Rapport de stage
–
CONCEPTION ET DÉVELOPPEMENT DU SERVEUR COSYVERIF

Idrissa SOKHONA

4 octobre 2014

Table des matières

Remerciements **2**

Introduction **3**

1 Contexte et Problématique **4**
1.1 MeFoSyloMa . . . 4
1.2 Organisation de CosyVerif . . . 4
1.3 Présentation des organismes d'accueil . . . 4
1.3.1 LIPN . . . 5
1.3.2 LSV . . . 5
1.4 État actuel du projet . . . 5
1.4.1 Problèmes identifiés . . . 6
1.5 Sujet du stage . . . 7
1.5.1 Que doit offrir la future plate-forme ? . . . 7
1.5.2 Exigences de l'encadrement . . . 7
1.5.3 Axes de ma contribution sur la future plate-forme . . . 7

2 Conception et réalisation du serveur **9**
2.1 Ressources . . . 9
2.1.1 Organisation de ressources . . . 9
2.1.2 Protection des ressources . . . 10
2.2 Définition de l'architecture et du protocole . . . 13
2.2.1 URIs . . . 14
2.2.2 Représentation de ressources . . . 15
2.2.3 Méthodes et codes de statut . . . 15
2.3 Etude technique . . . 18
2.4 Mise en oeuvre . . . 20
2.4.1 Description des différents modules du dépôt . . . 21
2.4.2 Description de l'environnement de développement . . . 22
2.4.3 Tests . . . 22
2.4.4 Bilan . . . 23
2.4.5 Perspective . . . 23

3 Conception et réalisation de l'interface web **24**
3.1 Présentation 24
3.2 Définition de l'architecture 24
3.3 Etude technique 25
3.4 Mise en oeuvre 26
3.4.1 Exemples d'écran de sortie 26
3.4.2 Bilan 31
3.4.3 Perspective 31

Conclusion **32**

Annexes **33**
3.5 Webographie 34

Remerciements

Je tiens à remercier chaleureusement toutes les équipes du laboratoire de LIPN et du laboratoire de LSV de l'ENS de Cachan pour m'avoir accueillie dans leur laboratoire et permis de participer au développement de la plate-forme CosyVerif. Je remercie particulièrement M. Alban Linard et Laure Petrucci (Directrice de LIPN) qui m'ont permis d'effectuer mon stage dans les meilleurs conditions ; leur expérience et leur pédagogie ont su enrichir mon stage. Ensuite, je tiens à remercier également madame Béatrice Bérard pour avoir assuré le rôle de maitre de stage.

Je tiens aussi à remercier toute l'équipe pédagogique de l'Université Pierre et Marie Curie et tous les intervenants responsables de la formation du Master Informatique filière Systèmes et Applications Répartis pour avoir assuré la qualité d'enseignement de celle-ci.

Enfin, je tiens à remercier particulièrement M. Alban Linard pour m'avoir accompagné et très bien suivi pendant toute la durée de mon stage.

Introduction

Etudiant en Master 2 informatique à l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), spécialité Systèmes et Applications Répartis, parcours Systèmes Répartis Embarqués et Temps Réel, je réalise un stage de fin d'études au sein du laboratoire LIPN (Université Paris 13) et LSV (ENS de Cachan).

L'objectif du stage est de refaire entièrement le serveur d'une plateforme logicielle développée conjointement par les deux laboratoires d'accueil, ainsi que le LIP6.

Ce stage me donne les moyens de découvrir les différents concepts qu'implique le développement d'un serveur dans un cadre professionnel. Au départ, la tâche qui m'a été confiée était de concevoir et de développer le serveur de la nouvelle plate-forme de vérification CosyVerif dédiée à la vérification formelle des logiciels. Cependant, il a été étendu par la suite à la réalisation d'un client web permettant d'interagir avec ce serveur.

Dans ce rapport de stage, je présente dans un premier temps le contexte de réalisation de ce stage et les missions qui m'ont été confiées. Dans un deuxième temps, je décris la conception et la réalisation du serveur. Dans un troisième, je présente la conception et la réalisation du client web. Ce rapport se termine par le bilan de ce stage.

Chapitre 1

Contexte et Problématique

1.1 MeFoSyloMa

MeFoSyLoMa (Méthodes Formelles pour les Systèmes Logiciels et Matériels) est un groupe de vérification francilien dont l'objectif est de permettre la confrontation de différentes approches ou points de vue sur l'utilisation des méthodes formelles dans les domaines du génie logiciel, de la conception de circuit, des systèmes répartis, des systèmes temps-réel ou encore des systèmes d'information. Le groupe s'organise autour de réunions bimestrielles où sont exposés des travaux de recherche récents sur ce thème. Les partenaires du groupe sont les laboratoires Cedric (Cnam), IBISC (Univ. Evry), LACL (Univ. Paris 12), LIP6 (UPMC), LIPN (Univ. Paris 13), LRDE (Epita), LSV (École Normale Supérieure de Cachan) et LTCI (TELECOM ParisTech).

1.2 Organisation de CosyVerif

CosyVerif est un environnement logiciel dont le but est la spécification et la vérification formelle des systèmes dynamiques. Le projet a été décidé et soutenu par trois partenaires du groupe de vérification MeFoSyLoMa. Ses membres fondateurs appartiennent au LIP6 (Laboratoire d'Informatique de Paris 6), au LIPN (Laboratoire d'Informatique de Paris Nord) et au LSV (Laboratoire Spécification et Vérification - Laboratoire d'informatique de l'ENS de Cachan).

Ce projet vise à partager leurs outils, à les rendre accessibles aussi bien pour l'enseignement que pour des études de cas industriels. Pour cela, CosyVerif facilite les tâches de modélisation, ainsi que celles d'intégration de nouveaux formalismes et d'outils.

CosyVerif est géré par un comité de pilotage composé de chercheurs et d'ingénieurs. Il décide des orientations stratégiques ainsi que des choix techniques. Le projet est généralement développé par un ingénieur (lorsque le financement est disponible), des doctorants (pour l'intégration de leurs outils), et des stagiaires de niveau L3 à M2.

1.3 Présentation des organismes d'accueil

Le stage est co-encadré par Laure Petrucci (Professeur, directrice du LIPN) et Alban Linard (Ingénieur, LSV/INRIA), et financé par LIPN. Il se déroule dans les locaux des deux organismes : LIPN (3 jours par semaine) et LSV (2 jours par semaine).

1.3.1 LIPN

Le Laboratoire d'Informatique de Paris-Nord (LIPN) est associé au CNRS depuis janvier 1992 et a le statut d'unité mixte de recherche (UMR 7030) depuis janvier 2001. Le LIPN poursuit ses recherches autour de ses axes forts en s'appuyant sur les compétences de ses membres, en particulier en combinatoire, en optimisation combinatoire, en algorithmique, en logique, en logiciel, en langage naturel, en apprentissage. Le laboratoire est structuré en cinq équipes :

— A3 : Apprentissage Artificiel et Applications,
— AOC : Algorithmes et Optimisation Combinatoire,
— CALIN : Combinatoire, ALgorithmique et INteractions,
— LCR : Logique, Calcul et Raisonnement,
— RCLN : Représentation des Connaissances et Langage Naturel.

Plus de 130 membres participent aux activités du laboratoire dont 78 chercheurs ou enseignants-chercheurs permanents, pour la plupart en poste à l'Université Paris 13 (Institut Galilée, IUT de Villetaneuse).

Le LIPN fait partie du pôle MathSTIC, un centre de recherche dans les domaines mathématiques et sciences et technologies de l'information et de la communication.

Source : `http://lipn.univ-paris13.fr/`

Le stage se déroule au sein de l'équipe LCR avec mon encadrent Laure Petrucci (Directrice du laboratoire).

1.3.2 LSV

Fondé en 1997, le Laboratoire Spécification et Vérification (LSV) est le laboratoire d'informatique de l'ENS de Cachan, et est aussi affilié au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) en tant qu'UMR 8643. La recherche au LSV est centrée sur la vérification de logiciels et systèmes critiques, et sur la vérification de la sécurité des systèmes informatiques.

Source : `http://www.lsv.ens-cachan.fr/`

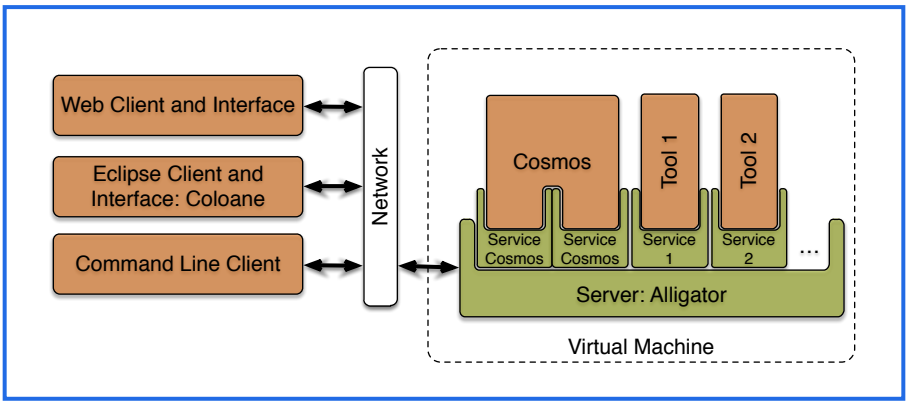
Mon stage se déroule au sein de l'axe MEXICO (Modelling and Exploitation of Interaction and Concurrency) du LSV.

In the increasingly networked world, reliablity of applications becomes ever more critical as the number of users of, e.g., communication systems, web services, transportation etc grows steadily. MExICo will work towards a better understanding and an increased reliability of distributed and asynchronous systems, and thus join the existing effort of many other teams that use formal methods ; what is particular in the present proposal is that our team focusses its research on the two features of concurrency and interaction.

`http://www.lsv.ens-cachan.fr/axes/MEXICO/mexico?l=fr`

1.4 État actuel du projet

La plateforme CosyVerif se compose actuellement de trois outils logiciels : Coloane, une interface graphique agissant à la fois comme éditeur de modèles et comme client de la plateforme, Alligator, un serveur d'intégration d'outils basé sur les web services, et un client en ligne de commande. Le serveur est étendu par les outils de



Source : Benoît Barbot

FIGURE 1.1 – Architecture de CosyVerif

vérification intégrés à la plateforme, développés dans des laboratoires de recherche (membres ou partenaires fondateurs).

La plateforme CosyVerif a été conçue de manière à :

— manipuler des formalismes différents avec la possibilité de créer facilement de nouveaux,
— fournir une interface graphique pour chaque formalisme permettant l'édition de modèles,
— inclure des outils de vérification appelées via l'interface en tant que services web,
— offrir la possibilité pour un développeur d'intégrer son propre outil, en lui permettant d'interagir avec les autres outils.

Deux familles de formalismes sont actuellement pris en charge : les automates et les réseaux de Petri. Pour chaque famille, plusieurs formalismes sont disponibles (réseaux P/T, colorés, stochastiques, ...). La plupart des outils manipulent pour l'instant des réseaux de Petri. Certains d'entre eux procèdent à des analyses structurelles comme des calculs d'invariants, tandis que d'autres effectuent des analyses comportementales, comme la construction de graphe d'accessibilité. Tous les logiciels développés sont sous licences libres, mais certains outils peuvent ne pas l'être, comme par exemple GreatSPN.

1.4.1 Problèmes identifiés

Les choix techniques pour la réalisation de la plateforme ont jusqu'ici été influencés par les composants pré-existants. La première brique fut Coloane, écrit en Java sous la forme d'une plug-in Eclipse.

Le serveur a donc été lui aussi développé en Java, afin de conserver un seul langage. Le protocole SOAP a été choisi comme protocole de communication entre les deux, car il dispose d'une excellente interface Java, ne nécessitant qu'un minimum de développement.

Plusieurs problèmes ont mené à la redéfinition technique du projet CosyVerif.

Premièrement, le client graphique actuel, Coloane, n'est plus maintenable, car aucun membre permanent du projet ne maîtrise le développement de plug-in Eclipse.

Deuxièmement, il est apparu que l'utilisation de SOAP n'est pas pratique hors du monde Java, ce qui crée un fort couplage entre le serveur et ses clients. De plus, l'environnement Java, ainsi que la surcouche et le moteur de SOAP ajoutent de très nombreuses dépendances transitives, qui pèsent plusieurs dizaines de méga-octets.

Troisièmement, le serveur a posé des problèmes de confinement. En effet, les outils étant directement lancés par le serveur, il est arrivé qu'ils fassent planter la Java Virtual Machine, et donc le serveur complet. Un confinement a été mis en place, mais il est très coûteux en ressources (temps et mémoire).

Quatrièmement, l'ajout de nouvelles fonctionnalités simples au serveur, telles que l'authentification, s'est avérée plus complexe que prévu. En effet, les bibliothèques utilisées nécessitent un apprentissage conséquent pour de telles choses.

Ces problèmes de la plate-forme existante ont conduits l'équipe à repartir sur une nouvelle base, tout en restant vigilant pour ne pas retomber sur les mêmes difficultés. Pour ces raisons, l'équipe a émis des exigences assez fortes pour la nouvelle plate-forme.

1.5 Sujet du stage

L'objectif de mon stage est de concevoir et développer le nouveau serveur de la plateforme CosyVerif. Cet objectif a été étendu au cours du stage au client web de la plate-forme.

Le nouveau serveur dispose de fonctionnalités nouvelles par rapport au serveur existant : dépôt de modèles et de formalismes, éditions collaborative de modèles, authentification des utilisateurs. Il intègre aussi les fonctionnalités déjà existantes : la gestion d'exécution d'outils.

1.5.1 Que doit offrir la future plate-forme ?

La plate-forme doit permettre :
- la recherche de formalismes et de modèles selon certains critères,
- l'insertion des nouveaux formalismes et modèles et leur édition,
- l'authentification des utilisateurs,
- la gestion de permissions des utilisateurs,
- l'insertion de nouveaux outils,
- l'exécution d'outils.

1.5.2 Exigences de l'encadrement

Les exigences à prendre en compte, qui ont été imposées par l'équipe, pour réaliser la nouvelle plate-forme, sont :
- les tests doivent être effectuées en boîte noire avec une couvertir complète du code,
- le code doit être maintenable et simple,
- le code source doit être écrit et commenté en anglais, les commentaires seront rédigés en programmation lettrée,
- seules des technologies simples et légères seront utilisées ; des technologies lourdes telles que SOAP ou Eclipse sont interdites.

1.5.3 Axes de ma contribution sur la future plate-forme

La nouvelle plate-forme présente 5 composants distincts qui sont étudiés et réalisés séparément et intégrés par la suite : trois composants côté serveur et deux autres côté client web. J'ai réalisé deux de ces composants au cours de mon stage. Un autre a été réalisé par un autre stagiaire (Francisco Gimenez), et le reste par l'ingénieur du projet.

Côté serveur

— Dépôt : ce composant est chargé du dépôt de modèles et de formalismes, de la gestion d'authentifications et de droits d'accès des utilisateurs.
— Édition : ce composant s'occupe de l'édition collaborative de modèles et de formalismes. Il interagit directement avec le composant édition web du client au moment de l'édition collaborative, ainsi qu'avec le dépôt.
— Exécution : ce composant s'occupe de l'exécution d'outils. Il n'est à ce jour pas complètement défini.

Côté client

— Interface web : ce composant est l'interface web qu'un utilisateur a pour s'authentifier auprès du serveur, pour utiliser le dépôt de modèles et de formalismes, pour participer à des projets avec d'autres utilisateurs, pour lancer des outils et observer leurs résultats. C'est le composant du client qui communique et échange des données avec le serveur dépôt.
— Editeur web : Ce composant est l'interface web qui permet l'édition de modèles et de formalismes. C'est le composant du client qui interagit directement avec le composant serveur d'édition.

L'interaction entre ces composants est schématisé dans la figure 1.2.

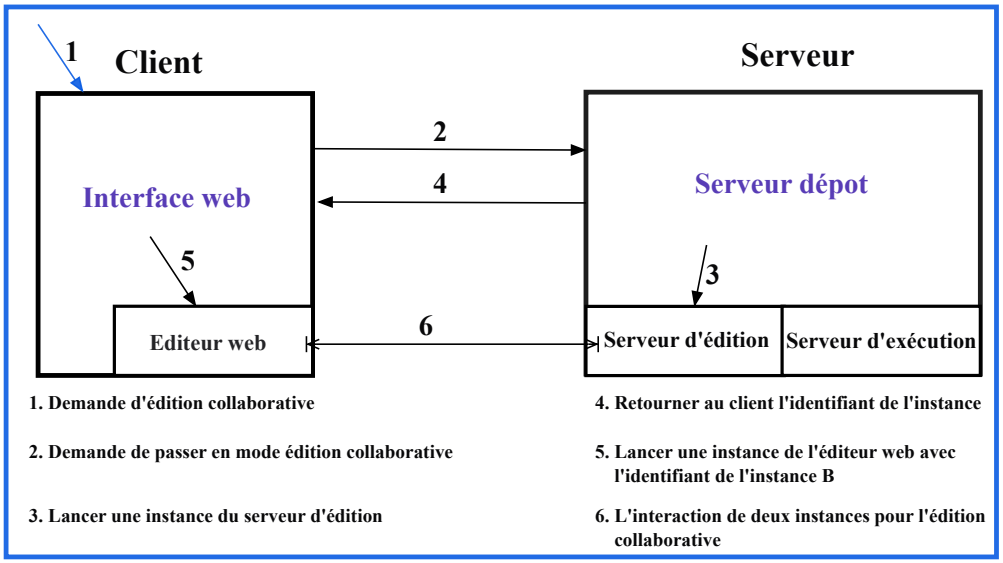


FIGURE 1.2 – Exemple d'interactions entre les différents composants (édition collaborative)

Mon stage consiste à concevoir et à réaliser le serveur de dépôt. Il a été étendu pour réaliser l'interface web du client. Les serveurs d'édition et d'exécution sont réalisés par Alban Linard (encadrent) et l'éditeur web par Francisco Gimenez (un autre stagiaire).

Chapitre 2

Conception et réalisation du serveur

Le dépôt est le composant centrale du serveur de la plate-forme CosyVerif. D'une part, il est chargé de la gestion de comptes utilisateurs et du dépôt de modèles et de formalismes de la plate-forme. D'autre part, c'est le composant qui satisfait toute les requêtes de l'interface des clients (mis à part l'édition collaborative et de l'exécution d'outils) et qui est initiateur de l'édition collaborative et de l'exécution d'outils. Les clients attendus sont : web, téléphone mobile, console et des bibliothèques.

Le serveur définit des ressources, et des méthodes d'accès (création, lecture, écriture, suppression) sur ces ressources. Il est sans état, c'est-à-dire qu'il ne maintient aucun état de connexion avec les clients.

2.1 Ressources

Le dépôt de la plate-forme contient des ressources, parmi un ensemble prédéfini :
— utilisateurs,
— projets,
— formalismes,
— modèles,
— convertisseurs,
— services,
— exécutions,
— scénarios.

Les ressources présentes dans le dépôt appartiennent aux utilisateurs. Les ressources peuvent être publiques ou privées. Par conséquent, il faut un système capable d'identifier les utilisateurs et de vérifier leurs droits correspondants à l'utilisation d'une ressource. A cet effet, un système d'organisation et de protection des ressources a été réalisé.

2.1.1 Organisation de ressources

Un des objectifs pour la plate-forme CosyVerif est de mettre à disposition de ses utilisateurs un moyen pour permettre d'avoir des ressources propres et de partager des ressources entre utilisateurs.

Ressources propres

Pour permettre aux utilisateurs d'avoir ses propres ressources, chaque utilisateur a un compte à sa disposition. Un utilisateur peut y créer des ressources, les utiliser et les mettre à jour mais aussi permettre à d'autres utilisateurs d'y accéder. Cependant, on ne peut accéder aux ressources d'un autre utilisateur qu'en lecture seule, sans les modifier.

La visibilité du compte d'un utilisateur, et donc des ressources contenues, est globalement publique ou privée. Un compte publique donne droit de lecture de ses ressources à tout utilisateur et un compte privé ne donne ce droit qu'au propriétaire du compte.

Ce système de droits est extrêmement simple, mais il ne permet pas de couvrir tous les cas d'utilisation. Par exemple, avec ce système, il est impossible à deux utilisateurs de travailler (en écriture) sur le même modèle. Il leur est aussi impossible d'accéder tous deux à un modèle privé.

Ressources partagées

Tout utilisateur de la plateforme peut décider de créer un projet. Celui-ci est similaire à un compte utilisateur, et contient ses propres ressources. Cependant, il est possible d'inviter ou d'ajouter d'autres utilisateurs à projet, ce qui permet de travailler à plusieurs sur les même ressources.

Quand, un utilisateur désire de partager des ressources avec un ou plusieurs utilisateurs, il crée un projet et invite les autres à y joindre (ou les autres font eux mêmes la demande).

Un projet peut être public ou privé, comme un compte utilisateur, ce qui permet d'avoir des projets accessibles à tous en lecture, ou bien limités à certains utilisateurs.

2.1.2 Protection des ressources

La plate-forme de CosyVerif est une plate-forme publique et peut être accéder par n'importe qui, à partir du moment où l'on a l'accès à Internet. Cependant, certaines ressources, celles situées dans des comptes utilisateurs ou projets privés, ne doivent pas être lisible de tous. De même, les ressources d'un utilisateur ne doivent être modifiables que par lui-même.

Pour répondre à ce besoin de protection des ressources, le serveur met en place une politique de sécurité basée sur un système d'authentification et un système d'autorisation des utilisateurs. Afin de garantir le caractère privé des données, on utilise aussi un système de chiffrement des données échangées entre les clients et le serveur : SSL.

Système d'authentification

Les ressources de la plate-forme sont utilisées par deux catégories d'utilisateurs :

— Des utilisateurs authentifiés : ce sont des utilisateurs muni d'un login et d'un mot de passe qui font des requêtes au serveur et qui sont identifiés par ce dernier. Cette catégorie d'utilisateurs peut créer et utiliser ses propres ressources et accéder en lecture à toutes les ressources publiques.

— Des utilisateurs non authentifiés : ce sont des utilisateurs qui font des requêtes au serveur sans présenter de login et de mot de passe. Cette catégorie d'utilisateurs ne peut qu'accéder en lecture aux ressources publiques.

La plate-forme disposant de la notion de compte utilisateur, un système d'authentification est mis en place. Ce dernier identifie les utilisateurs à l'aide d'un login et d'un mot de passe. Cependant, il y a des précautions à prendre pour éviter certaines failles. Différentes techniques existent pour sécuriser les échanges de la plate-forme :

— Hachage de mot de passe : d'une part, il permet de ne pas faire circuler le mot de passe clairement sur le réseau et d'autre part, il permet également de ne pas stocker le mot de passe de l'utilisateur en clair. Cependant, le mot de passe ainsi haché peut être retrouvé dans certains cas
— Utilisation d'un "salt" : même s'il est à priori impossible de retrouver le mot de passe à partir du hash, de nombreux dictionnaires de conversion existent sur internet faisant le rapprochement entre un hash et un mot de passe. Une solution de contournement est l'utilisation d'un "salt" qui est une technique qui consiste à hasher une première fois le mot de passe, à concaténer le hash à une chaîne de caractère (salt) et à le hasher une seconde fois. Le salt est unique et connu à la fois du serveur et de l'application cliente, il n'est pas caché au yeux du hacker. Son seul but est de rendre votre mot de passe indéchiffrable sur le réseau. Cependant, dans le cas où un hacker arrive à intercepter le mot de passe encrypté, il aura tout le temps qu'il souhaite pour exécuter n'importe quelle requête en notre nom.
— Token d'authentification : l'idée du token d'authentification est simple. Celle-ci consiste à envoyer dans un 1er temps un couple login/password et de récupérer un token en retour. Dans un second temps, ce token devra être utilisé à la place du password. Ceci permet, coté serveur, de gérer la durée de validité des tokens (à 20 minutes par exemple). Cependant, dans le cas où un hacker arrive à intercepter notre token d'authentification, il aura une vingtaine de minutes pour exécuter n'importe quelle requête en notre nom. l'utilisation du token ne permet, du point de vue de l'utilisateur, que de se substituer au password. Il ne certifie en aucun cas que vous êtes l'émetteur de la requête. La technique consiste alors à remplacer notre token d'authentification par une signature sur la requête.
— Signer ses requêtes : Le principe des signatures est d'ajouter un paramètre supplémentaire à notre requête afin de garantir au récepteur à la fois l'identité du rédacteur de la requête ainsi que l'intégrité de celle-ci. Avec cette signature, même si un hacker parvient à récupérer notre requête, la seule action qu'il sera en mesure de réaliser sera de rejouer cette même requête sans y changer aucun paramètre. Cependant, c'est aussi un problème.
— Requêtes à usage unique : Ce type de requête est utilisée par la plupart des fournisseurs tels qu'Amazon Web Services. La technique est simple, il suffit d'ajouter le timestamp à la signature ainsi qu'aux paramètres de la requête lors de la génération de la requête. Ainsi, le serveur n'a qu'à stocker le timestamp de la dernière requête traitée et le comparer avec celui de la requête en cours. Si le timestamp de la requête courante est inférieur ou égal à celui du dernier timestamp enregistré, cela signifie que la requête à déjà été jouée. Sinon, cela signifie que la requête est jouée pour la 1ere fois. Cependant, même si votre requête ne peut être ni altérée ni rejouée, celle-ci peut être « vue » par un hacker. Dans la plupart des cas, ceci n'a que peu d'importance mais dans le cadre d'une application bancaire, il est n'est pas envisageable qu'une tiers personne puisse connaître les montants et les destinataires de vos virements.
— SSL : SSL (pour Secure Socket Layer) est un système permettant de sécuriser les échanges de données entre deux ordinateurs. Associés par exemple, le HTTP et le SSL donnent le HTTPS. Ce protocole est intégré à l'immense majorité des navigateurs web et permet de sécuriser les échanges entre l'utilisateur et le serveur. En utilisant du HTTPS, vous pouvez être sûr que personne n'interceptera vos requêtes. Ce mécanisme vous assure la sécurité du transport et uniquement de celui-ci (pas de gestion d'authentification, d'unicité des requêtes, ...).

Source : `http://blog.ineat-conseil.fr/2013/01/restful-authentication/`

Par soucis de simplicité, à la fois du serveur et des clients, le choix a été porté sur un système d'authentification basique basé sur la combinaison de la technique de hachage de mot de passe et le protocole SSL. Ce choix va

permettre de sécuriser les mots de passes présents dans le système de stockage du serveur dans le cas où un pirate parviendrait à les récupérer et, aussi de rendre la requête illisible par les éventuels pirate qui récupéreraient cette requête sur internet. Nous avons fait ce choix car CosyVerif n'est pas un système critique et ne présente d'autre danger que la circulation en claire du mot de passe (pour l'instant).

L'authentification se déroule de la manière suivante. Puisque le serveur est sans état, à chaque requête, l'utilisateur présente un login et un mot de passe auprès du serveur. Ce dernier vérifie l'identité de l'utilisateur dans son annuaire d'utilisateurs. S'il réussit à identifier l'utilisateur, il lui donne l'accès à ses ressources. Sinon, il lui refuse l'accès. Cependant, La phase d'authentification ne garantie pas la satisfaction de toutes les requêtes de l'utilisateur. Il faut aussi une autorisation pour utiliser les ressources sollicitées.

Système d'autorisation

Le serveur, même s'il arrive à identifier un utilisateur, ne lui donne pas tous les droits d'accès sur les ressources. Le serveur associe des droits d'utilisation à ses ressources, tels que le droit de création, de lecture, de mise à jour et de suppression de ressource, mais aussi le droit d'administration d'un compte utilisateur ou d'un projet. Une étude a été faite sur deux stratégies :

— Droits associés à chaque ressource : chaque ressource dispose d'une liste d'utilisateurs avec leurs droits associés. Cette stratégie permet alors à un utilisateur de donner finement des droits sur chacune de ses ressources, de manière individuelle. Dans ce cas, la notion de projet est redondante pour partager des ressources avec d'autres utilisateurs. Cette stratégie n'est pas difficile à mettre en oeuvre mais nécessite beaucoup d'effort de la part des utilisateurs. En effet, ce système est complexe à utiliser car il faut une gestion de droits d'utilisation sur chaque ressource. Cette stratégie est à éviter car la plate-forme CosyVerif a pour vocation d'être la plus simple possible d'utilisation.

— Droits associés aux comptes utilisateurs et aux projets : dans cette stratégie, les ressources d'un utilisateur sont soit toutes publiques, soit toutes privées. Les ressources d'un utilisateur ne sont modifiable que par lui-même, ou dans le cadre d'un projet, par les autres membres du projet. Si un utilisateur décide de partager des ressources, il crée un projet, déplace les ressources dans celui-ci, et invite d'autres utilisateurs à se joindre au projet. Les membres d'un projet ont différents droits : lecture, écriture ou administration.

La seconde stratégie est adoptée pour le système d'autorisation car elle nécessite peu d'effort de la part des utilisateurs.

La liste de droits d'utilisation de la solution retenue est donnée ci-dessous :

— Propriétaire d'un compte : un utilisateur a tous les droits sur son compte et sur ses ressources,

— Droit d'administration des comptes utilisateurs : ce droit est donné à un utilisateur pour créer, mettre à jour ou supprimer un compte utilisateur quelconque,

— Compte utilisateur public : un compte utilisateur publique donne le droit de lecture de ses ressources à tous les utilisateurs de la plate-forme,

— Compte utilisateur privé : un compte utilisateur privé ne donne aucune droit d'utilisation à d'autres utilisateurs que son propriétaire,

— Participants d'un projet : tous les utilisateurs qui participent à un projet ont le droit de lecture.

— Droit d'administration d'un projet : ce droit est donné à un utilisateur d'un projet pour mettre à jour le projet, supprimer un utilisateur du projet et inviter, accepter ou refuser des utilisateurs au projet.

— Droit d'édition d'un projet : ce droit est donné à un utilisateur d'un projet pour créer, lire, modifier et supprimer des ressources du projet.

— Projet public : un projet publique donne le droit de lecture de ses ressources à tous les utilisateurs de la plate-forme,

— Projet privé : un projet privé ne donne aucune droit d'utilisation à d'autres que les utilisateurs qui y

participent,

2.2 Définition de l'architecture et du protocole

Le nouveau serveur doit être une application REST (Representational State Transfer) ou RESTful. RESTful est un style d'architecture permettant de construire des applications (Web, Intranet, Web Service, surtout pour les systèmes hypermédia distribués). Il s'agit d'un ensemble de conventions et de bonnes pratiques à respecter et non d'une technologie à part entière. L'architecture REST utilise les spécifications originelles du protocole HTTP, plutôt que de réinventer une surcouche (comme le font SOAP ou XML-RPC par exemple).

La communication du serveur avec les clients se base sur :
- Des requêtes HTTP,
- Des URLs pour les ressources,
- Les verbes HTTP (GET, POST, ...) pour les méthodes,
- Les codes d'état pour les résultats,
- Les contenus des requêtes et des résultats

Les contraintes d'une architecture REST sont les suivantes :

1. Client-serveur : les responsabilités sont séparées entre le client et le serveur. L'interface utilisateur est séparée de celle du stockage des données. Cela permet aux deux d'évoluer indépendamment ;
2. Sans état : chaque requête d'un client vers un serveur doit contenir toute l'information nécessaire pour permettre au serveur de comprendre la requête, sans avoir à dépendre d'un contexte conservé sur le serveur. Cela libère de nombreuses interactions entre le client et le serveur ;
3. Une interface uniforme : cette contrainte agit selon 4 règles essentielles :
   - L'identification des ressources : chaque ressource est identifiée uniquement,
   - La manipulation des ressources à travers des représentations : les ressources ont des représentations définies,
   - Un message auto-descriptif : les messages expliquent leur nature. Par exemple, si une représentation en HTML est codée en UTF-8, le message contient l'information nécessaire pour dire que c'est le cas,
   - Hypermédia comme moteur d'état de l'application : chaque accès aux états suivants de l'application est décrit dans le message courant
4. Mise en cache : le serveur envoie une réponse qui donne l'information sur la propension de cette réponse à être mise en cache, comme la fraîcheur, sa date de création, si elle doit être conservée dans le futur. Cela permet à des serveurs mandataires de décharger les contraintes sur le serveur et aux clients de ne pas faire de requêtes inutiles. Cela permet également d'améliorer l'extensibilité des serveurs ;
5. Un système hiérarchisé par couche : les états de l'application sont identifiées par des ressources individuelles. Toute l'information n'est pas envoyée dans une seule ressource unique. Les requêtes/réponses entre le client et le serveur augmentent et donc peuvent faire baisser la performance d'où l'importance de la mise en cache, etc. Le bénéfice est que cela rend beaucoup plus flexible l'évolution du système.

La thèse de Roy Fielding précise les avantages de ce style architectural par rapport à d'autres styles d'architectures d'applications Web. Citons entre autres :

1. L'application est plus simple à entretenir, car elle désolidarise la partie client de la partie serveur. La nature hypermédia de l'application permet d'accéder aux états suivants de l'application par inspection de la ressource courante ;
2. L'absence de gestion d'état du client sur le serveur conduit à une plus grande indépendance entre le client et le serveur. Elle permet également de ne pas avoir à maintenir une connexion permanente entre le client et le serveur. Le serveur peut ainsi répondre à d'autres requêtes venant d'autres clients sans saturer l'ensemble de ses ports de communication. Cela devient essentiel dans un système distribué ;
3. L'absence de gestion d'état du client sur le serveur permet également une répartition des requêtes sur plusieurs serveurs : une session client n'est pas à maintenir sur un serveur en particulier (via une sticky session d'un loadbalancer), ou à propager sur tous les serveurs (avec des problématiques de fraîcheur de session). Cela permet aussi une meilleure évolutivitée et tolérance aux pannes (un serveur peut être ajouté facilement pour augmenter la capacité de traitement, ou pour en remplacer un autre) ;
4. Dans un contexte Web
   — l'utilisation du protocole HTTP en tirant parti de son enveloppe et ses en-têtes,
   — l'utilisation d'URI comme représentant d'une ressource permet d'avoir un système universel d'identification des éléments de l'application,
   — la nature auto-descriptive du message permet la mise en place de serveurs cache. Les informations nécessaires sur la fraîcheur, la péremption de la ressource sont contenues dans le message lui-même

Source : `http://fr.wikipedia.org/wiki/Representational_State_Transfer`

Pour répondre aux contraintes de REST, nous avons définit :
— les ressources, leurs contenus et leurs représentations,
— les méthodes prises en charge, les entrées, les sorties et les codes d'état.

2.2.1 URIs

Le serveur utilise les ressources suivantes :
— users,
— formalisms,
— models,
— converters,
— scenarios,
— services,
— executions,
— projects.

Pour identifier les ressources, REST utilise des Uniform Ressource Identifiers (URIs). Un client demande une ressource au serveur en lui fournissant l'URI de la ressource. Il existe deux types de ressources dans cette application :

— des collections de ressources (users, models, ...),
— des ressources simples (model, user, ...).

Les deux types se distinguent par l'utilisation de la forme singulière (pour les ressources individuelles) ou au pluriel (pour les collections de ressources).

Par exemple :

— /users/ représente la collection des utilisateurs ;

— /users/ rokysaroi représente l'utilisateur rokysaroi dans la collection d'utilisateur.

Les figures 2.1 et 2.2 montrent la hiérarchie des ressources. Un nom de ressource à partir de " :" par exemple " :user", est une variable. La liste suivante montre également les URIs des ressources. La notation (a|b) indique qu'une ressource est disponible pour les préfixes a et b.

2.2.2 Représentation de ressources

Une ressource peut avoir plusieurs représentations (XML, JSON, image, le format CosyVerif, CAMI, PNML, ...). En interne, le serveur utilise la représentation CosyVerif pour les ressources suivantes : formalisme, modèle, scénario, service, exécution, et le format JSON pour les autres.

Les clients sont autorisés à demander une représentation particulière dans leurs requêtes. Lorsque cela est possible, le serveur effectue une conversion de la ressource à la forme requise : des convertisseurs sont prévus pour ça. La notion de convertisseurs est prévue pour cela, permettant par exemple de convertir un modèle en PNML. Cependant, cette notion n'est pour l'instant pas étudiée dans le cadre du projet CosyVerif.

2.2.3 Méthodes et codes de statut

L'architecture REST est basé sur le protocole HTTP. Par conséquent, les mêmes méthodes sont plus ou moins utilisées. Le protocole est normalisé. Les clients utilisent une URI pour accéder à une ressource référencée. L'accès peut prendre diverses formes, telles que l'obtention d'une représentation de la ressource (par exemple, en utilisant la méthode GET ou la méthode HEAD), l'ajout ou la modification d'une ressource (par exemple, en utilisant la méthode POST ou la méthode PUT) et la suppression d'une ressource (par exemple, via la méthode DELETE).

Les méthodes suivantes seront intégrées dans le système :

— POST : création d'une ressource,

— GET : récupération d'une ressource,

— PUT : mise à jour d'une ressource,

— PATCH : mise à jour partielle d'une ressource,

— DELETE : suppression d'une ressource.

Chaque réponse HTTP contient un code (code de statut). Ce code est utilisé par le serveur pour informer le client de l'état du traitement de sa demande. Le code d'état est un code numérique et une description donnant une réponse humainement compréhensible.

Les codes de retours suivants sont utilisables dans CosyVerif. Ces codes de statuts sont une partie de ceux spécifiés par la norme RFC 2616.

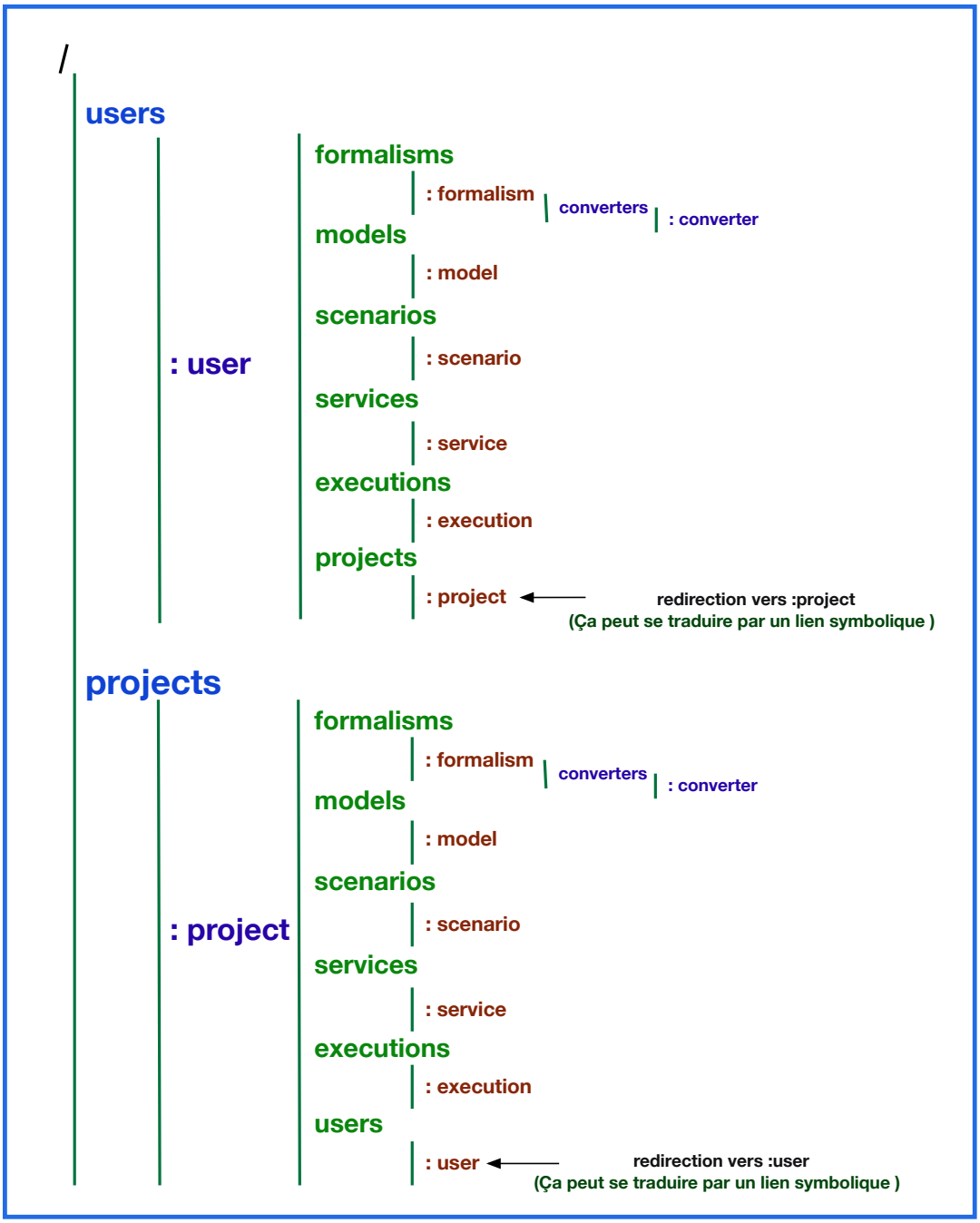


FIGURE 2.1 – Hiérarchie des ressources

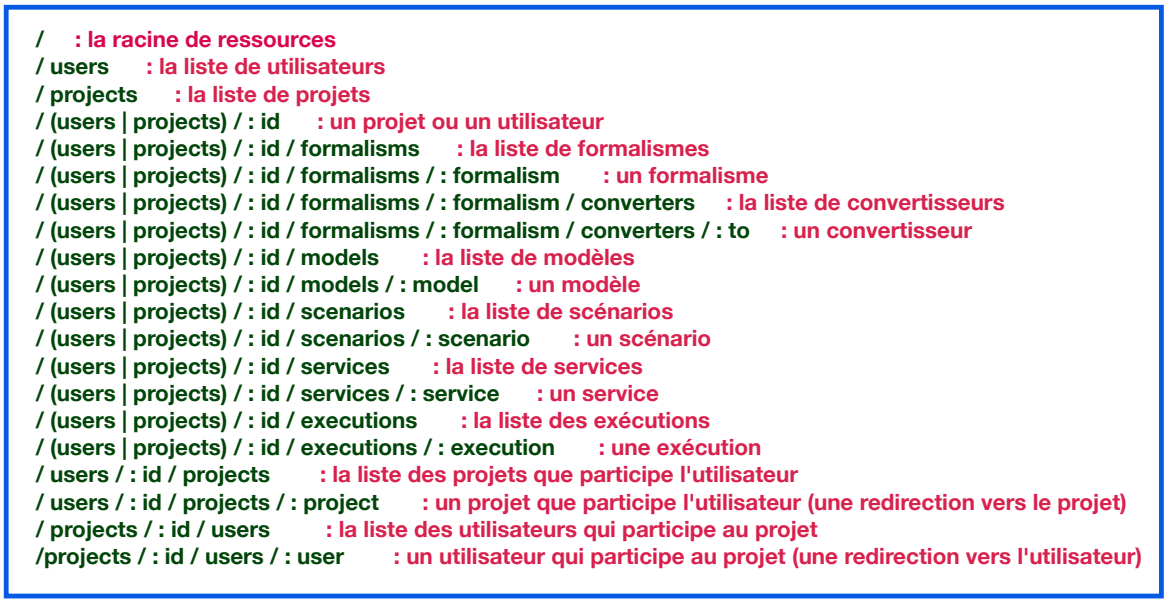


FIGURE 2.2 – Hiérarchie des ressources

Code	Message	Signification
200	OK	Requête traitée avec succès
201	Created	Requête traitée avec succès avec création d'un document
204	No Content	Requête traitée avec succès mais pas d'information à renvoyer
301	Moved Permanently	La ressource demandée possède une nouvelle adresse (URI). Toute référence future à cette ressource doit être faite en utilisant l'une des URIs retournées dans la réponse. Le client doit normalement charger automatiquement la ressource demandée à sa nouvelle adresse.
302	Moved Temporarily	La ressource demandée réside temporairement à une adresse (URI) différente. Cette redirection étant temporaire, le client doit continuer à utiliser l'URI originale pour les requêtes futures
400	Bad Request	La syntaxe de la requête est erronée
401	Unauthorized	Une authentification est nécessaire pour accéder à la ressource
403	Forbidden	Le serveur a compris la requête, mais refuse de l'exécuter. Contrairement à l'erreur 401, s'authentifier ne fera aucune différence. Sur les serveurs où l'authentification est requise, cela signifie généralement que l'authentification a été acceptée mais que les droits d'accès ne permettent pas au client d'accéder à la ressource
404	Not Found	Ressource non trouvée
405	Method Not Allowed	Méthode de requête non autorisée
410	Gone	La ressource est indisponible et aucune adresse de redirection n'est connue. Ce code sera utilisé pour les ressources supprimées, on mettra une information à la place d'une ressource supprimée.
415	Unsupported Media Type	Format de requête non supporté pour une méthode et une ressource données
422	Unprocessable entity	L'entité fournie avec la requête est incompréhensible ou incomplète
500	Internal Server Error	Erreur interne du serveur
501	Not Implemented	Fonctionnalité réclamée non supportée par le serveur

Source : `http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_codes_HTTP`

Pour un type de ressource, tous les codes de statuts ne peuvent pas être retournés. Le tableau ci-dessous précise quels codes sont utilisés pour les différents types de ressources.

Ressource	**Méthode**	**Representation**	**Codes de statuts**
Utilisateur	GET	Format user	200, 400, 401, 403, 404, 410, 415, 500
Utilisateur	PUT	Format user	200, 201, 400, 401, 403, 415, 500
Utilisateur	PATCH	Format user	200, 201, 400, 401, 403, 415, 500
Utilisateur	DELETE	N/A	200, 204, 401, 403, 404, 500
Les utilisateurs	GET	Format all-user	200, 400, 401, 403, 404, 410, 415, 500

2.3 Etude technique

L'objectif de cette partie est de recenser les contraintes et les choix techniques faits durant la conception du serveur. Les techniques choisies dans le cadre de la réalisation de notre serveur sont :

— Langage : PHP,
— Frameworks et outils d'aide pour le développement : SLIM, Composer, Box, Docco, GIT,
— Frameworks et outils d'aide pour le test : PHPUnit, Guzzle, Travis-ci,
— Persistance de données : Système de gestion de fichier.

Langage PHP

Le serveur de CosyVerif était jusqu'à présent développé en Java. Cependant, aucun membre permanent du projet ne manipule ce langage régulièrement. PHP a été choisi comme langage de programmation pour développer le serveur de la nouvelle plate-forme CosyVerif, car plusieurs membres permanents le maîtrisent.

PHP (Hypertext Preprocessor) est un langage de scripts généraliste et Open Source, spécialement conçu pour le développement d'applications web. Le grand avantage de PHP est qu'il est extrêmement simple pour les néophytes, mais offre des fonctionnalités avancées pour les experts. On peut citer quelques autres avantages de plus :

— Facile à apprendre,
— Complet avec un grand nombre de fonctions pré-existantes,
— Fortement utilisé et pourvu d'une communauté complète,
— Gestion des erreurs de programmation précise,
— Rapidité de développement (non compilé),
— Développement au choix : Procédural ou Objet,
— Disponible partout (tous les hébergements proposent le PHP) et surtout à moindre coût,
— Outils de développements professionnels (PHAR, PHPUnit, Jenkins, ...),
— Énormément d'aide et de documentation

Framework Slim

Pour faciliter la programmation d'applications en PHP, plusieurs frameworks existent parmi lesquels on peut citer Symphony / Silex et Slim.

Symphony / Silex est assez complexe : le développeur doit se plier aux nombreuses contraintes du framework. De plus celui-ci est relativement gros et assez lent. Il est recommandable dans le cas de projet conséquent et dans le cas où les développeurs ont déjà une expérience avec.

Slim Slim est un micro framework PHP qui permet d'écrire rapidement des applications Web et des APIs de façon simple mais puissant. Il est facile à utiliser pour les débutants et les professionnels. Son interface est simple et intuitive, et largement documenté, à la fois en ligne et dans le code lui-même. De plus, c'est un framework léger.

Le framework Slim a été retenu car il est plus facile à prendre en main par les développeurs de CosyVerif.

Composer

Composer est un outil de gestion des dépendances en PHP. Les dépendances, sont toutes les bibliothèques dont le projet dépend pour fonctionner. Par exemple, le serveur CosyVerif utilise la bibliothèque du framework Slim pour le développement, il « dépend » donc de slim. Autrement dit, Slim est une dépendance dans le projet.

Composer a donc pour objectif d'aider à gérer toutes les dépendances du projet. En effet, il y a plusieurs problématiques lorsqu'on utilise des bibliothèques externes :

— Ces bibliothèques sont mises à jour. Il nous faut donc les mettre à jour une à une pour nous assurer de corriger les bogues de chacune d'entre elles.

— Ces bibliothèques peuvent elles-mêmes dépendre d'autres bibliothèques. En effet, si une de nos bibliothèques dépend d'autres bibliothèques, cela nous oblige à gérer l'ensemble de ces dépendances (installation, mises à jour, etc.).

— Ces bibliothèques ont chacune leur paramètres d'autoload, et nous devons gérer leur autoload pour chacune d'entre elles.

Box

Box est un outil de packaging d'une application PHP avec ses dépendances et ses ressources. Il permet de créer une archive contenant le serveur, ses dépendances ainsi que des ressources.

PHPUnit

PHPUnit est un framework de test pour les programmes PHP. Il s'agit d'un exemple de l'architecture xUnit pour des frameworks de tests unitaires. On pourrait aussi entendre parler de SimpleTest, mais, depuis des années, n'est plus vraiment un projet vivant, ou de Atoum qui, bien que prometteur, n'est pas encore très répandu.

Guzzle

Guzzle est un client HTTP de PHP et un framework pour créer des clients web RESTful qui communique avec le serveur. Il rend facile l'utilisation du protocole HTTP de la version 1.1. Il sert ici pour le test du serveur CosyVerif.

Travis-CI

Travis-CI est une plateforme d'intégration continue ouverte et distribuée mise à disposition sous forme de service. Ouverte car tout projet public publié sur Github peut mettre en place son intégration continue sur Travis. Il propose un service qui exécute des tâches au moment où vous le souhaitez. Ces tâches sont très souvent des tests (unitaires).

Docco

Docco est un générateur de documentation. Il produit un document HTML qui affiche vos commentaires entremêlées avec votre code. Il est utiliser pour la documentation et pour commenter le code de CosyVerif.

Persistance de données

Pour la persistance, j'avais le choix entre un serveur de gestion de bases de données et le système de gestion de fichiers. J'ai opté pour le système de gestion de fichiers car une exigence de CosyVerif est la simplicité. Ainsi, le serveur ne dépend pas d'un autre serveur gérant la base de données. En plus, PHP a une API simple et complète pour le système de fichiers.

Le serveur CosyVerif utilisant le système de fichier, dans le cadre d'un système distribué, tous les noeuds doivent accéder au même système de fichier.

2.4 Mise en oeuvre

J'ai réalisé le serveur défini pendant la phase de conception. Cette section détaillera la mise en oeuvre de la solution.

J'ai eu à réaliser le serveur de la nouvelle plate-forme à partir de rien. En effet, tout le code produit est nouveau et ne réutilise pas le code de l'ancienne plate-forme. Le serveur de la nouvelle plate-forme est réalisé de manière à être simple, générique, modulaire, portable et maintenable, à moindre coût.

Simple Le développement avec le framework Slim rend la production du code simple et pratique. En effet, le framework Slim permet de produire peu de code pour une fonctionnalité qui peut en demander beaucoup sans celui-ci. En plus, l'approche de Slim est simple à comprendre.

Générique Les ressources du dépôt de modèles et de formalismes présentent beaucoup de points communs qui permet d'avoir un code générique. En effet, La façon de persister les données est la même pour toutes les ressources. De plus, les ressources ont beaucoup d'informations en commun. L'architecture REST (Representational State Transfert) permet de les utiliser de la même manière. J'ai pu, grâce à la notion d'héritage, faire un code générique qui sera réutilisable pour l'intégration de futures fonctionnalités.

Modulaire Le serveur a été réalisé de manière modulaire afin de faciliter la maintenance. Ainsi, les modules peuvent être développés et maintenus indépendamment. Par exemple, on peut changer le système d'authentification mis en place par un autre système sans affecter le reste du serveur.

Ce système modulaire repose sur la notion de "middlewares" de Slim.

Portable Le code du serveur est du pur PHP qui est un langage de script portable.

Maintenable La maintenabilité est assuré car on a un code simple, générique et modulaire. De plus, le code est commenté et testé.

2.4.1 Description des différents modules du dépôt

Le serveur de la nouvelle plate-forme est réalisé de manière à être générique, modulaire et maintenable. Ainsi, le serveur est développé sous forme de couches superposées et chaque couche traite une fonction bien précise afin de séparer les responsabilités. Pour être satisfaite, une requête arrive et traverse toutes les couches du serveur. Ces couches correspondent aux différents modules du serveur.

Le schéma suivant situe la position des différentes couches du serveur, les uns par rapport aux autres mais aussi les uns par rapport aux technologies utilisées.

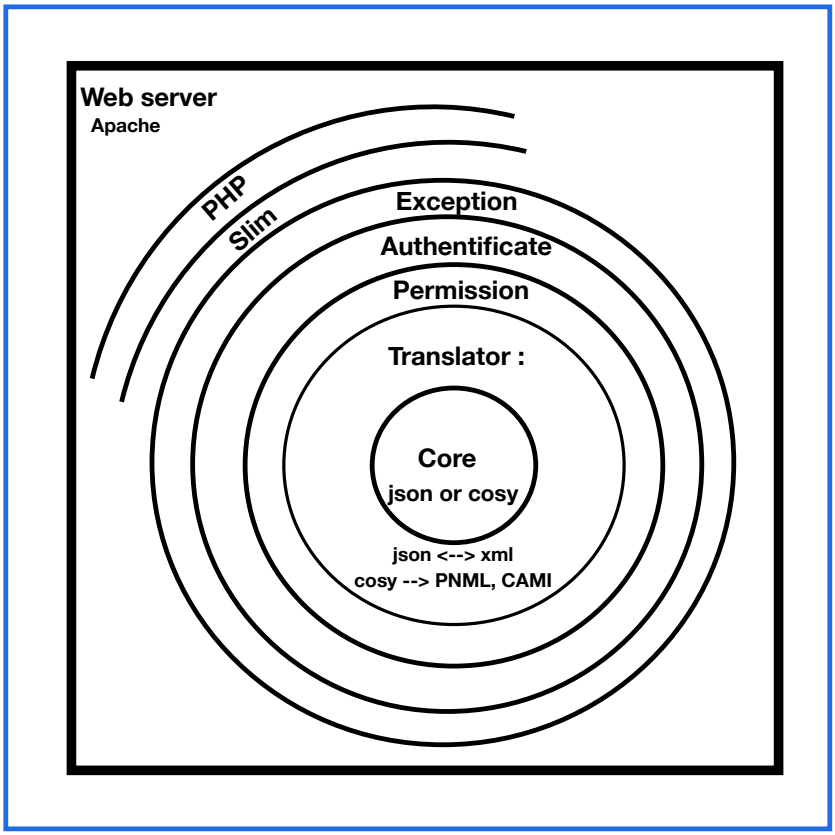


FIGURE 2.3 – Couches du serveur

Module Exception

Le module exception gère les exceptions produites pendant le traitement des requêtes. Nous distinguons les exceptions des cas d'erreurs qui sont directement traités au moment où ils sont produits. Les exceptions produites dans le serveur sont causées par des problèmes graves. La plupart du temps, elles proviennent du système de fichiers et sont capturées par cette couche. Nous ne traitons pas ces exceptions car elles nécessitent une intervention humaine. Pour cela, un message est envoyé à l'administrateur du serveur avec la description de l'exception qui va pourvoir intervenir. Ce module est réalisé.

Module Authentication

Le module Authentication gère l'authentification des utilisateurs. Ainsi, quand la requête arrive à cette couche, son utilisateur est soumis à l'authentification. Il a été réalisé avec la méthode d'authentification basique de la spécification du protocole HTTP car les échanges entre les clients et le serveur utilisent le protocole HTTPS qui assure la sécurité du transport. Ce module est réalisé.

Module Permission

Le module Permission gère les droits d'accès aux ressources par des utilisateurs. Ainsi, quand la requête arrive à cette couche, les droits d'utilisation de l'utilisateur sur la requête sont vérifiés.

Module Translation

Le module Translation gère les conversions de formats vers d'autres formats. Ainsi, quand la requête arrive à cette couche et qu'il y a lieu de traduction, il traite la traduction. Cette couche ne concerne pas mon stage et est liée au serveur d'exécution d'outils qui sera réalisé plus tard. Donc, ce module n'est pas réalisé.

Module Core

Le module Core gère l'accès et la mise à jour des ressources sur le système de fichiers. C'est une bibliothèque de fonctions réutilisables par l'ensemble de parties du serveur.

2.4.2 Description de l'environnement de développement

Un environnement de développement a été mis en place pour réaliser le serveur. Notamment :

— Un serveur web Apache : c'est un serveur d'application web nécessaire pour le développement du serveur.
— PHP (version 5.4.24) : c'est un langage serveur qui va permettre au serveur apache d'interpréter le code PHP.
— Un éditeur : sublime text 3 est utilisé (par simple goût du développeur).
— Outil Git : le code et documents produits sont envoyer vers le dépôt Github de CosyVerif
— Box : pour construire un phar du serveur.
— Composer : va gérer toute les dépendances du projet.
— PHPUnit : va aider à faire les tests.

Le processus d'installation des outils et des dépendances, le processus de tests et la production de documents ont été automatisé à l'aide d'un script Bash.

2.4.3 Tests

Les tests du serveur se sont basés sur des tests fonctionnels en boîte noire avec comme intention une couverture complète du code. Ainsi, pour chaque fonctionnalité, des scénarios et des test sont écris, validés par mes encadrants puis implémentés. Les outils PHPUnit, Guzzle et Travis sont utilisés pour faire le test. Ces tests permettent de s'assurer que le serveur fonctionne correctement, fonctionnellement. Pour le moment, on a une bonne couverture mais il reste quelques points à améliorer qui seront faits avant la fin du stage.

2.4.4 Bilan

J'ai réalisé complètement un serveur REST écris en PHP disposant d'un gestionnaire de comptes utilisateurs et d'un dépôt de modèles et de formalismes. En plus, le serveur dispose d'une bibliothèque de fonctions permettant d'intégrer facilement la partie édition collaborative et la partie exécution d'outils.

La couverture de code par les tests est bonne mais il reste quelques améliorations à faire et seront réalisées avant la fin du stage.

2.4.5 Perspective

Il y a des perspectives à court terme qui sont l'amélioration de la couverture de code, l'intégration des parties serveur d'édition collaboratif de modèles (en cours de réalisation par Alban Linard) et serveur d'exécution d'outils et la réalisation d'un script d'installation. Mais aussi d'une perspective à moyen terme qui est l'ajout de la notion de classe d'étudiants au dépôt de modèles et de formalismes.

Chapitre 3

Conception et réalisation de l'interface web

Au début mon stage a été de concevoir et de réaliser le serveur de la nouvelle plate-forme de CosyVerif mais maintenant, il a été étendu par la réalisation d'un client web. Ce client va offrir une interface pour chaque fonctionnalité du serveur.

3.1 Présentation

Le client est une interface web permettant à des utilisateurs d'interagir avec le serveur. Il propose une interface pour chaque fonctionnalités du serveur de la nouvelle plate-forme de CosyVerif. Il permet donc à un utilisateur de :

- créer son compte utilisateur et s'authentifier,
- créer, lire et modifier ses ressources (modèles, formalismes, services et exécutions),
- rechercher ses ressources et/ou autres ressources publiques selon certains critères,
- mettre à jour son compte,
- rendre publique ou privé son compte pour autoriser l'accès ou non à tous les utilisateurs en lecture seule,
- créer un projet pour partager des ressources avec quelques utilisateurs,
- inviter un utilisateur à un projet,
- faire une requête pour se joindre à un projet,
- créer, lire et modifier les ressources (modèles, formalismes, services et exécutions) d'un projet,
- changer les droits d'un utilisateur,
- supprimer un utilisateur d'un projet,
- mettre à jour les informations d'un projet,
- supprimer un compte ou un projet.

3.2 Définition de l'architecture

Le client est juste une page web écrit avec des technologies standard HTML, JavaScript et CSS. Il permet d'envoyer des requêtes REST (basé sur la spécification du protocole HTTP) au serveur via le framework JQuery.

Il est construit par une utilisation de templates de HTML5 pour une meilleure réutilisation du code. Les données échangés avec le serveur sont au format JSON.

3.3 Etude technique

Cette partie récence les technologies utilisées

HTML5

HTML (Hypertext Markup Language) est le format de données conçu pour représenter les pages web. Il permet de structurer sémantiquement 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. HTML5 est sa version évolué qui ajoute des nouvelles fonctionnalités comme description des applications en ligne, d'enrichir les interfaces utilisateurs avec des contrôles spécifiques : menus, champs associés à des types de données spécifiques, ... Il est le langage qui s'occupe des aspects statiques de l'interface du client web.

JavaScript

Le langage de programmation pour les aspect dynamique d'une page. Dans un document HTML, il est possible de définir des fonctions associé à des événements, et ainsi de modifier l'apparence de l'interface (HTML), d'ajouter de nouveaux éléments à la page, de valider les données de formulaires, de faire des requêtes asynchrone au serveur de la plate-forme de CosyVerif.

CSS

Les styles CSS, pour feuilles de style en cascadent, permettent de définir l'aspect d'une page et de ses éléments par un ensemble de propriétés (position, taille, couleurs, bordures, polices, visibilité...), en fonction de certains paramètres comme la taille ou la nature du support associé, ou de l'état de ces éléments, si la souris est positionnée sur un élément il est par exemple possible de changer son aspect. Par exemple à l'impression d'une page web il est possible de définir un style qui permet de cacher les éléments de navigation inutiles sur papiers. Il a permis au client d'avoir une ergonomie moderne.

jQuery

jQuery est une bibliothèque JavaScript facilitant d'écrire de scripts côté client dans le code HTML des pages web. Combiné avec JavaScript, il nous a permis de réaliser les aspects dynamiques du client et d'envoyer des requêtes au serveur.

Bootstrap

Bootstrap est un framework qui fournit le placement en grille dynamiquement pour bien disposer les composants d'une page HTML et des composants utiles (des composants HTML mise en forme).

Handlebars

Handlebars est un framework qui permet une utilisation simple de templates de HTML5 pour une meilleure réutilisation du code. Il a permis de factoriser beaucoup de codes qui sont réutilisés après.

3.4 Mise en oeuvre

Le client web a été développé sur une nouvelle base. En effet, tout le code produit est nouveau. Il est réalisé de manière à être simple et maintenable en utilisant des bibliothèques standards :

Code réutilisable : des templates ont été réalisés, utilisés, réutilisés. Des futures fonctionnalités peuvent réutiliser ces templates. Ils sont réalisés grâce au framework "Handlebars". En plus, cinq fonctions en JavaScript-jQuery seulement pour tout le code permettant d'interagir avec le serveur (post, get, post et del, patch).

Composants standards : grâce au framework Bootstrap le client web est écris avec des composants standards placés en grille dans la page web. En plus, les mêmes composants sont utilisés par l'éditeur web.

3.4.1 Exemples d'écran de sortie

Interface d'accueil du client web

Sur la page d'accueil, l'utilisateur peut se connecter à son compte utilisateur, créer un compte s'il n'en a pas, chercher des ressources dont il est autorisé à lire et filtrer le résultat de la recherche par type de ressources (voir figure 3.1)

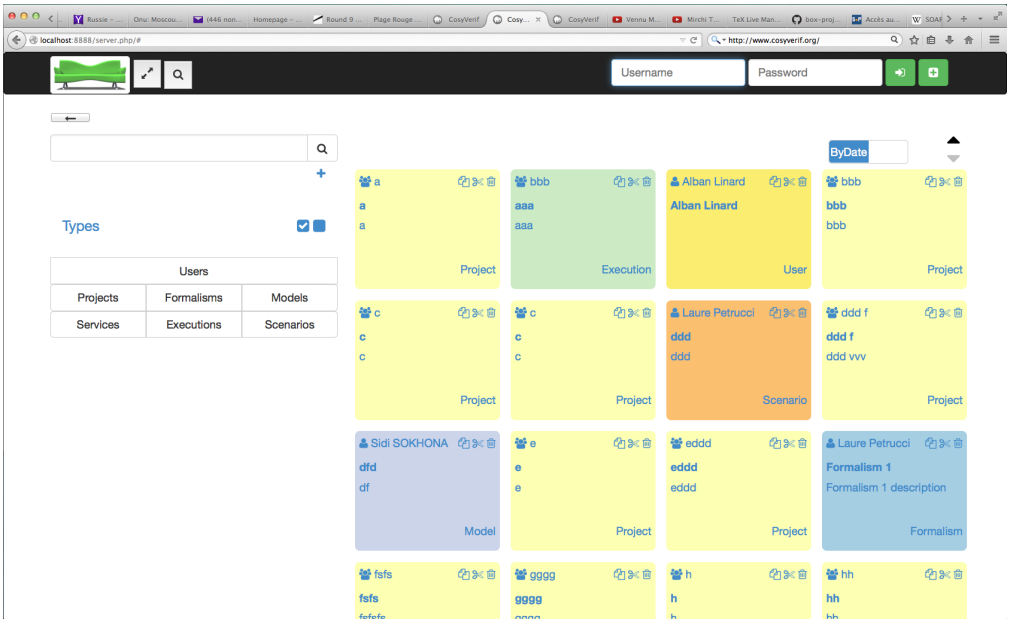


FIGURE 3.1 – interface d'accueil

Interface de recherche

L'interface suivante (Figure 3.2) représente la page de recherche. Il permet à l'utilisateur de choisir de rechercher dans son compte ou dans tout le dépôt. De rechercher des ressources par un ou plusieurs types et/ou par un ou plusieurs projets. En plus, elle permet de rechercher par nom ou par description. Enfin, elle permet de trier par date, par ordre croissant ou par ordre décroissant.

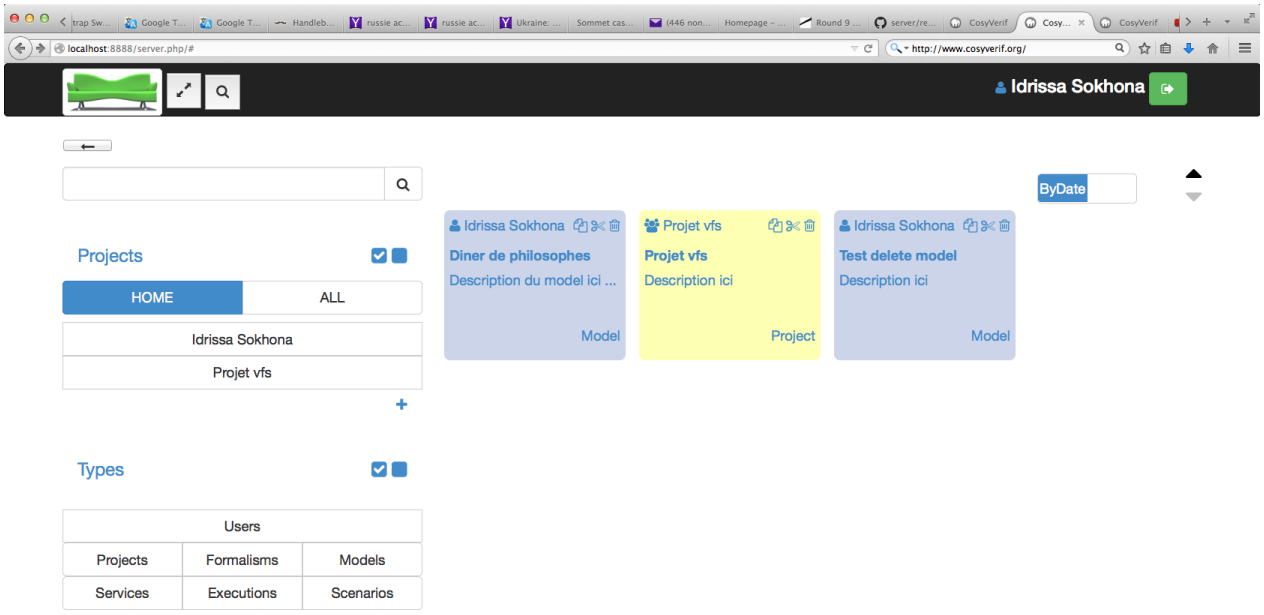


FIGURE 3.2 – écran de recherche

Interface d'un compte utilisateur

L'interface suivante (Figure 3.3) représente l'interface d'un compte utilisateur. On y voit le profile de l'utilisateur, la liste de ses projets et la liste de ses ressources par type. Elle lui permet de créer ou de lire des ressources. Elle lui permet de rendre son compte publique ou privé afin de permettre aux autres de lire ou pas ses ressources. Elle lui permet de créer ou de lire ses projets. Elle lui permet aussi de faire des requêtes pour se joindre à des projets ou pour inviter d'autres à se joindre à ses projets.

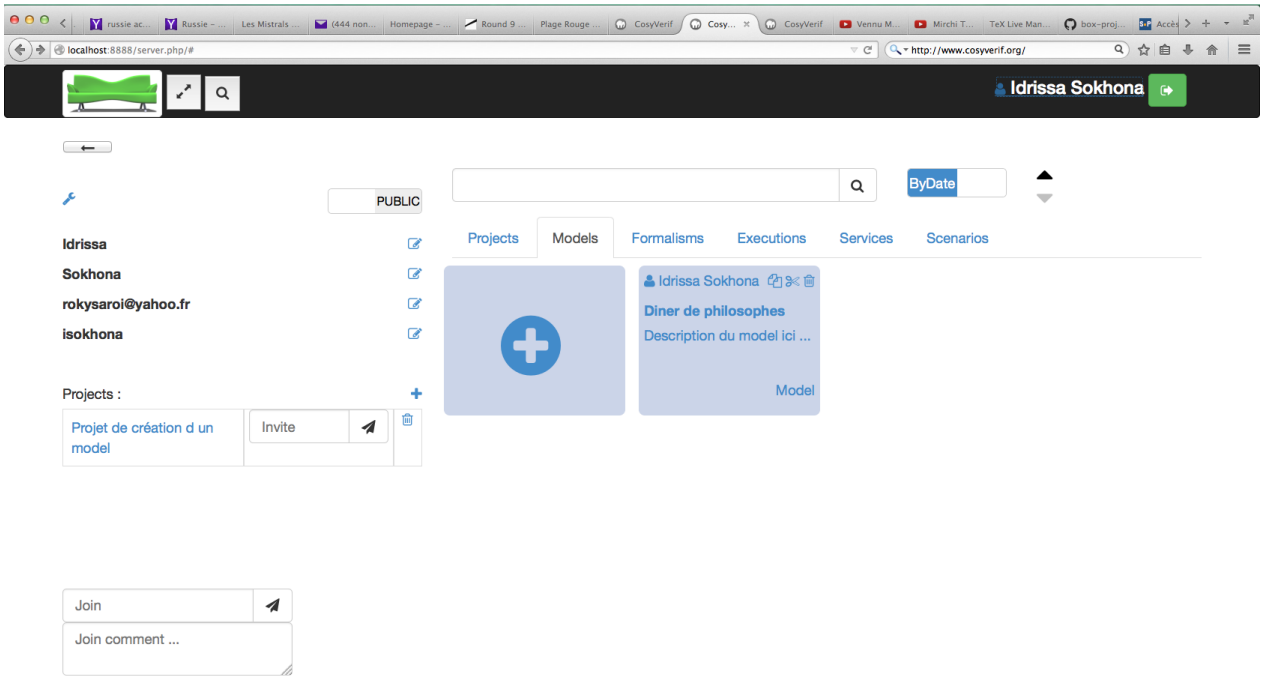


FIGURE 3.3 – interface d'un compte

Interface d'une ressource

L'interface suivante (Figure 3.4) représente l'interface d'une ressource. Cependant, c'est une interface générique pour tous les ressources et attende l'intégration de l'édition collaborative. On y voit des informations de la ressource et une zone d'édition de la ressource.

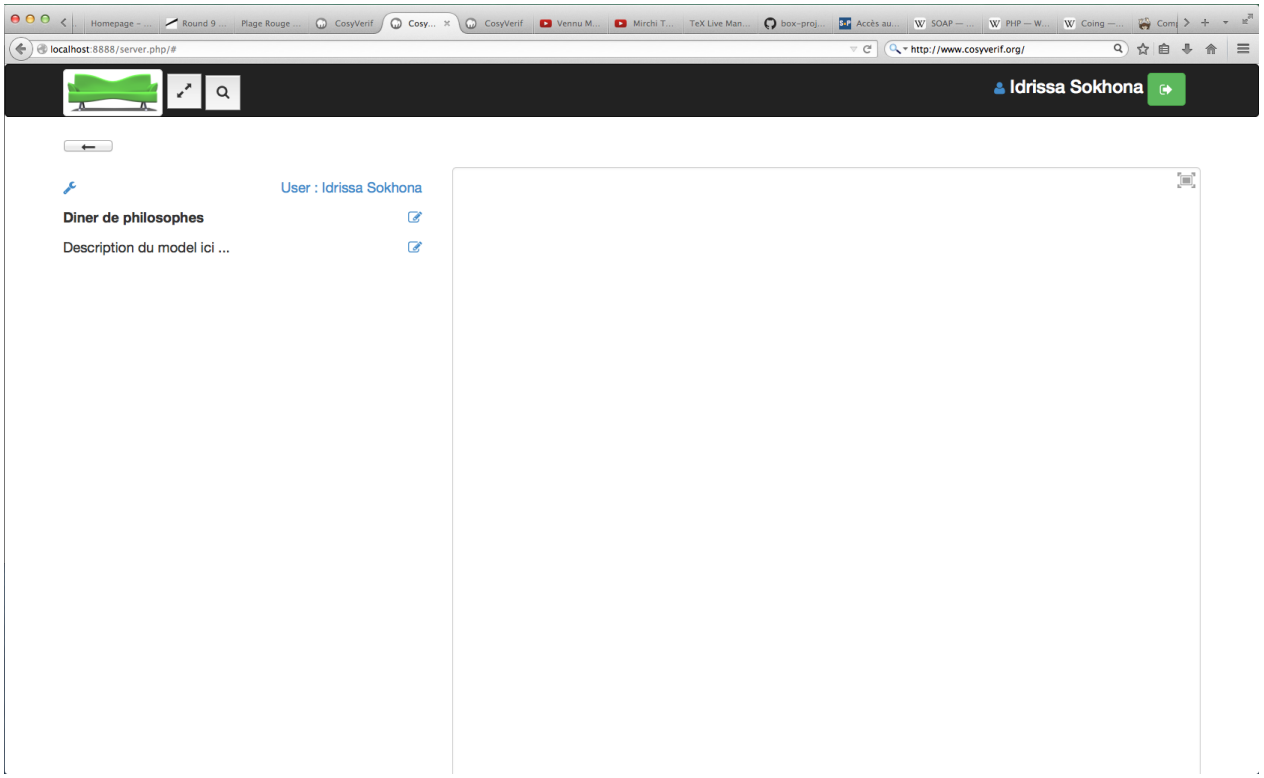


FIGURE 3.4 – interface d'une ressource

Interface d'un projet

L'interface suivante (Figure 3.5) représente l'interface d'un projet. On y voit les informations du projet, la liste des utilisateurs du projet et la liste des ressources par type du projet. Elle permet aux utilisateurs ayant le droit décrire de créer des ressources. Elle permet aux utilisateurs qui participent ou dans le cas d'un projet publique de lire les ressources du projet. Elle permet aux utilisateurs ayant le droit d'administrer le projet de rendre ce dernier publique ou privé afin de permettre aux autres de lire ou pas ses ressources. Elle permet aux utilisateurs ayant le droit d'administrer le projet d'inviter d'autres à y participer, de répondre aux requêtes des autres ou de changer les droits des utilisateurs qui participent au projet.

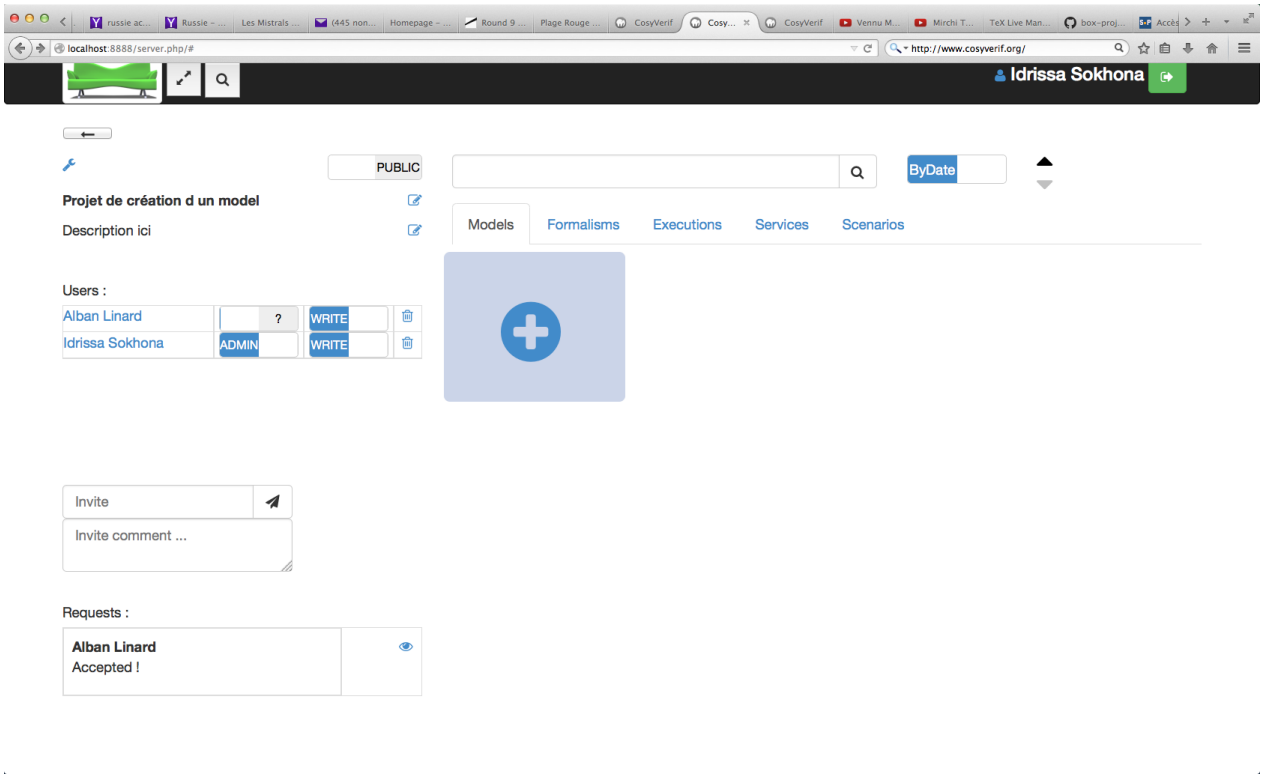


FIGURE 3.5 – interface d'un projet

3.4.2 Bilan

J'ai réalisé complètement un client web moderne qui communique avec le serveur REST écris en PHP. Le client propose une interface pour chaque fonctionnalité disponible du serveur. En plus, le client met en place une bibliothèque de fonctions et de templates pour facilité l'intégration de la partie édition collaborative.

3.4.3 Perspective

Il y a une perspective à court terme qui est l'intégration de l'éditeur collaboratif de modèles (en cours de réalisation par un autre stagiaire). Mais aussi une perspective à moyen terme qui est de développer des clients mobiles et des tablettes permettant d'interagir avec le serveur.

Conclusion

L'objectif initial de mon stage de fin d'études était l'élaboration du nouveau serveur de CosyVerif, permettant entre autres la gestion d'utilisateurs et servant de dépôt de modèles. Au cours du stage, il a été étendu pour réaliser un client web interagissant avec le serveur.

La première partie de ce rapport présente le projet dans son environnement organisationnel (présentation du projet, des laboratoires partenaires, ...) et contextuel (description de l'existant et des problèmes identifiés sur le projet) afin de mieux cerner mes objectifs.

La deuxième partie explique la conception et la réalisation du serveur, en définissant son architecture et le protocole de communication qu'il utilise avec ses clients. Cette partie présente aussi les choix techniques et leur mise en oeuvre. Cette aboutit à la réalisation d'un serveur avec les fonctionnalités attendues.

Enfin, la troisième partie décrit la réalisation d'un client web fournissant une interface pour chaque fonctionnalité du serveur. Cette partie amène à la réalisation d'un client avec une interface moderne basé sur des bibliothèques standards.

Durant tout le stage, j'ai veillé à respecter les objectifs qualité requis. J'ai eu à proposer des solutions, argumenter mes choix. Le processus n'a pas été linéaire. En effet, j'ai tenu compte aussi bien des remarques que des changements de direction proposés par mes encadrants, la conception n'étant pas figée à mon arrivée. J'ai ainsi appris à concevoir et développer un système par prototypage et incréments. Ces techniques sont maintenant couramment utilisées dans le cadre de développement agiles.

Mon travail a aboutit à deux logiciels fonctionnels : le serveur et le client. Ceux-ci seront utilisés dans la nouvelle plateforme CosyVerif.

Au cours de ce stage de fin d'études, j'ai eu l'opportunité de mettre en application différentes connaissances acquises durant mes études à l'Université Pierre et Marie Curie. Par ailleurs, j'ai tiré grand bénéfice du stage, aussi bien au niveau technique qu'au niveau professionnel. En effet, ce stage m'a permis de découvrir beaucoup de technologies et m'a permis de comprendre différentes facettes pour la réalisation d'un système client / serveur.

Ce stage m'a de plus permis d'affiner ma méthodologie de travail et de développer l'esprit de responsabilité, autonomie et rigueur.

Annexes

Table des figures

1.1 Architecture de CosyVerif 6
1.2 Exemple d'interactions entre les différents composants (édition collaborative) 8

2.1 Hiérarchie des ressources 16
2.2 Hiérarchie des ressources 17
2.3 Couches du serveur 21

3.1 interface d'accueil 27
3.2 écran de recherche 28
3.3 interface d'un compte 29
3.4 interface d'une ressource 30
3.5 interface d'un projet 31

3.5 Webographie

-	-	**Site web**	**Description et URL**	**Date**
Eléments pour la réalisation du serveur	REST	Page de l'auteur	Etude de l'architecture REST	05/05/2014
			http ://opikanoba.org/tr/fielding/rest/	
		Wikipedia	Etude de l'architecture REST	05/05/2014
			http ://fr.wikipedia.org/wiki/Representational_State_Transfer	
	PHP	Site officiel	Utilisation des APIs de PHP	10/05/2014
			http ://www.php.net/manual/fr/index.php	
	SLIM	Site officiel	Utilisation du framework SLIM	10/05/2014
			http ://slimframework.com	
	HTTP	Codes HTTP	Codes de statut du protocole HTTP	05/05/2014
			http ://www.codeshttp.com	
		Wikipedia	Définition du protocole	05/05/2014
			http ://fr.wikipedia.org/wiki/ Hypertext_Transfer_Protocol	
Outils pour faciliter l'intégration	Composer	Evoluation	utilisation de composer	10/05/2014
			http ://www.evoluation.com/blog/2012/06/installer-et-utiliser-composer-en-php/	
	Box	GitHub	utilisation de box	10/05/2014
			https ://github.com/kherge/php-box	
Tests	PHPUnit	Site officiel	Utilisation de l'api de PHPUnit	25/05/2014
			http ://phpunit.de	
	Guzzle	Site officiel	Utilisation du framework Guzzle	25/05/2014
			http ://guzzle.readthedocs.org/en/latest	
	Travis-ci	Site officiel	Intégration continue du serveur dans Travis-ci	10/05/2014
			https ://travis-ci.org	
Outils pour la documentation	Docco	Site officiel	installation et utilisation de Docco	10/05/2014
			http ://jashkenas.github.io/docco/	