

Rapport de stage de fin d'études

Martin Guilloux

25 juillet 2017

RÉSUMÉ

Dans le cadre de ma dernière année d'études à l'INSA Centre-Val-de-Loire, j'ai effectué un stage de six mois, l'aboutissement de trois ans passés à l'institut. J'ai effectué ce stage au sein de l'équipe Outsourcing de l'entreprise Smile, à Montpellier. Smile est une entreprise d'hébergement et de développement de websites/webservices française, s'appuyant pour cela sur le monde de l'Open Source.

Ce stage m'a fait expérimenter plusieurs technologies, notamment liées à l'automatisation et à la virtualisation.

REMERCIEMENTS

Je remercie mon enseignant référent Benjamin NGUYEN, d'avoir encadré le déroulement de mon stage.

Merci également à Mathieu BLANC, mon maître de stage, pour sa bonne humeur et ses bons conseils. Et aussi pour les parties de Mario Kart ;)

Je remercie aussi toute l'équipe Outsourcing de Smile Montpellier, pour l'accueil et la bonne ambiance quotidienne : Syben, Daber, Adbig, Cebri, Wibru, Secal, Jocer, Dyfei, Segir, Mohla, Aulem, Flmag, Pamar, Alniz, Niper, Alwie, merci d'avoir été plus que de simple collègues de travail.

Merci aussi à tout le reste de l'équipe Smile Outsourcing, avec qui j'ai discuté au quotidien.

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction	8
1.1	Cadre et objectifs du stage	8
1.1.1	Le stage	8
1.1.2	Présentation de Smile	9
2	Découverte du réseau de production et de la base technique	12
2.1	Présentation du réseau de production	12
2.2	Le socle technique de la production	14
2.2.1	Technologies de virtualisation et de monitoring	14
	Virtualisation :	14
	Monitoring :	14
2.2.2	Présentation du système d'orchestration	15
3	Les évolutions apportées	21
3.1	Choix du socle de virtualisation	21
3.2	Intégration d'Ansible	22
3.2.1	Présentation d'Ansible	23
	Présentation générale	23
	Fonctionnement	23

	Intégration d'Ansible à la production de Smile	28
3.3	Upgrade de puppet	30
3.3.1	Étude de faisabilité	31
3.3.2	Installation du serveur	32
3.3.3	Portage des manifests puppet v3 vers puppet v4	33
3.3.4	Cas du monitoring et des backups	33
3.3.5	Mise en place des environnements de développeurs	34
4	Autres missions	36
5	Conclusion, bilan	39

SUMMARY, KEYWORDS

SUMMARY

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est,

iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

KEYWORDS

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

GLOSSAIRE

- **Automatisation** : Ensemble de techniques permettant le déroulement autonome d'un système, en interconnectant plusieurs éléments de ce système ; Par exemple, la génération d'un fichier pdf et l'envoi de ce fichier par mail, tout ceci sans intervention directe humaine.
- **Container** : système d'exploitation isolé à l'intérieur d'un autre système, permettant ainsi à un hôte de virtualisation de faire tourner plusieurs systèmes sur une seule machine physique. (ex. de systèmes de conteneurisation : docker, lxc, openVZ)
- **Orchestration** : Processus automatique d'organisation, de coordination et de gestion de systèmes informatiques, de middlewares et de services.
- **Ansible** : Plate-forme logicielle d'automatisation Open Source en python, détenue par Red Hat. Ansible s'appuie sur ssh et utilise un modèle agentless ne nécessitant pas d'installer un client sur chaque noeud géré.
- **Puppet** : Une autre plate-forme logicielle d'automatisation Open Source, écrite en ruby, développée par Puppetlabs. Puppet est basé sur un modèle master-slaves, il est nécessaire d'installer un agent sur chaque noeud, qui exécute le catalogue d'instruction envoyé par le puppetmaster.

- **PXE** (prononcé Pixie) : Système permettant à un serveur de booter sur une image de système d'exploitation présente sur le réseau
- **ENC** : Pour External Node Classifier - Programme externe à Puppet interrogé par le puppetmaster, chargé de gérer pour chaque noeud la liste des classes et des paramètres qui lui sont attribués. (Par exemple, l'outil puppet-dashboard, en plus de fournir une interface web de résumé des puppet run, offre aussi la possibilité d'être utilisé comme ENC)

INTRODUCTION

CADRE ET OBJECTIFS DU STAGE

Le stage

L'intitulé de mon stage, "Industrialisation des méthodes de déploiement de plates-formes d'hébergement Internet", suggère la mise en place et la convergence de plusieurs outils pour améliorer à la fois les temps de traitement et la qualité des déploiements de plates-formes d'hébergement. Dans cette optique le travail a été décomposé en plusieurs phases, la première consistant à comprendre le fonctionnement du système existant, l'architecture réseau des serveurs de production de Smile, la base technique en place, ainsi que le périmètre impacté par l'ensemble des modifications à apporter. Il a fallu ensuite mettre en place ou améliorer des solutions dans un souci d'amélioration continue, tout en maintenant et en adaptant l'existant de manière à permettre la cohabitation entre les systèmes de production d'aujourd'hui et de demain.

Avant de parler plus en détail des tâches que j'ai été amené à accomplir, une présentation de l'entreprise qui m'a accueilli pendant ces six mois.

Présentation de Smile

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, mo-

lestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non,

nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Historique

Description offre commerciale

DÉCOUVERTE DU RÉSEAU DE PRODUCTION ET DE LA BASE TECHNIQUE

A mon arrivée chez Smile, j’ai commencé par effectuer un tour des technologies utilisées, ainsi que du réseau de production sur lequel j’allais être appelé à travailler. J’ai ainsi pu dégager les points sur lesquels il faudrait agir et isoler les problématiques des différents composants du système de production.

En parallèle je me suis documenté sur les technologies et les outils que j’allais utiliser tout au long de mon stage, notamment Puppet et Ansible.

PRÉSENTATION DU RÉSEAU DE PRODUCTION

Les serveurs de production de Smile sont répartis sur trois *datacenters* : Deux dans les environs de Paris (Equinix PA3 à Saint-Denis et Iliad à Vitry-sur-Seine), et un à Lyon (Datacenter SFR à Venissieux) rajouté récemment suite au rachat par Smile de OpenWide Outsourcing (OWO). La convergence avec OWO étant en cours, j’ai été amené à travailler uniquement sur des serveurs présent dans les DC de Paris. Dans chacun de ces deux DC se trouve un Core Router Cisco (cr1 et cr2) ainsi que deux firewalls (fw3,4 et fw5,6), à savoir des serveurs dell sous openBSD. Cette répartition entre plusieurs DC fait suite à la volonté de Smile de mettre en place un Plan de Reprise

d'Activité (PRA) incluant des *datacenters* distants de plus de trente kilomètres.

Les core routers et les firewalls sont interconnectés entre les deux sites par fibre optique et administrés sur un vlan spécifique, de même que les serveurs derrière les firewalls (sur un autre vlan).

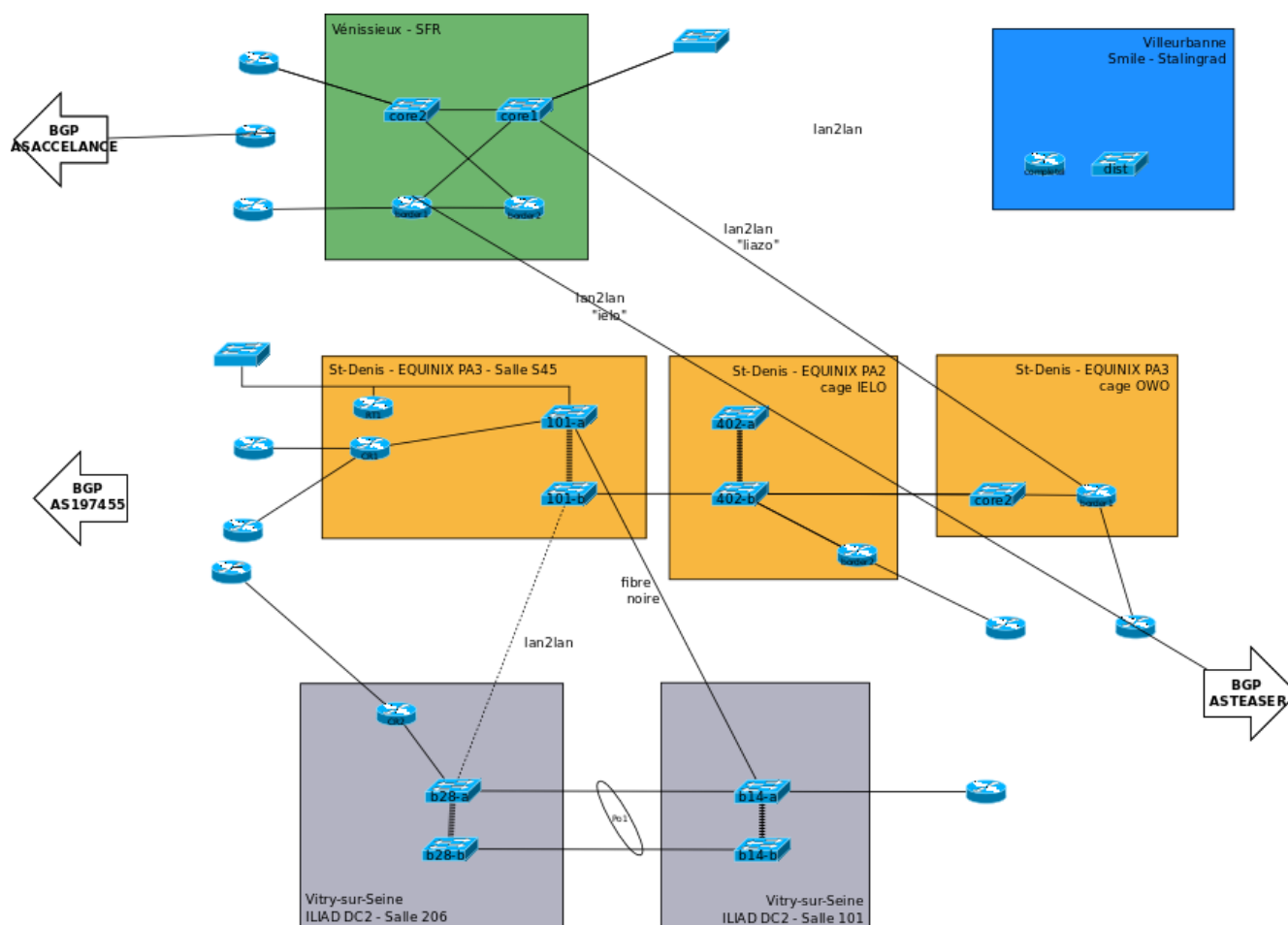


FIGURE 2.1 – Schéma récapitulatif du réseau backbone de Smile

LE SOCLE TECHNIQUE DE LA PRODUCTION

Je vais ici présenter un résumé des technologies utilisées par le système de production chez Smile, en deux parties : les technologies de virtualisation et le système de monitoring, et enfin le système d'orchestration en place, utilisant puppet dont je présenterai rapidement le fonctionnement.

Technologies de virtualisation et de monitoring

Virtualisation : Les sites hébergés par Smile le sont dans des containers openVZ, avec pour hôtes de virtualisation des serveurs physiques tournant sous CentOS. Les VM sont nommées en fonction du client et du rôle qu'elles jouent dans le système du site web (par exemple youboost-postgresdb1.priv.smile-hosting.fr pour une VM de base de donnée de youboost, ou gifi-pp.priv.smile-hosting.fr pour une VM de pré-production). Les hôtes de virtualisation quand à eux sont nommés en fonction du client dans le cas d'un serveur dédié (ex. gifi-host3.vpn.ti.smile.fr) ou shared-host dans le cas de serveur mutualisé (les serveurs mutualisés sont cependant appelés à migrer vers un cluster utilisant KVM).

Le déploiement de nouveaux hôtes de virtualisation se faisait en PXE, puis sa configuration se faisait à la main ou par le biais de scripts shell.

Monitoring : Le système de production possède plusieurs facettes qui nécessitent d'être monitorées : Il faut surveiller le bon fonctionnement des backups (basés sur ba-

cula et des scripts utilisant rsync), mais aussi la charge réseau entre les différents data-centers (et potentiellement répartir la charge entre les deux DC), et enfin l'état de tous les serveurs de production.

Pour cela plusieurs outils sont utilisés : Pour les backups un outil interne remonte les informations sur l'état des backups via une page web, tandis que la charge réseau est surveillée via snmp et graphée avec *Cacti*. Pour monitorer l'état des serveurs, enfin, Smile utilise un fork de *Nagios* écrit en python : *Shinken* ainsi qu'une interface web pour afficher ses données, *Thruk*. L'équipe de production utilise également un outil interne de monitoring, *suri5* pour monitorer les sites clients et pour remonter des alertes. Tous ces logiciels sont bien sûr Open Source (un mouvement fortement ancré dans le fonctionnement de Smile, même si cette tendance semble évoluer ces derniers temps).

Présentation du système d'orchestration

Le système d'orchestration à mon arrivée était entièrement basé sur Puppet, un système d'automatisation et d'orchestration Open Source édité par Puppetlabs et écrit en Ruby que je vais rapidement présenter.

Puppet est basé sur un système **agent-serveur**, c'est à dire que sur chaque noeud géré par puppet il faut installer un **agent** puppet (présent dans le paquet puppet de base) et le configurer pour se connecter au puppetmaster, le serveur gérant chaque noeud. Un service lance l'agent toutes les heures en temps normal, mais sur une architecture telle que celle de Smile, les temps de traitement excèdent cette durée, c'est donc un *cron* qui lance une *puppet run* deux fois par jour pour éviter la surcharge du puppetmaster (cette

cron est générée elle-même lors de chaque run puppet, comme je l'expliquerai un peu plus loin)

Lors de cette run, l'agent se connecte au puppetmaster de manière sécurisée (la suite puppet inclut une autorité de certification qui permet d'ouvrir des connexions sécurisées par SSL). Une fois cette étape d'authentification effectuée, l'agent rassemble des informations sur le système sur lequel il s'exécute. Il envoie ensuite ces informations au puppetmaster, qui s'en sert pour générer une série d'instructions qui sont renvoyées à l'agent, ce dernier les exécutant et renvoyant en fin de run un résumé de l'état de sortie de chaque instructions, permettant de constater les erreurs de traitement ou les fichiers modifiés (par exemple).

Ci-après, un schéma récapitulatif des interactions au cours d'une puppetrun. On peut constater que la run a lieu en trois temps, d'abord une connexion agent → master, pendant laquelle le noeud envoie ses informations (des *facts*), puis master → agent, durant laquelle le puppetmaster envoie le catalog au noeud, et enfin une dernière connexion agent → master pour le reporting.

Lifecycle of a Puppet Run

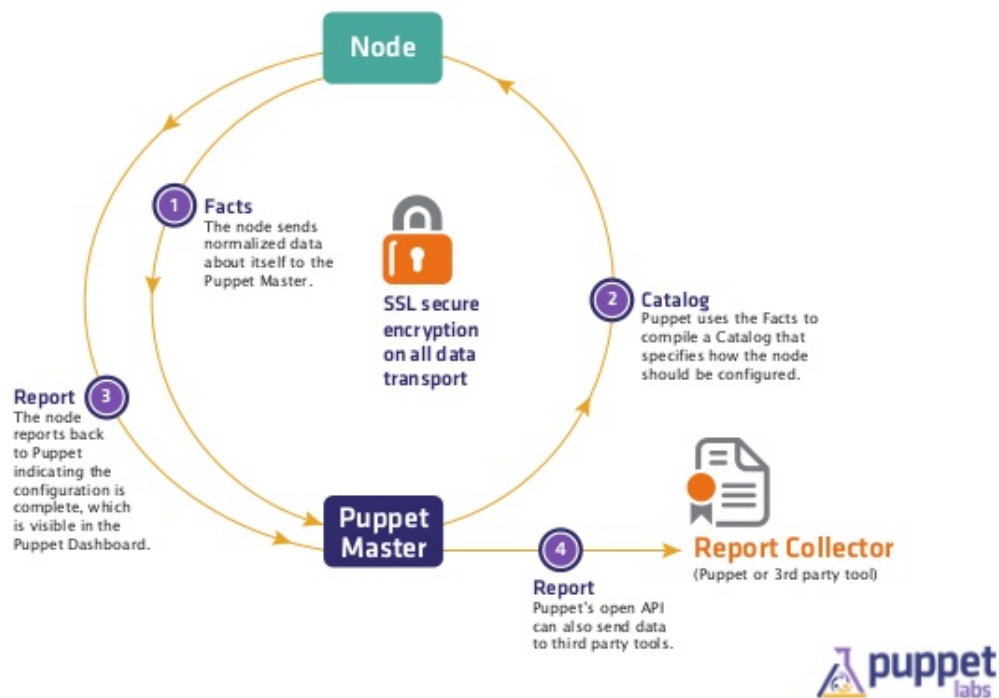


FIGURE 2.2 – schéma volé éhontément dans une keynote puppetlabs

Avant de poursuivre, il est nécessaire d'introduire un peu de vocabulaire spécifique à puppet.

Pour savoir quelles instructions exécuter sur un noeud, puppet utilise un système de *manifests* écrits en "langage puppet", un langage à la syntaxe assez spécifique (voir un exemple de manifest puppet en annexe 1) mais relativement simple à comprendre, ainsi qu'un système de *templating* basé sur *erb* (Embedded RuBy) pour pousser des fichiers

de configuration sur les noeuds. Ces manifests se divisent en classes, elles-mêmes divisées en ressources. Avec puppet, tout est ressource.¹ Une ressource est en effet l'unité fondamentale d'instruction en puppet. Par exemple, déclarer une ressource de type *file* dans un manifest donnera l'instruction de transférer un fichier (depuis le puppetmaster ou n'importe quelle URI, ou encore d'après un template), tandis qu'une ressource *exec* permettra d'exécuter une commande directement dans le shell de la machine distante (encore une fois, voir en annexe 1 pour un exemple de code puppet)

- Une classe est une suite de déclarations de ressources, qui peut être incluse dans un manifest (et ainsi éviter de retaper le même code plusieurs fois) avec des paramètres spécifiés lors de l'écriture de la classe. Par exemple une classe `xmpp::client` pourrait recevoir un paramètre pour savoir à quel serveur xmpp le client doit se connecter, afin de gérer les fichiers de configuration xmpp correctement.
- Un manifest, quant à lui, est un ensemble de ressources et d'inclusions de classes, en somme un fichier puppet générique.
- Un module Puppet est un ensemble de manifests, de fichiers, de répertoires et de templates rassemblés dans un but de portabilité. Il peut aussi contenir des fichiers ruby exécutés sur l'hôte distant pour générer des *facts* supplémentaires.
- Un catalog Puppet est un ensemble d'instructions envoyées par le puppetmaster à un noeud après les avoir "compilées".

Ci-dessous, l'arborescence typique d'un module puppet.

1. Paracelse ajouterait que "rien n'est ressource, c'est la dose qui fait la ressource."

```
magui@puppetmaster-v4:~/puppet/modules/puppetnode (bacula-lxc)$ tree
.
+-- files
|   +-- etc
|   |   +-- profile-lenny.default
|   |   \-- profile-lenny.puppet
|   +-- etc-default-puppet
|   +-- nrpe
|   |   \-- check_puppet.sh
|   +-- puppet.conf.preprod
|   +-- puppet.conf.prod
|   +-- puppet-cron-cleaning-tasks
|   +-- puppetlabs-pinning
|   \-- tools
|       \-- facter
|           \-- util-ip-patched.rb
+-- lib
|   \-- facter
|       +-- all_vzchildren_fqdn.rb
|       +-- interfaces_with_link.rb
|       +-- lamp_stack_versions.rb
|       +-- majdistrelease.rb
|       +-- pam_bash_users.rb
|       +-- puppetrun_cronjob.rb
|       +-- resolv_domain.rb
|       \-- utc_offset_hours.rb
+-- manifests
|   +-- announce
|   |   \-- register.pp
|   +-- announce.pp
|   +-- collector.pp
|   +-- config.pp
|   +-- cron.pp
|   +-- init.pp
|   +-- nrpe.pp
|   +-- puppetscript.pp
|   +-- service.pp
|   \-- tools
|       +-- all.pp
|       +-- facter.pp
|       +-- lsbrelease.pp
|       +-- puppetlabs_repository.pp
|       \-- ruby.pp
+-- metadata.json
\-- templates
    +-- collector-cron.part.erb
    +-- cron-smile-puppet.erb
    \-- puppet.conf.erb
```

Une autre composante essentielle du système d'orchestration de Smile est l'utilisation de *hiera*. Il s'agit d'un système permettant de stocker des variables en dehors des manifests dans des fichiers yaml. Dans le cas de Smile hiera est utilisé pour stocker les variables spécifiques à chaque serveur, permettant de gérer les spécificités de chaque machine de manière centralisée.

Lors d'une run puppet, le puppet-dashboard de Smile fait office d'ENC² pour déterminer quelles classes appliquer à chaque noeud. Il lit ensuite les manifests et les hieradata et les adapte au noeud en renseignant les variables (on pourrait faire une analogie avec l'étape des directives de préprocesseur dans une compilation), avant d'envoyer un *catalog* au noeud qui les exécute.

Au cours de cette exécution puppet remplit des fichiers de configuration, installe des paquets à des versions spécifiques, transfère des fichiers de scripts, lance des services... A la fin d'une run puppet, on a donc un système dans un état donné, et refaire une run sans modifier de paramètre garde le serveur dans cet état (ou l'y remet si des fichiers ont été modifiés à la main). Cette idempotence est l'un des points majeurs sur lesquels puppet insiste : Il garantit une infrastructure dans un état stable, exempt de modifications à la main, et apporte donc des certitudes quant à l'état des configurations de chaque système.

2. voir le glossaire

LES ÉVOLUTIONS APPORTÉES

Lors de mon arrivée chez Smile, l'équipe Infra, que j'ai intégré, était en pleine restructuration du fonctionnement interne. Nous avons ainsi mené plusieurs projets en parallèle que je vais présenter ici, notamment la mise en place d'un serveur puppet-master en version 4 et la migration des modules puppet utilisés par smile, jusque là en version 2 ou 3 ; L'intégration de l'outil d'automatisation *Ansible* au système d'orchestration de la production ; Et une étude pour déterminer le nouveau socle de virtualisation de Smile.

CHOIX DU SOCLE DE VIRTUALISATION

Jusqu'ici, le socle de virtualisation utilisé par Smile était, comme décrit plus haut, une base CentOS comme système d'exploitation, et la suite OpenVZ pour déployer des containers. Cependant, le projet OpenVZ apporte son lot de contraintes : il nécessite un kernel spécial (vzkernel) sur l'hôte de virtualisation, et son développement s'est considérablement ralenti ces dernières années. Il a donc fallu réfléchir à la mise en place d'un autre socle de virtualisation avec plus de dynamique dans son développement, et idéalement plus d'avantages que son prédécesseur.

L'utilisation de containers plutôt que de machines virtuelles type KVM/QEMU s'est imposée pour des raisons de performances : L'écart de performances entre un container

et un OS "bare-metal" est de l'ordre de 2 à 3%, contre 5-6% environ pour une machine type KVM. En termes de densité, il est possible de peupler un serveur avec 14 fois plus de containers que de KVM.

Notre choix s'est porté sur l'utilisation de Linux Containers (*lxc*), avec son *daemon* *lxd*. Ce système de conteneurisation a depuis quelques années le vent en poupe, bénéficiant d'une intégration privilégiée au noyau Linux, dont il tire profit avec des features comme les cgroups et les espaces de nommages, qui permettent d'apporter une couche supplémentaire de sécurité aux containers.

Cependant *lxd*, étant un produit de Canonical, n'est disponible que sous Ubuntu. C'est pourquoi il a été arrêté que les nouveaux hôtes de virtualisation de Smile sont maintenant sous Ubuntu Server 16.04, l'édition Long Term Support de Ubuntu Server.

INTÉGRATION D'ANSIBLE

Un autre projet dans le cadre de l'amélioration et l'industrialisation de la production, nous avons intégré l'utilisation d'Ansible à l'ensemble des outils de Smile, que je vais brièvement présenter ici.

Présentation d'Ansible

Présentation générale

Ansible est un "outil d'automatisation simple" ¹, fonctionnant sans agent au contraire de Puppet. Pour les noeuds à administrer, il suffit d'avoir un daemon ssh ainsi que l'interpréteur python installé.

Ansible utilise ensuite une série de connexions ssh pour pousser des scripts python qui s'exécuteront sur le noeud. On a donc une architecture beaucoup plus simple que celle de Puppet puisqu'il suffit d'installer Ansible sur son poste pour pouvoir gérer immédiatement toutes les machines de production. En termes de sécurité, Ansible s'appuie sur openSSH, qui fait office de référence en termes de shell distant.

Fonctionnement

Ansible utilise un fichier *inventory* dans le style des fichiers ini (exemple ci-après) pour faire le lien entre un nom et un groupe de machines comme suit :

```
[webservers]
foo.example.com
bar.example.com

[dbservers]
one.example.com
```

1. Du moins d'après ses concepteurs : <https://www.ansible.com/>


```
two.example.com
three.example.com

[targets]
localhost ansible_connection=local
other1.example.com ansible_connection=ssh ansible_user=mpdehaan
other2.example.com ansible_connection=ssh ansible_user=magui
```

Pour effectuer des actions sur un groupe il suffit de lui préciser par exemple

```
magui@fonzie : $ ansible -m ping targets
```

L'option `-m ping` permet d'exécuter un seul module Ansible sur les cibles (ici le groupe *targets*). Le module `ping` est un simple module qui détermine si une machine est atteignable et si python est installé dessus.

Le fichier d'inventary par défaut est stocké dans `/etc/ansible/inventory`. Il est également possible d'utiliser un fichier alternatif par exemple avec :

```
magui@fonzie : $ ansible -i /mnt/nfs/ansible/shared_inventory -m ping targets
```

Ansible se voulant plus simple que Puppet ou d'autres outils d'automatisation, les instructions à lui passer n'utilisent pas de système de classe ou d'ENC. L'ensemble des instructions peut être soit passé directement en lignes de commandes (pour exécuter un seul module comme plus haut), soit dans un fichier yaml appelé *playbook*. Un playbook

décrit l'ensemble des *modules* et des *rôles* à exécuter, ainsi que les groupes de machines sur lesquels exécuter ces modules et ces *modules*.²

```
$ cat play.yml
---
- hosts: default
  remote_user: vagrant
  sudo: yes
  tasks:
    - name: Test message
      debug: msg="hello"

$ ansible-playbook -i inventory --private-key ~/.ssh/key play.yml

PLAY [default] *****

GATHERING FACTS *****
ok: [192.168.33.10]

TASK: [Test message] *****
ok: [192.168.33.10] => {
  "msg": "hello"
}

PLAY RECAP *****
Run Results: {'192.168.33.10': {'unreachable': 0, 'skipped': 0, 'ok': 2, 'changed': 0, 'failures': 0}}
192.168.33.10 : ok=2 changed=0 unreachable=0 failed=0
```

FIGURE 3.1 – Un exemple d'exécution de playbook Ansible

Un playbook peut contenir plusieurs *plays*, qui sont un ensemble d'instructions exécutées sur un groupe de machines. Il est donc possible de configurer plusieurs types d'hosts en une seule run Ansible, contrairement à Puppet. Par exemple, au début de mon stage, l'ajout d'un noeud à l'architecture gérée par Puppet nécessitait de se logger sur le noeud, de lancer une première run puppet afin de générer une CSR (Certificate Signing Request) à l'intention de l'autorité de certification du puppetmaster, puis de se connecter sur le puppetmaster pour signer à la main cette CSR, et enfin de se reconnecter au noeud pour faire une run puppet effective. Grâce à un playbook Ansible conçu durant mon stage et contenant trois plays successives (une sur le noeud, une sur le puppetmaster et une deuxième sur le noeud), il est désormais possible d'effectuer toutes ces

2. Un exemple de playbook Ansible est disponible à la fin de ce rapport, en annexe 2

tâches en une seule commande ansible.

Comme Puppet, l'idempotence est une notion importante avec Ansible, plusieurs runs successives exécutées sur le même serveur devant retourner le même état. On peut donc être certain de l'état d'un système à l'issue d'une run vis-à-vis des configurations et des paquets installés.

Un *module* Ansible est l'unité d'instruction d'Ansible. Un module est comparable à une ressource Puppet, chaque module correspondant à un script python poussé par Ansible sur les noeuds pendant une run. Il existe de nombreux modules, des plus génériques (un module *raw* pour exécuter une commande ssh directe (peu recommandé)) aux plus spécifiques (par exemple *rabbitmq_plugin* pour ajouter des plugins au système de messages queue RabbitMQ)

Il est possible de rassembler un ensemble de tasks (suite d'instructions, et donc de modules), de templates, et de fichiers de variables dans une structure en arborescence appelée *rôle Ansible*. On peut comparer un rôle Ansible à un module Puppet, bien que son arborescence soit un peu plus complexe, puisqu'elle ajoute des répertoires de tests, de valeurs par défaut et de handlers.

Les handlers sont des instructions appelées à l'exécution d'une instruction spéciale dans une play, l'instruction *notify*. Par exemple, on peut, dans un playbook, installer un serveur web apache et pousser sa configuration à l'aide d'une template, en ajoutant l'instruction *notify* lors du transfert du fichier de configuration, avec un paramètre (par exemple) "apache-reload". Si le handler du même nom est présent dans le dossier épo-

nyme du rôle, ses instructions sont exécutées dans la foulée (dans notre cas, on reload la configuration apache juste après l’avoir modifiée)

Un rôle Ansible peut de plus être versionné sur un serveur git. Il est alors possible de l’appeler en utilisant un outil appelé ansible-galaxy, qui ira alors chercher automatiquement la dernière version du rôle. Ce système de partage des rôles permet à la fois de bénéficier de mises à jour régulières mais aussi de simplement inclure différents rôles plutôt que de réécrire un playbook à chaque fois. Par exemple, le playbook suivant installe et configure une stack Kibana + Elastic Search + Logstash uniquement en important et en exécutant des rôles Ansible :

```
- hosts: logs
  gather_facts: yes

  vars_files:
    - vars/main.yml
  pre_tasks:
    - name: Update apt cache if needed.
      apt: update_cache=yes cache_valid_time=86400
  roles:
    - geerlingguy.java
    - geerlingguy.nginx
    - geerlingguy.elasticsearch
    - geerlingguy.elasticsearch-curator
    - geerlingguy.kibana
    - geerlingguy.logstash
    - geerlingguy.logstash-forwarder
```

Cependant, au contraire de Puppet, les solutions permettant de centraliser les run

et les logs Ansible à la manière d'un ensemble puppetmaster + puppetdashboard sont soit trop peu performantes, soit non Open Source et aux tarifs dissuasifs : C'est le cas notamment de la solution Ansible Tower détenue par RedHat pour centraliser une architecture d'automatisation Ansible : Le prix des licences est suffisamment élevé pour décourager l'utilisation chez Smile, et la libération des sources, si elle semble prévue par RedHat, n'a aucune date annoncée.

Intégration d'Ansible à la production de Smile

Dès mon arrivée chez Smile j'ai pu découvrir Ansible en profondeur, notamment à l'aide du très bon Ansible for DevOps³, dans le but d'automatiser les processus de déploiements de plates-formes. L'une de mes premières missions chez Smile a été d'adapter un script chargé de configurer un *bonding* entre deux interfaces ethernet aux dernières versions de CentOS ainsi que la configuration de bridges et de vlans. J'ai finalement migré le comportement de ce script vers Ansible, à la fois pour me permettre de mieux appréhender son fonctionnement mais aussi pour que, couplé à un déploiement d'OS en PXE, il soit possible d'automatiser entièrement le déploiement et la configuration réseau d'un nouveau serveur hôte de virtualisation. Une fois qu'a été actée la décision de passer nos nouveaux hôtes de virtualisation sous Ubuntu, ce rôle Ansible a simplement eu besoin d'être adapté pour inclure les templates de fichiers de configuration réseau de type `/etc/network/interfaces.d` (utilisées par Ubuntu) en plus des templates destinées aux machines sous CentOS.

3. Jeff Geerling, Leanpub, 2016-11-23

J'ai ainsi pu commencer à discerner les avantages et les inconvénients d'Ansible, ainsi que ses limitations. J'ai notamment été un peu déçu par les limitations induites par le yaml, langage utilisé pour écrire les playbooks Ansible. Si plusieurs structures de contrôle sont mises en place - équivalent d'un test *if* avec la ligne *when* ajoutée à la fin de l'appel d'un module, possibilité d'exécuter des blocs de modules, possibilité d'appeler du code python sur les variables du playbook - le langage manque clairement de possibilités du point de vue programmation. Ce point faible fait partie intégrante de la philosophie d'Ansible : "Faire générique", s'adapter au plus grand nombre plutôt qu'aux cas particuliers. Cependant cette limitation apporte des contraintes assez lourdes, compliquant des tâches pourtant assez simples dans un shell comme par exemple effectuer l'équivalent d'un

```
for i in $(ls /home/fonzie); do cat $i>> /tmp/singeDuFutur.out
```

En effet, pour faire une boucle sur des fichiers ou autres, il faut les lister de la manière suivante :

```
# emit a debug message containing the content of each file.
- debug:
    msg: "{{ item }}"
with_file: # peut apparaître sous la forme "with_items"
    - first_example_file
    - second_example_file
```

On peut donc voir que pour certaines tâches, Ansible demande des tweaks et des contorsions pour arriver à ses fins. Cependant il permet dans l'ensemble de déployer des configurations et des outils très rapidement une fois les rôles codés, ce qui a justifié le choix de l'utiliser pour déployer les hôtes de virtualisation de Smile ainsi que la base d'outils.

L'outil *ansible-galaxy* a été intégré dès le début de l'utilisation d'Ansible chez Smile, un serveur gitlab étant déjà à disposition (utilisé pour versionner les modules puppet développés par Smile). Couplé à des playbooks par défaut mis à disposition des utilisateurs, ceci permet de passer d'une durée de déploiement de nouvel host (post-PXE) d'une bonne demi-heure à quelques minutes seulement.

Pour l'instant, Ansible est utilisé pour les déploiements et les installations suivants :

- La configuration réseau (bonding, vlans...)
- L'installation des paquets de puppet, la connexion au puppetmaster pour générer un certificat (fonctionne avec les trois puppetmasters de Smile) et la première `run puppet`
- L'installation de lxc/lxd
- Le déploiement de containers lxc avec quatre profils différents

UPGRADE DE PUPPET

Le chantier majeur durant mon stage chez Smile a été de mettre à jour l'infrastructure puppet, avec tous les changements de manifests et la reprise en main de l'architec-

ture que cela implique. En effet, la précédente architecture avait été largement adaptée et modifiée par un membre de l'équipe aujourd'hui parti, sans forcément documenter tous les changements. Le passage à puppet 4 a donc été l'occasion de se réapproprier cette architecture, et de comprendre l'origine de plusieurs choix faits à cette époque (et parfois revenir sur ces choix).

Étude de faisabilité

Avant de migrer toute l'architecture puppet vers la version 4, j'ai commencé par rassembler des informations sur les changements introduits au passage de versions. Certains noeuds remontant jusqu'à la version 2.6, un grand nombre de fonctionnalités ont été introduits depuis, ainsi que des changements internes. Un nouveau parser de manifests a notamment été introduit, et plusieurs fonctions ont été dépréciées.

Les différences introduisant trop de *breaking changes*, il a été décidé de maintenir les deux architectures en parallèle : D'une part l'existant, avec un puppetmaster jumelé en version 3 (et rétrocompatible avec les plus vieux agents puppet), d'autre part les nouvelles machines avec un puppetmaster en version 4. Pour toutes les machines de monitoring et de backup, il a donc fallu imaginer un moyen d'effectuer des runs à la fois sur puppetmaster1 (en version 3) et puppetmaster-v4, comme nous le verrons par la suite.

Installation du serveur

La migration vers puppet v4 avait été entamée bien avant que j'arrive chez Smile, une VM avait déjà été créée. Cependant l'équipe infra avait à l'époque eu d'autres priorités et le projet était resté à l'état embryonnaire. Une bonne partie des outils et logiciels installés étaient donc déjà remplaçables quand j'ai commencé à travailler sur la mise en place du serveur puppetmaster-v4. J'ai fait le choix de repartir sur une base vierge, en purgeant les logiciels installés avant de déployer la base du serveur puppet. L'installation en elle-même comprend :

- Puppet
- Une base de données contenant les informations des différents noeuds, appelée puppetdb
- Un front-end web : puppet-dashboard, servant aussi d'ENC
- Nginx pour servir puppet-dashboard

Le principal problème que j'ai rencontré lors de cette installation est que le puppet-dashboard n'est plus officiellement supporté pour puppet en version 4. Il a un temps été repris par une communauté de développeurs⁴, cependant le projet stagne et ne semble plus maintenu (à l'heure de rédaction de ce rapport, le dernier commit a été soumis il y a six mois). Cependant, les quelques alternatives testées ne semblaient pas adaptées : Certaines (puppetBoard, Puppet Explorer) manquent de fonctionnalités, d'autres (The Foreman) sont trop lourdes et riches en features pour l'usage de Smile, enfin certaines

4. <https://github.com/sodabrew/puppet-dashboard>

alternatives (Le nouveau Dashboard de puppetlabs, Puppet Enterprise Console) ne sont pas Open Source et sont donc éliminées d'office. Nous avons donc décidé de continuer à utiliser puppet-dashboard malgré la stagnation du projet. De plus, ce choix facilite la continuité et la transition entre puppet v3 et puppet v4.

Portage des manifests puppet v3 vers puppet v4

Une fois l'installation de puppet terminée, s'est entamée une phase durant laquelle toute l'équipe s'est mobilisée pour porter des manifests depuis puppetmaster1 vers puppetmaster-v4. Ce portage nous a permis de mieux comprendre l'architecture des manifests puppet et leur intrication dans le système de production de Smile. Comme dit plus haut, de nombreux changements et adaptations avaient été réalisés par un membre de Smile aujourd'hui parti, et cette série de portages nous a permis de réaliser à la fois la mesure de ces changements et de rationaliser leur utilité dans le nouveau système de production. La plupart du temps, ces changements ont été induits par des fonctionnalités manquant aux versions précédentes de puppet, qui ont été depuis rajoutés, comme par exemple la gestion par puppet des package repositories de Debian.

Cas du monitoring et des backups

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis

egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Mise en place des environnements de développeurs

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis

egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

AUTRES MISSIONS

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt

tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

CONCLUSION, BILAN

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Cu-

rabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.