps réel des données agricoles précises sur les conditions météorologiques locales

---

et l'état du sol. L'analyse et l'interprétation rationnelle de ces flux de données facilite et permet d'améliorer le mécanisme de la prise de décision qui contribue à de bonnes pratiques de gestion agricole et plus précise. La principale contribution, le déploiement de la solution proposée permettra d'améliorer de façon conséquente la qualité de service agricole de façon générale et plus spécifiquement la productivité du niébé dans la sous-région Subsaharienne et de l'Ouest Africaine.

## **Organisation du document**

Le présent mémoire rapporte les résultats de nos travaux et comporte trois (3) chapitres :

- Le premier chapitre présente une revue de littérature sur les systèmes d'outils d'aide aux décisions agricoles existantes ;
- Dans le deuxième chapitre, nous présentons les choix techniques opérés en vue de l'analyse informatique et de la modélisation, de la conception et de la réalisation de la solution proposée ;
- Le troisième chapitre fait une analyse critique des résultats issus de nos simulations après les avoir exposés.

# Revue de littérature

## Généralités sur le Niébé

---

— **Nom Scientifique** : *Vigna unguiculata*(L)

— **Nom en français** : Niébé

— **Nom en Local** :

- Fon :Ayikoun
- Yoruba :Ewa
- Bariba :Sounyi

## Les caractéristiques morphologiques

*La morphologie végétale est la partie de la botanique qui consiste à décrire la forme et la structure externe des plantes et de leurs organes.* Le Niébé est une plante herbacée annuelle autogame, à port rampant, érigé ou volubile selon les cultivars, les conditions de température et de photopériode. La germination est épigée. Les deux premières feuilles sont opposées, les suivantes sont alternes, pétiolées et trifoliées. Chaque nœud de la tige porte trois bourgeons axillaires et deux stipules prolongées sous l'insertion, caractéristiques de l'espèce.

Les gousses sont cylindriques, renflées à l'emplacement des grains, de taille et de pigmentation variable, pendantes ou dressées. Le cultigroupe *sesquipedalis*, volubile, présente des gousses très longues (jusqu'à 50cm), charnues, à grains espacés.

Les grains présentent une grande variété de colorations (unis, à œil, bicolores, tachetés...) et de taille. Les fleurs sont également de couleur variable : blanche, jaunâtre, bleu pâle, rose, violet.

## L'écologie du Niébé

Une température de 8 à 11°C est nécessaire à tous les stades du développement du Niébé. Le gel lui est fatal. La température optimale se situe autour de 28°C. L'intérêt majeur de *V. unguiculata* par rapport au haricot commun est sa tolérance à la chaleur, qui le fait préférer au haricot lorsque les températures maximales atteignent 35°C.

La pluviosité annuelle de l'aire de culture varie de 600 à 900 mm/an. Les besoins en eau de la culture varient selon la longueur du cycle et le climat : pour un cycle de soixante-quinze jours, à Bambey (Sénégal), les besoins sont de 370 mm ; pour une durée de végétation supérieure à quatre mois, les besoins en eau sont de 970 mm en culture irriguée de saison sèche au Burkina-Faso.

## Les variétés du Niébé cultivée au Bénin

---

Le Niébé est une importante denrée de base en Afrique subsaharienne, particulièrement dans les savanes arides de l'Afrique de l'Ouest. Ses graines représentent une précieuse source de protéines végétales, de vitamines et de revenus pour l'homme, ainsi que de fourrage pour les animaux. Les feuilles juvéniles et les gousses immatures sont consommées sous forme de légume. Voici quelques variétés de niébé cultivées au Bénin :

- IT 82 E32 (GBEHAMI SEVERINE),
- IT 84 D 513 (GLEGNON),
- IT 81D 1137 (EVEDOA),
- KPODJI GUEGUE.

## Exigence de la culture en sol

Le niébé n'est pas exigeant du point de vue sol, il pousse bien sur une vaste gamme de sols à condition que ces derniers soient bien drainés. Le rendement optimal en gousses est obtenu sur les sols tourbeux riches en matière organique. Le niébé est très sensible aux sels, mais tolère l'acidité. Néanmoins le *pH* du sol optimal pour la culture du Niébé varie entre 6 et 7,5.

## Les phases phénologiques de la culture du Niébé

---

Chez les végétaux, la phénologie est l'étude des relations entre les phénomènes climatiques et les caractères morphologiques externes de leur développement. Les modifications dans la forme des plantes sont jalonnées par des repères phénologiques ou phases de développement. En effet chez le niébé, les phases les plus observées sont :



## La Phase de Germination

Pendant cette phase, la graine sort de sa dormance et devient active, elle se développe grâce à la chaleur et à l'humidité ainsi que l'oxygène apporté dans le milieu de la culture. Chez le niébé La germination est épigée. Les graines lèvent en l'espace de 4 à 8 jours suivant la température. Elles doivent toute être sorties de terre au bout de 8 jours. Un à deux jours après l'apparition de la tigelle recourbée, la première paire de feuille apparaît. Au cours de cette phase la température se situe dans une fourchette de 15°C à 30°C. Le taux de phosphore dans le sol est importante au cours de cette phase, car elle assure une bonne décomposition des phosphates et favoriser un bon développement racinaire dès les premiers stades végétatifs.

## La Phase de Végétation

c'est la phase au cours de laquelle le semis va prendre la taille d'une plante adulte, sa durée est variable en fonction de la variété cultivée, la plante va développer son réseau de branches, de tiges et de feuilles. Chez le Niébé, trois à quatre jours après la levée les cotylédons commencent à se fâner. Trois jours après, la première feuille trifoliée apparaît. Au bout d'un mois le pied du Niébé possède une dizaine de feuille trifoliée et atteint sa hauteur maximale.

## La phase de floraison

Les structures florales sont en place, la plante débute sa floraison, la croissance ralentit pour laisser la place aux formations de fleurs, l'énergie de la plante se concentre sur la floraison, la plante arrête ensuite de grandir pour s'alourdir avec des fleurs qui vont devenir de plus en plus grosses. La température 18-24°C et humidité 50-60% apport d'engrais pour la floraison du type NPK et de booster de floraison puis quand les fleurs sont bien formées ajouté du booster de fin de floraison. Pendant la phase de floraison il faut un apport très important en phosphore pour une meilleure croissance de la plante. Elle débute trois (3) semaines à 1 mois après le semis pour les variétés très précoces.

## La phase de Maturation

A cette stade de développement, les plantes forment des fleurs volumineuses qui ne grossissent plus et commence à mûrir, c'est le signe qui montre que les plantes sont en fin de vie. La jeune gousse apparaît met une douzaine de jours environ pour atteindre sa taille définitive. Les graines se forment en 15-20 jours plus tard et deviennent mûres 20 à 30 jours suivant la formation des gousses. A cette stade de développement, les plantes forment des fleurs volumineuses qui ne grossissent plus et commence à mûrir, c'est le signe qui montre que les plantes sont en fin de vie. La jeune gousse apparaît met une douzaine de jours environ pour atteindre sa taille définitive. Les graines se forment en 15-20 jours plus tard et deviennent mûres 20 à 30 jours suivant la formation des gousses.

## Les engrais chimiques

---

Les engrais étant des substances destinées à fournir à la plante les éléments nutritifs dont elle a besoin, il va de soit que les engrais sont principalement composés des éléments dont la plante a le plus besoin, c'est-à-dire l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K).

Il existe donc des engrais azotés, des engrais phosphatés et des engrais potassiques. Dans une moindre mesure, il y a aussi des engrais soufrés, des fertilisants calciques et magnésiens et des engrais destinés à combler les carences en oligo-éléments.

La composition d'un engrais fait référence aux teneurs minimum garanties en azote total (exprimée en N), en phosphore assimilable (exprimée en  $P_2O_5$ ) et en potassium soluble (généralement exprimé en  $K_2O$ ).

### Composition N-P-K

La composition des engrais est par convention, toujours mentionnée dans l'ordre N-P-K et exprimée en pourcentage (%). Ainsi, 100kg d'engrais 15-15-15 contiennent 15kg de N, 15kg de  $P_2O_5$  et 15kg de  $K_2O$ . Et 50kg d'engrais DAP (18-46-0) contiennent 9kg de N, 23kg de  $P_2O_5$  et 0kg de  $K_2O$ .

### Taux d'équilibre

Le taux d'équilibre de l'engrais se réfère aux proportions des teneurs des trois éléments, c'est-à-dire que l'engrais 15-15-15 a un taux d'équilibre de 1-1-1 et le DAP de 1-2-0. Certaines cultures peuvent exiger un taux d'équilibre particulier, par exemple de 1-2-2 (comme l'oignon ou d'autres cultures maraîchères).

### Unités Fertilisantes (UF)

On appelle Unités Fertilisantes (UF), la quantité totale d'éléments fertilisants apportés par l'engrais, tous éléments confondus. Ainsi, l'engrais 15-15-15 apporte 45 UF ( $=15+15+15$ ), alors que le DAP apporte 64 UF ( $=18+46+0$ ).

### Les simples engrais

Les engrais simples sont des engrais qui ne contiennent qu'un seul élément fertilisant, il en existe donc plusieurs types :

#### Les engrais azotés

Parmi les engrais azotés, on distingue les engrais ammoniacaux (dans lesquels l'azote est sous forme d'ammoniac,  $NH_4^+$ , p.ex. le sulfate et le chlorure d'ammoniac), les engrais nitriques (dans lesquels

l'azote est sous forme d'ions nitrates,  $\text{NO}_3^-$ , p.ex. le nitrate de soude et le nitrate de chaux), les ammonitrates contenant à la fois des ions ammoniac et des ions nitrates (p.ex. le nitrate d'ammoniac), et des amides comme l'urée (48-0-0).

### Les engrais phosphatés

Les engrais phosphatés simples d'usage courant sont le superphosphate simple (0-20-0), le superphosphate tripe (0-55-0).

### Les engrais potassiques

Les engrais potassiques proviennent essentiellement de l'exploitation minière de dépôts de sels de potassium. Dans la pratique, on utilise presque exclusivement le chlorure de potassium (KCl) et le sulfate de potassium ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ), ce dernier ayant l'avantage de contenir également du soufre.

## Mode d'application des engrais

La méthode d'application de l'engrais à une culture est une composante essentielle des bonnes pratiques agricoles et influence la quantité d'éléments nutritifs réellement prélevée par la plante.

Afin d'assurer une efficacité optimale dans l'utilisation de l'engrais, l'agriculteur doit réaliser l'application des éléments nutritifs à un moment le plus proche possible du moment où la culture en a besoin, c'est-à-dire ni trop tôt (risque de lessivage des éléments mobiles comme l'azote), ni trop tard (risque de carences).

## Calcul des dosages d'engrais à appliquer

La dose d'engrais à appliquer par unité de surface (par hectare) est une donnée capitale pour l'agriculteur, elle dépend des besoins en éléments nutritifs de la culture, des engrais à réserves du sol et du type d'engrais considéré (concentration).

### Exemple d'application

Les doses sont données en U (unités ; dans notre cas : kg) à l'hectare ; vous ne devez pas oublier de les adapter à votre surface !!

– 1 hectare = 10 000 m<sup>2</sup>

– Parfois, les doses sont données en U à l'are ; 1 are = 100 m<sup>2</sup>

### Un moyen simple de calculer :

- Prendre la dose d'élément pur conseillée par le laboratoire (par exemple : 31 U de N par hectare soit 31 kg d'azote pur par hectare soit 31) ;

- La diviser par le % de cet élément contenu dans le produit que vous allez utiliser comme engrais (nitrate du Chili par exemple contient 15.5% de N soit 15.5)
- Puis multiplier par 100 et vous obtenez la dose de ce produit à épandre sur 1 hectare.  
 $(31/15.5) \times 100 = 200$

Il faut donc apporter 200 kg de nitrate du Chili dans 1 hectare pour obtenir 31 kg d'azote à l'hectare (31 U de N par hectare). Si votre terrain mesure 3000 m<sup>2</sup>, divisez la dose à l'hectare par 10 (= dose pour 1000 m<sup>2</sup>) puis multipliez le résultat par 3 (= dose pour 3000 m<sup>2</sup>) :

$$(200/10) \times 3 = 60 \text{ kg de nitrate du Chili pour mon terrain de 3000 m}^2.$$

## Etat de l'Art

---

Dans le domaine agricole, il existe plusieurs outils informatiques qui permettent de faire la gestion des cultures. La plupart de ces logiciels sont payants ou bien développer pour l'interne, donc ne sont pas publiés pour être à la portée de tous. Au Bénin, le taux d'utilisation de ces outils est très négligeable à cause du taux très faible de l'effectif de la population maîtrisant le numérique et qui ont accès à ce derniers. Parmi ces logiciels on peut citer : Gestion Indoor, SMART, Ferti-Run.

### Présentation de Gestion Indoor

Ce logiciel, gère les plantes, les chambres de cultures, l'ajout d'eau, d'engrais, la température et l'hygrométrie. Il sert de calendrier en rappelant les actions en attente (arrosages, manque d'engrais,...).

### Présentation de SMART

SMART est un logiciel de gestion des engrais chimiques. Il permet de faire :

- La planification et la recommandation des engrais ;
- L'optimisation de l'utilisation des engrais et économise les coûts ;
- La gestion agricole et l'analyse des données.

### Présentation de Ferti-Run

Ferti-Run est un logiciel qui permet de calculer la dose d'engrais à appliquer à une culture. Il fonctionne avec Excel. Les cultures suivantes y sont intégrées : canne à sucre en repousse, fourrages tempérés, vingt cultures de légumes et six cultures de fruits. L'utilisateur peut choisir, parmi les vingt-six matières organiques répertoriées et caractérisées, celle qu'il compte épandre sur sa culture.

# Choix Techniques, Analyse et Conceptions

## Choix technique

---

Pour atteindre nos objectifs nous avons effectué **les choix techniques** suivants :

### Un IDE Sublime Text 3

L'**IDE** (Integrated Development Environment) est une interface qui permet de développer, compiler et exécuter un programme dans un langage donné. Les raisons ci-dessous justifient le pourquoi j'ai effectué un tel choix :

- Il est léger, rapide et super fluide, l'ouverture et l'indexation des fichiers ne se fait pas à la façon d'un IDE Java, ici c'est quasi-instantané ;
- Il est déjà beau par défaut et est entièrement customisable : que ce soit l'interface de l'éditeur, la coloration syntaxique du code, les raccourcis, la police ;
- Ses fonctionnalités, il paraît très simple aux premiers abords et pourtant il contient déjà énormément de fonctions ;
- Son système de configuration, il utilise uniquement des fichiers JSON, l'édition de la configuration est un peu geek mais reste très simple ;
- Les snippets, ce sont des scripts simples à créer qui vous permettent d'automatiser les tâches répétitives, par exemple pour taper une balise « <link rel= »stylesheet » href= » » ... » je taperais un alias (que j'aurais choisi, par exemple « linkcss ») et j'appuierais sur Tabulation, l'éditeur va alors insérer ma balise automatiquement ;
- Le Package Control, une sorte de gestionnaire de paquets pour gérer vos snippets/plugins, il va grandement vous faciliter l'installation de vos nouveaux paquets, vous n'avez donc jamais à parcourir le web à la recherche de packages, tout est au même endroit ;

- Il dispose déjà d'une grande communauté, on ne compte même plus le nombre de dépôts GitHub contenant des snippets.

## Langages de Programmation

Pour réaliser cette application, nous nous sommes orienté vers la programmation web à cause de la portabilité des ces langages et de leurs non exigences. Comme Language de programmation nous avons opté pour le **HTML5**, **CSS3**, **Javascript** pour la partie front-end de notre application et **PHP** pour la partie back-end de l'application et enfin **AJAX** pour rendre interactive ces deux parties.

### Présentation de HTML5

L'HTML5, pour **HyperText Markup Language 5**, est une version du célèbre format HTML utilisé pour concevoir les sites Internet. Celui-ci se résume à un langage de balisage qui permet, principalement, l'écriture de l'hypertexte indispensable à la mise en forme d'une page Web.

### Présentation de CSS3

Le concept de feuilles de style est apparu en 1996 avec la publication par le W3C d'une nouvelle recommandation intitulée « Cascading StyleSheets » (feuilles de style en cascade), notée CSS.

Le principe des feuilles de style consiste à regrouper dans un même document des caractéristiques de mise en forme associées à des groupes d'éléments. Il suffit de définir par un nom un ensemble de définitions et de caractéristiques de mise en forme, et de l'appeler pour l'appliquer à un texte. Il est ainsi possible de créer un groupe de titres en police Arial, de couleur verte et en italique.

### Présentation de PHP

Le sigle **PHP** signifiait à l'origine **Personal Home Page**. Pour Rasmus Lerdorf, l'auteur de ce qui allait devenir le langage de script côté serveur incorporable dans tout document HTML que nous connaissons, il s'agissait alors d'ajouter quelques fonctionnalités à ses pages personnelles. **PHP** signifie aujourd'hui **Php Hypertext Preprocessor** car il renvoie à un navigateur un document HTML construit par le moteur de script Zend Engine de PHP. Il permet de créer des pages Web dynamiques et interactives.

### Présentation de AJAX

**AJAX** est l'acronyme **Asynchronous JavaScript And XML**, autrement dit **JavaScript Et XML Asynchrones**. **AJAX** n'est ni une technologie ni un langage de programmation ; **AJAX** est un concept de programmation Web reposant sur plusieurs technologies comme le JavaScript et le XML, d'où le nom **AJAX**. A l'heure actuelle, le XML tend à être délaissé au profit du **JSON**, ce qui explique que certains puristes utilisent l'acronyme **AJAJ** dont la prononciation laisse plutôt à désirer.

Pour organiser notre projet (découpage logique du code source, factorisation de composants communs, réutilisabilité

du code source, ajout de couche métier, séparation des logiques techniques / métiers (développeurs) et logiques de présentation (designeurs / intégrateurs), maintenance et évolutivité), nous avons décidé d'utiliser des **frameworks**.

## Un framework PHP (Laravel)

**Laravel** est un framework Open-Source écrit en langage PHP. **Le framework est lui, un ensemble de bibliothèques et de composants logiciels organisés de façon hiérarchique pour la création de programmes informatiques.** Ainsi, inutile de tout coder car des composants peuvent être intégrés pour gérer l'authentification d'utilisateurs, l'envoi de messages électroniques, la gestion des formulaires sécurisés, etc. Laravel est un outil supporté par une très large communauté. Il évolue régulièrement et surtout, il est très sécurisé. Son code respecte les standards avancés de la programmation. C'est donc un gage de qualité et de pérenité. Il dispose d'un outil appelé **Artisan**, qui permet de créer en une seule commande (console) un squelette pour les modèles, les **"migrations"**, c'est à dire les champs dynamiques dont les données seront stockées en base, les contrôleurs (chef d'orchestre entre le modèle, la vue et les données), les règles de validation (Requests)...

Son architecture est clairement orientée MVC et Laravel utilise l'ORM Eloquent pour effectuer du **"mapping"** entre objets issus des modèles et la base de données. Aussi, la documentation du framework est mise à jour à chaque version, elle est complète et accompagnée de nombreux exemples. De nombreux bundles ou packages sont disponibles pour étendre facilement et sans effort les fonctionnalités d'une application Laravel.

## Structure MVC

En général, un Framework est basé sur la structure MVC. Le modèle-vue-contrôleur (en abrégé MVC, de l'anglais Model-View-Controller) est un patron d'architecture et une méthode de conception qui organise l'interface homme-machine (IHM) d'une application logicielle.

Le principe d'une telle structure est de diviser l'application en 3 parties distinctes :

- **Les modèles** : ils représentent les données de l'application et permettent l'interaction avec la base de données (ou les web services, etc...).
- **Les vues** : ce sont les représentations (les templates) des résultats de la requête que l'utilisateur a effectué.
- **Les contrôleurs** : ils interceptent toutes les requêtes faites par les utilisateurs.

En bref, le modèle gère la base de données, la vue produit les pages HTML et le contrôleur fait tout le reste.

## Définition ORM

**Object-Relation-Mapping.** C'est une technique de programmation faisant lien entre le monde de la base de données et le monde de la programmation orienté objet. Elle permet de transformer une table en objet facilement manipulable via ses attributs, ou une collection en objet pour le cas des bases de données

NoSql(Not only Sql) utilisant le format de donnée **JSON**(JavaScript- Object-Notation). Pour réaliser cette application avec le framework Laravel, nous avons utilisé l'ORM **Moloquent**. C'est un ORM Laravel qui permet d'interagir avec une base de donnée NoSql MongoDB. C'est un modèle de l'ORM **Eloquent**(C'est un ORM Laravel qui est utilisé pour les Systèmes de Base de Donnée Relationnel) disposant d'un **QueryBuilder**(il s'agit d'un outil pratique de génération de requêtes avec une syntaxe explicite qui est complète les fonctionnalités d'Eloquent) pour MongoDB. C'est une bibliothèque qui étend les classes Laravel d'origine, donc elle utilise exactement les mêmes méthodes.

### un framework CSS(Bootstrap 3)

C'est une bibliothèque qui contient du CSS qui interagit avec une appli JavaScript, qui utilise jQuery et ça permet de créer des sites Internet pour les mobiles pour les périphériques mobiles comme les Smartphones, iPhone, les tablettes, iPad et en même temps pour les ordinateurs de bureau ou les donc les PC de bureau, les PC fixe. Ça fait que votre site qui s'adapte automatiquement en fonction de la taille de l'écran du périphérique de l'internaute. Donc justement Bootstrap trois, ça permet d'améliorer considérablement votre développement d'applications Web et en plus, votre site devient compatible avec la majorité des navigateurs, que ce soit Safari pour Apple, Google Chrome Firefox et même Internet Explorer donc comme ça vous êtes sûrs que votre site Web est consultable des périphériques mobiles et fixe et avec la majorité des navigateurs qui existent sur Internet.

### Un framework JavaScript(jQuery)

jQuery est un framework Javascript sous licence libre qui permet de faciliter des fonctionnalités communes de Javascript. L'utilisation de cette bibliothèque permet de gagner du temps de développement lors de l'interaction sur le code HTML d'une page web, l'AJAX ou la gestion des événements. jQuery possède par la même occasion l'avantage d'être utilisable sur plusieurs navigateurs web (cf. Internet Explorer, Firefox, Chrome, Safari ou Opera).

La bibliothèque jQuery possède les fonctionnalités suivantes :

- Manipulation du DOM (HTML ou CSS) ;
- Gestion des événements (clic, survol, soumettre un formulaire ...) AJAX ;
- Effet d'animation

### Une Base de donnée

Une base de donnée (son abréviation est BD, en anglais **DATABASE**) est une entité dans laquelle il est possible de stocker des données de façon structurée et avec le moins de redondance possible. Ces données doivent pouvoir être utilisées par des programmes, par des utilisateurs différents. Ainsi on distingue **les bases de données relationnelles et les bases de données NoSQL**. Une base de donnée relationnelle est une base de données où l'information est organisée dans des tableaux à deux dimensions appelées des relations ou tables, selon le modèle introduit par *Edgar F. Codd en 1970*. Selon ce modèle relationnel, une base de données consiste en une ou plusieurs relations. Les lignes de ces relations sont appelées des



enregistrements. Les colonnes sont appelées des attributs.

Les bases de données relationnelles se prêtent mal aux exigences des applications massivement parallèles exploitant de grandes quantités de données. Les bases de données NoSQL (Not Only SQL) marquent une rupture assez brutale avec la manière de concevoir les schémas de données que l'on pratique depuis quelques décennies. Spécifiquement dédiées aux applications orientées internet, les bases de données NoSQL pallient aux difficultés de la gestion de base de données relationnelles un peu trop conséquentes et réparties sur plusieurs machines.

## Pourquoi le NoSQL ?

L'intérêt des systèmes de stockage NoSQL réside surtout dans les choix d'architecture logicielle qui ont été pris lors de leurs conceptions. Parmi les raisons principales qui nous ont conduit à l'utilisation de ces systèmes, on retrouve surtout deux points principaux :

- La possibilité d'utiliser autre chose qu'un schéma fixe sous forme de tableaux dont toutes les propriétés sont fixées à l'avance, ce qui permet de faire des requêtes non structurées sur les collections ;
- La possibilité d'avoir un système facilement distribué sur plusieurs serveurs et avec lequel un besoin supplémentaire en stockage ou en montée en charge se traduit simplement par l'ajout de nouveaux serveurs.

## Choix d'une base de donnée NoSQL

Il existe plusieurs types de bases de données NoSQL. On peut citer : **CouchDB**, un produit du projet Apache [couchdb.apache.org](http://couchdb.apache.org), C'est une base de type "**documentaire**"; **Cassandra** développé chez Facebook, et maintenant Open Source, dans la couveuse de projets de la fondation [cassandra.apache.org](http://cassandra.apache.org) C'est une base de données de type "**colonne**"; **MongoDB**, une base de donnée NoSQL orienté document, particulièrement bien diffusé et professionnalisée [mongodb.org](http://mongodb.org). Pour ce projet, nous avons décidé de choisir la base de donnée **MongoDB** pour les raisons suivantes :

- C'est une base de donnée Open Source ;
- Elle adopte un modèle de données de type document qui lui confère une grande souplesse d'utilisation et une vraie évolutivité ;
- Avec MongoDB, les données sont modélisées sous forme de document JSON, le système permet de faire évoluer le schéma de la base de donnée à la volée et de s'abstraire de l'utilisation d'un ORM ;
- Le modèle de type document réduit au maximum le nombre de relation dans la base de donnée, ce qui simplifie sa structure et augmente sa lisibilité.

## Ubidots

Ubidots est une plateforme qui offre aux développeurs la possibilité de capturer facilement les données des capteurs et de les transformer en informations utiles. On peut utiliser la plate-forme Ubidots pour

envoyer des données vers le cloud depuis n'importe quel périphérique compatible Internet. Ubidots propose une API REST (Une API compatible REST, ou « RESTful », est une interface de programmation d'application qui fait appel à des requêtes HTTP pour obtenir (GET), placer (PUT), publier (POST) et supprimer (DELETE) des données.) qui permet de lire et d'écrire des données sur les ressources disponibles : sources de données, variables, valeurs, événements et informations. L'API prend en charge HTTP et HTTPS et une clé API est requise.

## Serveur Web (Apache 2)

Un serveur web est un logiciel permettant à des clients d'accéder à des pages web, c'est-à-dire en réalité des fichiers au format HTML à partir d'un navigateur (aussi appelé browser) installé sur leur ordinateur distant.

Un serveur web est donc un « simple » logiciel capable d'interpréter les requêtes HTTP arrivant sur le port associé au protocole HTTP (par défaut le port 80), et de fournir une réponse avec ce même protocole. **Apache** ([www.apache.org](http://www.apache.org)) est le serveur le plus répandu sur Internet. Il s'agit d'une application fonctionnant à la base sur les systèmes d'exploitation de type Unix, mais il a désormais été porté sur de nombreux systèmes, dont Microsoft Windows.

## Analyse et Conception

---

### Analyse

#### Présentation de l'architecture globale du système

Notre système est constitué d'un réseau de capteur sans fil relié à la plateforme Ubidots grâce à Internet. Sur la plateforme Ubidots, on dispose d'un programme Arduino qui permet d'interagir avec le réseau de capteur en vue de collecter les données liées à la température, l'humidité et aux taux de substrat nutritifs disponible dans le sous-sol (Azote, Phosphore et Potassium) chaque 7 jours. Le dispositif permettant de collecter les données au niveau du réseau de capteur sans fil communique avec le programme Arduino disponible sur la plateforme grâce à un API (Application Programming Interface) qui attribue une clé de communication et les paramètres de connexion à la plateforme. Notre application communique avec la plateforme Ubidots grâce à un API écrit en PHP fourni par la plateforme. Pour pouvoir interroger la plateforme Ubidots en vue de récupérer les différentes données disponibles au niveau de la sortie du programme Arduino, chaque 7 jours, nous allons utiliser les scripts appelés : les tâches Cron (C'est un Programme qui permet de planifier les tâches régulières. Il est en effet intéressant que les tâches habituelles soient réalisées automatiquement par le système plutôt que d'avoir à les lancer manuellement en tant qu'utilisateur. Cron est un démon, il tourne donc en tâche de fond du système.). A chaque fois que les données disponibles au niveau de la sortie du programme Arduino sont récupérées, ils sont enregistrés dans des collections de la Base de données MongoDB. Ces dernières seront comparées

aux états normaux prédéfinie pour la culture et qui sont déjà enregistré dans des collections pour faire la prise de définition. Le schéma ci-dessous présente l'architecture du système :

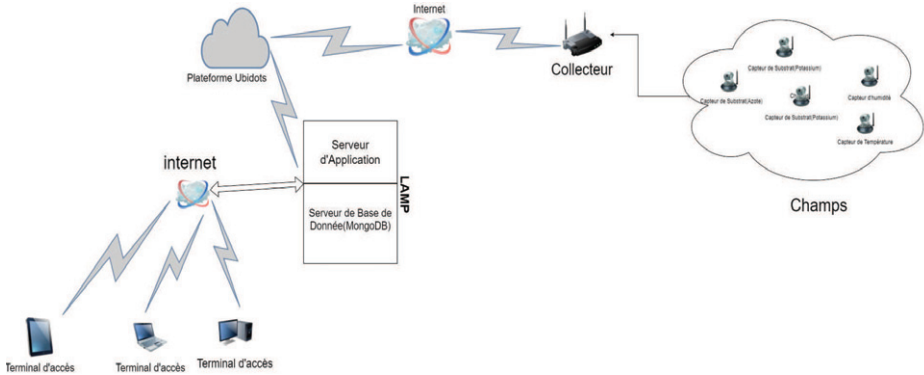


FIGURE 2.1 – Architecture du système

## Processus métier

La prise de décision agricole, à travers la gestion et le suivi des cultures est basé sur la phénologie des végétaux. Ainsi, chez les végétaux, la phénologie est l'étude des relations entre les phénomènes climatiques et les caractéristiques morphologiques externes de leur développement. Les différentes phases phénologiques qui sont observées chez les végétaux sont : la phase de germination, la phase de végétation, la phase de floraison, et la phase de maturation. Au cours de chacune de ces phases, différents phénomènes météorologiques et agrométéorologiques sont observés. Chez le niébé (une importante denrée de base en Afrique subsaharienne, particulièrement dans les savanes arides de l'Afrique de l'Ouest), on dénombre deux grandes étapes de gestion et de suivi de l'évolution de la culture. Il s'agit de l'étape d'apports nutritifs qui intègre la phase de germination et de végétation et de l'étape de lutte parasitaire qui intègre la phase de floraison et de maturation. Pendant l'étape d'apports nutritifs il est très indispensable de faire le contrôle des paramètres suivants : température, humidité, et taux de substrat (azote, phosphore et potassium) présent dans le sous-sol. Au cours de la phase de germination les graines se développent grâce à la chaleur et à l'humidité. Une température très élevée peut entraîner un déficit hydrique. Ce qui peut empêcher la graine de sortir de sa dormance pour devenir active. Si à cette phase, la quantité de phosphore recommandé est supérieure à celle mesurée dans le sous-sol, alors on observe chez la plante un retard de croissance dû à une carence nutritive, de même qu'une quantité insuffisante de potassium affaiblit la résistance de la plante aux attaques parasitaires. L'excès de potassium ou de phosphore n'a aucun impacte sur la croissance de la plante, mais l'excès d'azote menace la phase de végétation, par l'apparition d'un excès de feuilles et peu de gousses à la phase de floraison. En cas d'insuffisance de phosphore ou de potassium à la phase de germination ou de végétation, il faut apporter un engrais NPK dont le pourcentage d'azote est faible pour éviter l'excès d'azote sur la culture.

Pour apporté d'engrais à la culture ,on se base sur la notion de degré d'infestation qui stipule que le constat d'insuffisance d'un substrat(azote, phosphore ou potassium ) sur 04 jours au minimum entraîne une carence nutritive chez la plante. La dose d'engrais à apporter est précisée en fonction de la quantité du taux de substrat manquant. A la phase de floraison et de maturation, on assiste à une protection des gousses contre les attaques des insectes dévastateur jusqu'à à la saison des récoltes.

La conception d'un système informatique de prise de décision agricole, pouvant permettre de mieux gérer toute opération agricole liée à chacune des ces phases cités ci-dessus ferra intervenir plusieurs acteurs.il s'agit dans un premier temps du système de collecte de donnée agroclimatique de l'environnement et de l'état de la culture.Les données collectés par ce système seront enregistré à chaque fois dans un dossier historique qui sera utilisé par la suite dans la prise de décision .La prise de décision est effectué, en comparant les données collectés qui définie l'état de la culture sur une période donnée aux données prédéfinies qui présentent l'état normal de la culture à chaque phase phénologique. En matière d'apport d'engrais, pour préciser les pourcentages de substrat manquant, on utilise la notion de degré d'infestation. Pour préciser les pourcentages des substrats manquant, on calcule la moyenne des pourcentages des substrats manquant des jours où il y a un constat d'insuffisance de taux de substrat dans le sous-sol. Pour préciser le type d'engrais NPK qu'il faut apporter et la dose requise, on utilise les fiches d'engrais enregistré au préalable par l'administrateur. Ce dernier crée les fiches techniques de la culture qui indique les différentes phases phénologiques de la culture, tout en précisant les détails sur les paramètres (températures, humidités et substrat) de chaque phase. Il met à jour ces fiches techniques de la culture, parce que les données météorologiques et agrométéorologiques peuvent changer du jour au lendemain à cause des variations climatiques.il s'occupe de la gestion des utilisateurs (encadreurs et agriculteur).il affecte à chaque encadreur les agriculteurs qu'ils vont assister. Le passage d'une phase phénologie à une autre au niveau de chaque culture agriculteur est confirmé par l'encadreur. L'agriculteur peut contacter son encadreur en cas d'un besoin d'assistance.il consulte les différentes graphes de température, d'humidité et des substrats qui décrivent l'état de la culture, après chaque collecte de donné et met en application les décisions prisent sur sa culture.

## Procédure d'application

### Vérification du degré de menace

Utilisation de la notion de degré d'infestation.

### Calcul de la moyenne du degré de menace

Soit  $X_i$ , la valeur moyenne d'un substrat prélevé par le capteur sur un jour  $i$  donnée où il y a menace, moyMenace la moyenne du degré menace et nbrejours le nombre de jours où il y a menace.

$$moyMenace = \frac{\sum X_i}{nbrejours}$$

### Détermination du centre de l'intervalle de l'estimation du besoin normal

Soit  $Y_{min}$  l'estimation du besoin minimal,  $Y_{max}$  l'estimation du besoin maximal et  $cBesoin$  le centre de l'estimation normal du Besoin.

$$cBesoin = \frac{Y_{min} + Y_{max}}{2}$$

### Détermination de la quantité brute du Besoin a apporté

Soit  $qBesoin$  la quantité brute du besoin à apporté.

$$qBesoin = cBesoin - moyBesoin$$

### Calcul de la dose exacte à appliquer à la culture

- Exprimation de la dose d'engrais à appliquer par hectare  
Soit  $besoinHa$  la quantité de la dose à appliquer par hectare et  $supChamps$  la superficie emblavée par la culture.

$$besoinHa = \frac{qBesoin * 10000}{supChamps}$$

- La dose d'engrais à appliquer à la culture :  
Soit  $doseSupChamps$  la dose d'engrais à appliquer à la superficie du champs emblavée par la culture.

$$doseSupChamps = \frac{besoinHa * supChamps}{10000}$$

## Conception

Pour modéliser les fonctionnalités de notre application, nous avons choisi le langage **UML** (Unified Modeling Language) qui se définit comme un langage de modélisation graphique et textuel destiné à comprendre et décrire des besoins, spécifier et documenter des systèmes, esquisser des architectures logicielles, concevoir des solutions et communiquer des Points de vues. (Pascal ROQUES, 4ème édition).

La modélisation de notre système est axée autour :

### D'un diagramme de cas d'utilisation

Les **diagrammes de cas d'utilisation** sont des diagrammes UML utilisés pour donner une vision globale du comportement fonctionnel d'un système logiciel. Ils sont utiles pour des présentations auprès de la direction ou des acteurs d'un projet, mais pour le développement, les cas d'utilisation sont plus appropriés. Un cas d'utilisation représente une unité discrète d'interaction entre un utilisateur (humain ou

machine) et un système. Il est une unité significative de travail. Dans un diagramme de cas d'utilisation, les utilisateurs sont appelés acteurs (actors), ils interagissent avec les cas d'utilisation (use cases). Nous avons identifiés les acteurs et les cas d'utilisation à partir du processus métier.

#### **a- Identification des acteurs**

Un acteur représente un rôle joué par une entité externe ( utilisateur humain, dispositif matériel ou un autre système) qui interagit directement avec le système étudié. Un acteur peut consulter et/ou modifier directement l'état du système, en émettant et/ ou en recevant des messages susceptible d'être porteur de données. Du point de vue fonctionnel, les différents acteurs de notre Système sont :

- Administrateur
- Encadreur
- Agriculteur

#### **b- Réalisation du diagramme de cas d'utilisation**

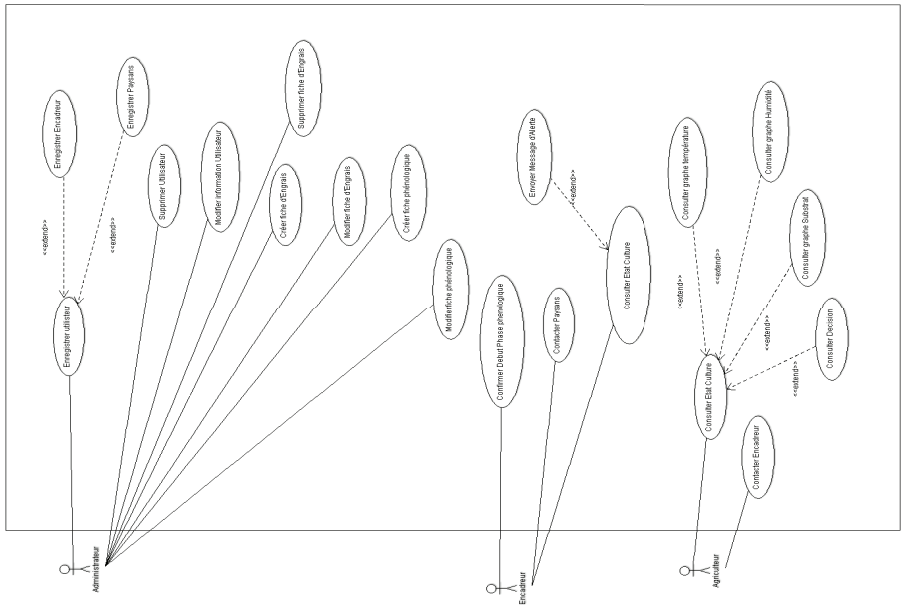


FIGURE 2.2 – Diagramme de cas d'utilisation

## Diagramme de séquence

Le diagramme de séquence permet de montrer les interactions d'objets dans le cadre d'un scénario d'un Diagramme des cas d'utilisation. Dans un souci de simplification, on représente l'acteur principal à gauche du diagramme, et les acteurs secondaires éventuels à droite du système. Le but étant de décrire comment se déroulent les actions entre les acteurs ou objets. Nous avons choisi de représenter le diagramme de séquence du cas d'utilisation « **Consultez Etat Culture** ».

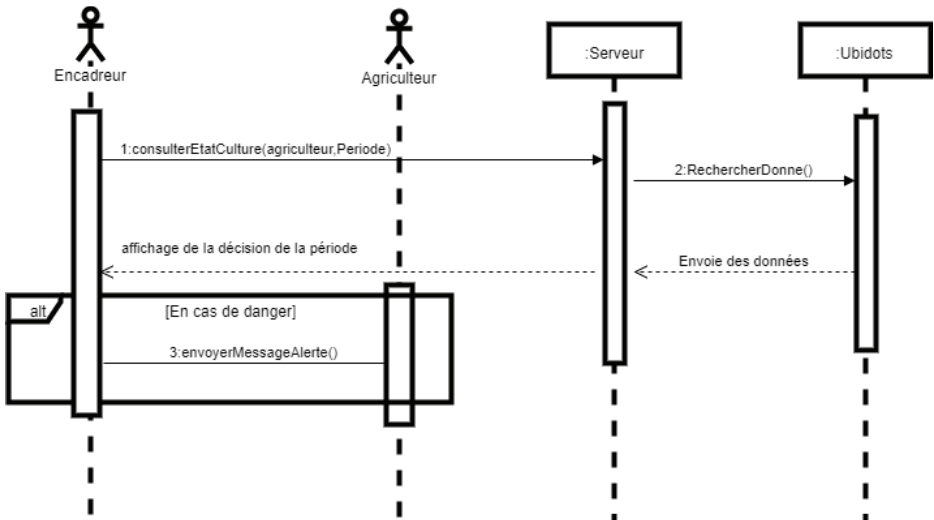


FIGURE 2.3 – Diagramme de séquence

## Diagramme d'activité

Le diagramme d'activité permet de mettre l'accent sur les traitements. Ils sont donc particulièrement adaptés à la modélisation du cheminement de flots de contrôle et de flots de données. Ils permettent ainsi de représenter graphiquement le comportement d'une méthode ou le déroulement d'un cas d'utilisation. (Laurent AUDIBERT, 2009).



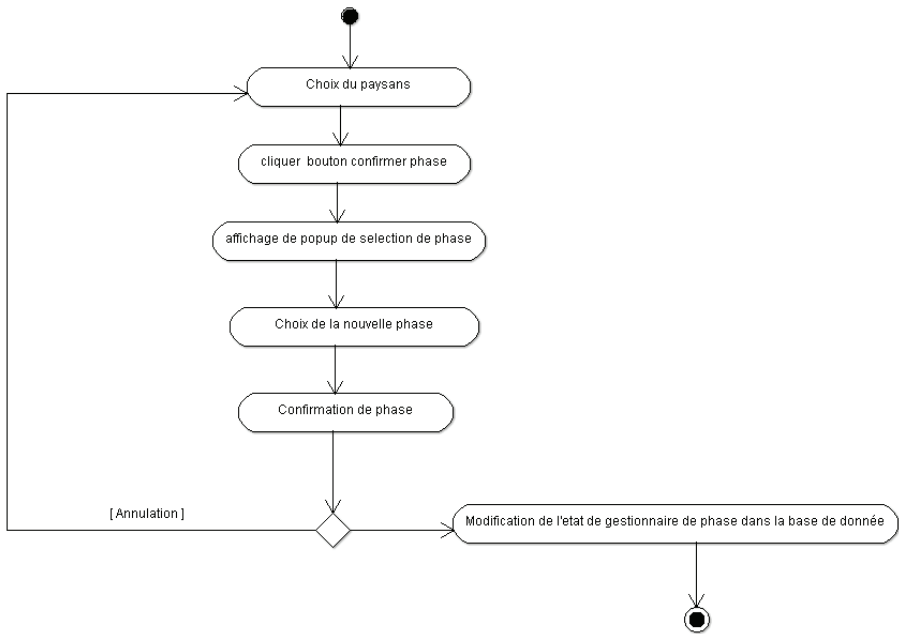


FIGURE 2.4 – Diagramme d’activite

## Résultats et Discussions

Dans un premier temps, nous présenterons notre solution à travers les fonctionnalités développées. Ensuite, nous exposerons les critiques et insuffisances liées à cette solution.

### Résultats

---

Ce travail de prise de décision agricole a été réalisé dans le village TANDAHOTA (un village de la commune de TORI). La solution actuelle prend en compte certaines conditions agronomiques du milieu. Les différentes données utilisées pour la prise de décision proviennent du Centre Agricole Régionaux pour le Développement Rural (CARDER) de TORI. Notre simulation se fera avec la variété « ASSIENOMG-BÊHAMI » du niébé dont le cycle cultural est de 90 jours. Nous avons choisi une telle variété à cause de sa prédominance dans la zone. Pour réaliser la simulation de notre application nous avons utilisés les fichiers Excel à la place de la plateforme Ubidots, donc à chaque fois qu'un agriculteur est enregistré, le système crée automatiquement un fichier Excel qui lui est associé. Le nom de ce fichier Excel n'est que son identifiant.

Pour utiliser l'application, l'utilisateur (administrateur, encadreur, agriculteur) doit s'authentifier.

### Panel Administrateur

La figure ci-dessous présente le panel Administrateur. L'administrateur peut créer des fiches d'engrais directement à partir du bureau du panel en cliquant sur le bouton « Créer fiche d'Engrais ».

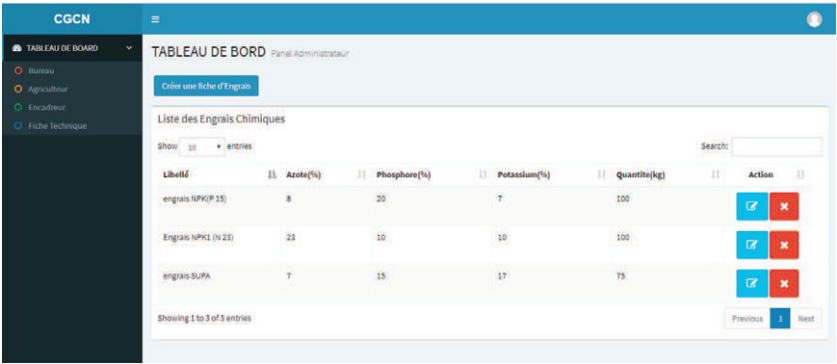


FIGURE 3.1 – Page de gestion des engrais

Pour créer une fiche d’engrais l’administrateur doit remplir le formulaire ci-dessous :

Créer une fiche d'Engrais

Libellé

Azote(%)

Phosphore(%)

Potassium(%)

Quantité(kg)

FIGURE 3.2 – formulaire de création de fiche d’engrais

La figure ci-dessous présente la page de gestion des agriculteurs par l’administrateur. Au niveau de cette page l’administrateur peut créer un agriculteur en cliquant sur le bouton « Créer un Agriculteur ».

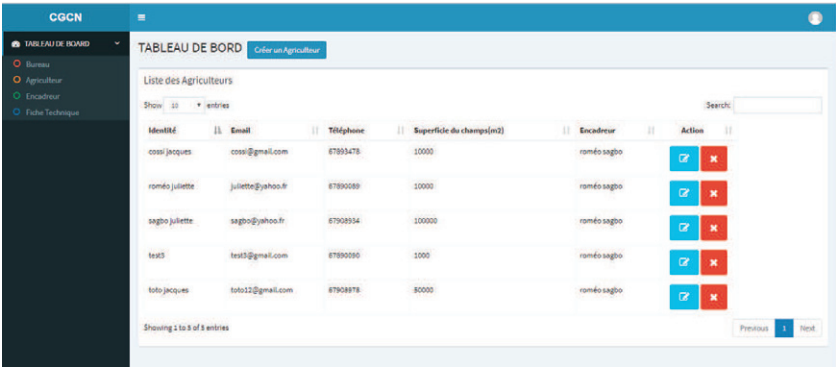


FIGURE 3.3 – Page de gestion des agriculteurs

Pour créer un agriculteur l’administrateur doit remplir le formulaire ci-dessous :

Enregistrer un Agriculteur

Nom

Email

Superficie des Champs

Téléphone

Mot de Passe

Encadreur

Sauvegarder

Close

FIGURE 3.4 – formulaire de création d’un agriculteur

La figure ci-dessous présente la page de gestion des encadreurs. A ce niveau, l’administrateur peut créer un encadreur en cliquant sur le bouton « Créer un Encadreur ».

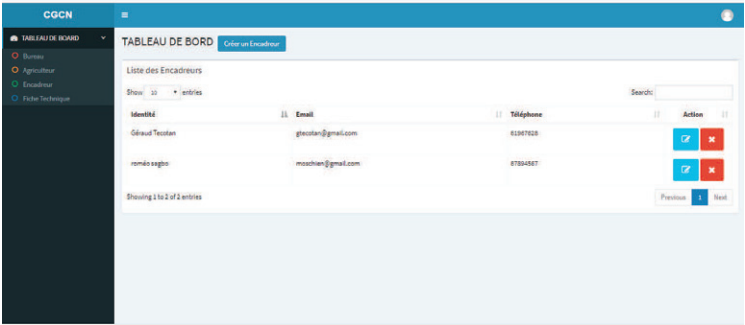


FIGURE 3.5 – Page de gestion des Encadreurs

Pour créer un encadreur, l’administrateur doit remplir le formulaire ci-dessous :

Enregistrer un Encadreur

Nom

Email

Téléphone

Mot de Passe

**Sauvegarder**

Close

FIGURE 3.6 – Formulaire d’enregistrement des encadreurs

La figure ci-dessous présente la page de gestion des fiches phénologiques. A ce niveau l’administrateur peut créer une fiche phénologique

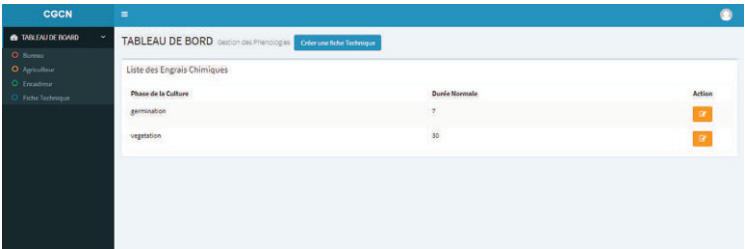


FIGURE 3.7 – Page de gestion des fiches phénologiques

Le formulaire ci-dessous permet de créer une fiche Technique. Il faut noter que l’administrateur ne peut créer deux fiches Techniques.

Créer une fiche Technique

Phase d la culture

Phase de Germination

Durée de la Phase(en jours)

Température(°C)

Température minimale

Température maximale

Humidité(m3)

Humidité minimale

Humidité maximale

Azote(%)

Quantité Miniame

Quantité Maximale

Phosphore(%)

Quantité Miniame

Quantité Maximale

Potassium(%)

Quantité Miniame

Quantité Maximale

Sauvegarder

Close

FIGURE 3.8 – formulaire de création d’une fiche Technique

Panel Encadreur

La figure ci-dessous présente la page de gestion des confirmations des phases des cultures. Pour confirmer une phase de culture, l’encadreur doit cliquer sur le bouton de confirmation de phase de la ligne du DataTables présentant l’agriculteur dont il veut confirmer le début d’une nouvelle phase (germination ou végétation ou floraison ou maturation).

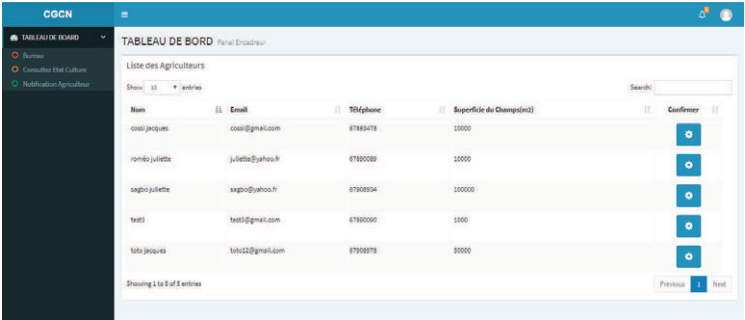


FIGURE 3.9 – Page de gestion des confirmations de phase de culture

La figure ci-dessous présente la page de consultation de l'état de la culture sur une période donnée. Pour une meilleure assistance aux agriculteurs, l'encadreur peut consulter par moment l'état de la culture des agriculteurs dont ils assistent. Pour consulter l'état de la culture d'un agriculteur, il doit remplir le formulaire ci-dessous.

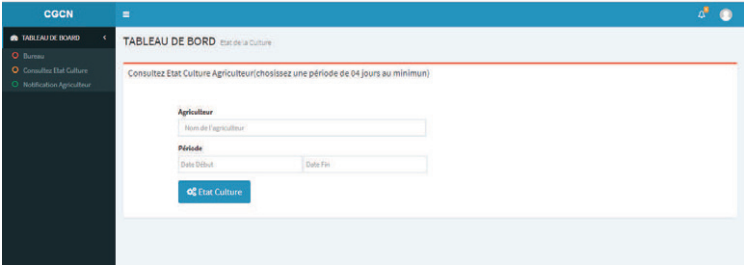


FIGURE 3.10 – consultez état culture

Voici le résultat pour un agriculteur :

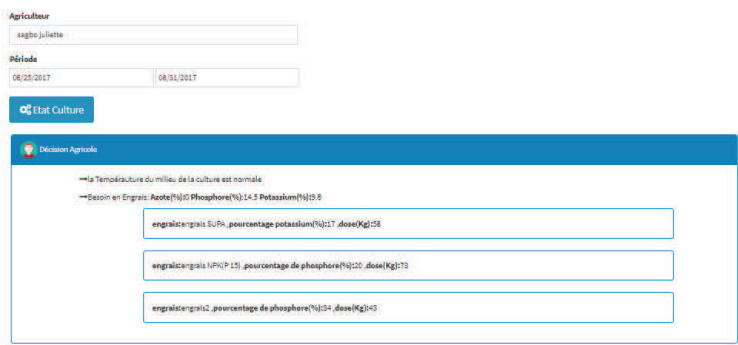


FIGURE 3.11 – exemple de décision agricole

La figure ci-dessous présente un message de notification du système à l’encadreur. Pour confirmer le début d’une nouvelle phase de la culture, l’assistance physique de l’encadreur s’avère indispensable. Ainsi, à la fin de la durée de chaque phase spécifiée au niveau de chaque fiche phénologique, le système notifie à l’encadreur d’aller vérifier la culture d’un agriculteur qui est déjà à la fin d’une durée spécifiée.



FIGURE 3.12 – notification système

### Panel Agriculteur

La figure ci-dessous présente le panel agriculteur. Au niveau du Bureau, l’agriculteur à directement les informations sur la phase actuelle de sa culture, la température et l’humidité moyennes de ses cultures les 07 derniers jours passées .Pour consulter les graphes décrivant l’état de la culture, il va se servir du menu dropdown pour cliquer sur le graphe dont il veut afficher.



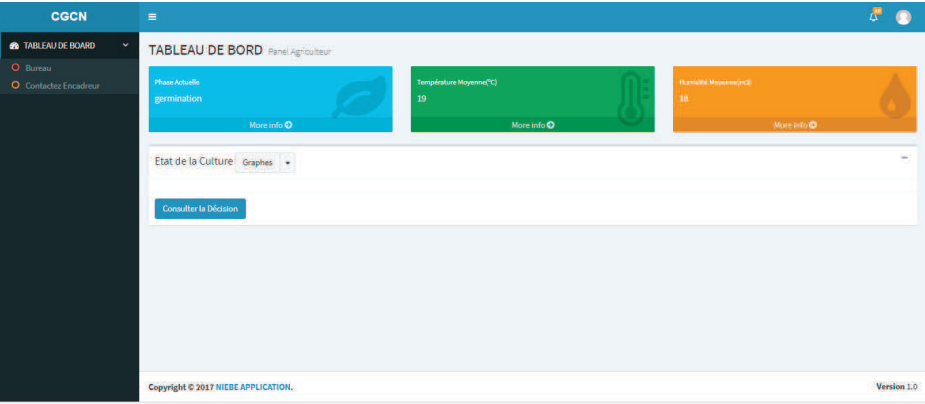


FIGURE 3.13 – page de gestion de la culture

La figure ci-dessous présente le graphe décrivant la variation d’azote du milieu de la culture durant 07 jours.

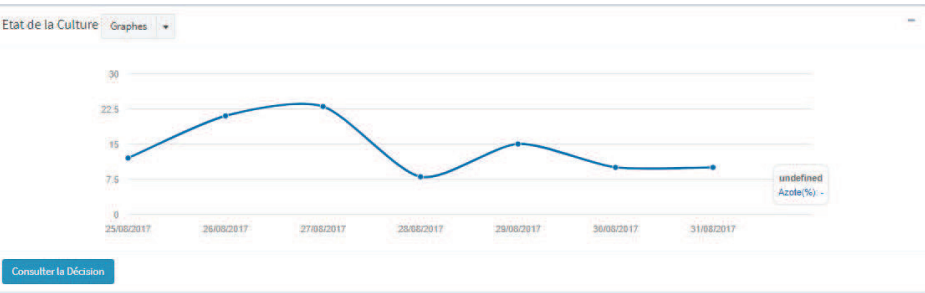



FIGURE 3.14 – Graphe azote

Pour consulter la décision, l’agriculteur clique sur le bouton « Consulter Décision ».La figure ci-dessous présente un résultat de décision :


Décisions Agricole

→ la Température du milieu de la culture est normale  
 → Besoin en Engrais: Azote(%)10 Phosphore(%)14.5 Potassium(%)11

engrais:engrais SUPA ,pourcentage potassium(%)17 ,dose(Kg)65

engrais:engrais NPK(P 15) ,pourcentage de phosphore(%)20 ,dose(Kg)72.5

engrais:engrais2 ,pourcentage de phosphore(%)34 ,dose(Kg)42.647058823529




FIGURE 3.15 – Prise de décision agricole

## Discussions

Notre travail étant de mettre en place un outil d'aide à la décision agricole, dont l'objectif est de promouvoir l'agriculture de précision. Les recherches effectuées nous ont permis de constater l'existence de certaines solutions. Cependant ces dernières ne peuvent pas être mise en place au Bénin à cause du taux très faible de la population qui ont une connaissance acceptable du numérique. Notre solution est un outil indispensable, en ce sens qu'elle met en relation l'agriculteur et l'encadreur pour un meilleur suivi de la culture. Il permet à l'agriculteur de prendre connaissance du monde numérique et plus précisément de l'E-agriculture (qui consiste à mettre les services des Nouvelles Technologies de l'Information au développement de l'agriculture), de communiquer avec la plateforme et d'avoir une meilleure assistance agricole. La présence des diverses capteurs qui sont installés dans les champs, nous permet d'avoir une précision sur les besoins de la culture en temps réel, ce qui faire de notre application un outil très fiable à la prise de décision agricole.

Après avoir effectués les différents tests, nous avons constatés que notre application présente une insuffisance capital. Il s'agit :

- De la présence d'un encadreur qui est indispensable pour la confirmation de début d'une nouvelle phase ;

# Conclusion

Les agriculteurs de tous les pays font aujourd'hui face à un double défi : améliorer la productivité et la rentabilité des cultures tout en préservant les ressources. Pour cela, nous avons présenté tout long de ce travail, certaines possibilités pour résoudre quelques problèmes récurrents que rencontrent les agriculteurs pendant la saison culturale. Comme l'apport d'engrais à la culture et de l'eau de façon précise et en temps réel. La solution actuelle permettra aux agriculteurs d'avoir une assistance agricole en temps réel pour une meilleure gestion de leur culture (cas de la culture du niébé) et de réduire les menaces des variations climatiques sur les cultures agricoles. Les tests de simulation des données dans notre système se sont basés sur un fichier excel de collecte des données servant de cas d'utilisation pour tourner le système. Nous pensons nous engager beaucoup plus, afin de développer d'autres modules complémentaires comme l'alerte par SMS, par Email et la transcription d'information par messages vocaux dans différentes langues.

## Bilan et Perspectives

La solution actuelle est le fruit de plusieurs mois de recherche dans les centres agricoles de l'IITA (International Institute of Tropical Agriculture) et du Centre Agricole Régionaux pour le Développement Rural (CARDER) de TORI. Au cours de ces recherches, nous nous sommes confrontés à plusieurs problèmes de manque d'information utile pour l'implémentation de la solution, ce qui s'explique par l'absence d'un politique de recherche avancées dans le domaine agricole pour permettre le développement du E-agriculture. La solution que nous avons proposé réponds aux besoins énoncé, mais ne pourra pas être utilisé pour le moment par la totalité des agriculteurs du niébé, à cause du taux très faible d'alphabétisation et de numérisation de ces derniers. Il sera donc préférable dans les jours à venir d'ajouter un module de transcription d'information par message vocaux dans les différentes langues locales du pays et d'un système de SMS pour permettre aux non instruits de bénéficier aussi des avantages de la plateforme. La mise en place d'un politique d'acquisition des différents capteurs qui seront utilisés par le système à moindre coût permettra de convaincre bon nombre d'agriculteur à adhérer à notre plateforme. Pour rendre toujours fiable, les décisions agricoles proposées par le système pour une meilleure assistance aux agriculteurs, il faudra que les différentes laboratoires des centres de recherches agricoles s'investir profondément dans les recherches de l'évolution des phénologies des cultures au Bénin.

# Bibliographie

- [1] James Rumbaugh, Ivar Jacobson, Grady Booch, Juillet 2004 : *The Unified Modeling Language Reference Manual Second Edition*, Published by Addison-Wesley, 742 p.
- [2] CIRAD, de BDPA-SCETAGRI, l'ORSTOM et GRET, *Mémento de l'agronome*, Published by CIRAD-GRET, 871 p.

# Webographie

- [3] <http://www.memoireonline.com> ,consulté le 10 avril 2017
- [4] <http://www.m.elewa.org/JABS/2014/79/2.pdf>, consulté le 15 avril 2017
- [5] [http://fr.agriwiki.org/index.php/Haricot\\_niébé](http://fr.agriwiki.org/index.php/Haricot_niébé)  
consulté le 10 Mai 2017
- [6] <https://couleur-science.eu>  
consulté le 11 Mai 2017
- [7] <http://hortidact.eklablog.com/calculer-la-bonne-dose-d-engrais-p829016>  
consulté le 15 Mai 2017
- [8] [http://www.canna.fr/mesurer\\_niveaux\\_dazote\\_de\\_phosphore\\_de\\_potassium\\_npk](http://www.canna.fr/mesurer_niveaux_dazote_de_phosphore_de_potassium_npk)  
consulté le 15 Mai 2017
- [9] <https://www.supinfo.com/articles/single/3343-presentation-framework-php-laravel>  
consulté le 10 Août 2017
- [10] <http://www.commentcamarche.net/contents/104-bases-de-donnees-introduction>  
consulté le 13 Août 2017
- [11] <https://blog.talanlabs.com/etude-comparative-bdd-relationnelle-versus-nosql>  
consulté le 13 Août 2017
- [12] <http://www.supinfo.com/articles/single/1483-base-donnees-nosql>  
consulté le 14 Août 2017
- [13] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme\\_des\\_cas\\_d'utilisation](https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme_des_cas_d'utilisation)  
consulté le 17 Août 2017
- [14] <http://www.smart-fertilizer.com/articles/fertilizer-calculator>  
consulté le 15 Août 2017
- [15] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme\\_de\\_séquence](https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme_de_séquence)  
consulté 12 septembre 2017

---







**More  
Books!**



yes

Oui, je veux morebooks!

**I want morebooks!**

Buy your books fast and straightforward online - at one of the world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at

**[www.get-morebooks.com](http://www.get-morebooks.com)**

Achetez vos livres en ligne, vite et bien, sur l'une des librairies en ligne les plus performantes au monde!

En protégeant nos ressources et notre environnement grâce à l'impression à la demande.

La librairie en ligne pour acheter plus vite

**[www.morebooks.fr](http://www.morebooks.fr)**

OmniScriptum Marketing DEU GmbH  
Bahnhofstr. 28  
D - 66111 Saarbrücken  
Telefax: +49 681 93 81 567-9

[info@omniscrptum.com](mailto:info@omniscrptum.com)  
[www.omniscrptum.com](http://www.omniscrptum.com)

OMNIScriptum







