

UNIVERSITÉ DE LA RÉUNION  
UFR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

RAPPORT DE STAGE DE MASTER 2 INFORMATIQUE

---

Développement d'un système de gestion et de  
visualisation des variables agronomiques

---

*Auteur :*

Julien HOARAU

*n° étudiant : 36000582*

*Encadrant :*

Sandrine AUZOUX

Mathias CHRISTINA

*Responsable de stage UFR Sciences et Technologies :*

Rémy COURDIER

Période du stage : Du 18 janvier 2021 au 18 juillet 2021



*Rien de grand ne s'est accompli dans le monde sans passion.*

~

Georg Wilhelm Friedrich Hegel

# Remerciement

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidé à la rédaction de ce rapport.

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à mon professeur, Monsieur Rémy Courdier de l'Université de La Réunion qui, par ses conseils m'a aidé dans la recherche de mon stage.

Je tiens à remercier vivement mes tuteurs de stage, chercheurs au Cirad, Madame Sandrine AUZOUX, informaticienne, et Monsieur Mathias CHRISTINA, agronome modélisateur, pour leur accueil, le temps passé ensemble et le partage de leur expertise au quotidien. Grâce à leur confiance j'ai pu m'investir totalement dans mes missions. Ils furent d'une aide précieuse dans les moments les plus délicats.

Je remercie également tous les chercheurs des unités de recherche AIDA, BIOWEB et Recyclage et risque, pour leur accueil chaleureux, leur esprit d'équipe et en particulier Monsieur Jean-Christophe SOULIE, qui m'a aidé sur la partie informatique.

Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont conseillé et relu lors de la rédaction de ce rapport de stage : Mme Katheryn DIBLAR, assistante UR AIDA.

## Resumé

AEGIS est un projet développé par le Cirad, ayant pour ambition de soutenir l'agriculture numérique et de favoriser la transition vers l'agro-écologie.

AEGIS est un système d'information qui permet aux agronomes de visualiser et d'enregistrer des données issues de dispositifs expérimentaux. Ces données sont caractérisées par des variables expérimentales agronomiques. Elles représentent des propriétés biophysiques (caractéristique de la plante) et des propriétés environnementales (température, analyse du sol, humidité relative, etc...).

Le travail consistait à améliorer le système de gestion et de visualisation des variables agronomiques de manière à produire et extraire des jeux de données normalisés et structurés pour faciliter l'analyse et la modélisation. L'intérêt était d'aller vers un protocole harmonisé de gestion des données dans AEGIS en ajoutant des fonctionnalités d'ajout, de visualisation et d'extraction des variables agronomiques. Les variables créées par les utilisateurs sont vérifiées et validées par des experts du domaine. Ainsi, les données décrites par ces variables seront facilement comprises et exploitables par les agronomes.

### **Mots-clés :**

AEGIS, data-visualisation, D3.js, base de données, vocabulaire contrôlé, métadonnées, CodeIgniter, développement web.

## Abstract

AEGIS is a project supported by CIRAD, whose objective is to promote the transition to agro-ecology.

AEGIS is an information system that allows agronomists to visualize and record data from experimental devices. These data are characterized by agronomic experimental variables. They represent biophysical properties (plant characteristics) and environmental properties (temperature, soil analysis, relative humidity, etc.).

The work consisted in improving the management and visualization system of the agronomic variables in order to produce and extract standardized and structured datasets to facilitate analysis and modeling. The interest was to move towards a harmonized data management protocol in AEGIS by adding functionalities for adding, viewing and extracting agronomic variables.

The variables created by the users are verified and validated by experts. Thus, the data described by these variables will be easily understood and exploitable by agronomists.

### **Keywords :**

AEGIS, datavisualization, D3.js, database, controlled vocabulary, metadata, CodeIgniter, web development.

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1.1	Présentation de l'organisme d'accueil . . . . .	1
1.2	Présentation et architecture AEGIS . . . . .	2
1.3	Objectif du stage . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Environnement du stage</b>	<b>2</b>
2.1	Environnement AEGIS . . . . .	2
2.2	Outils de développement . . . . .	3
2.3	Forge logicielle . . . . .	4
2.4	Outils collaboratif de gestion de projet . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Les travaux réalisés</b>	<b>6</b>
3.1	Visualisation du dictionnaire . . . . .	6
3.1.1	Data-visualisations des variables . . . . .	7
3.2	Présence des doublons, synonymes et homonymes . . . . .	8
3.3	Solution proposée : Les variables usuelles . . . . .	9
3.4	La saisie des variables . . . . .	11
3.5	La validation des variables . . . . .	14
3.6	Le dictionnaire des variables modèles . . . . .	16
3.6.1	L'arborescence . . . . .	16
<b>4</b>	<b>Autres travaux</b>	<b>17</b>
4.1	Le serveur . . . . .	17
4.2	La migration . . . . .	17
4.2.1	Amélioration des filtres . . . . .	17
<b>5</b>	<b>Les perspectives</b>	<b>19</b>

5.1	La validation . . . . .	19
5.2	La variable . . . . .	19
5.3	L'insertion et l'exportation des variables . . . . .	20
5.4	La simulation . . . . .	20
<b>6</b>	<b>Conclusion</b>	<b>22</b>

## Table des figures

1	Schéma modèle-vue-contrôleur . . . . .	3
2	Interface pgAdmin . . . . .	4
3	GitLab SouthGreen . . . . .	5
4	Trello AEGIS . . . . .	5
5	Schéma relationnel de la table variable . . . . .	6
6	Data-visualisation des variables communes sous forme d'arbre . . . . .	7
7	Data-visualisation : SunBurst . . . . .	8
8	Exemple de variable synonyme . . . . .	8
9	Data-visualisation : les liens entres les variables chercheurs et les variables usuelles chercheurs . . . . .	9
10	Schéma de la structure des variables . . . . .	10
11	Le fil d'Ariane de la saisie . . . . .	11
12	Saisie de la variable . . . . .	11
13	Sélection d'un trait : La suggestion . . . . .	12
14	Récapitulatif de la saisie . . . . .	13
15	Logigramme sur le fonctionnement de la saisie . . . . .	13
16	Liste des nouvelles variables dans une file d'attente . . . . .	14
17	Fenêtre de modification de la variable . . . . .	15
18	Fenêtre de modification du trait de la variable . . . . .	15
19	Table des variables modèles . . . . .	16
20	Data-visualisation des modèles sous forme d'arbre . . . . .	16
21	Fonction php : qui retourne les facteurs selon l'année et le projet . . . . .	18
22	Filtre actif et son résultat de la page visualisation . . . . .	18
23	Table des variables : Échelle de mesure différente lors de l'association . . . . .	19
24	Requête SQL, Affiche les variables usuelles avec leur nombre distinct d'unité . . . . .	20
25	Schéma relationnel : jointure des projets avec les variables . . . . .	21

26	Capture d'écran de la page dictionnaire des variables . . . . .	24
27	Data-visualisation : arbre . . . . .	25
28	La visualisation des données avec le filtre activé . . . . .	26
29	Le catalogue des variables avec le filtre activé . . . . .	27
30	Message d'erreur sur la saisie des variables (sélection d'un trait) . . . . .	28

# 1 Introduction

Mon stage de fin d'étude a été réalisé au sein du Cirad (Centre International de Recherche en Agronomie pour le Développement), dans l'unité de recherche AIDA (Agroécologie et Intensification Durable des cultures Annuelles), sur le site de La Bretagne, du 18 janvier au 18 juillet 2021.

L'agro-écologie est une façon de concevoir des systèmes de production qui s'appuie sur les fonctionnalités des éco-systèmes. L'agro-écologie vise à donner une perspective ambitieuse à notre agriculture en engageant la transition vers de nouveaux systèmes de production performants dans toute leur dimension : économique, environnemental et sociale.

Pour concevoir des éco-systèmes performants, les chercheurs-agronome réalisent des essais agronomiques sur leurs parcelles. Ils mesurent les propriétés environnementales comme la composition du sol, l'humidité, l'intensité de lumière, pluviométrie, mais ils analysent aussi les propriétés expérimentales comme par exemple les traits de morphologies, les traits agronomiques, les traits de qualité de biomasse etc ...

Ces mesures sont enregistrées dans des variables agronomiques afin d'être analysées, harmonisée et converties pour pouvoir les extraire et les réutiliser par d'autres chercheurs. Ces données peuvent être utilisées pour construire un modèle de culture, ou peuvent être comparées avec des prédictions d'autres de modèles de culture.

## 1.1 Présentation de l'organisme d'accueil

Le Cirad est l'organisme français de recherche agronomique et de coopération internationale pour le développement durable des régions tropicales et méditerranéennes. Avec ses partenaires, le Cirad co-construit des connaissances et des solutions pour inventer des agricultures résilientes dans un monde plus durable et solidaire. Il mobilise la science, l'innovation et la formation afin d'atteindre les objectifs de développement durable. Il met son expertise au service de tous les acteurs du territoire, des producteurs aux politiques publiques, pour favoriser la protection de la biodiversité, les transitions agroécologiques, la durabilité des systèmes alimentaires durables, la santé (des plantes, des animaux et des écosystèmes), le développement durable des territoires ruraux et leur résilience face au changement climatique. L'unité de recherche AIDA se positionne sur l'intensification et la durabilité de la production des cultures annuelles en milieu tropical.

## 1.2 Présentation et architecture AEGIS

AEGIS (Agro-Ecological Global Information System) [1] est un projet porté par le Cirad visant à fournir un système d'information global dans le domaine de l'agro-écologie qui permet de capitaliser des données à différentes échelles spatiales et temporelles, à partir de différents plans et protocoles d'expérience, et dans différents contextes (agronomique, écologique, sociologique et économique). Un dictionnaire des variables utilisant un vocabulaire contrôlé a été développé pour harmoniser, assurer l'intégrité et la qualité des données et faciliter ainsi l'acquisition, l'analyse et le partage des données qui proviennent de divers agroécosystèmes.

## 1.3 Objectif du stage

AEGIS a pour objectif de fournir des jeux de données standardisés, harmonisés et structurés pour faciliter la simulation de modèles de cultures. Il intègre des outils de visualisation pour faciliter l'interprétation des données et pour mettre en évidence des indicateurs, des modèles et des corrélations inaccessibles à partir de données brutes. Malgré l'utilisation d'un vocabulaire contrôlé, les données stockées dans AEGIS présentent une faible normalisation, ce qui les rend difficile à analyser et modéliser.

Le but du stage est donc d'enrichir le dictionnaire de variables des données AEGIS et de développer des nouvelles fonctionnalités, d'ajout, de modification, d'extraction et de visualisation des variables agronomiques. Par la suite, le système devra être capable de fournir des variables issues d'un essai agronomique pour un modèle de culture donné afin de lancer une simulation.

# 2 Environnement du stage

## 2.1 Environnement AEGIS

Le système d'information AEGIS est développé avec CodeIgniter[3], un framework libre écrit en PHP<sup>1</sup>. CodeIgniter s'appuie sur le motif d'architecture modèle-vue-contrôleur (MVC) [5]. Le motif est composé de trois types de modules ayant trois responsabilités différentes : les modèles, les vues et les contrôleurs.

- Un modèle (Model) contient les données à afficher.
- Une vue (View) contient la présentation de l'interface graphique.
- Un contrôleur (Controller) contient la logique concernant les actions effectuées.

Le motif MVC a été créé dans le but de mettre en œuvre des interfaces utilisateur [6].

---

1. Hypertext Preprocessor, plus connu sous son sigle PHP, est un langage de programmation libre, principalement utilisé pour produire des pages Web dynamiques via un serveur HTTP selon wikipédia.

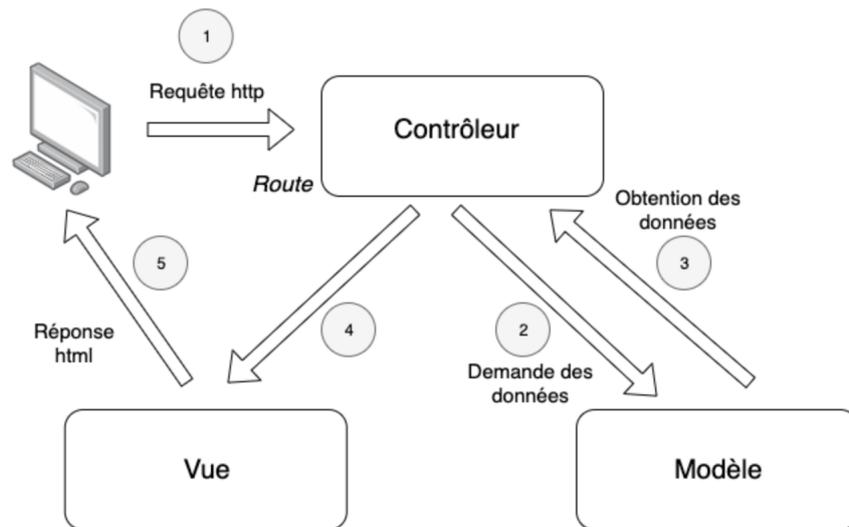


FIGURE 1 – Schéma modèle-vue-contrôleur

Le style du site s'appuie principalement sur la version 3 de Bootstrap<sup>2</sup> [4], un framework qui permet de styliser des objets HTML comme les boutons, les sélecteurs, des icônes et qui rajoute des effets graphiques.

La base de données du site est gérée par le système de gestion de base de données PostgreSQL [7], qui est un système de gestion de base de données relationnelle et objet. Il a l'avantage d'être multi-plateformes et fonctionne sur Mac OS X, Linux, Windows.

## 2.2 Outils de développement

Sur mon ordinateur, j'ai installé XAMPP [12], une suite de logiciels libres permettant de monter un serveur apache en local, un serveur de base de données et le langage de programmation PHP.

Pour développer l'application web, j'ai utilisé VisualStudio Code, un éditeur de code extensible développé par Microsoft pour Windows, Linux et macOS. Les fonctionnalités incluent la prise en charge du débogage, la mise en évidence de la syntaxe, la complétion intelligente du code, les snippets, la refactorisation du code et git<sup>3</sup> intégré.

Pour créer mes requêtes SQL et pour visualiser la base de données, j'ai utilisé pgAdmin (figure 2), une plate-forme d'administration et de développement pour la base de données PostgreSQL [7], conçue pour répondre aux besoins de tous les utilisateurs, depuis l'écriture de requêtes simples jusqu'au développement de bases de données complexes.

2. Bootstrap est une collection d'outils utiles à la création du design de sites et d'applications web. C'est un ensemble qui contient des codes HTML et CSS, des formulaires, boutons, outils de navigation et autres éléments interactifs, ainsi que des extensions JavaScript en option.

3. Git est un logiciel de gestion de versions décentralisé.

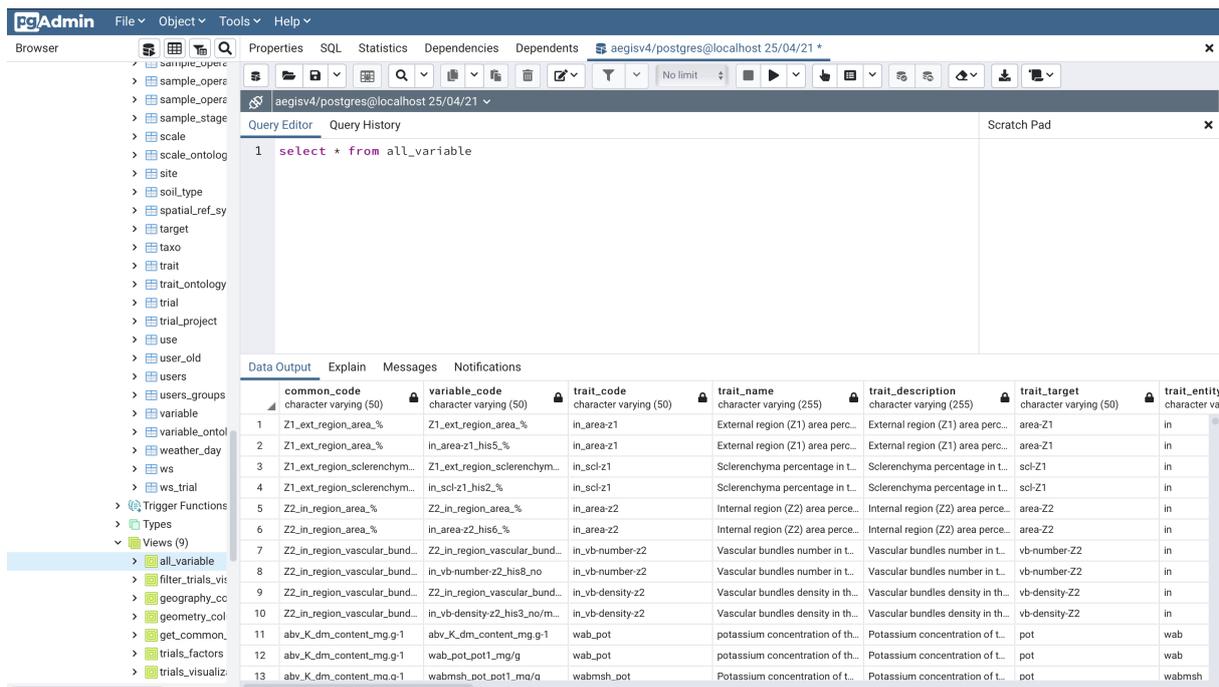


FIGURE 2 – Interface pgAdmin

J'ai utilisé « SQL Power Architect », un outil qui m'a permis de visualiser le schéma relationnel de la base de données AEGIS.

Pour le déploiement et la mise en place du serveur sur le réseau local du Cirad, nous avons utilisé l'outil Git bash<sup>4</sup>. Cet outil nous permettait de configurer le serveur (Sous GNU/Linux) car l'ordinateur utilisé était sous le système d'exploitation Windows (Version 7).

## 2.3 Forge logicielle

J'ai installé git et j'ai rejoint le gitLab du Cirad avec les identifiants de connexion qui m'ont été attribués. Pour télécharger le code source du site, j'ai utilisé un terminal<sup>5</sup> sur lequel git est installé. Ainsi, la modification et le partage du code ont été réalisés sur le gitLab du Cirad. Une branche a été créée lorsqu'il y avait un ajout ou une modification majeur du site (figure 4). Cela m'a permis de naviguer entre les versions précédentes et suivantes du site. Lorsqu'une version majeure du site était finalisée, elle était fusionnée avec la branche principale appelée « master ».

De plus, pour importer le site sur le serveur interne du Cirad, j'ai installé git sur le serveur puis de faire les configurations nécessaires afin de mettre à jour le site.

4. Git est un ensemble d'utilitaires de ligne de commande conçus pour s'exécuter dans un environnement de ligne de commande du type Unix. Les systèmes d'exploitation modernes comme Linux et macOS comprennent tous deux des terminaux de ligne de commande Unix intégrés.

5. Une interface en ligne de commande dans laquelle la communication entre l'utilisateur et l'ordinateur s'effectue en mode texte

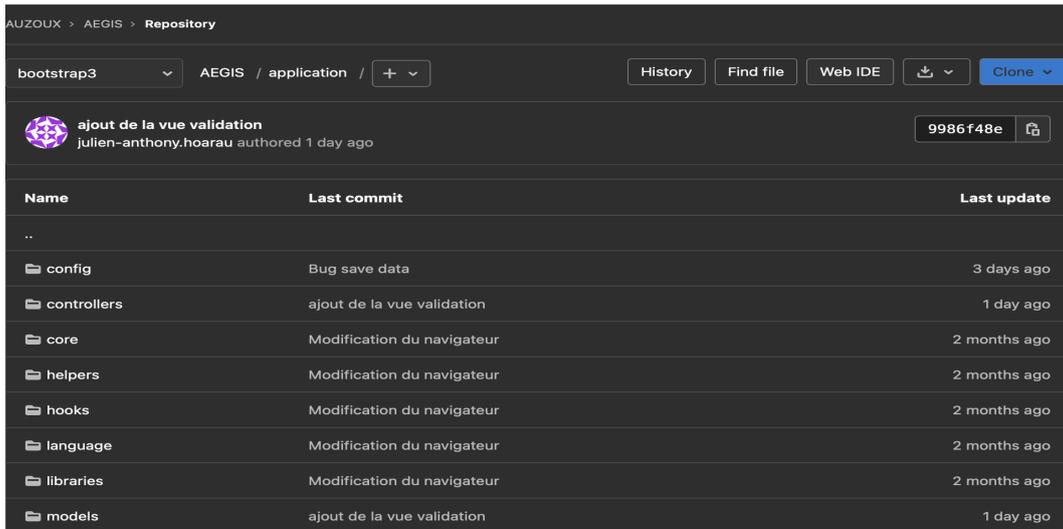


FIGURE 3 – GitLab SouthGreen

## 2.4 Outils collaboratif de gestion de projet

Trello est une application web utilisée par l'équipe projet pour pouvoir travailler en équipe et suivre la progression du développement informatique d'AEGIS. Plusieurs listes de tâches ont été définies : les tâches à effectuer, les tâches en cours et les tâches finalisées. Chaque tâche est associée à des mises à jour de la base de données, ou le développement de l'interface web ou l'intégration de nouvelles fonctionnalités dans AEGIS. Des sous-tâches peuvent être définies sous forme de checklists. Lors de la validation d'une tâche dans une des listes, une notification était envoyée à tous les membres du projet. Lors des tests, si je trouvais un bug, je le signalais dans une liste dédiée. L'avantage de cet outil est de pouvoir suivre l'état d'avancement du projet en temps réel et d'interagir avec les autres membres du projet.

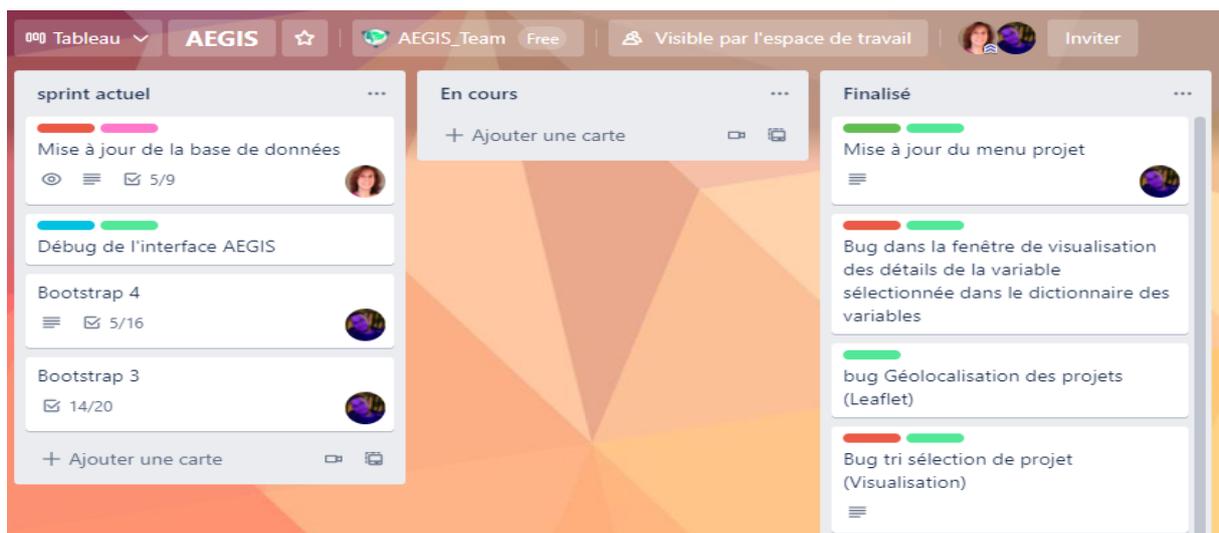


FIGURE 4 – Trello AEGIS

## 3 Les travaux réalisés

### 3.1 Visualisation du dictionnaire

Dans la base de données AEGIS, le dictionnaire de variable est défini par un ensemble de 6 tables (fig 5)

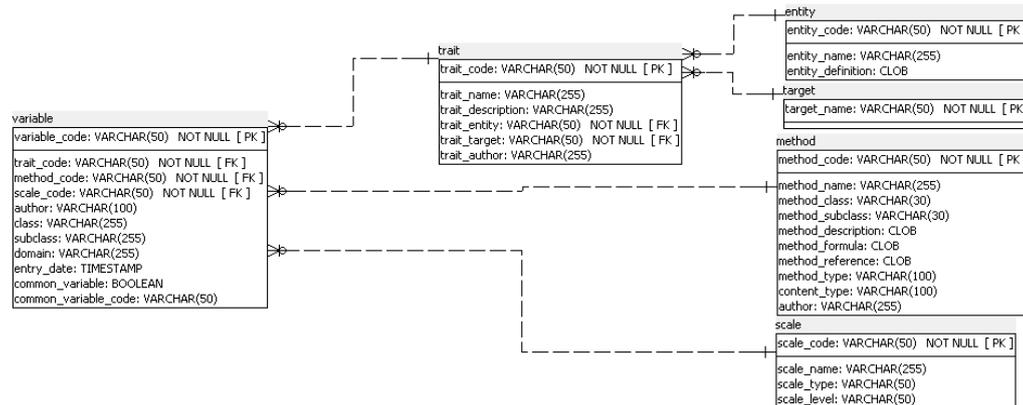


FIGURE 5 – Schéma relationnel de la table variable

La table « variable » est la table principale qui permet de caractériser une variable. Elle contient les attributs :

- « variable\_code » (clé primaire)
- « class », « subclass », « domain » permettent de classer les variables en sous-ensembles (représentation sous forme d'arbre)
- « entry\_date », c'est la date à laquelle la variable a été créée
- « common\_variable » et « common\_variable\_code » sont des attributs qui permettent d'associer chaque variable créée par une variable usuelle issue d'un vocabulaire contrôlé.

Une variable est composée d'un trait, d'une méthode et d'une unité de mesure. Un trait est une caractéristique spécifique d'un organisme. Les traits peuvent être déterminés par les gènes ou l'environnement, ou plus couramment par des interactions entre eux. La méthode définit comment est mesurée la variable.

Ainsi, dans la table « variable », on trouve les clés étrangères des tables « trait », « method » et « scale ».

### 3.1.1 Data-visualisations des variables

Pour classifier les variables en fonction de la classe, la sous-classe, le domaine, et l'entité, nous avons choisi de créer une data-visualisation sous forme d'arbre (figure 6). Elle a pour but de faciliter la recherche d'une variable spécifique en se déplaçant dans l'arbre et d'avoir une vue filtrée des variables sélectionnées.

Cet arbre a été créé avec la bibliothèque d3js [2], qui a la particularité de se replier. En effet, l'arbre se replie et se déploie lors des clics sur ses nœuds (parent).

Pour construire cet arbre, les données en entrée devaient avoir une relation hiérarchique entre elles et dans un format JSON<sup>6</sup>.

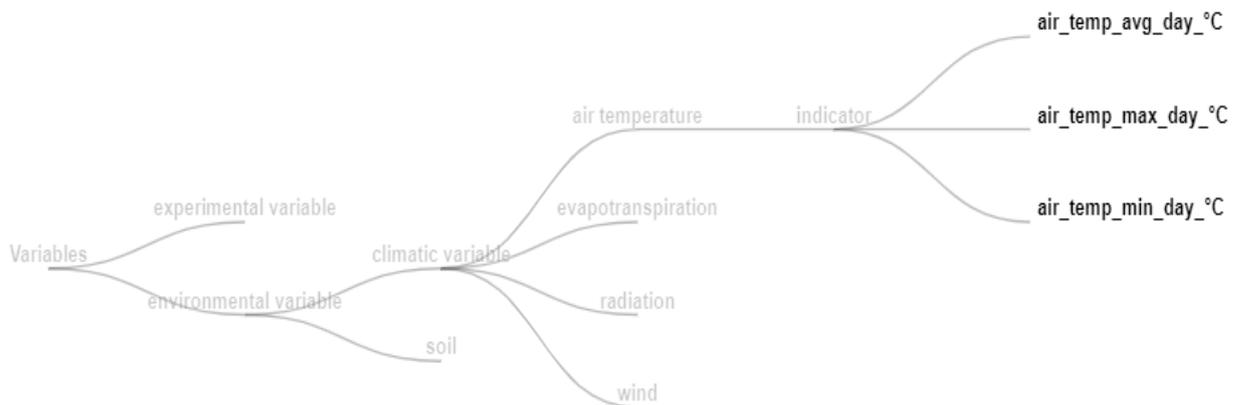


FIGURE 6 – Data-visualisation des variables communes sous forme d'arbre

J'ai dû créer une fonction en JavaScript(JS) qui utilise des requêtes afin d'avoir l'ensemble des attributs distincts pour pouvoir construire l'objet JSON.

---

6. JavaScript Object Notation (JSON) est un format de données textuelles dérivé de la notation des objets du langage JavaScript. Il permet de représenter de l'information structurée comme le permet XML par exemple

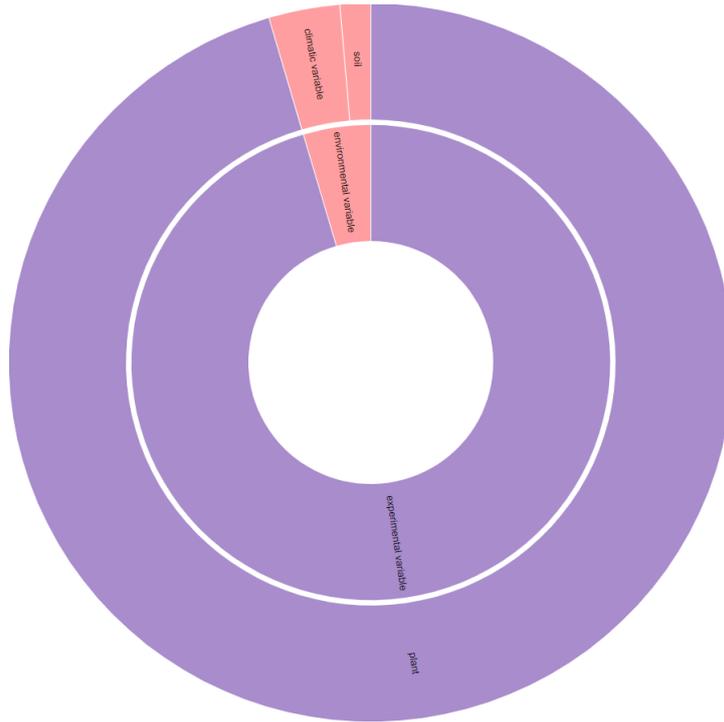


FIGURE 7 – Data-visualisation : SunBurst

J’ai proposé une deuxième data-visualisation sous forme de cercle (SunBurst) qui utilise le même type donné que l’arbre pliant. Cela donne un autre angle de vue des données qui peut être plus simple à utiliser suivant les besoins des utilisateurs.

### 3.2 Présence des doublons, synonymes et homonymes

Lorsque la data-visualisation sous forme d’arbre a été finalisée, nous avons remarqué qu’il y avait énormément de variables à afficher ce qui provoqua une réelle difficulté à sélectionner une variable ou même de voir son ensemble.

En analysant la liste des variables, nous avons remarqué que la plupart contenaient des doublons, et présentaient des synonymes ou des homonymes (figure 8). Donc, il fut nécessaire d’harmoniser et de standardiser les variables afin de pouvoir, par la suite, mieux les classer et les utiliser.

variable_code	trait_code	trait_name	trait_description
character varying (50)	character varying (50)	character varying (255)	character varying (255)
abv_cellulose_dm_content_%	wab_cell	cellulose concentration of the ...	cellulose concentration of the WAB
wab_cell_cell3-dm_%	wab_cell	cellulose concentration of the ...	cellulose concentration of the WAB
wab_cell_cell4-dm_%	wab_cell	cellulose concentration of the ...	cellulose concentration of the WAB
wab_cell_cell5-ndf_%	wab_cell	cellulose concentration of the ...	cellulose concentration of the WAB
wab_cell_cell6-ndf_%	wab_cell	cellulose concentration of the ...	cellulose concentration of the WAB

FIGURE 8 – Exemple de variable synonyme



Le figure 10 ci-dessous, donne une vue d'ensemble du nouveau dictionnaire de variables qui présente un système de relations à mettre en œuvre entre les variables expérimentales définies par les chercheurs et les variables d'entrée et de sorties des modèles de cultures.

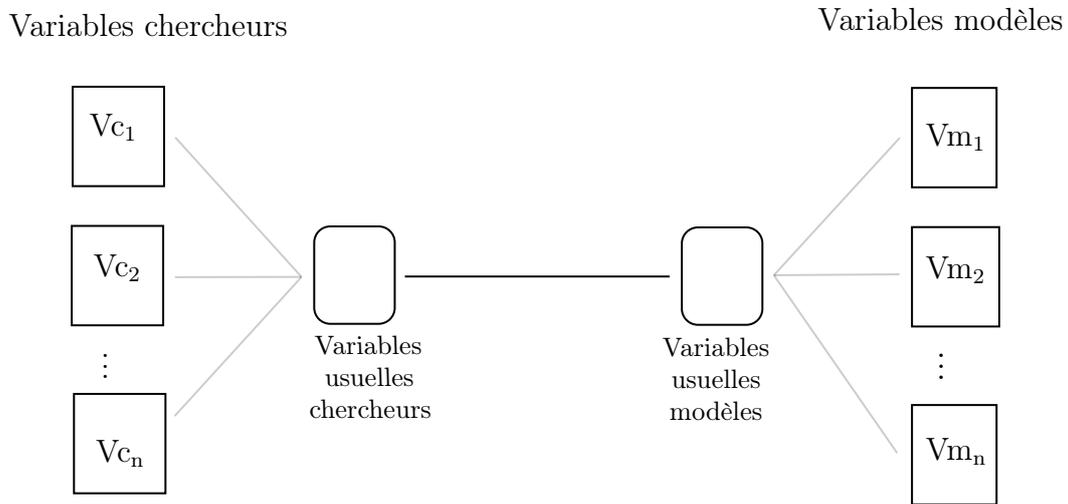


FIGURE 10 – Schéma de la structure des variables

Le schéma présente un ensemble de variables usuelles sur lesquelles pointent les variables des chercheurs qui sont synonymes et un autre ensemble de variables usuelles définies qui est relié aux variables synonymes d'entrée et sorties des modèles de culture. Cet ensemble de variables usuelles des modèles permet de faire les liens entre les variables des différents modèles permettant ainsi de lancer une même simulation sur plusieurs modèles simultanément.

Pour associer les variables chercheurs aux variables usuelles et les variables usuelles des modèles, nous avons modifié les tables "variables" et "variables des modèles" de la base de données d'AEgis. En effet, nous avons ajouté les colonnes :

- « common\_variable » ou « common\_variable\_modele » détermine si la variable est une variable usuelle.
- « common\_variable\_code » ou « common\_variable\_modele\_code » détermine le code de la variable usuelle auquel la variable chercheur ou la variable du modèle est liée.

### 3.4 La saisie des variables

Pour enregistrer les variables dans le dictionnaire, AEGIS contient une page « Saisie » qui permet de créer une variable et ses composantes. Après une analyse fine de la procédure de collecte des données, nous avons amélioré la page de saisie afin d'éviter certaines erreurs (figure 15). En effet, cette dernière ne prenait pas en compte les abandons lors de la création des composantes de la variable. Effectivement, le formulaire ajoutait dans la base de données, les composantes au fur et à mesure avant qu'on ne lance la création de la variable.

La page a été modifiée au niveau front-end<sup>7</sup> et back-end<sup>8</sup>.

Au niveau du front-end, nous avons décidé de scinder la page en plusieurs parties afin de séparer la sélection ou la création des composants de la variable. De plus, le fait de diviser le formulaire en plusieurs parties, nous a permis de mieux gérer et les messages d'erreurs. La division du formulaire nécessite une page qui récapitule les éléments sélectionnés (figure 14) et un fil d'Ariane, un élément graphique qui aide à la navigation et à la localisation (figure 11).

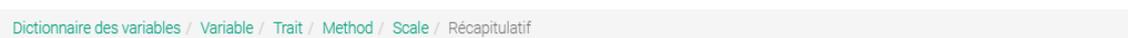


FIGURE 11 – Le fil d'Ariane de la saisie

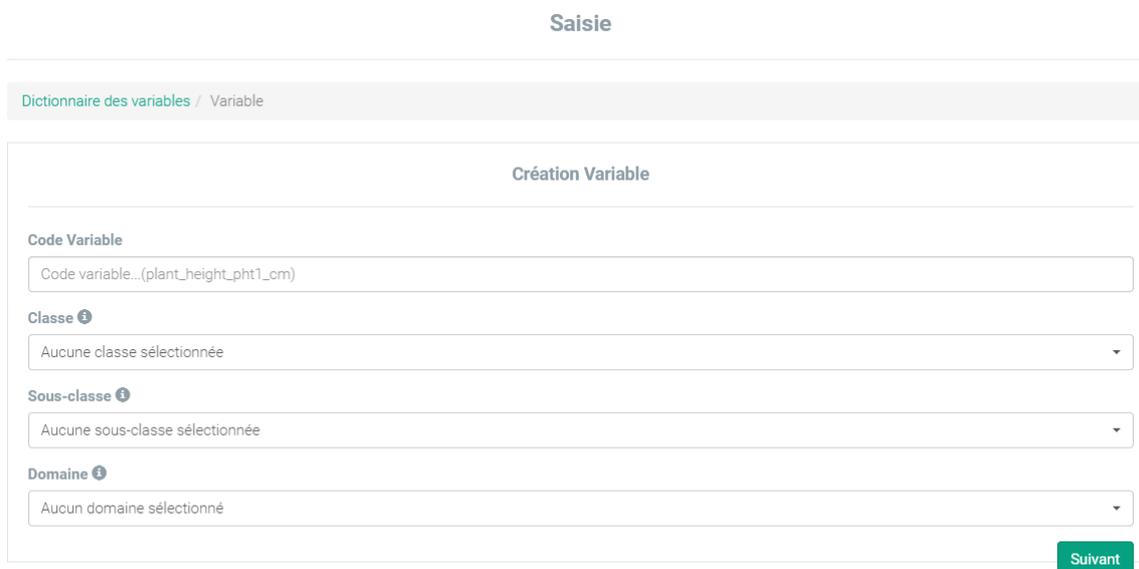


FIGURE 12 – Saisie de la variable

7. Le développement web frontal correspond aux productions HTML, CSS et JavaScript d'une page internet ou d'une application qu'un utilisateur peut voir.

8. un back-end est un terme désignant un étage de sortie d'un logiciel devant produire un résultat.

Au niveau du back-end, afin de pallier les erreurs humaines, nous avons décidé d'accompagner l'utilisateur dans la création de sa variable tout en lui laissant une certaine liberté.

Dans un premier temps, nous avons mis en place des sélections avec une dépendance fonctionnelle. Ces sélections permettent de sélectionner ou de créer une classe, une sous-classe, et un domaine. Elles sont dépendantes les unes des autres car elles modifient les éléments des autres sélections pour que les éléments affichés soient cohérents. Comme pour la data-visualisation sous forme d'arbre (figure 6), les sélections sous-classe et domaine vont afficher les éléments en fonction de la classe sélectionnée.

Dans un second temps, avec les informations recueillies (la classe, la sous classe, le domaine), nous avons créé une fonction qui suggère des composantes de variable. Cette fonction récupère un ensemble de variables vérifiées et validées par des agronomes qui ont en commun la classe, la sous-classe et le domaine. Ensuite, avec cette liste de variables, la fonction retourne les composantes de cet ensemble (figure 13).

Pour gérer le cas, où la composante recherchée n'est pas dans le groupe des composantes suggérées, nous avons alors ajouté dans la sélection, un groupe qui répertorie toutes les composantes de la section.

Enfin, pour gérer le cas où l'utilisateur décide d'abandonner la saisie, on a déplacé les requêtes de création des composantes à la fin du traitement, sur la partie « Récapitulatif » afin d'être sûr que les composantes créées sont liées à une variable (figure 14).

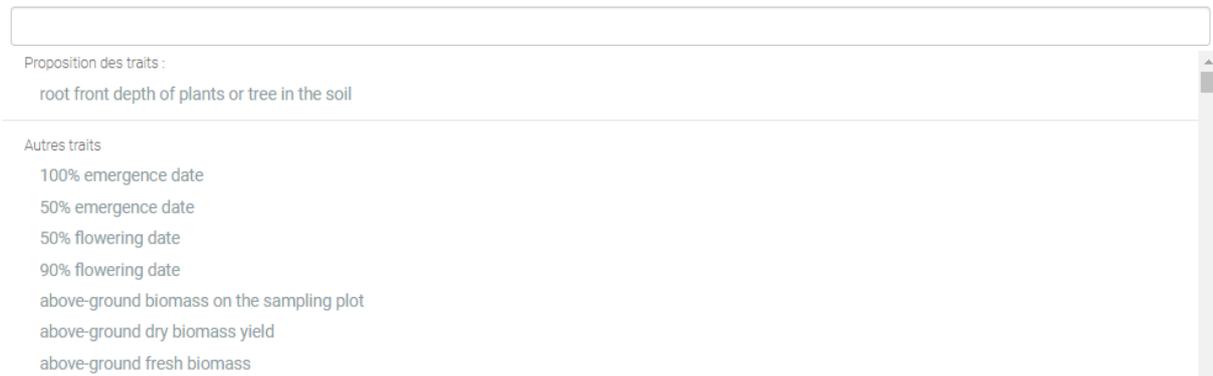


FIGURE 13 – Sélection d'un trait : La suggestion

**Saisie**

Dictionnaire des variables / Variable / Trait / Method / Scale / Récapitulatif

**Récapitulatif**

Variable				
code	classe	sous-classe	domaine	auteur
test_variable	environmental variable	climatic variable	air temperature	admin

Trait		Methode		Unité	
code	nom	code	nom	code	nom
	tmean		wea2		°C
	average temperature		temperature		degre celsius

Lancer la création

FIGURE 14 – Récapitulatif de la saisie

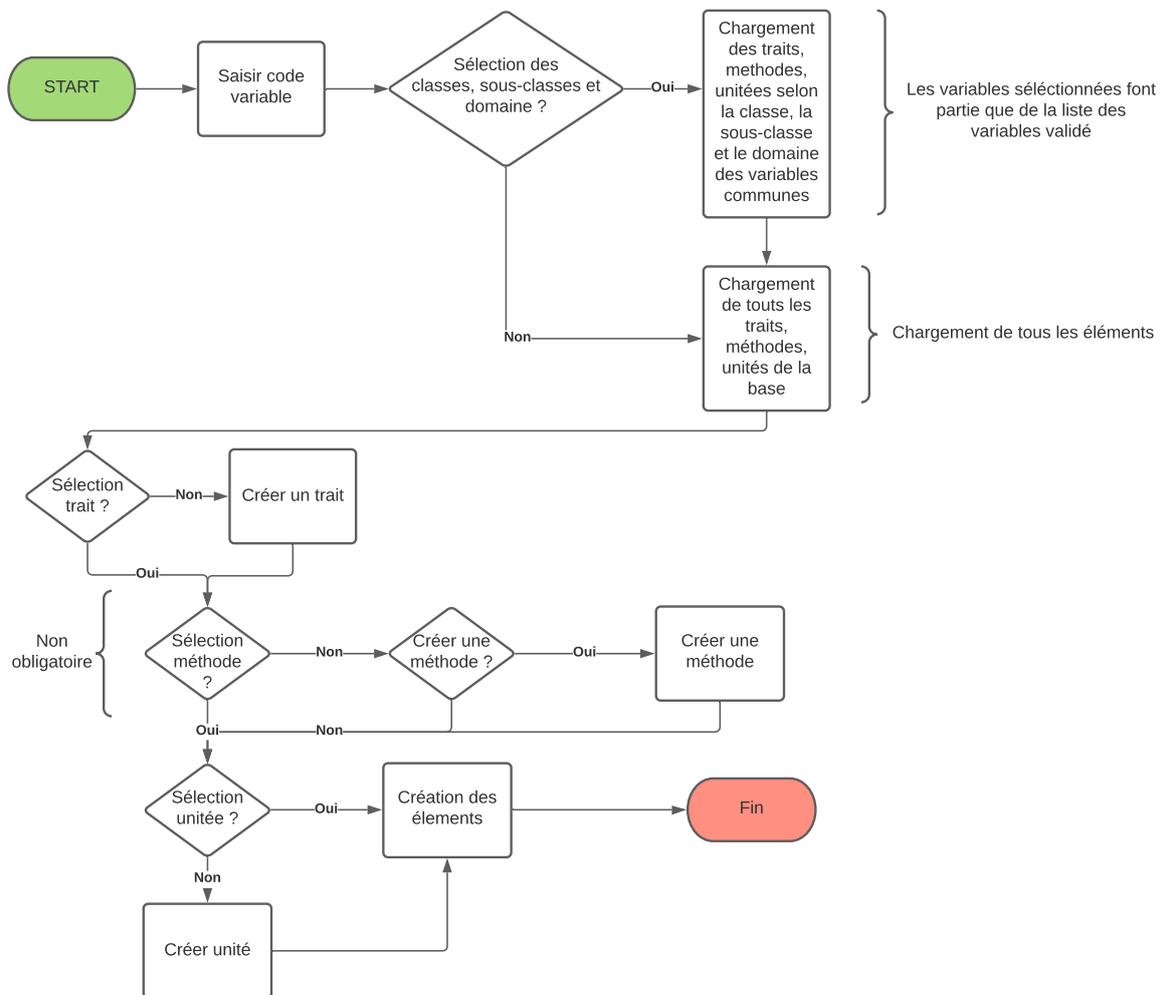


FIGURE 15 – Logigramme sur le fonctionnement de la saisie

### 3.5 La validation des variables

La page « validation » a été créée dans le but de pouvoir vérifier et valider la sémantique des variables qui ont été créées par les chercheurs et de les associer à des variables usuelles. On considère qu'une variable a été validée si elle est associée à une variable usuelle. Cette validation est importante car elle permet aux administrateurs de vérifier si les variables sont cohérentes et qu'il n'y a pas d'homonymes. Elle permet aussi d'alimenter les fonctions précédentes comme par exemple, la suggestion des composantes pour créer une variable (figure 13), ou bien, d'afficher des nouveaux éléments dans la data-visualisation sous forme d'arbre (figure 6).

Afin de gérer les variables, nous avons décidé de lister les variables non-validés par date dans l'ordre croissant. Cette liste est affichée dans un tableau (élément HTML). Une ligne représente une variable et chaque colonne représente les composantes qui sont associées à la variable (figure 16). Nous avons décidé de choisir ce type d'affichage pour vérifier si les composantes de la ligne sont cohérentes.

Liste des variables en attente

variable code	Class	Subclass	Domain	Trait code	Method code	Scale code	Date	Author
stmo	CSM	mosicas	output	stmo	mean_temp	°C	2015-03-18 00:00:00	jean-françois martiné
stmot	CSM	mosicas	output	stmot	mean_temp	°C	2015-03-18 00:00:00	jean-françois martiné
in_aim1-dm_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_aim	aim1-dm	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal
in_arabhem1_ara1-aim_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_arabhem1	ara1-aim	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal
in_arabhem1_ara1-cwr_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_arabhem1	ara1-cwr	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal
in_cell1-aim_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_cell	cell1-aim	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal
in_cell1-cwr_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_cell	cell1-cwr	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal
in_cell1-dm_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_cell	cell1-dm	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal
in_coumaric_cou1-cwr_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_coumaric	cou1-cwr	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal
in_coumaric_cou1-dm_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_coumaric	cou1-dm	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal
in_cwr1-dm_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_cwr	cwr1-dm	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal
in_faester_fa1-cwr_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_faester	fa1-cwr	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal
in_ferulic_fer1-cwr_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_ferulic	fer1-cwr	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal
in_ferulic_fer1-dm_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_ferulic	fer1-dm	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal
in_fruchemi_fru1-aim_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_fruchemi	fru1-aim	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal
in_fruchemi_fru1-cwr_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_fruchemi	fru1-cwr	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal
in_frucsoluble_fru3-dm_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_frucsoluble	fru3-dm	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal
in_frucsoluble_fru4-dm_mg/g	experimental variable	plant	biomass quality traits	in_frucsoluble	fru4-dm	mg.g-1	2017-01-23 00:00:00	anne clement-vidal

FIGURE 16 – Liste des nouvelles variables dans une file d'attente

Chaque ligne du tableau contient un évènement<sup>9</sup> qui permet d'ouvrir un formulaire détaillé de la variable (figure 17). Ce formulaire permet d'associer une variable usuelle ou de valider comme usuelle. Elle permet également d'ajouter une formule, de modifier ses composantes et de supprimer une variable. On remarque trois boutons qui représentent le trait, la méthode, et l'unité. Pour pouvoir modifier ces composantes, il suffit d'appuyer sur le bouton afin qu'un nouveau formulaire s'ouvre (figure 18). Ce formulaire permet d'éditer les caractéristiques de la composante ou de sélectionner une autre composante.

FIGURE 17 – Fenêtre de modification de la variable

FIGURE 18 – Fenêtre de modification du trait de la variable

9. Un évènement est une réaction à une action émise par l'utilisateur, comme le clic sur un bouton ou la saisie d'un texte dans un formulaire. Un évènement en JavaScript est représenté par un nom ( click , mousemove ...)

### 3.6 Le dictionnaire des variables modèles

Le dictionnaire des variables des modèles est une page similaire à celle de la page du dictionnaire des variables. Elle est accessible dans l'onglet « Modélisation ». Par rapport au dictionnaire des variables modèles, le dictionnaire des modèles ne contient que deux sections : le catalogue et l'arborescence.

#### 3.6.1 L'arborescence

Dans la partie arborescence des variables des modèles, on a utilisé la même fonction qui permet de créer l'arbre des variables usuelles avec D3js (figure 6). Pour pouvoir afficher les variables des modèles, on a décidé de les trier par le nom des modèles, ensuite par leurs types (une entrée ou une sortie), puis par leur domaine.

	model_variable_code PK) character varying (50)	model_variable_description character varying (255)	model_variable_scale character varying (50)	model_variable_author character varying (100)	model_name character varying	model_variable_type character varying (255)	model_variable_domain character varying (255)	model_variable_entry_date timestamp without time zone
1	aangst	coefficient of the Angstrom's relati...	SD	STICS team	STICS	input	STATION	2021-04-27 00:00:00
2	abscission	fraction of senescent leaves falling...	[null]	[null]	STICS	input	PARPLT	[null]
3	abso(n)	N uptake rate by the crop	kg.na-1.d-1	STICS team	STICS	output	p	2021-01-26 00:00:00
4	aclim	climatic component of A to calcula...	mm	STICS team	STICS	input	STATION	2021-01-26 00:00:00
5	adens	Interplant competition parameter	SD	STICS team	STICS	input	PARPLT	2021-04-27 00:00:00
6	adfol	parameter determining the leaf de...	m-1	STICS team	STICS	input	PARPLT	2021-04-27 00:00:00
7	adil	parameter of the critical dilution cu...	%	STICS team	STICS	input	PARPLT	2021-04-27 00:00:00
8	adlmax	parameter of the maximum dilutio...	%	STICS team	STICS	input	PARPLT	2021-04-27 00:00:00
9	atpf	parameter of the logistic function ...	SD	STICS team	STICS	input	PARPLT	2021-04-27 00:00:00
10	afnutpot	maximal number of set fruits per d...	d.d-1	STICS team	STICS	input	PARPLT	2021-04-27 00:00:00
11	age	[null]	nb	jean-françois martiné	mosicas	output	[null]	2015-03-18 00:00:00
12	age_prairie	age of the forage crop since sowing	year	STICS team	STICS	output	p	2021-01-26 00:00:00
13	agetu	[null]	days	jean-françois martiné	mosicas	output	[null]	2015-03-18 00:00:00
14	agwvc	[null]	%	jean-françois martiné	mosicas	output	[null]	2015-03-18 00:00:00
15	ahres	parameter of organic residues hum...	g.g-1	STICS team	STICS	input	PARAM	2021-01-26 00:00:00
16	ahres(t)	parameter of organic residues hum...	g.g-1	STICS team	STICS	input	PARAM	2021-01-26 00:00:00

FIGURE 19 – Table des variables modèles

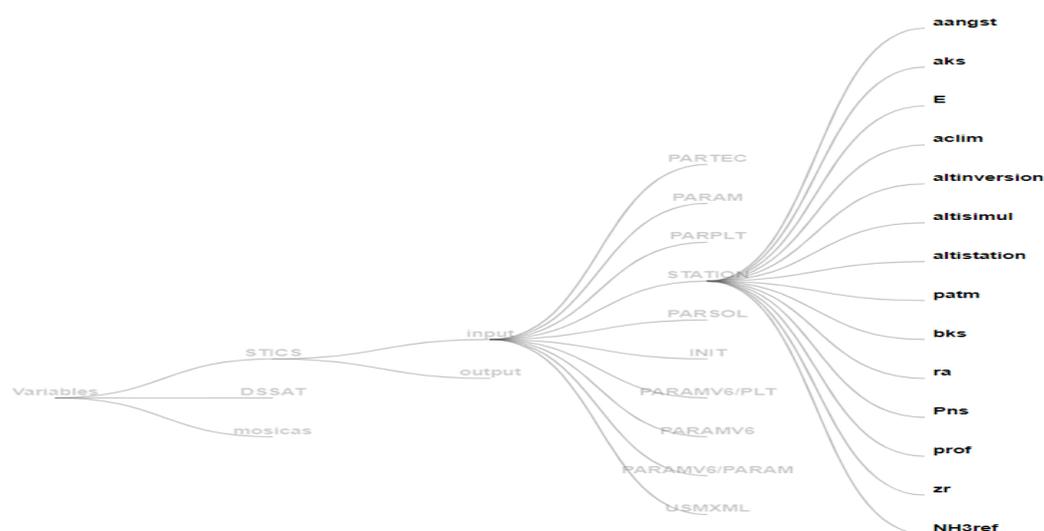


FIGURE 20 – Data-visualisation des modèles sous forme d'arbre

## 4 Autres travaux

### 4.1 Le serveur

Une machine virtuelle a été mise à notre disposition afin d’avoir le site accessible au réseau interne du Cirad. La machine utilise le système d’exploitation Linux avec la distribution CentOS sous 64 bits avec 16 Go de Ram. Elle est accessible sur le réseau interne du Cirad sur le nom de domaine (DNS <sup>10</sup>) « kerval.cirad.fr »

### 4.2 La migration

Suite à des bugs récurrents sur la visualisation des données, nous avons décidé de faire une migration de PHP vers la version 8 [9] dans le but d’avoir les dernières optimisations, les nouvelles fonctions et les correction des bugs [8] .

#### 4.2.1 Amélioration des filtres

Sur la page « Visualisation », nous avons modifié le filtre car il y avait des erreurs d’affichage comme par exemple des filtres inexistantes, ou des erreurs sur le résultat. La modification a été réalisée sur le côté back-end afin de rendre les dépendants entre eux. Les données de terrain, les essais sont triés par « Projet », « Année » et « Facteur ». Pour avoir un filtre correct, il fallait gérer tous les cas possibles dans la sélection des filtres (figure 22). Effectivement, il fallait prévoir le cas où il n’y a aucun filtre sélectionné jusqu’au cas où tous les filtres sont sélectionnés ( $2^3 = 8$  possibilités). De plus, certaines données ne contiennent pas de facteur ou de date, il fallait prendre en compte ces cas (figure 21).

Le problème de l’ancien filtre était qu’il avait une conversion du format date : « aaaa-mm-jj » en format « aaaa ». Cette conversion posait problème. Elle prenait en compte le jour et le mois de la date et pouvait fausser le résultat de l’année. Afin d’avoir un bon affichage dans le filtre et dans les résultats, il fallait avoir une double comparaison pour mieux cerner l’année. En effet, pour avoir la bonne année, il fallait comparer l’année avec le début de cette année et le début de l’année prochaine, ensuite transformait la date en chaîne de caractère et en dernier prendre l’année. Par exemple nous voulons l’ensemble des facteurs selon une date et un projet :

---

10. Une adresse internet ou nom de domaine est l’équivalent de votre adresse postale sur internet. C’est la manière dont vos contacts et clients vont trouver votre site internet sur le web.

```

function get_factor_from_project_year($project,$year){
  if ($year!='no_date') {
    $next_year = $year+1;
    return $this->db->distinct()->select('factor')
    ->from("filter_trials_visualization")
    ->where('starting_date >=', "$year-01-01")
    ->where('starting_date <', "($next_year-01-01")
    ->where('project_code', $project)
    ->order_by("factor", "ASC")
    ->get()
    ->result_array();
  }else{
    return $this->db->distinct()->select('factor')
    ->from("filter_trials_visualization")
    ->where('starting_date is null')
    ->where('project_code', $project)
    ->order_by("factor", "ASC")
    ->get()
    ->result_array();
  }
}

```

FIGURE 21 – Fonction php : qui retourne les facteurs selon l'année et le projet

The screenshot shows a web interface with a sidebar on the left and a main content area on the right. The sidebar contains three filter sections: 'Projet', 'Année', and 'Facteurs étudiés'. The 'Projet' filter is active, showing a list of project codes including 'AGMIP CAS', 'CAS-GUA 01', 'CAS-REU 00', etc. The 'Année' filter shows '1992' selected. The 'Facteurs étudiés' filter shows 'variety' selected. The main content area is titled 'Liste d'essai' and 'Géolocalisation'. It displays a table of trial data for two projects: 'AYRG' and 'INGG'. The table has columns for 'Description', 'Date de début', 'Date de fin', 'Commentaire', 'Code projet', 'Lieu', 'Envt contrôlé', 'Essai irrigué', and 'Essai fertilisé'. The 'AYRG' project has a description 'Australia Agmip - Ayr' and a start date of '1992-04-22 00:00:00'. The 'INGG' project has a description 'Australia Agmip - Ingham' and a start date of '1992-07-23 00:00:00'. The table is paginated, showing 'Page 1 sur 1' and a navigation bar with 'Début', '-5', '<', '1', '>', '+5', and 'Fin'.

FIGURE 22 – Filtre actif et son résultat de la page visualisation

## 5 Les perspectives

### 5.1 La validation

Sur la page « validation », afin qu'elle soit fonctionnelle, il est important dans un premier temps, au niveau du front-end, de rendre l'aspect de la fenêtre intuitif surtout au niveau de la modification du trait, de la méthode, et de l'unité. En effet, il y aura des modifications de texte, des ajouts, des icônes et une réorganisation des composants graphique à réaliser. Une indication sera nécessaire afin d'identifier les composants créés.

Ensuite, dans un second temps, au niveau du back-end, les requêtes devront être implémentées pour permettre de : sélectionner, modifier et de supprimer les composants de la variable.

### 5.2 La variable

Dans la table des variables, au niveau de l'association des variables chercheurs aux variables usuelles, en affichant l'ensemble des détails de la variable, nous avons remarqué que l'ensemble des variables associées n'avait pas la même échelle de mesure. Par exemple, sur la figure 23, on remarque sur la ligne 8,9 et 10 que les variables associées à la variable usuelle n'ont pas la même échelle de mesure.

On peut voir le nombre de variables associés à une variable usuelle et qui n'ont pas la même unité en écrivant une requête SQL sur pgAdmin(figure 24).

	 common_code character varying (50)	 variable_code character varying (50)	 scale_name character varying (255)	 scale_code character varying (50)
1	abv_adf_dm_content_%	abv_adf_dm_content_%	percent	%
2	abv_adf_dm_content_%	wab_adf_adf1-dm_%	percent	%
3	abv_adf_dm_content_%	wab_adf_adf5-dm_%	percent	%
4	abv_adf_dm_content_%	wabmsh_adf_adf1-dm_%	percent	%
5	abv_adf_dm_content_%	wabmsh_adf_adf5-dm_%	percent	%
6	abv_ash_fm_content_%	abv_ash_fm_content_%	percent	%
7	abv_ash_fm_content_%	cendaer	percent	%
8	abv_asso_crop_yield_dm_t.ha-1	abv_asso_crop_yield_dm_t.h...	tonne per hectare	t.ha-1
9	abv_asso_crop_yield_dm_t.ha-1	dryweight_assos	kilogram per hectare	kg.ha-1
10	abv_asso_crop_yield_dm_t.ha-1	dryweight_assos_kg/ha	kilogram per hectare	kg.ha-1

FIGURE 23 – Table des variables : Échelle de mesure différente lors de l'association

```

1 select common_code, count(common_code) from (
2
3 select distinct common_code, scale_code from all_variable
4 where common_code is not null
5 order by common_code
6 ) as foo
7 group by common_code
8 having count(common_code) > 1

```

	common_code	count
	character varying (50)	bigint
1	abv_asso_crop_yield_dm.t.ha-1	2
2	abv_crop_yield_dm.t.ha-1	2
3	abv_plant_dm.kg	2
4	etp_mm.d-1	2
5	fraction_intercepted_radiation	2
6	gradian_MJ.m-2.d-1	2
7	grain_crop_yield_dm.t.ha-1	2
8	in_nb_on_stem	2
9	in_plant_fm.kg	2
10	in_sucro_soluble_sugar_dm.kg.kg-1	2
11	leaf_dead_nb.plant-1	3
12	leaf_green_medium_nb.plant-1	2
13	leaf_green_nb.plant-1	3
14	leaf_green_nb_with_TVD.plant-1	2
15	leaf_iron_dm_content_mg.g-1	2
16	leaf_K_dm_content_mg.g-1	2
17	leaf_Mg_dm_content_mg.g-1	2
18	leaf_nb.plant-1	3
19	leaf_nb_above_TVD.plant-1	2
20	leaf_P_dm_content_mg.g-1	2

FIGURE 24 – Requête SQL, Affiche les variables usuelles avec leur nombre distinct d’unité

### 5.3 L’insertion et l’exportation des variables

L’insertion et l’exportation des variables se fait avec la bibliothèque « phpExcel ». Cette bibliothèque permet d’insérer ou d’extraire les variables sous format CSV (Comma-separated values). La dernière version de phpExcel est la version 1.8.1 publié en 2015. Le projet n’est plus maintenu depuis 2017 [10]. La migration de PHP a provoqué un dysfonctionnement de phpExcel. Pour combler ce dysfonctionnement, nous avons choisi d’utiliser « phpSpreadSheet », le successeur de phpExcel [11]. D’abord, nous allons télécharger la bibliothèque « phpSpreadSheet », pour ensuite l’installer sur le framework « CodeIgniter ». En dernier, il faudra adapter la page d’insertion des variables et d’exportation selon la bibliothèque.

### 5.4 La simulation

Dans la page « simulation », une première interface devra être développée pour sélectionner les essais à l’aide des filtres. Les essais seront triés selon le projet, la date et les facteurs. Ensuite, la sélection de l’essai devra charger l’ensemble des variables usuelles associées. En dernier lieu, les variables usuelles de l’essai devront être associées à leur valeur (figure 25).

Une deuxième interface devra être créée pour permettre à l'utilisateur de sélectionner le modèle de cultures sur lequel il souhaite travailler, puis d'associer les valeurs des variables usuelles aux variables des modèles, sans oublier la saisie des équations de conversions (figure 10).

Enfin, une fonction devra être développée pour exporter les variables des modèles et leurs valeurs dans un fichier au format CSV ou TXT afin que l'utilisateur puisse lancer une simulation depuis son ordinateur.

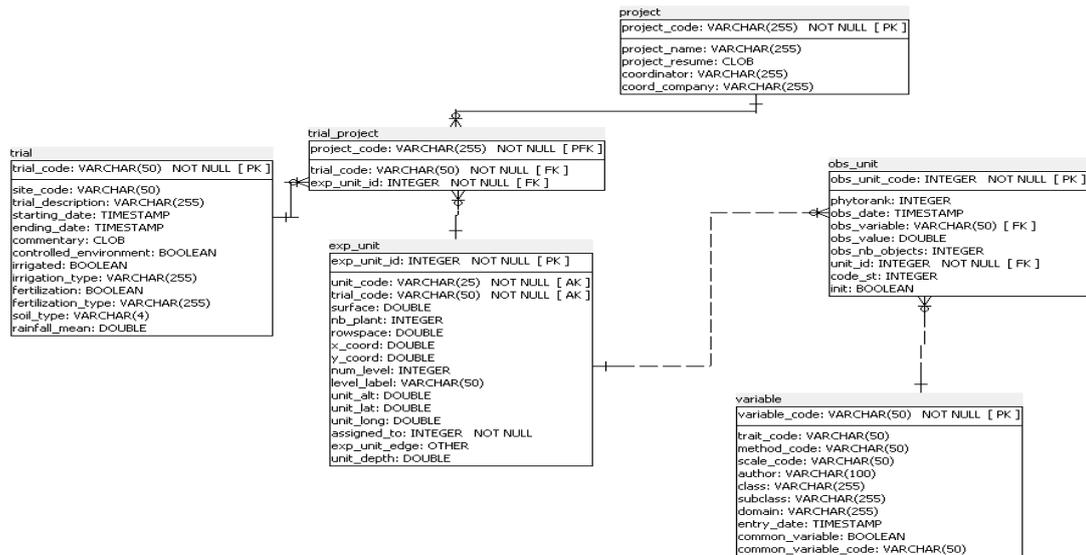


FIGURE 25 – Schéma relationnel : jointure des projets avec les variables

## 6 Conclusion

Le travail que j'ai réalisé durant mon stage, a permis dans un premier temps, d'améliorer la recherche et la sélection des variables chercheurs dans AEGIS. Dans un second temps, la gestion des homonymes et des synonymes a permis de restructurer et harmoniser les tables en lien avec le dictionnaire des variables dans la base de données du système d'information et de développer ainsi un module de contrôle des variables pour les administrateurs d'AEGIS et les experts du domaine. La phase de vérification et de validation des variables créées par les chercheurs diminue le risque d'erreur et d'incohérence dans la base de données et apporte une notion de qualité et de fiabilité quand à l'utilisation des ces variables.

D'un point de vue personnel, ce stage m'a permis de mettre en avant mes compétences au sein de l'entreprise et m'a montré tout ce que je pouvais apporter dans le milieu professionnel. J'ai aussi découvert le travail collaboratif avec des personnes qui ne sont pas du même domaine que le mien. J'ai appris à communiquer sur mon travail de manière vulgarisée et pédagogique. Ce stage, m'a permis également d'améliorer mes compétences dans le développement web. En effet, j'ai enrichi ma compétence à coder en front-end, en découvrant la librairie bootstrap et la librairie D3js. J'ai approfondi ma capacité à coder en back-end, sur le fait de créer des requêtes afin d'obtenir les données et de pouvoirs les afficher sur le front-end. De plus, j'ai pris conscience sur les contraintes qui peuvent apparaître dans le développement web lorsque des librairies ne sont pas compatibles entre elles.

La gestion des variables chercheurs pourrait être améliorée. Effectivement, la partie validation pourrait donner plus de possibilités aux administrateurs. Par exemple, une section pourrait être ajoutée pour afficher toutes les variables usuelles dans la partie validation. De même, les administrateurs devraient pouvoir faire le lien entre les variables usuelles et les variables modèles. En dernier, une amélioration majeure du site, serait de pouvoir lancer une simulation depuis l'application web et de pouvoir visualiser les données prédites sous forme de data-visualisation.

## Références

- [1] Sandrine AUZOUX et al. *Coupling of cropping system models with the AEGIS platform [S4-O.04]*. Crop modelling for agriculture and food security under global change : Book of abstracts. Publisher : CIRAD. 2020. URL : <https://agritrop.cirad.fr/595121/> (visité le 10/05/2021).
- [2] Mike BOSTOCK. *D3.js - Data-Driven Documents*. URL : <https://d3js.org/> (visité le 11/05/2021).
- [3] *CodeIgniter User Guide — CodeIgniter 3.1.11 documentation*. URL : <https://codeigniter.com/userguide3/index.html> (visité le 12/05/2021).
- [4] Mark Otto CONTRIBUTORS Jacob Thornton. *Bootstrap*. URL : <https://getbootstrap.com/> (visité le 07/06/2021).
- [5] *Découvrez l'architecture Modèle-Vue-Contrôleur*. OpenClassrooms. URL : <https://openclassrooms.com/fr/courses/4517166-developpez-votre-premiere-application-android/4561431-decouvrez-larchitecture-modele-vue-controleur> (visité le 07/06/2021).
- [6] Erich GAMMA et al. *Design Patterns : Elements of Reusable Object-Oriented Software*. 1<sup>re</sup> éd. Addison-Wesley Professional, 1994. ISBN : 0201633612. URL : [http://www.amazon.com/Design-Patterns-Elements-Reusable-Object-Oriented/dp/0201633612/ref=ntt\\_at\\_ep\\_dpi\\_1](http://www.amazon.com/Design-Patterns-Elements-Reusable-Object-Oriented/dp/0201633612/ref=ntt_at_ep_dpi_1).
- [7] PostgreSQL Global Development GROUP. *PostgreSQL*. PostgreSQL. 7 juin 2021. URL : <https://www.postgresql.org/> (visité le 07/06/2021).
- [8] *PHP : PHP 8 ChangeLog*. URL : <https://www.php.net/ChangeLog-8.php#8.0.7> (visité le 07/06/2021).
- [9] *PHP : PHP 8.0.0 Release Announcement*. URL : <https://www.php.net/releases/8.0/en.php> (visité le 20/05/2021).
- [10] *PHPOffice/PHPExcel*. original-date : 2012-06-18T15 :30 :27Z. 27 mai 2021. URL : <https://github.com/PHPOffice/PHPExcel> (visité le 27/05/2021).
- [11] *Welcome to PhpSpreadsheet's documentation - PhpSpreadsheet Documentation*. URL : <https://phpspreadsheet.readthedocs.io/en/latest/> (visité le 04/06/2021).
- [12] *XAMPP Installers and Downloads for Apache Friends*. URL : <https://www.apachefriends.org/fr/index.html> (visité le 07/06/2021).

# Annexe

## Dictionnaire des variables

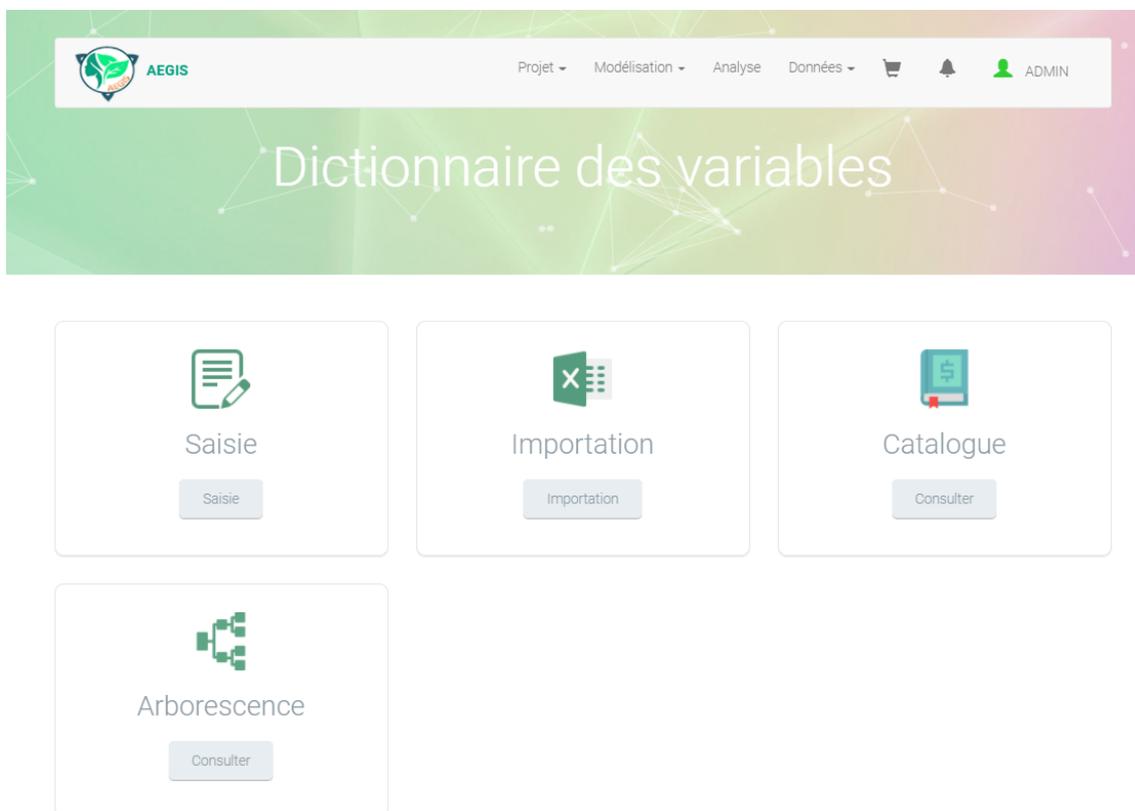


FIGURE 26 – Capture d'écran de la page dictionnaire des variables

Data visualisation : arbre

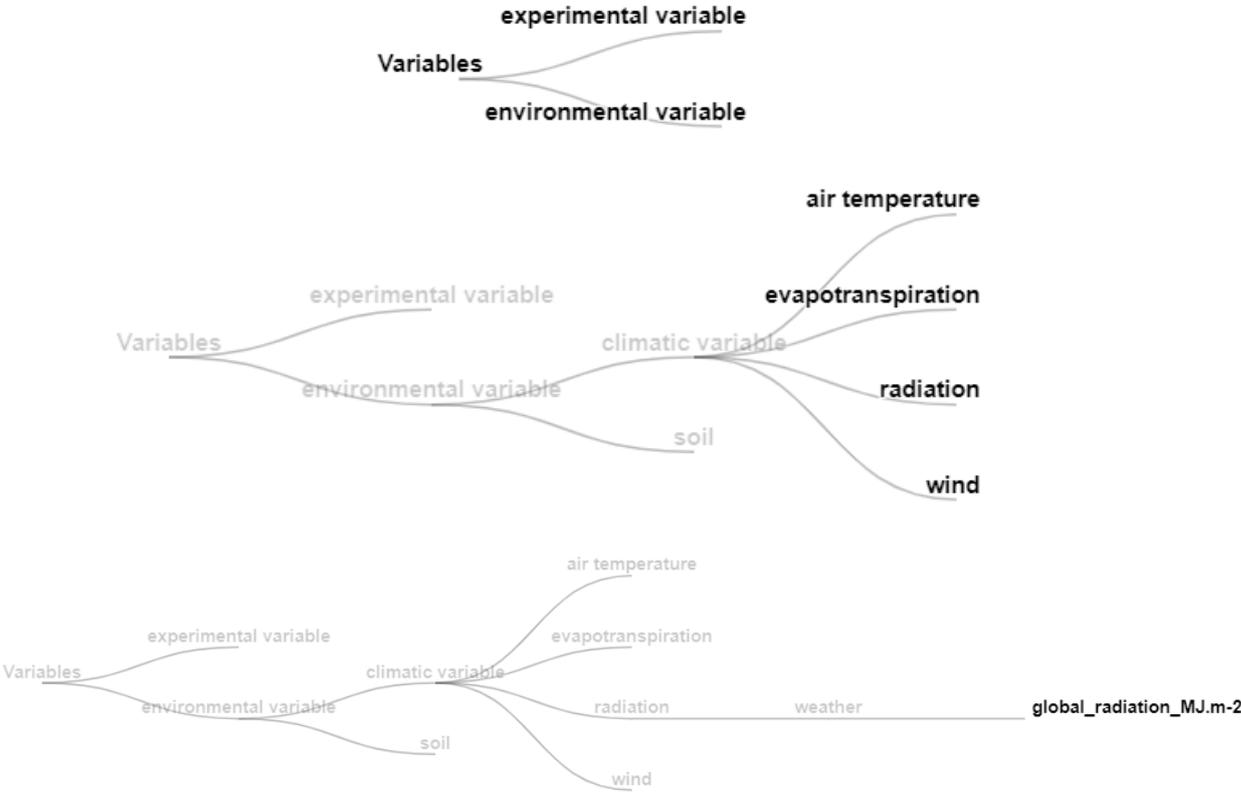


FIGURE 27 – Data-visualisation : arbre

## La visualisation des données

**Filtre**

**Projet** -

- AGMIP CAS
- CAS-GUA 01
- CAS-REU 00
- CAS-REU 01
- CAS-REU 02
- CAS-REU 03
- CAS-REU 04
- CAS-REU 05
- CAS-REU 06
- CAS-REU 07
- DELICAS
- **ICSM**
- MAEBR-ESALQ
- Matrice\_Mada
- MSIRI Mos
- PRAD
- QUALITE-CAS
- REBECCA
- SIAAM
- SNCSS Mos
- STRADIV
- SYPECAR
- TERO

**Année** -

- **2013**
- 2014
- 2015
- 2016

**Facteurs étudiés** -

- variety
- no\_factor

Liste d'essai
Géolocalisation

Page 1 sur 1

**ICUSR0F1**

<b>Description</b>	Variety Trial of project ICSM GxE - Plant	<b>Code projet</b>	ICSM
<b>Date de début</b>	2013-12-12 00:00:00	<b>Envt contrôlé</b>	non
<b>Date de fin</b>	2015-01-04 00:00:00	<b>Essai irrigué</b>	oui
<b>Commentaire</b>	Lauderhill muck	<b>Essai fertilisé</b>	non

**ICUSR0F1**

<b>Description</b>	Variety Trial of project ICSM GxE - Plant	<b>Code projet</b>	ICSM
<b>Date de début</b>	2013-12-12 00:00:00	<b>Envt contrôlé</b>	non
<b>Date de fin</b>	2015-01-04 00:00:00	<b>Essai irrigué</b>	oui
<b>Commentaire</b>	Lauderhill muck	<b>Essai fertilisé</b>	non

**ICZMR0F1**

<b>Description</b>	Variety Trial of project ICSM GxE - Plant	<b>Code projet</b>	ICSM
<b>Date de début</b>	2013-10-30 00:00:00	<b>Envt contrôlé</b>	non
<b>Date de fin</b>	2014-11-26 00:00:00	<b>Essai irrigué</b>	oui
<b>Commentaire</b>	ratoon field replanted later on in a different location, luvisol	<b>Essai fertilisé</b>	non

**ICZMR0F1**

<b>Description</b>	Variety Trial of project ICSM GxE - Plant	<b>Code projet</b>	ICSM
<b>Date de début</b>	2013-10-30 00:00:00	<b>Envt contrôlé</b>	non
<b>Date de fin</b>	2014-11-26 00:00:00	<b>Essai irrigué</b>	oui
<b>Commentaire</b>	ratoon field replanted later on in a different location, luvisol	<b>Essai fertilisé</b>	non

Page 1 sur 1

Début -5 < 1 > +5 Fin

FIGURE 28 – La visualisation des données avec le filtre activé

# Le catalogue

**Filtre**

**Classe** -

- [environmental variable](#)
- experimental variable

**Sous classe** -

- [climatic variable](#)
- soil

**Domaine** -

- air temperature
- evapotranspiration
- radiation
- wind

Page 1 sur 2

---

**air\_temp\_avg\_day\_°C**

<b>Classe</b>	environmental variable	<b>Classe méthode</b>	measurement
<b>Sous classe</b>	climatic variable	<b>Nom méthode</b>	temperature measurement
<b>Domaine</b>	air temperature	<b>Formule</b>	na
<b>Nom trait</b>	average temperature	<b>Unité</b>	degre celsius
<b>Entité trait</b>	indicator	<b>Type d'unité</b>	metric unit of temperature
<b>Trait cible</b>	temperature	<b>Auteur</b>	AEGIS Team

---

**air\_temp\_max\_day\_°C**

<b>Classe</b>	environmental variable	<b>Classe méthode</b>	measurement
<b>Sous classe</b>	climatic variable	<b>Nom méthode</b>	temperature measurement
<b>Domaine</b>	air temperature	<b>Formule</b>	na
<b>Nom trait</b>	maximum air temperature	<b>Unité</b>	degre celsius
<b>Entité trait</b>	indicator	<b>Type d'unité</b>	metric unit of temperature
<b>Trait cible</b>	temperature	<b>Auteur</b>	AEGIS Team

---

**air\_temp\_min\_day\_°C**

<b>Classe</b>	environmental variable	<b>Classe méthode</b>	measurement
<b>Sous classe</b>	climatic variable	<b>Nom méthode</b>	temperature measurement
<b>Domaine</b>	air temperature	<b>Formule</b>	na
<b>Nom trait</b>	minimum air temperature	<b>Unité</b>	degre celsius
<b>Entité trait</b>	indicator	<b>Type d'unité</b>	metric unit of temperature
<b>Trait cible</b>	temperature	<b>Auteur</b>	AEGIS Team

---

**etp\_mm.d-1**

<b>Classe</b>	environmental variable	<b>Classe méthode</b>	computation
<b>Sous classe</b>	climatic variable	<b>Nom méthode</b>	ETO calculation
<b>Domaine</b>	evapotranspiration	<b>Formule</b>	to_add
<b>Nom trait</b>	reference evapotranspiration	<b>Unité</b>	millimeter per day
<b>Entité trait</b>	indicator	<b>Type d'unité</b>	metric unit of velocity flow rate
<b>Trait cible</b>	humidity	<b>Auteur</b>	AEGIS Team

FIGURE 29 – Le catalogue des variables avec le filtre activé

## La saisie des variables

Dictionnaire des variables / Variable / Trait

**Attention !** ×  
Le trait doit être obligatoire !

Sélectionnez un trait

Aucun trait sélectionné

Ajouter un trait

Retour Suivant

FIGURE 30 – Message d’erreur sur la saisie des variables (sélection d’un trait)