

**EPHEC**  
Technologie de l'Informatique

AVENUE DU CISEAU 15  
1348 OTTIGNIES-LOUVAIN-LA-NEUVE

---

# Rapport de Stage

---

*Miguel Antoons*

2021-2022

**Maitres de Stage**  
Monsieur Hervé LAMY  
Monsieur Antoine CALEGARO

**Professeur Rapporteur**  
Monsieur Arnaud DEWULF

# Contents

<b>1 Remerciements</b>	<b>2</b>
<b>2 Introduction</b>	<b>3</b>
2.1 Objectifs du Stage . . . . .	3
2.2 Attentes Personnelles . . . . .	3
<b>3 Institut Royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique</b>	<b>4</b>
3.1 Le projet BRAMS . . . . .	5
<b>4 Nature du Stage</b>	<b>7</b>
4.1 Réalisations . . . . .	7
4.1.1 Pages statiques . . . . .	8
4.1.2 Visualisation de la disponibilité des données . . . . .	8
4.1.3 Data Viewer . . . . .	9
4.1.4 Carte dynamique des stations . . . . .	10
4.1.5 Campagnes BRAMS . . . . .	11
4.1.6 Outils d'Administration . . . . .	12
<b>5 Expériences Vécues</b>	<b>14</b>
<b>6 Conclusion</b>	<b>15</b>

## **1 Remerciements**

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidé tout au long du stage et lors de la rédaction de ce rapport.

En premier lieu, je remercie Mrs. Hervé Lamy et Antoine Calegaro. En tant que maîtres de stage, ils m'ont beaucoup appris et ont partagé leurs connaissances dans le domaine de l'informatique.

Je remercie également mon professeur rapporteur, Mr. Arnaud Dewulf qui m'a permis de trouver ce stage et qui m'a suivi tout au long de son déroulement.

Enfin, je voudrais exprimer ma reconnaissance envers toutes les personnes qui m'ont aidé lors de la rédaction et pour la relecture de ce rapport de stage.

## 2 Introduction

### 2.1 Objectifs du Stage

Le stage d’insertion professionnelle proposé par l’Ephec a pour objectif de familiariser les étudiants avec le milieu dans lequel ils valoriseront leur diplôme. Il permet de mettre en pratique la matière théorique vue tout au long du cursus en technologie de l’informatique grâce à la confrontation à des situations concrètes, mais également à l’aide de l’approche d’un professionnel.

### 2.2 Attentes Personnelles

Cette offre de stage a été proposée lors d’une présentation organisée par les membres du projet BRAMS, sein de l’Institut Royal d’Aéronomie Spatiale de Belgique, durant le cours de traitement de signal. Ayant déjà contacté des sociétés, mais n’ayant pas encore pris de décision, j’ai décidé de prendre rendez-vous avec l’institut.

Le travail principal proposé par l’institut était la migration d’un site web vers un autre framework. L’ancien framework ainsi que le nouveau m’étant inconnus, ceci m’a attiré pour les nombreuses compétences à apprendre. Ce stage, comme la plupart des stages, permettait également de voir comment un environnement professionnel s’organise et fonctionne.

Enfin, étant dans un milieu professionnel, j’étais curieux quant à la complexité d’écrire des programmes complets, de qualité dans les délais imposés. Ceci s’étend d’un débogage et une maintenance facilités pour le développeur qui viendra après moi, jusqu’au développement d’une interface conviviale et facile à utiliser pour l’utilisateur. Cette attente était d’autant plus intéressante sachant que j’allais devoir apprendre un nouveau langage et un nouveau framework durant ces délais.

### **3 Institut Royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique**

L'institut Royal d'Aéronomie Spatiale de Belgique ou IASB est un institut scientifique fédéral belge fondé le 25 novembre 1964. Il est situé sur le plateau d'Uccle, où se situent également d'autres instituts scientifiques, à savoir l'Institut Royal Météorologique ou IRM et l'Observatoire Royal de Belgique.

Les tâches principales de l'IASB sont, comme son nom l'indique, la recherche et les services publics dans le domaine de l'aéronomie spatiale. L'aéronomie a pour objet l'étude des régions atmosphériques où les phénomènes de dissociations moléculaires et d'ionisation sont importants. Par extension, l'aéronomie couvre aussi l'étude des comètes et d'autres planètes. Leur objectif est d'élargir la connaissance des atmosphères des corps célestes.

Parmi les activités de l'IASB, on retrouve le contrôle des expériences belges à bord de la station spatiale internationale et d'autres satellites, ou encore la conception d'instruments qui serviront à surveiller les atmosphères et l'environnement spatial.

Quelques domaines de recherche de l'IASB :

- Le développement des missions spatiales,
- La qualité de l'air,
- La physique spatiale.

L'IASB est subdivisé en quatre départements, comme nous le montre la figure 1 :

- le département de physique spatiale,
- le département de composition atmosphérique (sources et pertes),
- le département de composition atmosphérique (gaz réactifs),
- le département de radiations solaires dans les atmosphères.

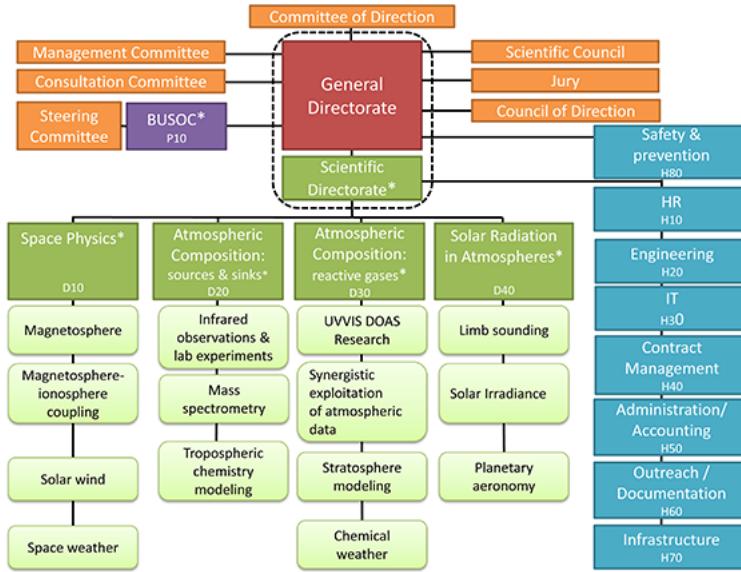


Figure 1: Organisation des départements de l'IASB

### 3.1 Le projet BRAMS

Le but du projet BRAMS est de détecter et de caractériser les météores entrant dans l'atmosphère. Ces données sont ensuite collectées et archivées à l'IASB pour pouvoir les analyser. Cette analyse permet d'étudier plus précisément les trajectoires, la vitesse et éventuellement les masses des météores.

Le projet a débuté en 2010 sous l'impulsion d'Hervé Lamy à l'IASB, dans le département de physique spatiale. Le projet BRAMS dispose d'un réseau de quarante-deux stations réceptrices, situées en Belgique ou dans les pays avoisinants, et d'un émetteur dédié. Ce réseau fonctionne de la façon suivante :

1. L'émetteur, situé à Dourbes dans le sud de la Belgique, transmet de façon continue une onde radio à une fréquence fixe de 49.97 MHz et avec une puissance de 130 Watts. Ce signal est émis en direction du ciel et peut être réfléchi sur des trainées ionisées créées dans le sillage des météores entrant dans l'atmosphère terrestre.
2. Une fois réfléchi, le signal est, dans le cas idéal, détecté par un ou plusieurs stations de réception du réseau BRAMS. Chaque station de

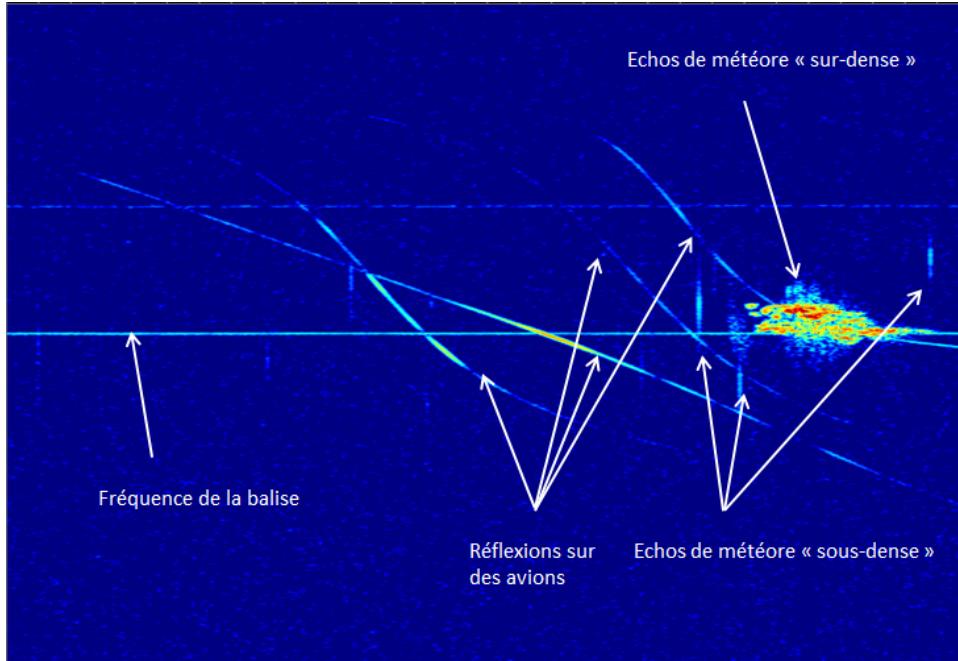


Figure 2: Exemple d'un spectrogramme du projet BRAMS

réception enregistre continuellement les données dans des fichiers son de type WAV<sup>1</sup>. Toutes ces stations sont hébergées soit par des radio-amateurs qui veulent contribuer au projet, soit par des observatoires publics ou encore par l'IASB même.

3. Les fichiers WAV sont envoyés à intervalles réguliers à l'institut via internet.
4. Ces données sont ensuite archivées et étudiées par les personnes travaillant sur le projet. Afin de pouvoir mieux visualiser les données, on génère des spectrogrammes à partir des fichiers WAV. Un exemple de spectrogramme peut être visualisé sur la figure 2.

Plus d'informations à propos du projet BRAMS sont disponibles en ligne, sur le site web du projet.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Waveform Audio File

<sup>2</sup>Accessible à l'adresse suivante : <https://brams.aeronomie.be>

## 4 Nature du Stage

Dans cette section, j'explique dans quel domaine de l'informatique j'ai principalement travaillé pendant mon stage, ainsi que mes réalisations pour l'institut.

Mon stage a démarré le 14 février et a pris fin le 20 mai. Durant toute cette période, j'ai travaillé sur le projet BRAMS.

Ma tâche principale était l'amélioration et la migration vers un nouveau framework du site web du projet BRAMS. Le framework de l'ancien site était CakePHP, qui est maintenant remplacé par Joomla. Tous deux framework utilisent le PHP comme langage back-end combiné avec du JavaScript, du HTML<sup>3</sup> et du CSS<sup>4</sup> pour fournir des fonctionnalités du côté front-end. Le PHP étant un langage que je n'avais encore jamais utilisé, ceci impliquait l'apprentissage de ce langage avant de pouvoir m'attaquer au développement du site web. La migration était nécessaire afin de permettre l'uniformité d'un seul et même framework au sein de tous les sites web de l'IASB. Afin de compléter certaines fonctionnalités spécifiques du côté du front-end, il a également fallu utiliser de librairies open-source JavaScript.

Plusieurs fois par semaine, je montrais mon avancement sur le site afin d'avoir un retour. Ceci m'a permis de vraiment bien améliorer le site aux besoins des membres du projet BRAMS. Durant les dernières semaines de stage, le site est passé dans une phase de test pour les utilisateurs. Lors de cette période, les utilisateurs me faisaient part de leurs remarques sur le site, ou encore de certains points qui restent à améliorer. Ceci a conduit à un site de qualité, facile à utiliser à la fois pour les membres du projet BRAMS ainsi que pour des personnes visitant le site à l'occasion.

### 4.1 Réalisations

Dans cette section, je passe en revue mes réalisations durant le stage.

---

<sup>3</sup>HyperText Markup Language : permet de structurer les éléments sur le site

<sup>4</sup>Cascading Style Sheets : permet de changer le style du site

#### **4.1.1 Pages statiques**

Joomla étant un CMS<sup>5</sup>, la réécriture des pages statiques de l'ancien site web s'est déroulée très rapidement. Grâce à l'interface graphique, il suffisait de copier le texte brut de l'ancien site web, le mettre en forme et finalement, ajouter les images. Joomla étant un framework qui propose des modèles avec une structure et un style déjà tout fait (HTML & CSS), cette tâche s'est révélée aisée.

#### **4.1.2 Visualisation de la disponibilité des données**

Durant les douze ans d'existence du projet, beaucoup de fichiers sont maintenant archivés. En effet, il y a à présent 42 récepteurs actifs qui envoient chacun 288 fichiers (1 fichier tous les 5 min) par jour. Il y a donc à présent plus de 30 millions de fichiers pour le projet BRAMS. Rechercher sur un ensemble de fichiers existe ou non prend un temps qui est non négligeable pour les scientifiques du projet. C'est pourquoi sur le site, un outil permettant de visualiser facilement quelles données sont disponibles pour toutes les stations.

Cet outil a été créé à l'aide de la librairie JavaScript open source Visavail.js<sup>6</sup> et affiche la disponibilité des fichiers sous forme de code couleur. La première amélioration que j'ai apportée à cet outil concerne le volume de données entre le client et le serveur. En effet, la quantité des données demandée peut devenir très grande quand on veut visualiser la disponibilité sur une très longue période, ce qui cause un temps de chargement de plusieurs minutes. Grâce à cette optimisation, le temps de chargement se trouve réduit à quelques secondes.

Une autre amélioration apportée, et ceci pour tous les outils, est la diminution des rechargements de la page. Tandis que l'ancien site rechargeait la page à chaque fois qu'un utilisateur voulait accéder à des données back-end, le nouveau site fonctionne avec des requêtes asynchrones, évitant de devoir recharger la page à chaque requête. C'est non-seulement une expérience plus agréable pour l'utilisateur, mais permet aussi d'économiser de la bande passante réseau.

---

<sup>5</sup>Content Management System : outil permettant de créer des pages web à l'aide d'une interface graphique

<sup>6</sup><https://github.com/flrs/visavail>

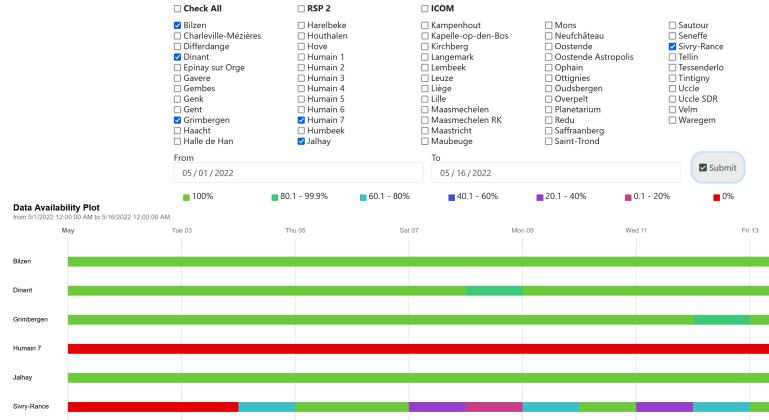


Figure 3: Outil de visualisation de la disponibilité des fichiers pour chaque station

L’outil de visualisation de la disponibilité des données était le premier outil dynamique que j’ai dû développer pour le site web. Ceci s’est ressenti dans le temps que j’ai mis afin d’arriver à une version définitive de la nouvelle version. En effet, durant le développement de cet outil, j’ai non seulement dû me familiariser avec PHP et l’organisation MVC<sup>7</sup> de Joomla mais également avec les systèmes informatiques de l’institut.

Un exemple de l’outil de visualisation de la disponibilité des données BRAMS est affiché sur la figure 3.

#### 4.1.3 Data Viewer

Dans le but de permettre aux utilisateurs, autant internes qu’externes au projet BRAMS, de visualiser les données générées par les stations, un outil qui porte le nom de Data Viewer a été mis en place. Cet outil permet d’afficher les spectrogrammes de différentes stations dans un intervalle défini par l’utilisateur ainsi que le téléchargement du spectrogramme et du fichier WAV auquel le spectrogramme est associé. Ceci permet de comparer les données plus facilement entre les différentes stations.

---

<sup>7</sup>Model-View Controller : Façon d’organiser le code en séparant la partie donnée, la partie interface et la partie logique.

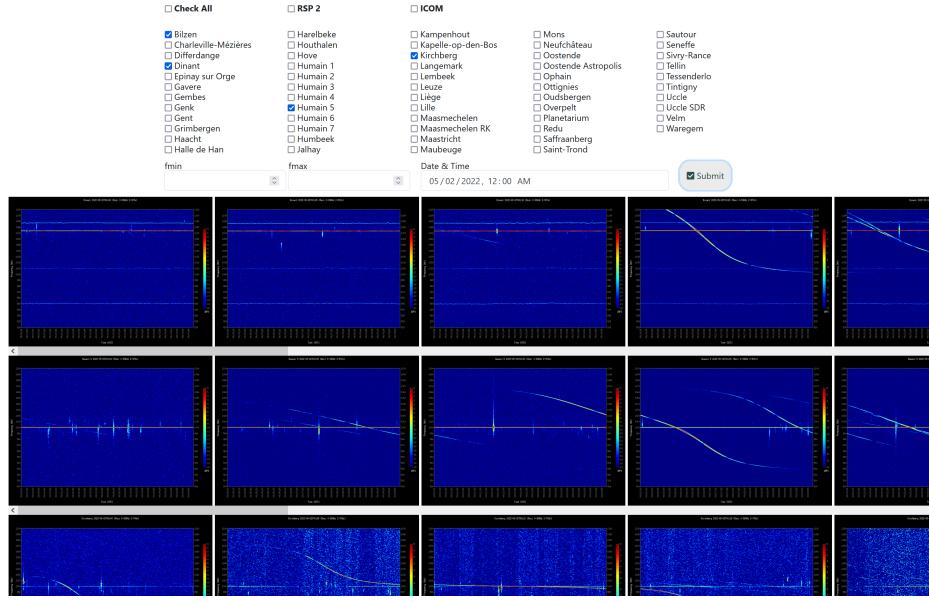


Figure 4: BRAMS Data Viewer

Le Data Viewer utilise la librairie open source `Viewer.js`<sup>8</sup> qui permet d'afficher les images en grand ainsi que la navigation entre les images. La plus grande amélioration apportée à ce programme est au niveau de l'interface. Pour des utilisateurs n'ayant pas la connaissance de comment utiliser le programme, la sélection de période ainsi que des différentes stations pouvait être difficile. Moi-même, la première fois que j'ai voulu utiliser le programme j'ai dû demander de l'aide puisque je pensais qu'il ne fonctionnait pas. Le programme est maintenant plus facile à utiliser par rapport à la version précédente.

Un exemple du BRAMS Data Viewer se trouve sur la figure 4.

#### 4.1.4 Carte dynamique des stations

Afin de pouvoir visualiser l'évolution et l'état du réseau BRAMS, le site web dispose d'une carte dynamique de la Belgique. Une des améliorations apportées à cette page est la possibilité de voir le réseau BRAMS à une date précise. La nouvelle version affiche également le pourcentage de données disponible pour le jour sélectionné. Chaque station est représentée par un

<sup>8</sup><https://fengyuanchen.github.io/viewerjs/>

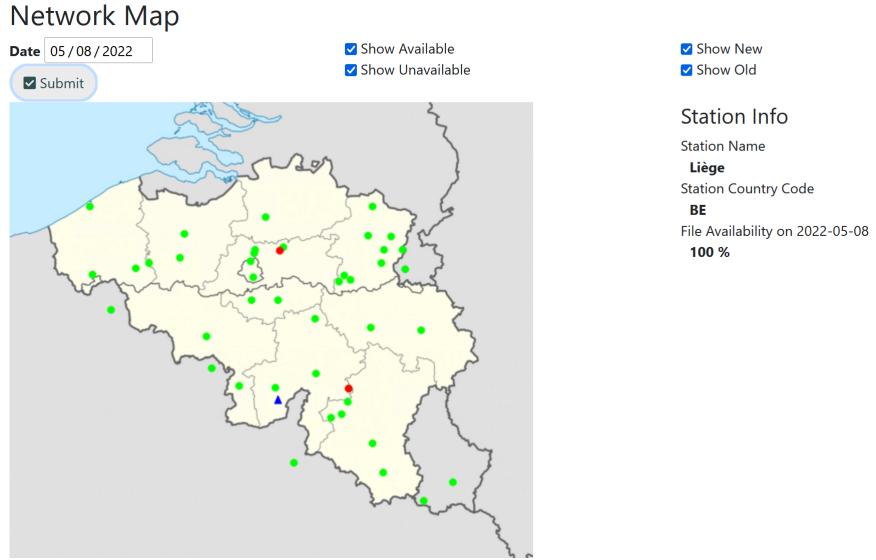


Figure 5: Carte dynamique du réseau BRAMS

point vert s'il dispose de données pour ce jour-là ou un point rouge dans le cas contraire.

Afin de pouvoir afficher des points à des endroits précis sur une image, la librairie open source maphighlight<sup>9</sup> a été utilisé. Une capture d'écran de l'outil peut être visualisé sur la figure 5.

#### 4.1.5 Campagnes BRAMS

Dans le but de mettre en évidence les météores sur les spectrogrammes, un outil nommé BRAMS Campaigns avait été développé sur l'ancien site web du projet BRAMS. Cet outil donnait la possibilité aux membres du projet BRAMS de tracer des rectangles autour des météores et de télécharger les spectrogrammes ensemble avec les rectangles. Cependant, cet outil ne fonctionnait plus depuis quelque temps.

Malgré un code entièrement réécrit sur la nouvelle version, le problème présent sur l'ancienne version du programme n'était pas parti. Après une recherche pour trouver la cause du problème, je me suis aperçu qu'une des ta-

---

<sup>9</sup><https://github.com/kemayo/maphilight>

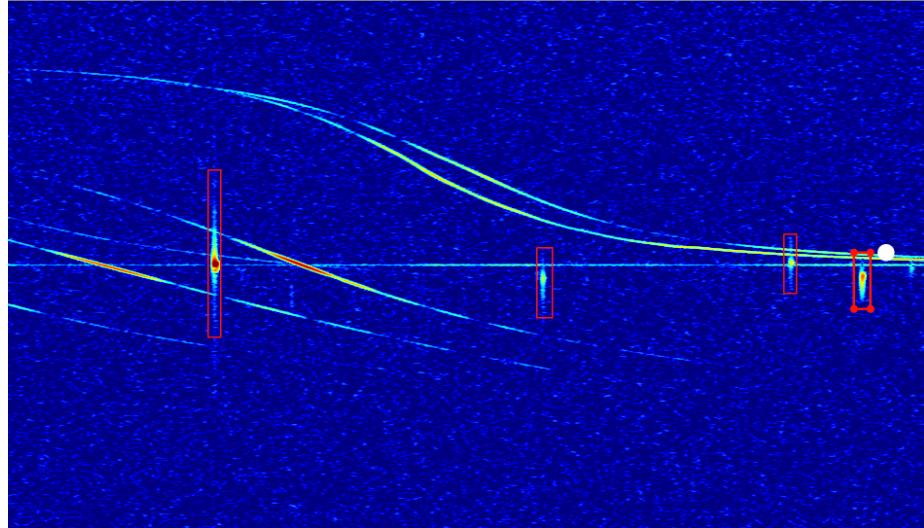


Figure 6: Exemple d'utilisation de l'outil BRAMS Campaigns

bles impliquée dans l'outil disposait d'un moteur de base de données différent des autres. Cette différence de moteur causait un conflit à chaque insertion de donnée dans cette table. Ceci empêchait la création d'une nouvelle campagne et rendait le programme inutilisable.

J'ai développé le côté front-end du site en me basant sur le code déjà existant. Cependant, j'ai apporté des améliorations aux enregistrements des rectangles tracés, qui se fait maintenant de façon continue au lieu de devoir appuyer sur un bouton pour enregistrer tous les rectangles tracés sur un spectrogramme. Un exemple de l'utilisation de cet outil se trouve à la figure 6.

#### 4.1.6 Outils d'Administration

Le développement de plusieurs pages permettant la visualisation, l'ajout, la modification et la suppression de données dans la base de données fut également nécessaire. Les améliorations apportées à ces pages portent surtout sur un nouveau design plus simple et moderne ainsi que l'automatisation ou encore l'ajout des valeurs par défaut pour les champs des formulaires.

Les changements d'une page d'administration à un autre étant minimales,

ceci a causé beaucoup de tâches répétées. En effet, il y avait huit tables pouvant être manipulés depuis le site chacun nécessite deux pages. Ceci rendait le développement de ces pages beaucoup moins intéressant.

## 5 Expériences Vécues

Avec les mesures prises suite au COVID, faire connaissance avec mes collègues s'est avéré plus compliqué au début. Néanmoins, dès mon arrivée j'y ai été accueilli agréablement ce qui m'a permis de rapidement m'intégrer dans l'équipe.

On m'a attribué un bureau personnel avec un espace suffisant et une vue vers l'extérieur très agréable. Ceci avait l'avantage qu'étant seul, je pouvais me concentrer à 100 % sur mon travail sans être dérangé. D'un autre côté, avec les mesures du COVID, je passais parfois des journées seul sans voir mes collègues. Heureusement, ça s'est amélioré avec les semaines qui passaient et l'assouplissement des mesures contre le COVID.

Lors de mon stage, j'ai également été en contact avec des employés d'autres départements au sein de l'IASB afin de m'aider dans mes tâches. Lorsque j'avais une question, je savais m'adresser à mes collègues du projet BRAMS, ou encore, aller voir les membres du département informatique. Ceci m'a aidé notamment au début de mon stage, quand j'ai rencontré un problème empêchant Joomla de fonctionner correctement. Joomla n'avait aucun droit d'écriture, ce qui bloquait toute installation de pages dynamique ou encore de modèles graphiques. C'était également l'occasion d'apprendre à se connaître en discutant de sujets divers.

Plusieurs fois par semaine Mr Antoine Calegaro, mon maître de stage, venait voir mon avancement sur le site. Ceci m'a permis de m'améliorer dans mon travail et d'apprendre des nouvelles choses auxquelles je n'avais pas encore fait attention.

Enfin, l'institut étant situé à un endroit très vert et calme, l'environnement de travail y était vraiment agréable.

## 6 Conclusion

Durant la période de stage, j'ai eu l'occasion d'apprendre de nombreuses choses, mais avant tout j'ai pu me former une idée plus précise de quel type de travail me conviendrait.

J'ai pu finaliser la migration du site web, mais ayant pris plus de temps que prévu, je termine mon stage avec le site toujours en phase de test. Ceci est en partie causé par quelques problèmes avec l'infrastructure de l'institut m'empêchant de développer de façon efficace le site durant les premières semaines, mais également par mon manque d'organisation durant les premières semaines. Ces deux problèmes ont heureusement évolués de façon positive afin d'arriver à un bon résultat.

Je suis satisfait de mon travail et de mon évolution durant cette période et également du fait que le travail réalisé sera utile à grand nombre de personnes. Je sors du stage avec des nouvelles compétences techniques acquises, des nouvelles personnes rencontrées, une meilleure connaissance de moi-même et une meilleure aptitude à m'organiser pour finir un travail dans des délais imposés.

Ce stage clôture donc parfaitement mes études à l'EPHEC et permettra de mieux m'orienter dans les années à venir.