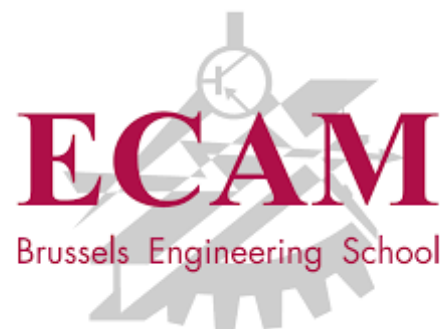


Kirstein Julien



Génie électrique

2018-2019

Rapport de stage

08/04/2019 au 21/05/2019.



Maître de stage : B. Mercatoris
Superviseur : S. Combéfis

Table des matières

1.	Introduction	2
2.	Présentation de l'organisation	2
3.	Objectif du stage	4
4.	Participation au développement de la Phénomobile	4
4.1	Qu'est-ce que la Phénomobile ?.....	4
4.2	Qu'est-ce que le phénotypage ?	4
4.3	Objectif de la Phénomobile	4
4.4	Principe de fonctionnement	5
4.5	Etapes clés du phénotypage par imagerie	5
4.6	Mon apport au projet.....	5
5.	Interface	6
5.1.	Fonctionnalités de l'interface	6
5.2.	Réglage du temps d'exposition des caméras stéréoscopiques.....	9
5.2.1.	Description du problème :.....	9
5.2.2.	Moyen d'action :.....	9
5.2.3.	Algorithme utilisé :.....	9
6.	Terrain.....	10
7.	Tri.....	10
8.	Recalage d'images	11
8.1.	Qu'est-ce que le recalage d'images ?.....	11
8.2.	Application à la Phénomobile :	11
8.2.1.	Images sans correction :	13
8.2.2.	Recalage 2D programmé en python :	14
8.2.3.	Images après recalage 2D :.....	14
8.2.4.	Recalage 3D programmé en python :	15
8.2.5.	Images après recalage 2D et 3D :	15
8.2.6.	Synthèse des résultats et discussion :	16
9.	Résolution de divers problèmes.....	17
10.	Tutoriel environnement python :.....	17
11.	Tutoriel Interface Phénomobile :	18
12.	Tutoriel tri (temporaire) :.....	22
13.	Conclusions	24
14.	Bibliographie	24

1. Introduction

Dans le cadre de mes études, j'ai été amené à réaliser un stage de 6 semaines dans une entreprise afin d'acquérir une première expérience professionnelle avant le terme de mes 3 ans de bachelier en ingénieur industriel option génie électrique. Pour ce faire, j'ai eu l'opportunité de pouvoir réaliser ce dernier au sein d'une des unités de recherches de la faculté Gembloux Agro-Bio Tech du 8 Avril 2019 au 21 mai 2019. Durant le stage, j'ai travaillé sur le phénotypage par imagerie des cultures plus spécifiquement sur la thématique de l'informatique. Ce fut une expérience unique et très enrichissante tant au niveau humain que technique qui m'a permis non seulement d'appliquer, de compléter et d'accroître mes connaissances en informatique mais aussi d'apprendre énormément de choses dans d'autres domaines que le mien telle que la biologie. Ce stage fut l'occasion pour moi de mettre en avant les connaissances que j'ai pu acquérir tout au long de mon bachelier tout en confirmant petit à petit mon choix d'orientation futur pour mon master.

2. Présentation de l'organisation



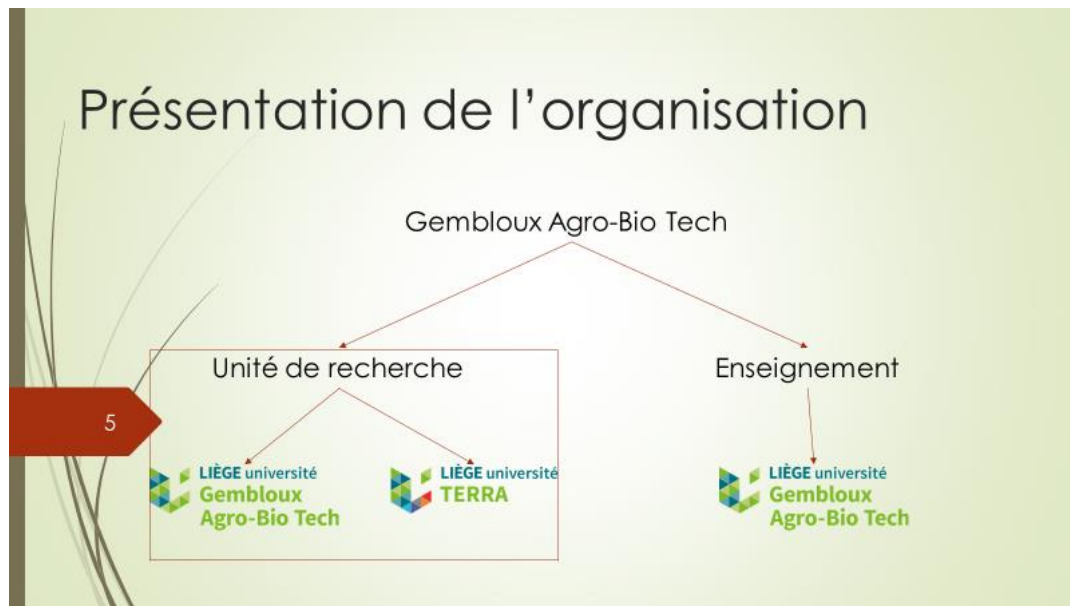
Source :

« [https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Gembloux Abbey, current home of Gembloux Agro-Bio Tech \(DSCF7631\).jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Gembloux_Abbey,_current_home_of_Gembloux_Agro-Bio_Tech_(DSCF7631).jpg) »

Gembloux Agro-Bio Tech est une des 11 facultés de l'Université de Liège, elle se consacre aux sciences du vivant et à l'ingénierie biologique. Elle fut fondée en 1860 et intégrée à l'université de Liège en 2009. Elle se situe à Gembloux et comporte 1378 étudiants (dont 327 doctorants) et 499 membres du personnel académique, scientifique, administratif ainsi que technique. (Chiffres de mai 2018)

Source : « https://www.gembloux.uliege.be/cms/c_4039827/fr/portail-gembloux-agro-bio-tech »

Gembloux Agro-Bio Tech se divise en deux parties distinctes à savoir la partie enseignement (Gembloux Agro-Bio Tech) et la partie unité de recherche (Gembloux Agro-Bio Tech et Terra).



C'est dans la partie unité de recherche que j'ai fait mon stage. Différents projets de recherches y sont menés à savoir (pour Gembloux Agro-Bio Tech) :

- Biodiversité et paysage
- Echanges eau-sol-plantes
- **Biosystems Dynamics and Exchanges (BIODYNE)**
 - **Phénotypage**
- ...

Durant le stage, j'ai travaillé dans l'unité de recherche **Biosystems Dynamics and Exchanges (BIODYNE)** plus précisément dans le département du **génie rural**.

L'équipe dans laquelle j'ai eu l'occasion de travailler était composée d'une dizaine de personnes ayant des formations variées :



3. Objectif du stage

Le but général du stage était de découvrir le métier d'ingénieur ainsi que divers aspects de la vie de l'entreprise tels que son organisation générale, son management, sa culture, ... et de s'insérer dans celle-ci par la participation à différents projets concrets menés sous la supervision d'un ingénieur, idéalement au sein d'une équipe, avec un degré approprié d'autonomie et d'initiative.

Durant mon stage, j'ai participé au développement de la Phénomobile avec comme objectif principal de créer une interface pour la partie acquisition de données.

4. Participation au développement de la Phénomobile

4.1 Qu'est-ce que la Phénomobile ?

C'est une plateforme mobile de phénotypage.

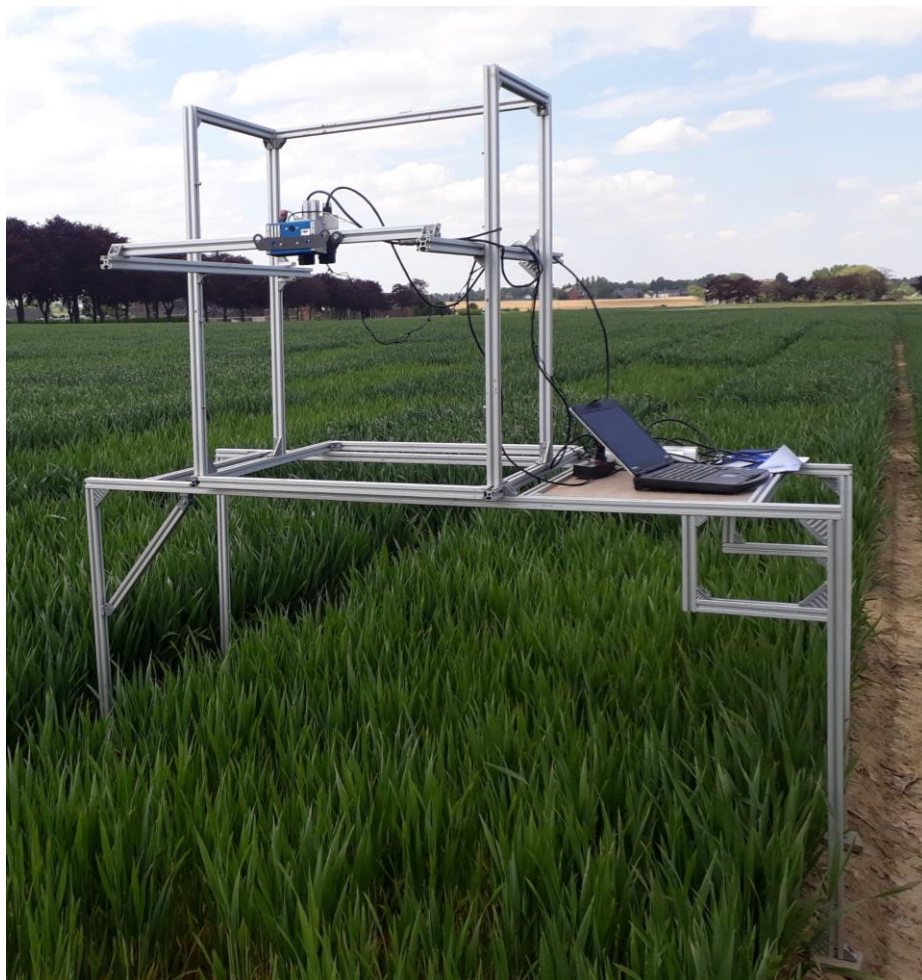
4.2 Qu'est-ce que le phénotypage ?

Le phénotypage est le fait d'extraire le phénotype, l'ensemble des caractères apparents d'un individu, correspondant à une réalisation du génotype.

Source : « <https://www.cordial.fr/dictionnaire/definition/ph%C3%A9notypage.php> »

4.3 Objectif de la Phénomobile

Utiliser le phénotypage des cultures par imagerie pour déterminer les traitements optimaux à mettre en œuvre afin d'augmenter les rendements.



4.4 Principe de fonctionnement

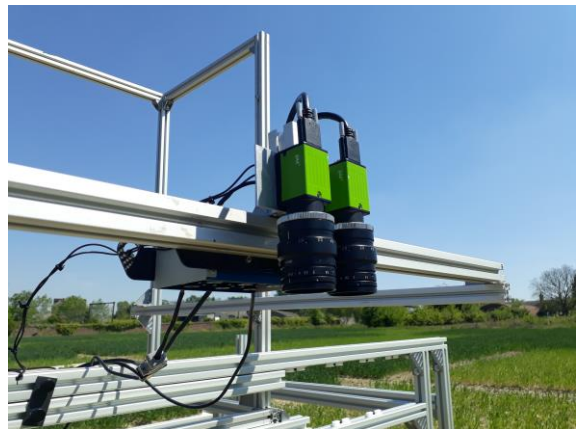
Gembloux Agro-Bio Tech dispose de différents champs d'essais qui servent aux phénotypages. Chacun de ceux-ci, se divisent en micro-parcelles qui contiennent chacune la même culture (dans le cas étudié ici du froment d'hiver), sont soumises au même environnement tant au niveau du climat que des ravageurs, ... et sont en revanche traités de manière différentes. (N, P, ...)



C'est du fait de cette différence de traitement que les différentes micro-parcelles vont évoluer différemment. L'objectif est alors de caractériser ces différences pour ensuite faire des interprétations agronomiques et donc pouvoir par la suite améliorer le rendement de la culture en question.

4.5 Étapes clés du phénotypage par imagerie

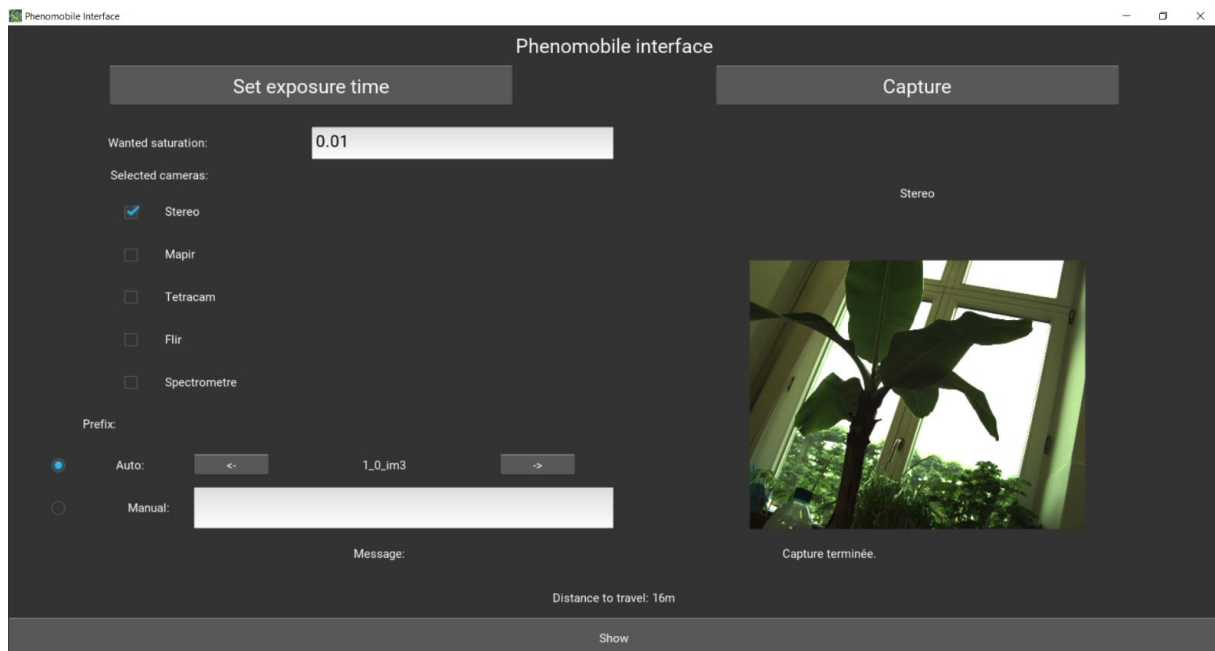
1. Acquisition des données. (+Tri)
2. Traitement d'images.
3. Extraction de traits.
4. Interprétation agronomique.



4.6 Mon apport au projet

Durant le stage, mon travail principal était la réalisation d'une interface qui gère l'acquisition des données. J'ai aussi fait différents algorithmes de tris assez complexes, du recalage d'images (une partie du traitement d'images) ainsi que plusieurs sorties de terrains sans oublier la résolution de nombreux problèmes.

5. Interface



L'interface que j'ai conçue a été créée avec le langage python en utilisant le Framework multiplateforme Kivy qui permet de créer des interfaces graphiques rapidement.

5.1. Fonctionnalités de l'interface

- Permet de sélectionner le champ dans lequel on va travailler ainsi que la configuration de celui-ci. (Figure 1, Figure 2)
- Permet de sélectionner les capteurs que l'on souhaite utiliser. (Figure 3 : point 1)
- Permet de prendre des captures avec les capteurs sélectionnés. (Figure 3 : point 2)
- Permet de choisir le nom utilisé lors de la sauvegarde. Pour faire cela, il y a 2 possibilités, soit le mode manuel où l'utilisateur est libre et donne le nom qu'il souhaite, soit le mode automatique qui va prédire la parcelle où l'on se trouve dans le champ en fonction de l'avancement de la prise de données pour donner un nom normalisé. (Figure 3 : point 3)
- Permet d'afficher le rendu d'une caméra stéréoscopique. (Figure 3 : point 4)
- Permet de régler le temps d'exposition des caméras stéréoscopiques afin d'obtenir le taux de saturation voulu dans l'image. (Figure 3 : point 5, Figure 4)

Figure 1

Phenomobile Interface

— □ ×

Veillez selectionner le champs.

☐ Gembloux

☒ Lonze 1

☐ Lonze 2

☐ Ernage

Valider

Figure 2

Phenomobile Interface

— □ ×

Veillez selectionner le nombre de prelevements restants a faire pour la biomasse.

- 6 +

Valider

Windows taskbar: 16-05-19 10:23 FRA BEP

Figure 3

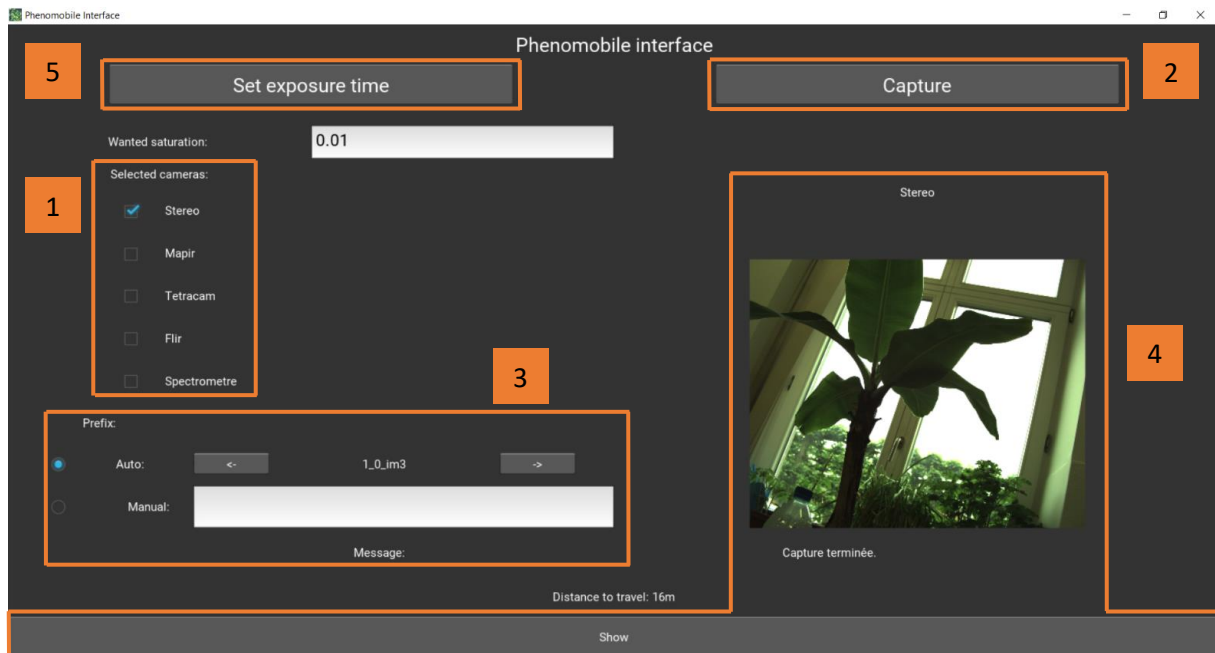
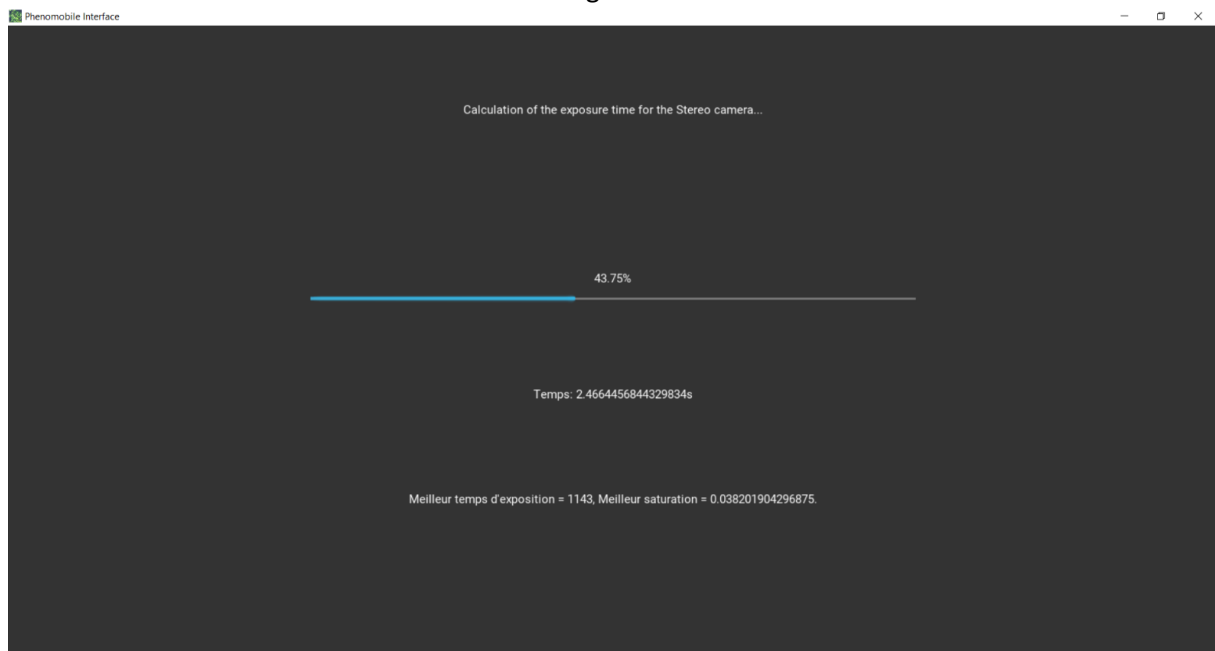


Figure 4



5.2. Réglage du temps d'exposition des caméras stéréoscopiques



Source : « <https://www.leonard-rodriguez.com/blog/vitesse-obturation> »

5.2.1. Description du problème :

Comme toute caméra, les caméras stéréoscopiques utilisent un certain temps d'exposition lors de la capture d'une photo. En fonction du temps d'exposition utilisé, l'image obtenue sera différente. Le but est d'obtenir une image ni trop sombre, ni trop saturée pour pouvoir en retirer le plus d'informations possibles. C'est pourquoi la détermination de ce paramètre est important.

Les caméras stéréoscopiques ont 2 modes de fonctionnement pour gérer leur temps d'exposition que sont le mode automatique et le mode manuel. Il s'est avéré que malheureusement le mode automatique ne soit pas très bien géré en interne par ces caméras stéréoscopiques et c'est pourquoi il a fallu trouver un algorithme pour palier à ce problème et donc utiliser le mode manuel de ces caméras en calculant par nous même le temps d'exposition adéquat.

5.2.2. Moyen d'action :

On peut voir les caméras stéréoscopiques comme des boîtes noires pour lesquelles on donne en entrée le temps d'exposition et qui renvoient en sortie des images contenant un certain pourcentage de saturation.

La marche à suivre va donc être de trouver le temps d'exposition qui permet d'obtenir un niveau de saturation aussi proche que possible de celui désiré.

5.2.3. Algorithme utilisé :

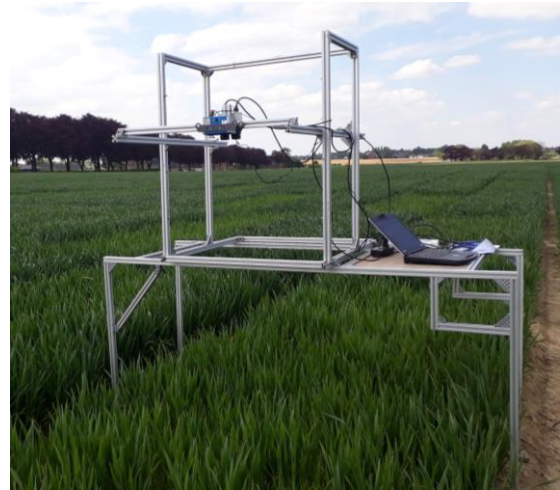
Pour trouver le meilleur temps d'exposition possible, l'algorithme de recherche utilisé ici est une recherche dichotomique qui permet de récupérer rapidement (moins de 6s) le meilleur temps d'exposition possible en prenant comme hypothèse que la variation de luminosité ambiante est négligeable durant cette recherche.

6. Terrain

Durant mon stage, j'ai travaillé dans les bureaux mais aussi sur le terrain. Les sorties sur le terrain étaient pour moi l'occasion de varier le travail réalisé tout en améliorant ma compréhension générale ainsi que la compréhension des besoins, ce qui m'a été très utile par la suite pour la création de l'interface qui se devait d'être la plus intuitive possible tout en répondant aux besoins de l'utilisateur.

J'ai donc réalisé différentes tâches sur le terrain telles que :

- L'acquisition d'images (avec l'interface).
- Le prélèvement de la biomasse.
- La séparation tiges-feuilles.
- ...



7. Tri

Après avoir terminé les acquisitions sur un champ, un post traitement des données est nécessaire via des algorithmes de tri en python assez complexes car ces dernières sont mal répertoriées. Il y a plusieurs raisons qui sont à l'origine de ce comportement. La plus importante est que, suivant les capteurs utilisés, il n'était pas toujours possible d'enregistrer l'image prise sous le nom et l'emplacement souhaité. Le nom étant enregistré sous un nom généré par défaut par le capteur lui-même. Il en résulte que les données sauvegardées juste après avoir terminé les acquisitions sont dans un grand désordre et qu'il est nécessaire de les trier. Il a donc fallu créer des algorithmes de tri en conséquence ce qui fût un véritable casse-tête. Pour réaliser ces algorithmes, j'ai dû mettre en œuvre des scripts qui réalisaient différentes opérations sur les fichiers et dossiers telles que :

- Renommer
- Déplacer
- Supprimer
- Convertir
- Faire correspondre en fonction de la date de créations
- ...

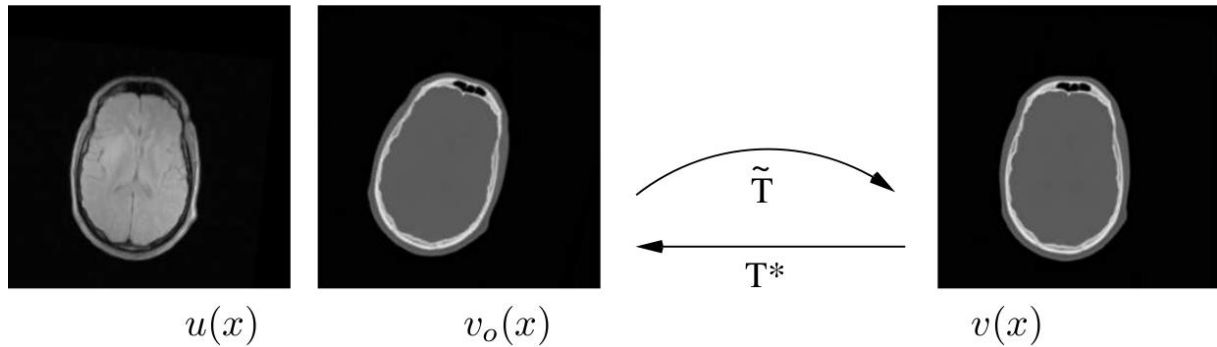


8. Recalage d'images

Une fois les étapes d'acquisitions et de tris terminés, on peut commencer à faire du traitement d'images. J'ai eu l'opportunité de travailler également sur cette partie en faisant du recalage d'images.

8.1. Qu'est-ce que le recalage d'images ?

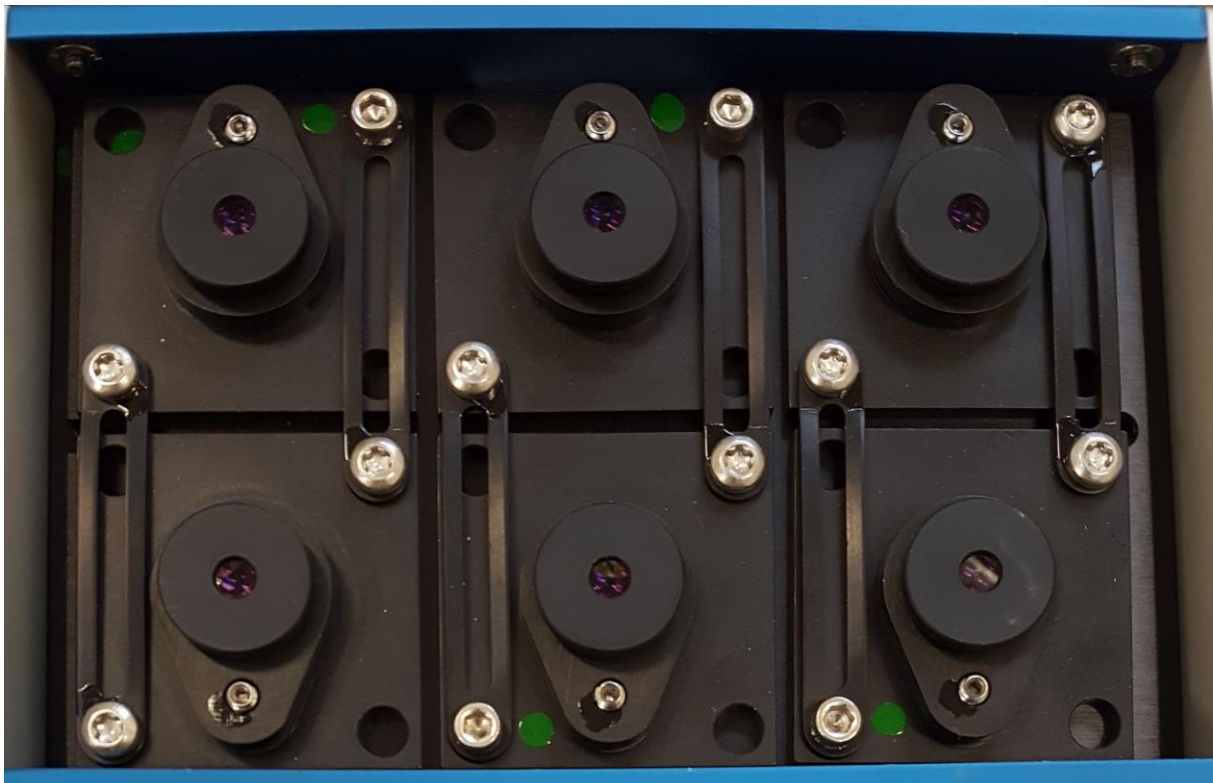
C'est le fait de, à partir de deux images, déterminer les transformations nécessaires à appliquer afin d'aligner au mieux celles-ci.



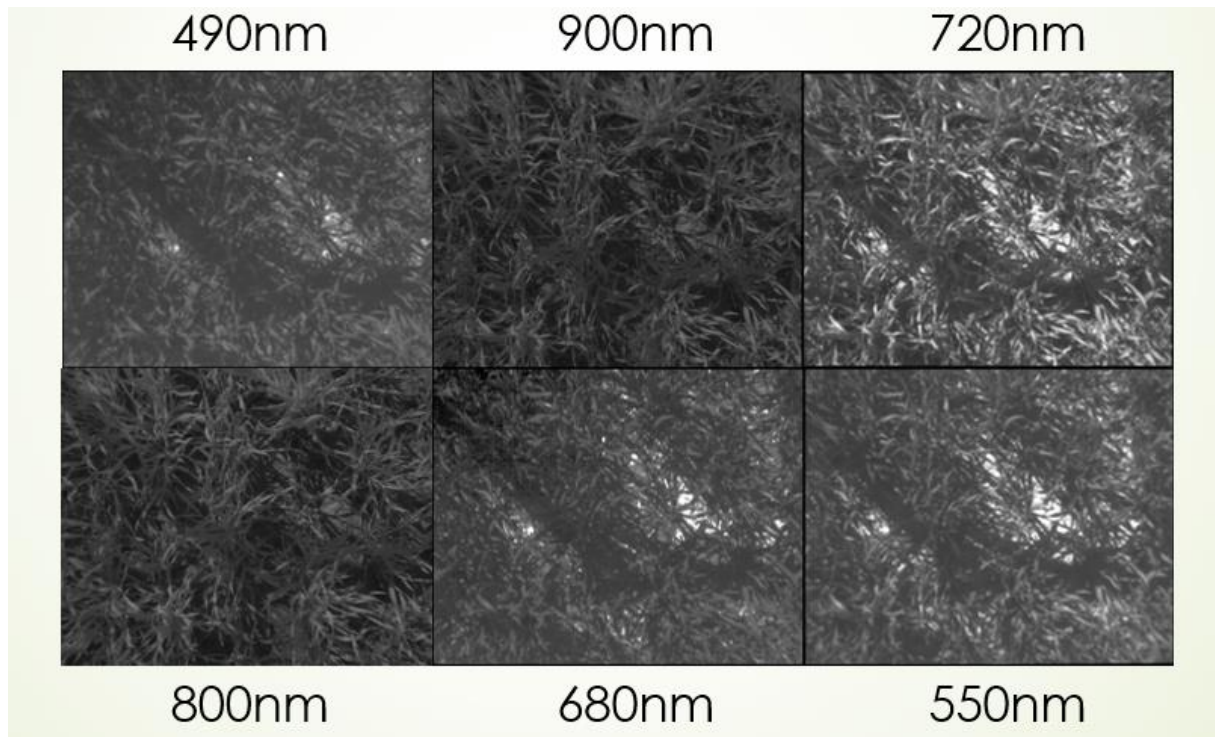
Source : « <http://www.spl.harvard.edu/publications/item/view/103> »

8.2. Application à la Phénomobile :

La Phénomobile se compose de différents capteurs, parmi ceux-ci, on retrouve la caméra Tetracam qui est une caméra multispectrale. Elle permet de prendre des captures d'une même parcelle dans différents spectres. Comme on peut le voir sur l'image ci-dessous, il réside un problème majeur. En effet, chacune des sous-caméras de la caméra multispectrale prennent les mêmes photos avec des filtres différents mais en présentant un léger décalage les unes par rapport aux autres.



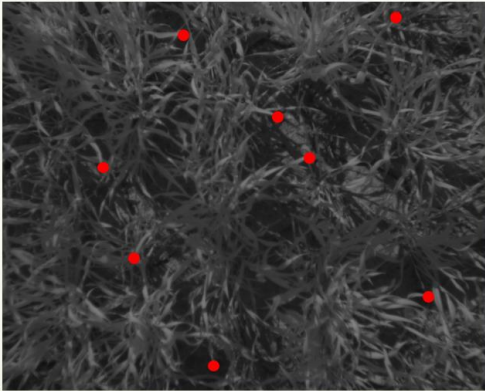
On obtient donc le résultat suivant où les images sont fortement décalés les unes des autres et ne sont donc pas exploitables.



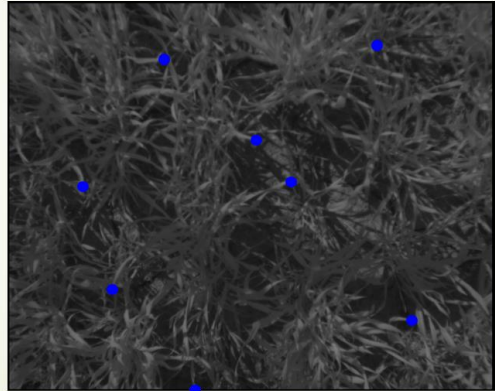
Dans cette section, on va voir les différentes étapes mises en place pour palier à ce problème ainsi que les résultats obtenus.

8.2.1. Images sans correction :

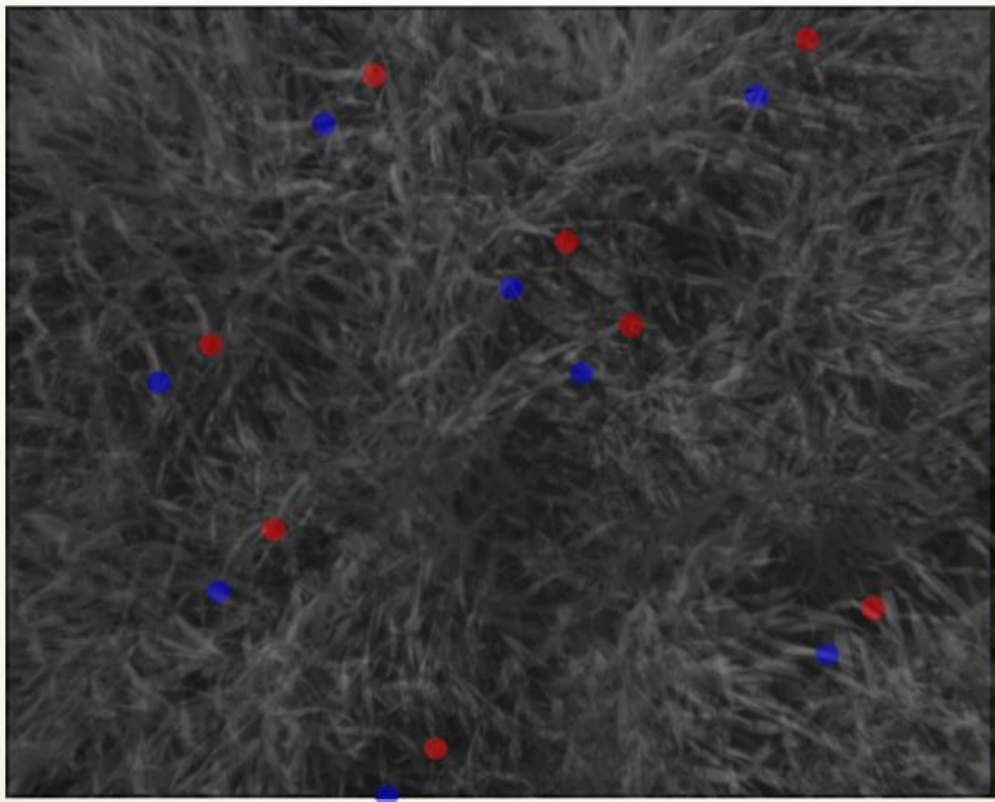
- Image sans correction (800/900nm)



- Image sans correction (800/900nm)



- Image sans correction (800/900nm)

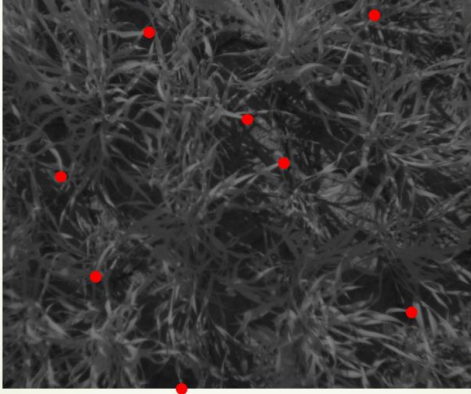


8.2.2. Recalage 2D programmé en python :

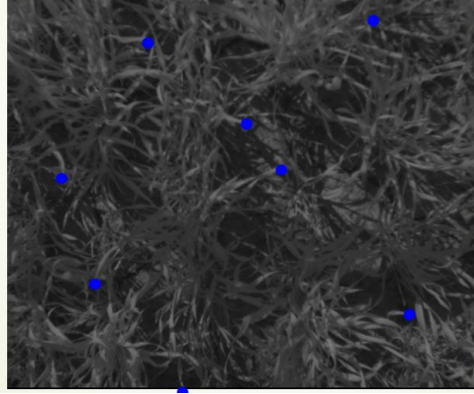
La première correction consiste à conserver la zone commune de chacune des images. Comme cette transformation ne requiert que de simples translations et découpes, on parle de recalage 2D.

8.2.3. Images après recalage 2D :

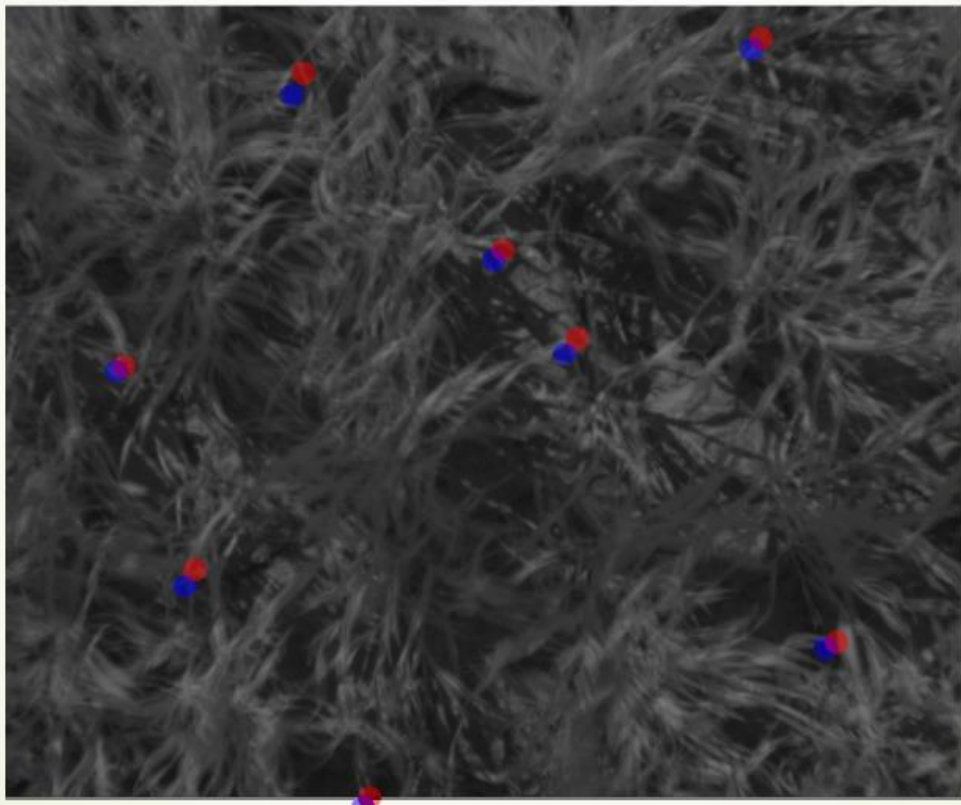
- Image après recalage 2D (800/900nm)



- Image après recalage 2D (800/900nm)



- Image après recalage 2D (800/900nm)

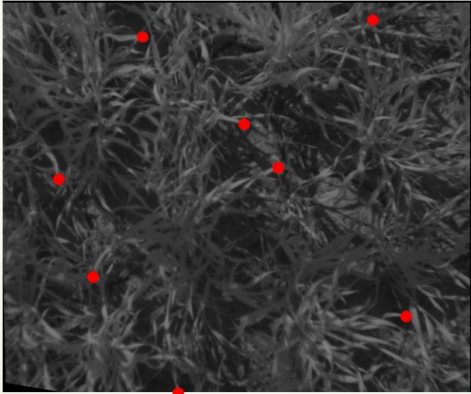


8.2.4. Recalage 3D programmé en python :

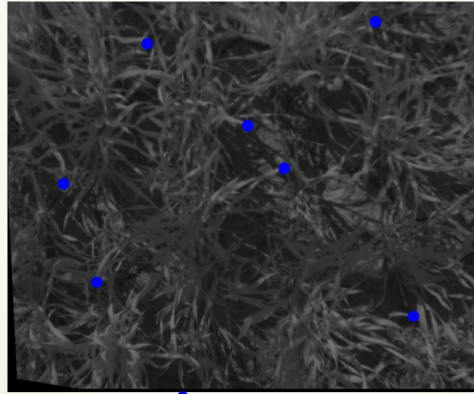
La seconde correction consiste à utiliser un modèle (Affine model) qui, à partir de correspondances entre 2 images exemples, va appliquer les transformations nécessaires. (translation, rotation,...) Comme ces transformations ne contiennent plus uniquement des translations mais aussi des rotations, scaling, ... on parle de recalage 3D.

8.2.5. Images après recalage 2D et 3D :

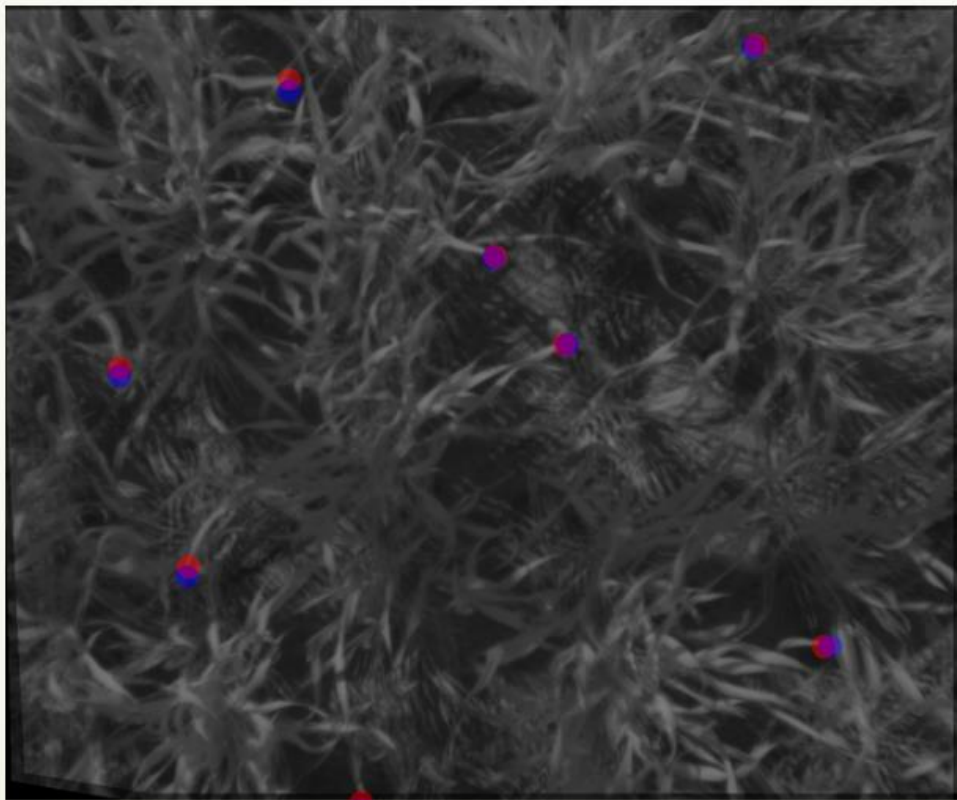
- Image après recalage 2D et 3D (800/900nm)



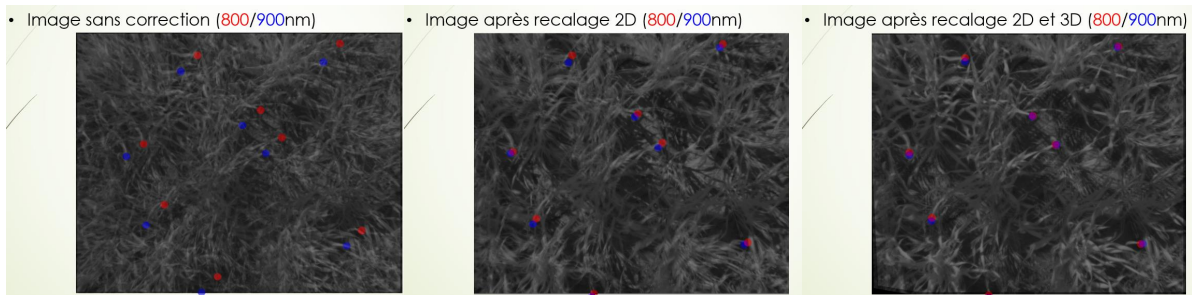
- Image après recalage 2D et 3D (800/900nm)



- Image après recalage 2D et 3D (800/900nm)



8.2.6. Synthèse des résultats et discussion :



On peut constater sans trop de difficultés la nette amélioration entre les images non corrigées et les images recalées. Ensuite, entre les images du recalage 2D et celles du recalage 2D+3D, on voit que les tiges supérieures sont mieux superposées qu'avant mais par contre que le sol est maintenant légèrement décalé. On peut donc conclure que le recalage 3D a permis de corriger un plan au détriment d'un autre ce qui dans notre cas est bénéfique. Cependant, si l'on voulait aller plus loin, il faudrait appliquer une correction suivant la hauteur de chaque élément ce qui deviendrait extrêmement complexe mais beaucoup plus précis. Une autre solution certainement plus adaptée serait de mettre en avant le plan qui convienne le mieux au traitement qui sera appliqué sur ces images.

On pourrait faire une analogie avec la vision d'un être humain. En effet, suivant ce que ce dernier fixe, une partie de l'image est floue. Il peut choisir la partie qu'il veut regarder et donc le plan qu'il veut mettre en avant. C'est le même principe.



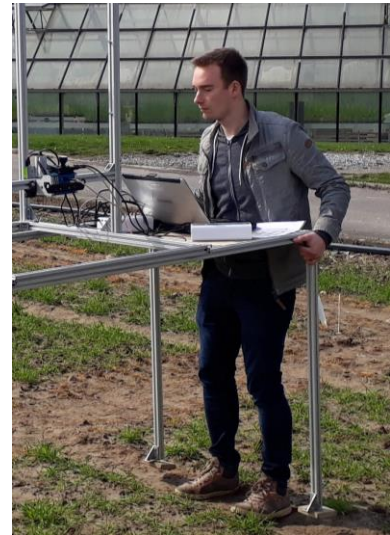
Exemple d'utilisation d'une telle solution:

Si l'on voulait déterminer le contour des feuilles, il faudrait donc mettre en avant le plan de celles-ci par contre si l'on voulait faire « une analyse du sol », c'est le plan du sol que l'on devrait mettre en avant.

9. Résolution de divers problèmes

Durant mon stage, j'ai été confronté à de nombreux problèmes qui m'ont permis de gagner en expérience et d'utiliser mes connaissances en informatique mais aussi en électronique pour y remédier :

- Câbles défectueux
- Bugs informatiques
- Problèmes de connectique
- Problèmes de librairies
- ...



```
C:\Users\jkirs\AppData\Local\Programs\Python\Python36\python.exe
Traceback (most recent call last):
```

10. Tutoriel environnement python :

Pour pouvoir exécuter le programme, il nous faut utiliser l'environnement adéquat.

Pour l'installer, il faut :

- Installer python3.6 depuis le site. Une fois cela fait, s'il existe plusieurs versions de python sur le pc, aller dans le dossier où a été installé python 3.6 et récupérer l'interpréteur que l'on utilisera
(C:\Users***User***\AppData\Local\Programs\Python\Python36\python.exe) ainsi que pip qui nous permettra par la suite d'installer des librairies facilement.

(C:\Users***User***\AppData\Local\Programs\Python\Python36\Scripts\pip3.6.exe)

- Installer kivy en entrant les commandes suivantes :

```
C:\Users\***User***\AppData\Local\Programs\Python\Python36\Scripts\pip3.6.exe install --upgrade pip wheel
setuptools
```

```
C:\Users\***User***\AppData\Local\Programs\Python\Python36\Scripts\pip3.6.exe install docutils pygments
pypiwin32 kivy.deps.sdl2 kivy.deps.glew
```

```
C:\Users\***User***\AppData\Local\Programs\Python\Python36\Scripts\pip3.6.exe install kivy.deps.gstreamer
```

```
C:\Users\***User***\AppData\Local\Programs\Python\Python36\Scripts\pip3.6.exe install kivy.deps.angle
```

```
C:\Users\***User***\AppData\Local\Programs\Python\Python36\Scripts\pip3.6.exe install kivy
```

- Installer toutes les autres librairies dont on aurait besoin dans les codes :

```
C:\Users\***User***\AppData\Local\Programs\Python\Python36\Scripts\pip3.6.exe install *****
```

11. Tutoriel Interface Phénomobile :

Prérequis :

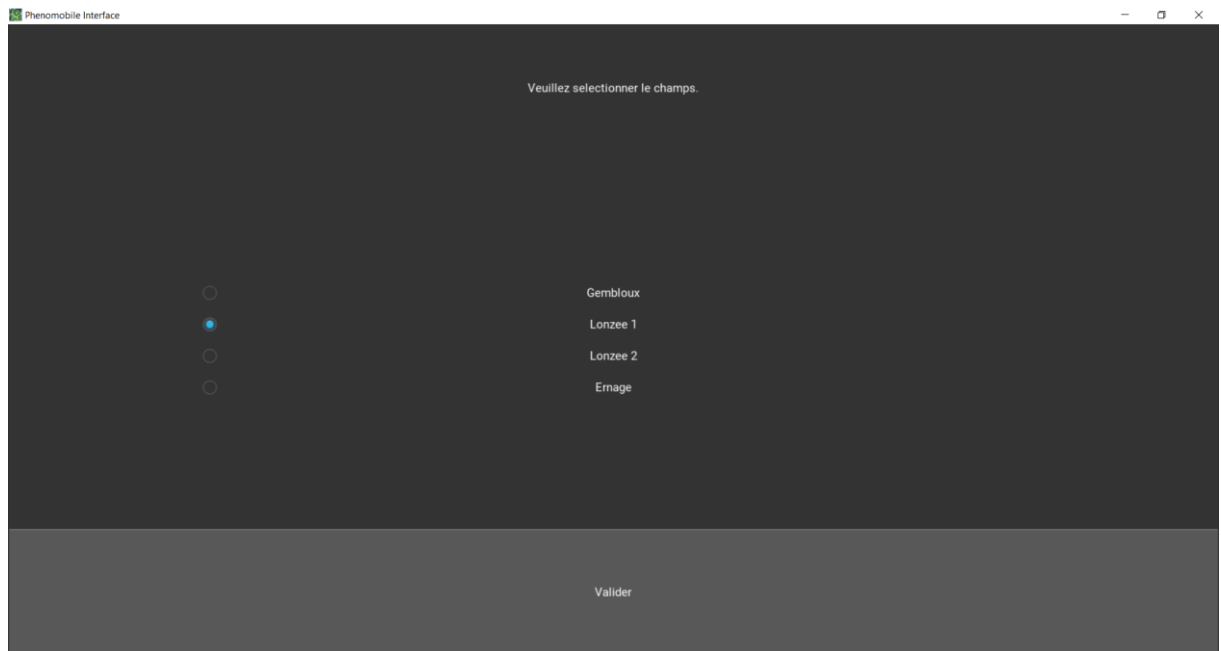
- Vérifier qu'il y a suffisamment de mémoire disponible sur le pc. Il est conseillé de transférer régulièrement les données du pc vers le disque dur externe. (Généralement juste après la sortie de terrain pour éviter les oublis)
- Brancher tous les câbles nécessaires à savoir :
 - Le câble USB du hub au pc
 - Le câble USB du spectromètre au pc
 - Le câble de communication série de la Tetracam au pc
 - Les câbles d'alimentation des caméras (Stereo et Tetracam) aux batteries
 - Les câbles propres à chaque sous caméra de la Stereo (L et R) au hub
- Vérifier que les cartes SD de la Tetracam sont bien vides.
- Vérifier que les caches des caméras stéréoscopiques ont bien été retirés.
- Vérifier que les câbles engendrent le moins d'ombre possible.
- Vérifier que le fichier « Interface.bat » ouvre bien la bonne version de l'interpréteur python (python36 ici) et utilise le chemin vers la version la plus à jour de l'interface.
- Vérifier que, une fois tout branché, la LED de la Tetracam soit verte.

Mode d'emploi :

Pour ouvrir l'interface, il suffit de double cliquer sur le fichier « Interface.bat » qui se trouve sur le bureau. C'est dans ce fichier que se trouve l'interpréteur que l'on utilise (python3.6) ainsi que le path du script le plus à jour.



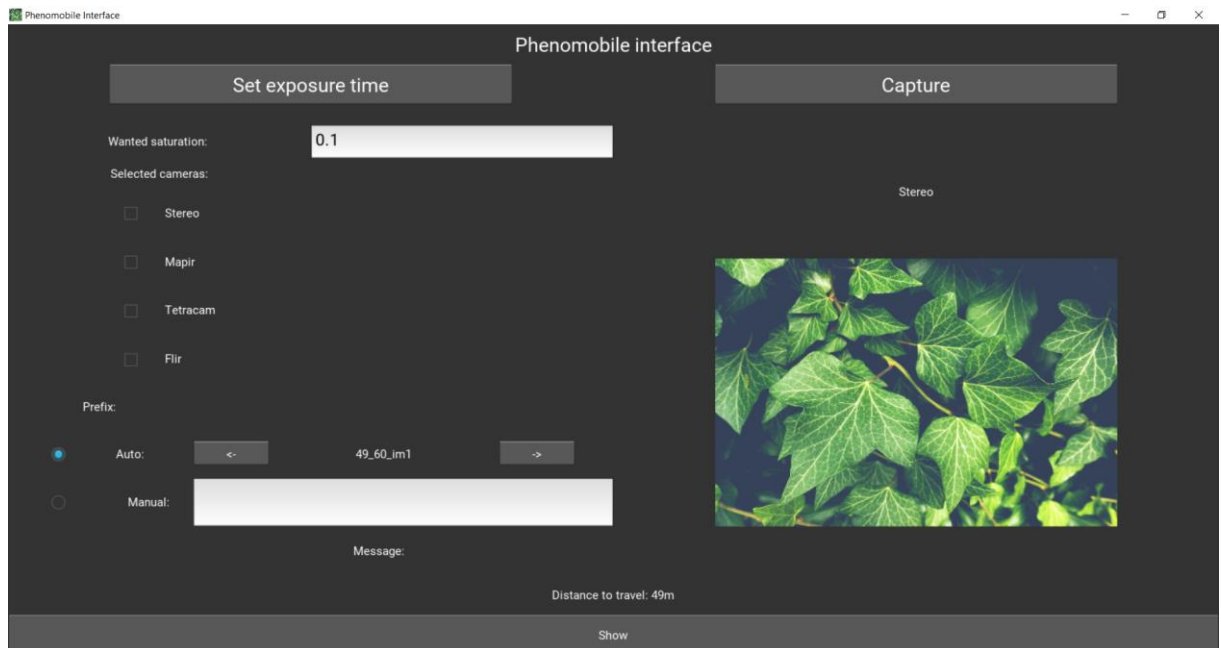
Une fois cela fait, il faut sélectionner le champ dans lequel on va faire les acquisitions.



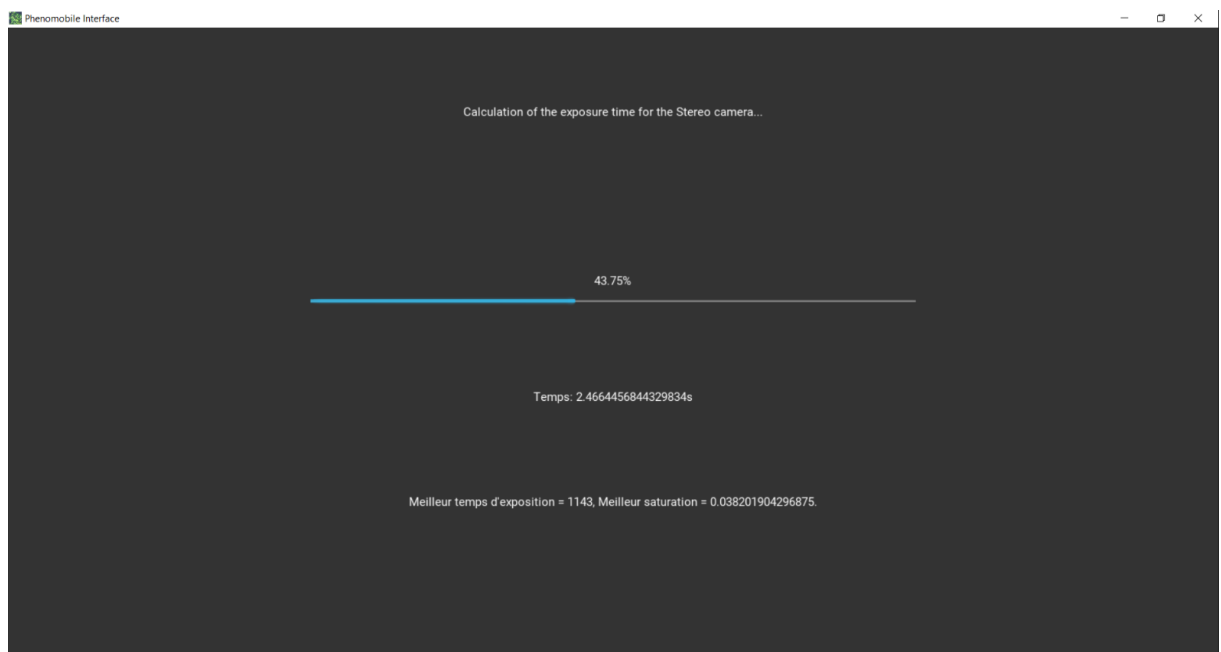
Arrivé à ce stade, si le champ comporte des parcelles dans lesquelles on étudie la biomasse, il faudra sélectionner le nombre restant de captures à prendre pour ces parcelles. (A noter que si l'on a déjà fait des acquisitions dans le même champ et le même jour, le programme réutilisera le stade de biomasse enregistré préalablement)



Une fois arrivé sur l'écran d'accueil de l'Interface Phénomobile, il faut connecter les caméras que l'on souhaite utiliser en sélectionnant les checkboxes adéquats. A noter que la caméra stéréo, une fois connectée, va directement récupérer le temps d'exposition optimal pour avoir une saturation dans l'image aussi proche que possible de celle voulue. (par défaut 0.01)



Il est possible de recalculer un nouveau temps d'exposition quand on voit par exemple que la luminosité ambiante a changé. Pour faire cela, il suffit d'appuyer sur le bouton « Set exposure time ».



Il est possible à l'utilisateur de voir le rendu d'une image stéréo en appuyant sur le bouton « Show ».

Pour faire une acquisition, l'utilisateur doit appuyer sur le bouton capture. Une fois cela fait, les images s'enregistreront avec le préfixe que l'utilisateur aura sélectionné. Pour cela, il y a deux possibilités, soit le mode manuel où l'utilisateur entre le préfixe qu'il souhaite donner à l'image, soit le mode automatique où le programme suit le parcours théorique à partir du plan du champ. Dans ce cas précis, après chaque capture, le programme mettra à jour le préfixe avec le nom de la prochaine photo à prendre. Il est aussi possible à l'utilisateur de passer à la parcelle suivante ou précédente grâce aux boutons « <- » et « -> ».

Exemple de parcours pour le champ suivant (qui commence par la parcelle en bas à droite et progresse ligne par ligne) :

4241 - 24	4341 - 29		4641 - 5	4841 - 31	4941 - 1
	4343 - 5		4643 - 27	4842 - 32	4942 - 31
			4644 - 24		4943 - 29
4245 - 7		4445 - 8			4945 - 8
	4347 - 1			4747 - 8	4946 - 31
				4748 - 29	4947 - 32
4249 - 27			4649 - 7	4749 - 1	4948 - 1
4251 - 1			4551 - 24	4651 - 29	4949 - 29
			4553 - 1		4950 - 8
		4454 - 24	4654 - 8	4754 - 27	4951 - 29
4255 - 5					4952 - 31
4257 - 7	4457 - 27		4657 - 5		4953 - 8
4258 - 8			4658 - 7		4954 - 1
	4459 - 29				4955 - 32
					4956 - 1
					4957 - 32
					4958 - 31
					4959 - 8
					4960 - 29

['49_60_im1', '49_60_im2', '49_60_im3', '49_60_im4', '44_59_im1', '44_59_im2', ...]

12. Tutoriel tri (temporaire):

Une fois les images récupérées sur le disque dur, il va falloir les trier.

Avant toute chose, il faut vérifier que les dossiers soient disposés de la manière qui suit :

```
*Nom du champ*Année*Mois*Jour*\Micro-MCA
    \TTCMCA0
    \TTCMCA1
    \TTCMCA2
    \TTCMCA3
    \TTCMCA4
    \TTCMCA5
    \Stereo
        \R
        \L
    \*Nom du champ*Année*Mois*Jour*.csv
    \.txt
```

Maintenant que les dossiers sont bien disposés, voici la procédure à suivre pour tout trier :

1. Exécuter le script « tri.py » où :
 - `directory = r"*Chemin vers le répertoire**Nom du champ*Année*Mois*Jour*"`
2. Rassembler toutes les images de la Tetracam dans un fichier RAW et convertir toutes ces images au format TIF en utilisant le logiciel PixelWrench. Une fois cette étape réalisée, les dossiers doivent être disposés de cette manière :

```
*Nom du champ*Année*Mois*Jour*\RAW
    \TIF
    \Stereo
        \R
        \L
    \*Nom du champ*Année*Mois*Jour*.csv
    \.txt
```

3. Exécuter le script « TifNameToStereoName.py » où :
 - `directory = r"*Chemin vers le répertoire**Nom du champ*Année*Mois*Jour*"`
 - `champ = "*Nom du champ*"`
 - `biomasse = *Nombre de parcelles restant à prélever pour la biomasse*`
4. Exécuter le script
« Script_pour_supprimer_underscore_si_besoin_et_rajouter_modalite.py » où :
 - `directory = r"*Chemin vers le répertoire**Nom du champ*Année*Mois*Jour*"`
 - `champ = "*Nom du champ*"`
 - `biomasse = *Nombre de parcelles restant à prélever pour la biomasse*`
 - `write = 1`
 - `dir = directory + r"\Micro-MCA\TIF"`

5. Exécuter le script

« Script_pour_supprimer_underscore_si_besoin_et_rajouter_modalite.py » où :

- `directory = r"*Chemin vers le répertoire*"*Nom du champ*Année*Mois*Jour*"`
- `champ = "*Nom du champ*"`
- `biomasse = *Nombre de parcelles restant à prélever pour la biomasse*`
- `write = 1`
- `dir = directory + r"\Stereo\L"`

6. Exécuter le script

« Script_pour_supprimer_underscore_si_besoin_et_rajouter_modalite.py » où :

- `directory = r"*Chemin vers le répertoire*"*Nom du champ*Année*Mois*Jour*"`
- `champ = "*Nom du champ*"`
- `biomasse = *Nombre de parcelles restant à prélever pour la biomasse*`
- `write = 1`
- `dir = directory + r"\Stereo\R"`

7. Si le champ en question est l'essai centenaire de Gembloux

a) Exécuter le script « conversion_plan_gembloux.py » où :

- `directory = r"*Chemin vers le répertoire*"*Nom du champ*Année*Mois*Jour*"`
- `write = 1`
- `dir = directory + r"\Micro-MCA\TIF"`

b) Exécuter le script « conversion_plan_gembloux.py » où :

- `directory = r"*Chemin vers le répertoire*"*Nom du champ*Année*Mois*Jour*"`
- `write = 1`
- `dir = directory + r"\Stereo\L"`

c) Exécuter le script « conversion_plan_gembloux.py » où :

- `directory = r"*Chemin vers le répertoire*"*Nom du champ*Année*Mois*Jour*"`
- `write = 1`
- `dir = directory + r"\Stereo\R"`

13. Conclusions

Durant le stage, j'ai dû faire face à de nombreuses difficultés qui m'ont permis non seulement d'acquérir de l'expérience supplémentaire en informatique mais aussi dans beaucoup d'autres domaines. J'ai pu découvrir la vie en entreprise ainsi que le métier d'ingénieur en vivant une expérience humaine unique et très enrichissante qui m'a permis d'acquérir un sens de l'autonomie et des responsabilités. J'ai dû gérer pas mal de difficultés suite aux nombreux développements différents demandés comme par exemple la nécessité de développer rapidement du code pour soit apporter de nouvelles fonctionnalités soit palier à des bugs avant de partir sur le terrain pour effectuer diverses prises de mesures.

J'ai également pu goûter aux nombreux imprévus du terrain, il m'arrivait parfois même de devoir déboguer des codes à distance, ce qui était loin d'être évident mais cependant très enrichissant. Sans les sorties sur le terrain, ma compréhension globale du sujet aurait été beaucoup moins bonne. C'est en effet grâce à celles-ci et à l'aide de mes collègues que j'ai pu mieux comprendre leur travail ainsi que découvrir le fonctionnement global du phénotypage. Ces observations m'ont aussi permis d'identifier les spécificités auxquelles l'interface devait répondre tout en profitant de ces sorties pour varier le type de travail effectué.

La durée assez courte du stage n'a pas non plus facilité les choses, le développement devait être fait rapidement tout en étant aussi propre et efficace que possible. Heureusement, tout s'est bien déroulé dans l'ensemble grâce à l'accueil, l'encadrement et tous les bons conseils que j'ai eu de mes collègues. Les journées étaient bien remplies mais passaient très vite grâce à l'ambiance de travail très propice au bon fonctionnement de celui-ci. J'ai vraiment apprécié le fait que l'équipe ait toujours été disponible pour moi, que ce soit pour me conseiller ou m'apprendre des choses et qu'elle m'ait laissé prendre des initiatives et mettre en avant mes idées. Pour toutes ces raisons, je remercie chacun des membres de l'équipe sans lesquels tout cela n'aurait pas été possible.

14. Bibliographie

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Gembloux Abbey, current home of Gembloux Agro-Bio Tech \(DSCF7631\).jpg](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Gembloux_Abbey,_current_home_of_Gembloux_Agro-Bio_Tech_(DSCF7631).jpg)

https://www.gembloux.uliege.be/cms/c_4039827/fr/portail-gembloux-agro-bio-tech

<https://www.cordial.fr/dictionnaire/definition/ph%C3%A9notypage.php>

<https://www.leonard-rodriguez.com/blog/vitesse-obturation>

<http://www.spl.harvard.edu/publications/item/view/103>