Université Paris Diderot
-
IRIF

Rapport de Stage
du 01/06/2019 au 01/08/2019

éffectué à Paris

Sébastien Lecleire
Etudiant en MASTER 1 IMPAIRS

supervisé par
Mr Yann Régis-Gianas

Contents

1 Remerciements

Avant tout développement sur cette expérience professionnelle, il apparaît opportun de commencer ce rapport de stage par des remerciements, à ceux qui m'ont beaucoup appris au cours de ce stage, et même à ceux qui ont eu la gentillesse de faire de ce stage un moment très profitable.
Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à ma professeure et amie, Mme Ines Klimann, maître de conférences à l'Université Paris Diderot (Paris 7) qui m'a beaucoup aidé dans ma recherche de stage.
Je tiens à remercier vivement mon maitre de stage, Mr Yann Régis-Gianas, maître de conférences à l'Université Paris Diderot (Paris 7) et responsable de la platforme LearnOCaml au sein de l'IRIF pour son accueil, son enthousiasme et ses conseils avisés. Grâce à sa confiance j'ai pu accomplir mes différentes missions en totale autonomie avec rigueur et efficacité. Il fut d'une aide précieuse dans les moments les plus délicats.
Je remercie également l'ensemble des employés de l'IRIF et de l'Université Paris Diderot (Paris 7) pour leur accueil, leur gentillesse et leur professionnalisme. Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont conseillé et aidé lors de mon stage.

2 Introduction

Du 01/06/2019 au 01/09/2019, j'ai effectué un stage au sein de l'Institut de Recherche en Informatique Fondamentale (IRIF[1]). Au cours de ce stage dans l'équipe πr^2, j'ai pu m'intéresser au développement des méthodes formelles ou mathématiques pour modéliser des systèmes existants, naturels ou artificiels, et pour résoudre des problèmes concrets. Plus largement, ce stage a été l'opportunité pour moi d'appréhender l'aspect pratique de tous les metiers liés au développement d'une application de sa conception à sa mise en production et des méthodes pour rendre plus sûre et plus efficace la distribution de systèmes logiciels de grande dimension.

Au-delà d'enrichir mes connaissances informatiques, ce stage m'a permis de comprendre énormement de chose sur le travail en équipe, sur les subtilités de la vie en entreprise et m'a donné de nombreuses pistes sur mon orientation après mon Master 2. Mon stage au pôle Preuves, Programmes et Systèmes (PPS[2]) de l'IRIF1 a consisté essentiellement en l'amélioration de la platforme LearnOCaml et au développement d'applications permettant de faciliter et de simplifier son utilisation. Mon maître de stage étant maître de conférences à l'Université Paris Diderot (Paris 7) et membre permanant du pôle PPS2, j'ai pu apprendre dans d'excellentes conditions à utiliser de nombreux outils mis à disposition par Github et à réaliser un FrontEnd, un BackEnd, une API[3], à administrer des serveurs Cloud Openstack et des Nodes Kubernetes aussi bien en local qu'avec OVH.

Ce stage a donc été une opportunité pour moi de percevoir comment les recherches menées à l'IRIF1 reposent sur l'étude et la compréhension des fondements de toute l'informatique, afin d'apporter des solutions innovantes aux défis actuels et futurs des sciences numériques. L'élaboration de ce rapport a pour principale source les différents enseignements tirés de la pratique journalière des tâches auxquelles j'étais affecté.

En vue de rendre compte de manière fidèle et analytique des 2 mois passés au sein de l'IRIF1, il apparaît logique de présenter à titre préalable le cadre du stage : l'IRIF1, et l'environnement du stage, à savoir le secteur PPS2. Ensuite, il sera précisé les différentes missions et tâches que j'ai pu effectuer au sein du pôle PPS2. Enfin les nombreux apports que j'ai pu en tirer.

[1] Institut de Recherche en Informatique Fondamentale
[2] Preuves, Programmes et Systèmes
[3] Interface de Programmation d'Application ou Interface de Programmation Applicative

3 L'IRIF

L'Institut de Recherche en Informatique Fondamentale (IRIF) est une unité mixte de recherche (UMR 8243) entre le CNRS et l'université Paris Diderot, qui héberge deux équipes-projets INRIA. Il est issu de la fusion des deux UMR LIAFA et PPS au 1er janvier 2016. L'IRIF est aussi membre de la Fondation Sciences Mathématiques de Paris (FSMP).

3.1 Présentation

l'IRIF est reconnu pour ses contributions portant sur la conception et l'analyse d'algorithmes, l'étude des modèles de calculs et de représentation des données, les fondements des langages de programmation, le développement logiciel, la vérification et la certification. L'IRIF effectue aussi une recherche interdisciplinaire mettant à profit sa démarche scientifique.

L'IRIF s'appuie sur des concepts mathématiques développés et étudiés en son sein, notamment en combinatoire, théorie des graphes, logique et algèbre. Ces travaux contribuent aussi directement aux mathématiques, notamment en physique combinatoire, probabilités, catégories, théorie de la preuve, et preuves assistées par ordinateur.

Au CNRS, l'IRIF est principalement rattaché à l'Institut National des Sciences de l'Information et de leurs Interactions (INS2I) et, secondairement, à l'Institut National des Sciences Mathématiques et de leurs Interactions (INSMI). L'IRIF est membre de l'UFR d'informatique de l'université Paris Diderot, et accueille également en son sein plusieurs membres de l'UFR de mathématiques. Enfin, l'IRIF est associé à l'école doctorale des Sciences Mathématiques de Paris Centre (ED 386).

L'IRIF est structuré en neuf équipes thématiques regroupées en trois pôles de recherche :

* Pôle Algorithmes et structures discrètes
* Pôle Automates, structures et vérification
* Pôle Preuves, programmes et systèmes

L'IRIF compte actuellement une centaine de membres permanents, se répartissant environ en 48 enseignants-chercheurs, 27 chercheurs CNRS, 5 chercheurs INRIA, 8 membres émerites et 7 personnels administratifs ou techniques (en janvier 2019). L'effectif total de l'IRIF, incluant doctorants, postdoctorants, et visiteurs de longue durée s'élève à près de deux cents personnes.

Six membres de l'IRIF ont été lauréats de l'European Research Council (ERC), trois sont membres de l'Institut Universitaire de France (IUF) et deux sont membres de l'Academia Europæa.

3.2 PPS

Thèmes de recherche

Le programme scientifique du pôle Preuves, programmes et systèmes (PPS) de l'IRIF vise à renforcer les fondements théoriques des langages de programmation, des assistants de preuves et, plus généralement, des formalismes de calcul. Ces problématiques sont abordées en croisant trois points de vue complémentaires :

* une approche syntaxique, qui développe des langages théoriques issus de formalismes logiques
* une approche algébrique, qui étudie les structures mathématiques liées au calcul
* une approche pratique, qui modélise et analyse des systèmes de calcul réels

Le pôle est constitué de trois équipes thématiques, correspondant à chacun de ces trois points de vue. Elles développent leurs outils propres, et les mettent ensuite au service d'objectifs scientifiques communs :

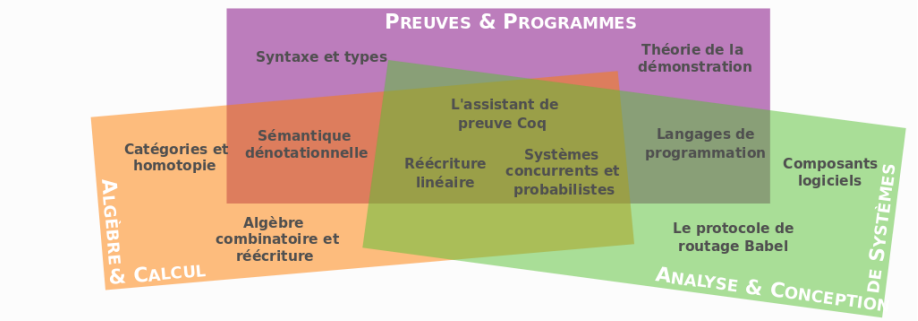


Figure 1: Diagramme des équipes PPS.

Le pôle PPS héberge l'équipe-projet πr^2 commune à l'INRIA, au CNRS et à l'Université Paris-Diderot — Paris 7, ainsi qu'une partie des membres de l'IRILL (Initiative de Recherche et d'Innovation sur le Logiciel Libre), une structure commune à l'INRIA, à l'Université Paris-Diderot — Paris 7 et à l'Université Pierre-et-Marie-Curie — Paris 6.

4 Mes missions

Au cours de ce stage, j'ai eu l'opportunité de découvrir un ensemble de métier sous de nombreuses formes et de comprendre de manière globale les difficultés que les informaticiens pouvaient rencontrer. Pour une meilleure compréhension des tâches que j'ai pu effectuer, il apparaît approprié de traiter en premier lieu des outils qui étaient mis à ma disposition, puis de traiter de manière détaillée les tâches que j'ai pu effectuer.

4.1 Les outils à ma disposition

Au cours de ce stage, j'ai passé le plus clair de mon temps à réfléchir et à coder. A mesure que j'apprenais, mes recherches se sont approfondies. Ce n'est donc qu'à partir de la 2e semaine de mon stage que j'ai été véritablement opérationnel, du fait de ma meilleure maîtrise des ressources mises à ma disposition.

4.1.1 Mon matériel informatique

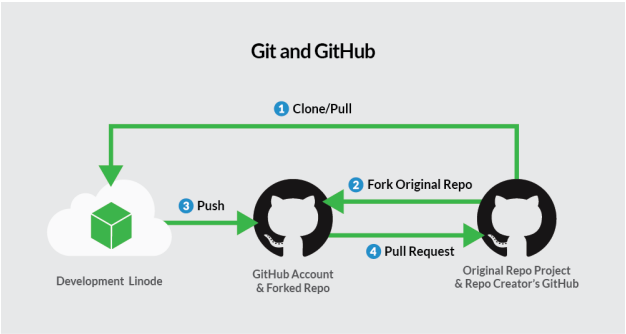
A été mis à ma disposition un Dell OptiPlex 7450 All-in-One doté d'un processeur Intel Core i5-7600, d'un SSD de 256GB, de 16GB de RAM et d'un écran 4K. Un vrai bijou de technologie suffisamment puissant pour faire tourner tous les serveurs et toutes les machines virtuelles dont j'avais besoin. Le tout relié à la fibre de l'université Paris Diderot (Paris 7), j'avais là de quoi travailler sans craindre le moindre problème de performance.

4.1.2 Ma distribution

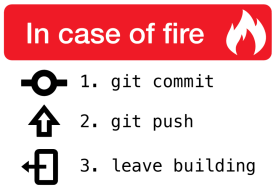
Rien de tel qu'une distribution Linux pour travailler ! Et Parrot OS, distribution basée sur Debian mettant l'accent sur la sécurité fut mon choix. Open source et basé sur un OS de la famille POSIX, Parrot OS est une distribution complète et très récente (lancée en 2013) alliant sécurité, modernité et efficacité.

4.1.3 Github

GitHub (exploité sous le nom de GitHub, Inc.) est un service web d'hébergement et de gestion de développement de logiciels, utilisant le logiciel de gestion de versions Git. Ce site est développé en Ruby on Rails et Erlang par Chris Wanstrath, PJ Hyett et Tom Preston-Werner. GitHub propose des comptes professionnels payants, ainsi que des comptes gratuits pour les projets de logiciels libres. Le site assure également un contrôle d'accès et des fonctionnalités destinées à la collaboration comme le suivi des bugs, les demandes de fonctionnalités, la gestion de tâches et un wiki pour chaque projet.
Github fonctionne avec le logiciel de contrôle de version Git ce qui signifie qu'il gère les modifications d'un projet sans écraser n'importe quelle partie du projet. Lié de très près au noyaux Linux, Git est installé par défaut sur toutes les distributions Linux et ne risque pas de disparaître de sîtot.



(a) Fonctionnement en temps normal



(b) Fonctionnement en cas de crise majeure

4.1.4 Visual Studio Code

Visual Studio Code est un éditeur de code extensible, open source et gratuit, développé par Microsoft pour Windows, Linux et macOS. Doté de nombreux plugins, il est parfaitement approprié au développement dans plusieurs langages.

4.1.5 NodeJS

Node.js est une plateforme logicielle libre et événementielle en JavaScript orientée vers les applications réseau qui doivent pouvoir monter en charge. Elle utilise la machine virtuelle V8 et implémente sous licence MIT les spécifications CommonJS. Parmi les modules natifs de Node.js, on retrouve http qui permet le développement de serveur HTTP. Il est donc possible de se passer de serveurs web tels que Nginx ou Apache lors du déploiement de sites et d'applications web développés avec Node.js. Concrètement, Node.js est un environnement bas niveau permettant l'exécution de JavaScript côté serveur. Node.js est utilisé notamment comme plateforme de serveur Web, elle est utilisée par Groupon, Vivaldi, SAP, LinkedIn, Microsoft, Yahoo!, Walmart, Rakuten, Sage et PayPal.

4.1.6 npm

npm est le gestionnaire de paquets officiel de Node.js. npm fonctionne avec un terminal et gère les dépendances pour une application. Il permet également d'installer des applications Node.js disponibles sur le dépôt npm.

4.1.7 Yarn

Yarn est un gestionnaire de dépendances rapide, fiable et sécurisé. C'est un paquet (librairie javascript open source) pour Node.js, un environnement d'éxecution JavaScript permettant d'utiliser ce dernier pour créer des applications webs plus puissantes et maléables notamment grâce à son écosysytème de paquets qui permet de réutiliser du code fait par d'autres développeurs. Yarn est nous vient des équipes d'ingénieurs de Facebook avec la participation de Google, Exponent et Tilde. C'est une alternative très intéressante à npm qui se veut plus rapide et plus sécurisée !

4.1.8 Express

Express est une infrastructure d'applications Web Node.js minimaliste et flexible qui fournit un ensemble de fonctionnalités robuste pour les applications Web et mobiles. Grâce à une foule de méthodes utilitaires HTTP et de middleware, la création d'une API robuste est simple et rapide.

4.1.9 Bootstrap

Bootstrap est une collection d'outils utiles à la création du design (graphisme, animation et interactions avec la page dans le navigateur, etc.) 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. C'est l'un des projets les plus populaires sur la plate-forme de gestion de développement GitHub.

4.1.10 Angular

Angular (communément appelé "Angular 2+" ou "Angular v2 et plus") est un framework côté client open source basé sur TypeScript dirigée par l'équipe du projet Angular à Google et par une communauté de particuliers et de sociétés. Angular est une réécriture complète de AngularJS, cadriciel construit par la même équipe.

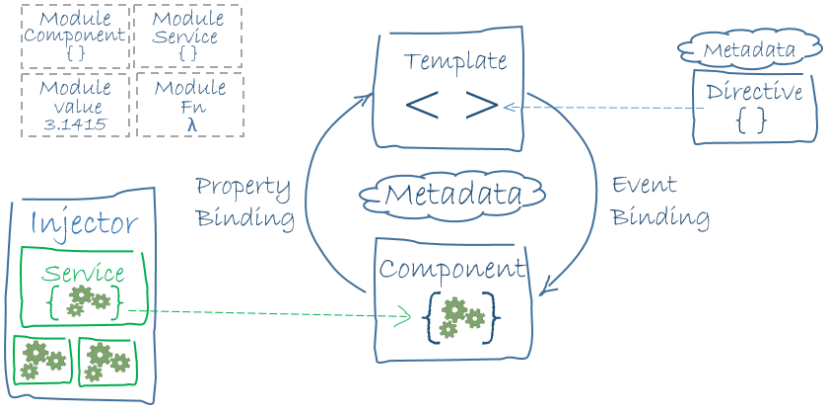
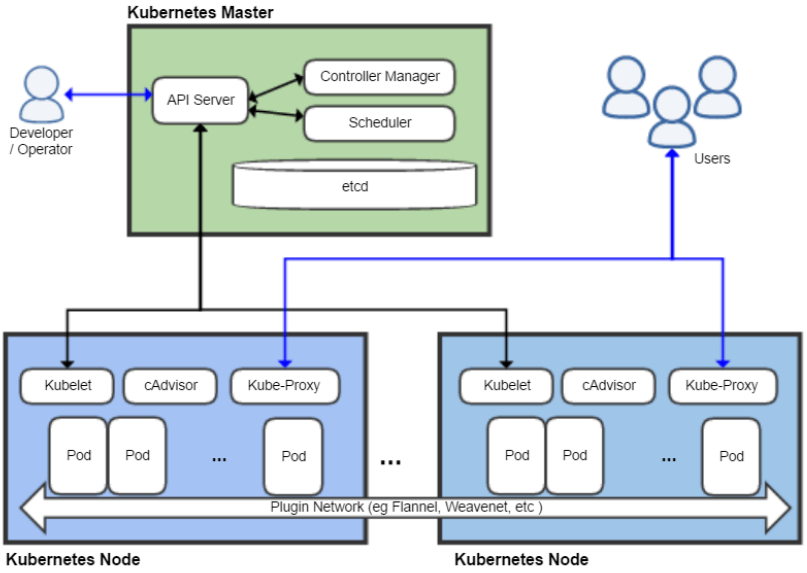


Figure 12: L'Architecture de l'application. Les principaux blocs de construction sont des modules, des composants, des modèles, des métadonnées, la liaison de données, des directives, des services et de l'injection de dépendance.

4.1.11 Kubernetes

Kubernetes (communément appelé "K8s") est un système open source qui vise à fournir une plate-forme permettant d'automatiser le déploiement, la montée en charge et la mise en œuvre de conteneurs d'application sur des clusters de serveurs. Il fonctionne avec toute une série de technologies de conteneurisation, et est souvent utilisé avec Docker. Il a été conçu à l'origine par Google, puis offert à la Cloud Native Computing Foundation.



(a) Plan de contrôle Kubernetes

Le maître Kubernetes est l'unité de contrôle principale qui gère la charge de travail et dirige les communications dans le système. Le plan de contrôle de Kubernetes consiste en plusieurs composants, chacun ayant son propre processus, qui peuvent s'exécuter sur un seul node maître ou sur plusieurs maîtres permettant de créer des clusters haute disponibilité. Les différents composants du plan de contrôle de Kubernetes sont décrits à la page suivante.

Les différents composants du plan de contrôle de Kubernetes :

etcd

etcd est une unité de stockage distribuée persistante et légère de données clé-valeur développée par CoreOS, qui permet de stocker de manière fiable les données de configuration du cluster, représentant l'état du cluster à n'importe quel instant. D'autres composants scrutent les changements dans ce stockage pour aller eux-mêmes vers l'état désiré.

serveur d'API

Le serveur d'API est un élément clé et sert l'API Kubernetes grâce à JSON via HTTP. Il fournit l'interface interne et externe de Kubernetes. Le serveur d'API gère et valide des requêtes REST et met à jour l'état des objets de l'API dans etcd, permettant ainsi aux clients de configurer la charge de travail et les containers sur les nœuds de travail.

L'ordonnanceur

L'ordonnanceur est un composant additionnel permettant de sélectionner quel node devrait faire tourner un pod non ordonnancé en se basant sur la disponibilité des ressources. L'ordonnanceur gère l'utilisation des ressources sur chaque node afin de s'assurer que la charge de travail n'est pas en excès par rapport aux ressources disponibles. Pour accomplir cet objectif, l'ordonnanceur doit connaître les ressources disponibles et celles actuellement assignées sur les serveurs.

Controller manager

Le gestionnaire de contrôle (controller manager) est le processus dans lequel s'exécutent les contrôleurs principaux de Kubernetes tels que DaemonSet Controller et le Replication Controller. Les contrôleurs communiquent avec le serveur d'API pour créer, mettre à jour et effacer les ressources qu'ils gèrent (pods, service endpoints, etc.).

Node Kubernetes

Le Node aussi appelé Worker ou Minion est une machine unique (ou une machine virtuelle) où des conteneurs (charges de travail) sont déployés. Chaque node du cluster doit exécuter le programme de conteneurisation (par exemple Docker), ainsi que les composants mentionnés ci-dessous, pour communiquer avec le maître afin de configurer la partie réseau de ces conteneurs.

Kubelet

Kubelet est responsable de l'état d'exécution de chaque nœud (c'est-à-dire, d'assurer que tous les conteneurs sur un nœud sont en bonne santé). Il prend en charge le démarrage, l'arrêt, et la maintenance des conteneurs d'applications (organisés en pods) dirigé par le plan de contrôle.

Kubelet surveille l'état d'un pod et s'il n'est pas dans l'état voulu, le pod sera redéployé sur le même node. Le statut du node est relayé à intervalle de quelques secondes via messages d'état vers le maître. Dès que le maître détecte un défaut sur un node, le Replication Controller voit ce changement d'état et lance les pods sur d'autres hôtes en bonne santé.

Kube-proxy

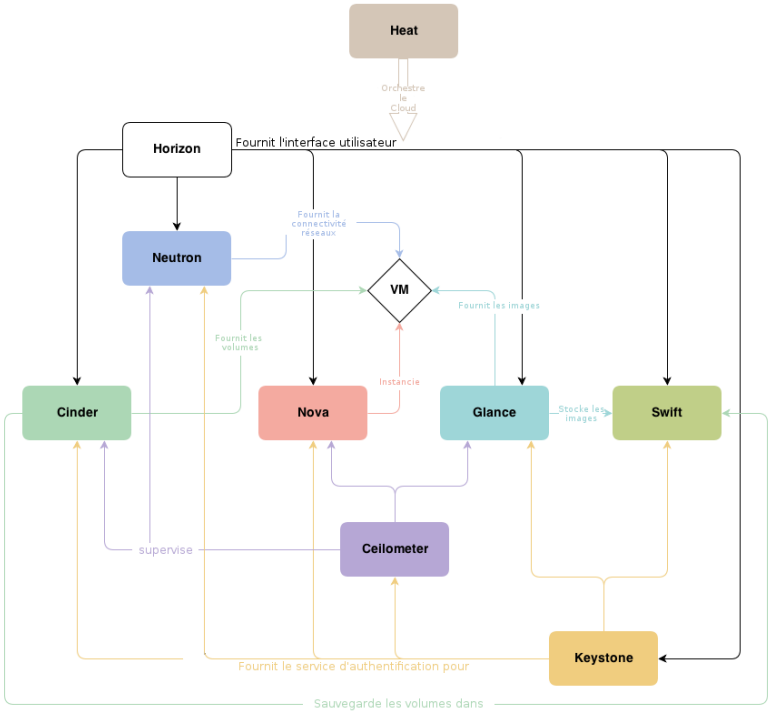
Le kube-proxy est l'implémentation d'un proxy réseau et d'un répartiteur de charge, il gère le service d'abstraction ainsi que d'autres opérations réseaux. Il est responsable d'effectuer le routage du trafic vers le conteneur approprié en se basant sur l'adresse IP et le numéro de port de la requête entrante.

cAdvisor

cAdvisor est un agent qui surveille et récupère les données de consommation des ressources et des performances comme le processeur, la mémoire, ainsi que l'utilisation disque et réseau des conteneurs de chaque node.

4.1.12 Openstack

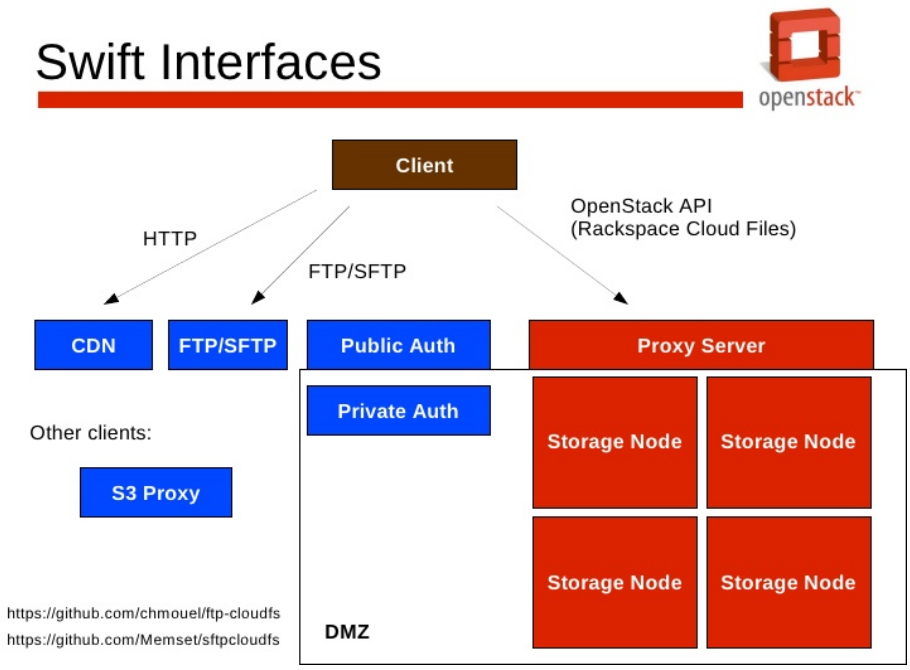
OpenStack est un ensemble de logiciels open source permettant de déployer des infrastructures de cloud computing (infrastructure en tant que service). La technologie possède une architecture modulaire composée de plusieurs projets corrélés (Nova, Swift, Glance...) qui permettent de contrôler les différentes ressources des machines virtuelles telles que la puissance de calcul, le stockage ou encore le réseau inhérents au centre de données sollicité.
Le projet est porté par la Fondation OpenStack, une organisation non-commerciale qui a pour but de promouvoir le projet OpenStack ainsi que de protéger et d'aider les développeurs et toute la communauté OpenStack.
De nombreuses entreprises ont rejoint la fondation OpenStack. Parmi celles-ci on retrouve : Canonical, Red Hat, SUSE, eNovance, AT&T, Cisco, Dell, IBM, Yahoo!, Oracle, Orange, Cloudwatt, EMC, VMware, Intel, OVH, NetApp.



(a) Architecture conceptuelle des services OppenStack

OpenStack possède une architecture modulaire qui comprend de nombreux composants, nous ne nous intéresserons qu'à deux d'entre eux : *Swift* et *Cinder*

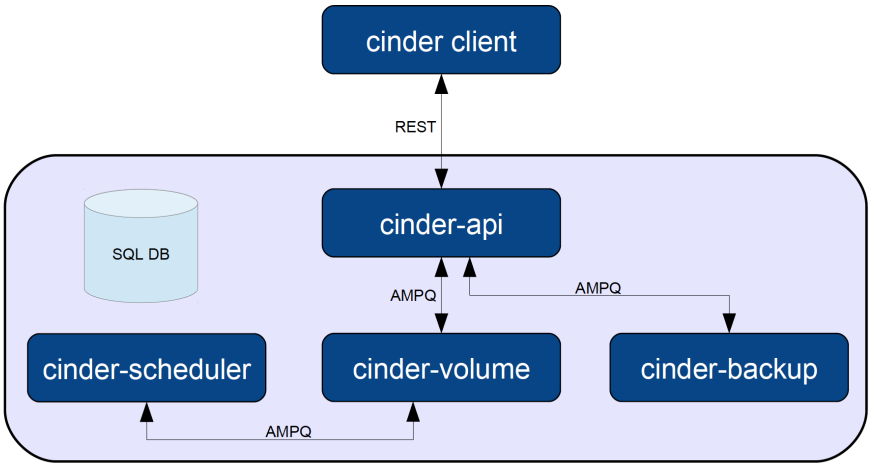
Stockage objet : Swift



(a) Architecture conceptuelle des services Swift

Le stockage objet d'OpenStack s'appelle Swift. C'est un système de stockage de données redondant et évolutif. Les fichiers sont écrits sur de multiples disques durs répartis sur plusieurs serveurs dans un Datacenter. Il s'assure de la réplication et de l'intégrité des données au sein du cluster. Le cluster Swift évolue horizontalement en rajoutant simplement de nouveaux serveurs. Si un serveur ou un disque dur tombe en panne, Swift réplique son contenu depuis des nœuds actifs du cluster dans des emplacements nouveaux. Puisque toute la logique de Swift est applicative, elle permet l'utilisation de matériel peu coûteux et non spécialisé.
En août 2009, c'est Rackspace qui a commencé le développement de Swift, en remplacement de leur ancien produit nommé Cloud Files. Aujourd'hui c'est la société SwiftStack qui mène le développement de Swift avec la communauté.

Stockage bloc : Cinder

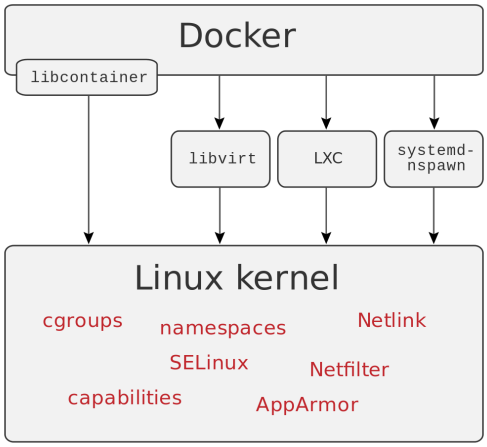


(a) Architecture conceptuelle des services Cinder

Le service de stockage en mode bloc d'OpenStack s'appelle Cinder. Il fournit des périphériques persistants de type bloc aux instances OpenStack. Il gère les opérations de création, d'attachement et de détachement de ces périphériques sur les serveurs. En plus du stockage local sur le serveur, Cinder peut utiliser de multiples plateformes de stockage tel que Ceph, EMC (ScaleIO, VMAX et VNX), GlusterFS, Hitachi Data Systems, IBM Storage (Storwize family, SAN Volume Controller, XIV Storage System, et GPFS), NetApp, HP (StoreVirtual et 3PAR) et bien d'autres.
Le stockage en mode bloc est utilisé pour des scénarios performant comme celui du stockage de base de données, mais aussi pour fournir au serveur un accès bas niveau au périphérique de stockage. Cinder gère aussi la création d'instantanés (snapshots), très utile pour sauvegarder des données contenues dans les périphériques de type bloc. Les instantanés peuvent être restaurés ou utilisés pour créer de nouveaux volumes.

4.1.13 Docker

Docker est un logiciel libre permettant facilement de lancer des applications dans des conteneurs logiciels.
Selon la firme de recherche sur l'industrie 451 Research, Docker est un outil qui peut empaqueter une application et ses dépendances dans un conteneur isolé, qui pourra être exécuté sur n'importe quel serveur. Il ne s'agit pas de virtualisation, mais de conteneurisation, une forme plus légère qui s'appuie sur certaines parties de la machine hôte pour son fonctionnement. Cette approche permet d'accroître la flexibilité et la portabilité d'exécution d'une application, laquelle va pouvoir tourner de façon fiable et prédictible sur une grande variété de machines hôtes, que ce soit sur la machine locale, un cloud privé ou public, une machine nue, etc..
Techniquement, Docker étend le format de conteneur Linux standard, LXC, avec une API de haut niveau fournissant une solution pratique de virtualisation qui exécute les processus de façon isolée. Pour arriver à ses fins, Docker utilise entre autres LXC, cgroups et le noyau Linux lui-même. Contrairement aux machines virtuelles traditionnelles, un conteneur Docker n'inclut pas de système d'exploitation, mais s'appuie au contraire sur les fonctionnalités du système d'exploitation fournies par la machine hôte.



(a) Schéma des interfaces de Docker

4.1.14 MongoDB

MongoDB est un système de gestion de base de données orienté documents, répartissable sur un nombre quelconque d'ordinateurs et ne nécessitant pas de schéma prédéfini des données. Il est écrit en C++. Le serveur et les outils sont distribués sous licence SSPL, les pilotes sous licence Apache et la documentation sous licence Creative Commons. Il fait partie de la mouvance NoSQL.
Il est depuis devenu un des SGBD les plus utilisés, notamment pour les sites web de Craigslist, eBay, Foursquare, SourceForge.net, Viacom, pagesjaunes et le New York Times.

4.1.15 Thinkster

Thinkster est une société créée en 2013 fournissant des cours et des modèles pour construire des applications complètes à partir de rien en utilsiant les derniers frameworks disponibles.
Sur leur github : https://github.com/gothinkster/realworld , on peut trouver des modèles fonctionnels de FrontEnd et de BackEnd en de nombreux langages. Leurs cours permettent aussi de comprendre en détail les spécifications de leurs solutions et la communauté assez active sur Github met régulièrement leurs solutions au goût du jour.

4.1.16 LearnOCaml

Learn-OCaml est une plate-forme d'apprentissage du langage OCaml, proposant un toplevel directement sur le web, un environnement d'exercices, un répertoire de leçons et de didacticiels. Learn-OCaml a été écrit par OCamlPro et est sous licence MIT.

4.1.17 ReadTheDocs

ReadTheDocs est une énorme ressource sur laquelle des millions de développeurs s'appuient pour la documentation logicielle.
ReadTheDocs est pris en charge par la communauté. Ce sont les utilisateurs qui contribue au développement, au support et aux opérations. ReadTheDocs permet de rédiger une documentation à côté de votre code, avec tous les outils nécessaires. La documentation doit être écrite avec reStructuredText ou en Markdown.
À l'aide de webhooks, la documentation est automatiquement mise à jour, quelle que soit la version du logiciel. La documentation publiée est hébergée de manière sécurisée et n'est disponible que pour les personnes internes d'une entreprise. L'hébergement du projet est gracieusement fourni par Microsoft Azure.

4.1.18 JsofOCaml

JsofOCaml est un compilateur de programmes de bytecode OCaml vers JavaScript.
JsofOCaml est fournit par Ocsigen, un outil de développement web et mobile, développé par le laboratoire français IRIF et par la société Be Sport SAS, utilisant des solutions nouvelles issues de la recherche sur les langages de programmation.
Il permet d'exécuter des programmes OCaml purs dans un environnement JavaScript tel que les navigateurs et Node.js. Il est facile à installer car il fonctionne avec une installation existante d'OCaml, sans qu'il soit nécessaire de recompiler une bibliothèque. Il est livré avec des liaisons pour une grande partie des API de navigateur. Selon les tests, les programmes générés s'exécutent généralement plus rapidement qu'avec l'interpréteur de bytecodes d'OCaml. Ce compilateur s'avère beaucoup plus facile à maintenir qu'un compilateur OCaml reciblé, car le bytecode fournit une API très stable.

4.1.19 Langages utilisés

Pour utiliser ces nombreux outils, une variété de langage était nécessaire, choisit en fonction du style de programmation et leur pertinence.

TypeScript

TypeScript est un langage de programmation libre et open source développé par Microsoft qui a pour but d'améliorer et de sécuriser la production de code JavaScript. C'est un sur-ensemble de JavaScript (c'est-à-dire que tout code JavaScript correct peut être utilisé avec TypeScript). Le code TypeScript est transcompilé en JavaScript, et peut ainsi être interprété par n'importe quel navigateur web ou moteur JavaScript. TypeScript a été cocréé par Anders Hejlsberg, principal inventeur de C#.

JavaScript

JavaScript est un langage de programmation de scripts principalement employé dans les pages web interactives mais aussi pour les serveurs avec l'utilisation (par exemple) de Node.js. C'est un langage orienté objet à prototype, c'est-à-dire que les bases du langage et ses principales interfaces sont fournies par des objets qui ne sont pas des instances de classes, mais qui sont chacun équipés de constructeurs permettant de créer leurs propriétés, et notamment une propriété de prototypage qui permet d'en créer des objets héritiers personnalisés. En outre, les fonctions sont des objets de première classe. Le langage supporte le paradigme objet, impératif et fonctionnel. JavaScript est le langage possédant le plus large écosystème grâce à son gestionnaire de dépendances npm, avec environ 500 000 paquets en août 2017.

OCaml

OCaml, anciennement connu sous le nom d'Objective Caml, est l'implémentation la plus avancée du langage de programmation Caml, créé par Xavier Leroy, Jérôme Vouillon, Damien Doligez, Didier Rémy et leurs collaborateurs en 1996. Ce langage, de la famille des langages ML, est un projet open source dirigé et maintenu essentiellement par l'Inria.

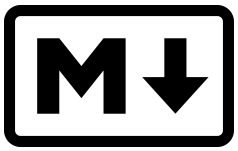
Html

L'HyperText Markup Language, généralement abrégé HTML, est le langage de balisage conçu pour représenter les pages web. C'est un langage permettant d'écrire de l'hypertexte, d'où son nom. HTML permet également de structurer sémantiquement et logiquement et de mettre en forme le contenu des pages, d'inclure des ressources multimédias dont des images, des formulaires de saisie et des programmes informatiques. Il permet de créer des documents interopérables avec des équipements très variés de manière conforme aux exigences de l'accessibilité du web. Il est souvent utilisé conjointement avec le langage de programmation JavaScript et des feuilles de style en cascade (CSS). HTML est inspiré du Standard Generalized Markup Language (SGML). Il s'agit d'un format ouvert.

Css

Les feuilles de style en cascade, généralement appelées CSS de l'anglais Cascading Style Sheets, forment un langage informatique qui décrit la présentation des documents HTML et XML. Les standards définissant CSS sont publiés par le World Wide Web Consortium (W3C). Introduit au milieu des années 1990, CSS devient couramment utilisé dans la conception de sites web et bien pris en charge par les navigateurs web dans les années 2000.

Markdown



Markdown est un langage de balisage léger créé en 2004 par John Gruber avec Aaron Swartz. Son but est d'offrir une syntaxe facile à lire et à écrire. Un document balisé par Markdown peut être lu en l'état sans donner l'impression d'avoir été balisé ou formaté par des instructions particulières.
Un document balisé par Markdown peut être converti en HTML, en PDF ou en autres formats. Bien que la syntaxe Markdown ait été influencée par plusieurs filtres de conversion de texte existants vers HTML dont Setext, atx, Textile, reStructuredText, Grutatext et EtText, la source d'inspiration principale est le format du courrier électronique en mode texte.

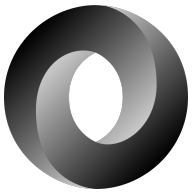
LaTeX

LaTeX est un langage et un système de composition de documents créé par Leslie Lamport en 1983. Il s'agit d'une collection de macro-commandes destinées à faciliter l'utilisation du processeur de texte TeX de Donald Knuth. Depuis 1993, il est maintenu par le LaTeX3 Project team. Le nom est l'abréviation de Lamport TeX. L'utilisation de LaTeX pour les formules mathématiques est très répandue.
Du fait de sa relative simplicité, il est devenu le langage privilégié pour les documents scientifiques employant TeX. Il est particulièrement utilisé dans les domaines techniques et scientifiques pour la production de documents de taille moyenne ou importante (thèse ou livre, par exemple). Néanmoins, il peut être aussi employé pour générer des documents de types variés (par exemple, des lettres, des transparents ou encore au hasard des rapports de stage...).

Bash

Bash (acronyme de Bourne-Again shell) est un interpréteur en ligne de commande de type script. C'est le shell Unix du projet GNU. Fondé sur le Bourne shell, Bash lui apporte de nombreuses améliorations, provenant notamment du Korn shell et du C shell. Bash est un logiciel libre publié sous licence publique générale GNU. Il est l'interprète par défaut sur de nombreux Unix libres, notamment sur les systèmes GNU/Linux.

JSON



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. Créé par Douglas Crockford entre 2002 et 2005, il est actuellement décrit par deux normes en concurrence : RFC 8259 de l'IETF et ECMA-404 de l'ECMA.

4.2 Les missions

Différentes missions m'ont été confiées durant mon stage toute avec le même but : améliorer le fonctionnement de LearnOCaml. Nous organiserons mes missions de deux manières bien distinctes : ma mission principale et mes missions secondaires. Il serait judicieux avant de rentrer dans les détails de mes missions de vous expliquer le fonctionnement de LearnOCaml et de Learn-OCaml-Essok.

4.2.1 LearnOCaml

Comme dit à la section qui porte le même nom des outils mis à ma disposition, LearnOCaml ou Learn-OCaml est une plate-forme d'apprentissage du langage OCaml. LearnOCaml est à destination des enseignants dans le supérieur du monde entier. La platforme est développée en anglais. L'idée est que chaque enseignant possède son instance de LearnOCaml qu'il pourra personnaliser en fonction de ses besoins.
LearnOCaml fonctionne avec des instances, ie chaque personne voulant utiliser ce logiciel doit avoir son propre serveur. Chaque serveur est indépendant des autres sur son contenu, seule sa structure de base - son squelette - est identique. Un enseignant peut écrire des exercices en OCaml à destination de ses étudiants et les ajouter à son instance de LearnOCaml. Les étudiants pourront alors y accéder et tenter de les résoudre, ce qui est complètement automatique, pour obtenir une note sur l'exercice avec des conseils pour s'améliorer.
Un enseignant peut aussi récupérer des exercices déjà tout fait sur des plateformes mise à disposition sur Internet pour économiser du temps.
Les forces de ce projet sont équitablement réparties : chaque enseignant pourra obtenir une note pertinente sur le travail de ses étudiants tout le long d'une année scolaire sans avoir à corriger un nombre incalculable de copie et chaque étudiant pourra rapidement voir sa progression dans l'apprentissage du langage OCaml avec un outil moderne et adapté à ses besoins.

4.2.2 Learn-OCaml-Essok

Learn-OCaml-Essok ou LearnOCamlEssok est un projet qui à pour objectif de gérer facilement et automatiquement toutes les instances de LearnOCaml à travers le monde.
Pour se faire, le projet se découpe en plusieurs parties :

- le FrontEnd qui est une ihm (interface homme machine, ie un site web), sur lequel les enseignants pourront "gérer" leurs instances de LearnOCaml.

- le BackEnd qui regroupe une API pour dialoguer avec le FrontEnd, des clients pour les différents services utilisés et une base de donnée.

Ici le BackEnd qualifie tous les services invisibles à l'utilisateur qui permettent le bon fonctionnement du FrontEnd.

4.2.3 Objectif principal : développer LearnOCamlEssok

Présentation

Ma mission principale était, à l'origine, de réaliser le FrontEnd pour Learn-OCaml-Essok. J'ai opté pour TypeScript comme langage de programmation et Angular 8 comme framework pour le dévélopper.

Rapidement, je me suis rendu compte que j'avais besoin du BackEnd pour réaliser des tests. J'ai alors commencé le développement du BackEnd. Le problème était mon manque de connaissances sur le sujet, je n'avais aucune idée de comment faire une application complète tout seul et à partir de rien. Pour palier à ce problème, je me suis dirigé vers des solutions basiques et gratuites toutes prêtes disponibles sur github.

Thinkster a été d'un grand secours car il proposait exactement ce dont j'avais besoin : des FrontEnd et des BackEnd communiquant entre eux de manière fonctionnelle et sécurisée, le code étant sous licence MIT [4].
Thinkster propose des solutions dans un pannel de langages différents et par continuité vis à vis de mon travail déjà effectué j'ai choisi un FrontEnd en Angular et un Backend en JavaScript.

Bien évidemment, les solutions proposées par Thinkster ne répondent pas aux spécifications de Learn-OCaml-Essok et sont justes mises à disposition pour créer une base communiquante entre un FrontEnd et un BackEnd. Heureusement c'est tout ce qu'il me fallait pour démarrer le développement en bonne et due forme de LearnOCamlEssok.
Mon travail à donc consisté à développer le FrontEnd et le BackEnd sur cette base déjà existante en supprimant les fonctionnalités inutiles au projet, en rajoutant celles qui n'existaient pas encore et en modifiant celles qui pouvaient servir.

Par la suite un serveur correspondra à une instance de LearnOCaml. Un enseignant, donc ici un utilisateur, peut posséder plusieurs instances de LearnOCaml, par exemple une pour chacune de ses classes, le nombre maximal d'instance se fera au cas par cas.

[4] Massachusetts Institute of Technology, la licence donne à toute personne recevant le logiciel (et ses fichiers) le droit illimité de l'utiliser, le copier, le modifier, le fusionner, le publier, le distribuer, le vendre et le "sous-licencier" (l'incorporer dans une autre licence). La seule obligation est d'incorporer la notice de licence et de copyright dans toutes les copies.

Le FrontEnd

Présentation

Le FrontEnd est composé de nombreux modules qui s'occupent de leur tâche respective. Nous ne parlerons pratiquement pas des modules de NodeJS car il y en a énormement et que ce n'est pas le propos ici.
J'ai structuré mon FrontEnd en quinze modules spécifiques et j'ai directement utlisé trente-huit modules de NodeJS qui eux-même dépendent de nombreux autres modules.
Pour se donner une idée du nombre de dépendances, le fichier qui liste les dépendances npm fait 10000 lignes et celui de yarn fait 7000 lignes.
L'arborescence de mes modules donne donc ceci :

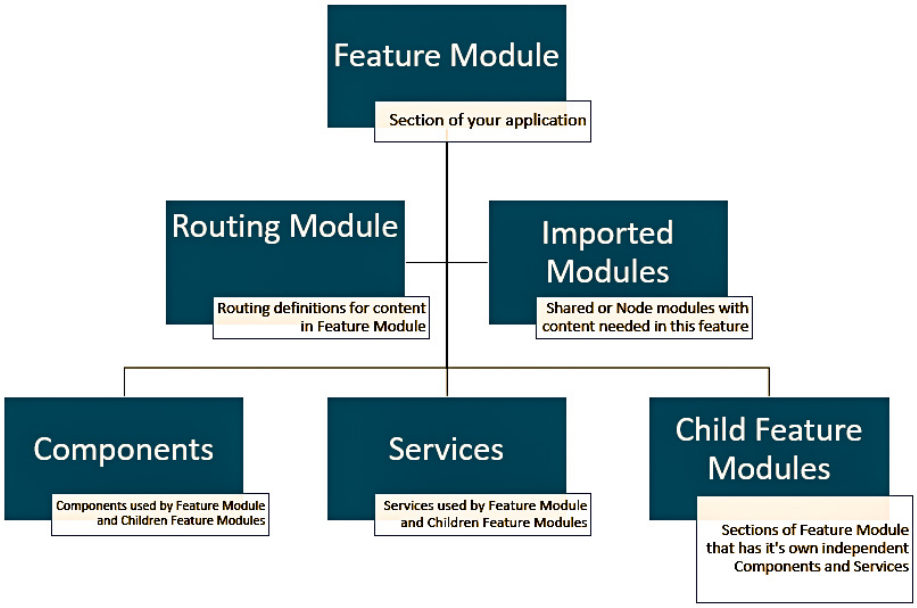
app/
- admin/
- auth/
- contact/
- core/
  - interceptors/
  - models/
  - services/
- delete-account/
- disable-account/
- editor/
- help/
- home/
- profile/
- profile-settings/
- reset-password/
- server/
- server-settings/
- shared/
  - layout/
  - server-helpers/
  - user-helpers/

Le module core contient le coeur de l'application et le module shared contient toutes les informations qui seront partagées entre les modules, ils sont donc différents des autres modules.

Le module app

Le module app est un module sans en être un car il regroupe toutes les informations des modules qui le compose et automatise leur fonctionnement. Il joue le rôle du cerveau dans l'application et c'est ce module qui est chargé par un navigateur web. C'est donc le module principal du FrontEnd autour duquel s'articule toute la logique des différents modules. Par la suite lorsque nous parlerons d'exporter des informations au module app/, il s'agira simplement de transmettre des informations à ce module pour qu'il les coordonne dans l'application globale.

Les modules standards



(a) fonctionnement d'un module standard

Les modules standards comprennent :

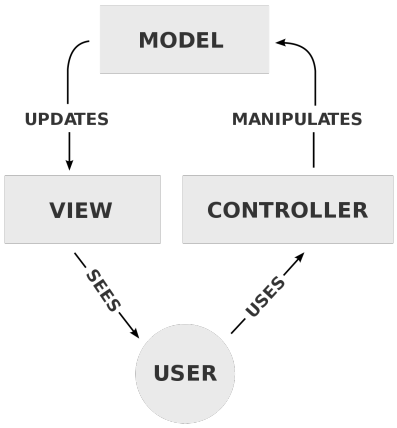
* *le module admin* : qui gère toutes les fonctionnalités d'administration au niveau du FrontEnd.
* *le module auth* : qui gère toutes des demandes d'inscription ou de connexion de la part d'un utilisateur
* *le module contact* : qui affiche la page de contact
* *le module delete-account* : qui gère la suppression d'utilisateur

* *le module disable-account* : qui gère la désactivation temporaire d'un utilisateur
* *le module editor* : qui permet de créer une nouvelle instance de LearnOCaml
* *le module help* : qui affiche la page d'aide
* *le module home* : qui s'occupe de la page principale de l'application
* *le module profile* : qui affiche les informations de base d'un utilisateur
* *le module profile-settings* : qui affiche toutes les informations d'un utilisateur et qui permet de les modifier
* *le module reset-password* : qui s'occupe de réinitialiser/changer le mot de passe d'un utilisateur.
* *le module server* : qui affiche les informations de base d'un serveur.
* *le module server-settings* : qui affiche toutes les informations d'un serveur et qui permet de les modifier et d'ajouter des exercices à ce serveur.

Chaque module standard comprend au moins les fichiers suivants :

* un fichier "[module].component.ts"
* un fichier "[module].component.html"
* un fichier "[module]-routing.module.ts"
* un fichier "[module].module.ts"

L'organisation est donc en MVC (Modèle-Vue-Contrôleur) afin de bien séparer les différents aspects de l'application.



Les fichiers "component.ts" sont les contrôleurs, les fichiers "component.html" sont les vues et les modèles se trouvent dans le module app/core/models.

* Un fichier contrôleur contient des fonctions qui contrôleront les actions des utilisateurs sur la vue et qui les communiqueront aux différents services présents dans app/core/services.

* Un fichier vue contient tout ce que l'utilisateur va vouloir/pouvoir voir. La vue est intéractive grâce à son contrôleur.

* Un fichier modèle - à ne pas confondre avec un fichier module - contient la représentation abstraite d'un objet en mémoire qui sera chargé par la vue et rempli par le contrôleur.

Les fichiers "routing.module.ts" et "module.ts" gère l'arborescence du site dans le routeur.

* Un fichier routing va créer le chemin du module dans le routeur pour que l'utilisateur puisse y accéder. Il va aussi définir les règles d'accès à une page dans le routeur ainsi si l'utilisateur n'a pas les permissions d'accéder à une page, le routeur le redirigera sur sa page principale.

* Un fichier module va exporter le module concerné vers le module app/ .

Parfois on trouve des fichiers spéciaux dans certains modules, ils ont une utilité bien particulière en fonction du contexte :

* Un fichier "service.resolver" va contrôler les informations parvenant au fichier routing depuis les services tel que l'authentification de l'utilisateur.

* Un fichier "directive.ts" crée des directives dynamiques angular utilisables directement dans les fichiers html, une directive de base est celle de l'authentification, grâce à elle une page html peut savoir si un utilisateur est authentifié et afficher des informations en conséquence.

* Un fichier "component.css" sert à styliser certaines pages html pour en améliorer le rendu. Le FrontEnd utilise le framework BootStrap pour générer automatiquement son propre css.

* Un fichier "index.ts" sert à exporter des sous modules aux modules principaux.

Le module core

Le module core regroupe trois entités [5] qui forment le ciment du FrontEnd.
L'entité "interceptor" gère les tokens avec lesquels le FrontEnd communiquera avec le BackEnd.
L'entité "models" gère toutes les classes dont le FrontEnd aura besoin.
L'entité "services" s'occupe de créer des ponts entre les différents modules du FrontEnd pour qu'ils puissent s'échanger des informations mais aussi des ponts entre le FrontEnd et le Backend via une API pour que les deux entités puissent s'échanger des informations.

Le module shared

Le module shared est constitué de trois entités nécessaires à de nombreux modules.
L'entité "layout" correspond au header et au footer de chaque page, identique pour toutes les pages mais différentes selon les utilisateurs.
L'entité "server-helpers" aide les modules récupérant des informations sur les serveurs à préparer les demandes au BackEnd et à mettre en forme les réponses de celui-ci.
Identiquement l'entité "user-helpers" aide les modules récupérant des informations sur les utilisateurs à préparer les demandes au BackEnd et à mettre en forme les réponses de celui-ci.

[5] Une entité désigne un sous-module

Le BackEnd

4.2.4 Objectifs secondaires : développer LearnOCaml

LearnOCaml est en développement sur github et possède un certain nombre d'Issues[6], il m'a été demandé de faire baisser ce nombre.
Pour ce faire je choisissais une issue qui me paraîssait faisable et je commençais à travailler dessus. L'idée était d'en faire deux ou trois par semaine pour me faire la main sur LearnOCaml.
Une fois que l'issue était résolue, je soumettais ma solution sous forme de pull-request (pr). Un pull-request est une proposition de modification partielle du code source d'un projet pour l'améliorer. L'ensemble des personnes travaillant sur le projet peuvent la voir, l'étudier, la commenter et proposer des idées pour l'améliorer. Une fois que la pull-request est validée par le responsable du projet, elle est fusionnée avec le code source, cette opération s'appelle le merge - abusivement nous disons "merger" une "pr".
Je me suis occupé de cette tâche les trois premières semaines de mon stage avant de m'occuper à plein temps de développer LearnOCamlEssok.

4.2.5 Responsabilités

Mes responsabilités étaient principalement liées au développement de LearnOCamlEssok. J'étais en charge du développement du FrontEnd et du BackEnd. Ce qui implique l'administration du Cloud mis en place sur OVH.
J'avais donc accès à un compte professionnel sur OVH avec toutes les fonctionnalités d'administration et une carte bleue mise à disposition par l'INRIA.
J'étais responsable de l'administration des serveurs OVH, de l'administration des services Kubernetes et des services OpenStack.
L'administration des serveurs OVH consistaient à créer les serveurs dont nous avions besoin, avec les technologies appropriées - serveurs physiques ou serveurs virtuels - et de leur attribuer un nom de domaine.
L'administration des services Kubernetes consistaient à
L'administration des services OpenStack consistaient à

4.2.6 Autonomie et vie en entreprise

Deux autres stagiaires m'ont accompagné durant une partie de mon stage : Alexandre [nom] et Astyax [nom].
Une forme de complicité et d'entraide s'est rapidement créée entre nous favorisant la bonne humeur et une entraide précieuse.
Yann Régis-Gianas nous faisait travailler le plus possible en autonomie. Il fallait faire des comptes rendus par mail et nous avions des réunions en équipe au moins deux fois par semaine pour discuter de l'avancement des projets.

[6] problèmes ou bugs rencontrés avec la version actuelle

J'ai énormement apprécié ce mode de fonctionnement sans pression, uniquement basé sur la confiance et c'est notamment ce qui m'a permis d'aller aussi vite.

4.3 le bilan résultats obtenus (appréciation du maître de stage - productivité ... gestion du temps) difficultés rencontrées et solutions apportées enseignements/apports du stage (connaissances - compétences)

5 Les apports du stage

Merci !

5.1 Subsection

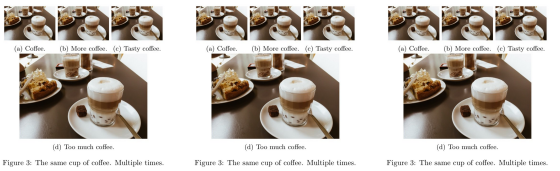
6 Conclusion

Ce stage a été très enrichissant pour moi car il m'a permis de découvrir dans le détail le secteur du ....., ses acteurs, contraintes... et il m'a permis de participer concrètement à ses enjeux au travers de mes missions variées comme celle du .... que j'ai particulièrement apprécié. Ce stage m'a aussi permis de comprendre que les missions créatives n'étaient pas les plus adaptées pour moi... et je préfère m'orienter vers les métiers de .... qui me conviennent mieux.(Cette partie doit faire le bilan des plus et moins du stage / votre enrichissement pour votre future carrière)

L'entreprise ... qui m'a accueilli pendant ce stage fait face à une période charnière..., et je suis très fier d'avoir pu contribuer, participer à cette révolution. L'évolution des usages et l'adaptation de l'entreprise au changement de son environnement.... (Cette partie doit montrer que vous avez su comprendre les enjeux économiques des secteurs de l'entreprise et/ou réponse à la problématique du rapport)

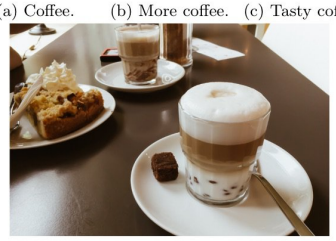
Fort de cette expérience et en réponse à ses enjeux, j'aimerai beaucoup par la suite essayer de m'orienter via un prochain stage, vers le secteur ... avec des acteurs de petites tailles, et un important développement d'avenir. (ouverture ... prochaine étape)

7 Tests



(a) Coffee. (b) More coffee. (c) Tasty coffee.

(a) Coffee. (b) More coffee. (c) Tasty coffee.



(d) Too much coffee.

Figure 3: The same cup of coffee. Multiple times.

(d) Too much coffee.

Figure 37: The same cup of coffee. Multiple times.

Test of a link : ici
Random citation [**?**] embeddeed in text.

```
#!/usr/bin/perl
print S(@ARGV);sub S{$r=(@_[0]%4==0&&@_[0]%100!=0)||@_[0]%400=0;}
```

References

https://www.intertech.com/Blog/angular-module-tutorial-application-structure-using-modules/ http://www.slideshare.net/reidrac/deploying-openstack-object-storage-swift https://cloudarchitectmusings.com/2013/11/18/laying-cinder-block-volumes-in-openstack-part-1-the-basics/ https://www.aquasec.com/wiki/display/containers/Docker+Architect
https://nl.wikipedia.org/wiki/Model-view-controller-model