# Remerciements.

# Table des matières.

Table des matières

[1 Remerciements. 1](#_Toc480893692)

[2 Table des matières. 1](#_Toc480893693)

[3 Table des figures. 4](#_Toc480893694)

[4 Introduction. 7](#_Toc480893695)

[4.1 L’entreprise. 7](#_Toc480893696)

[4.2 Le cahier des charges. 7](#_Toc480893697)

[5 Description des outils. 9](#_Toc480893698)

[5.1 Un langage de script. 9](#_Toc480893699)

[5.2 Windows PowerShell 10](#_Toc480893700)

[5.3 La syntaxe d’une cmdlet PowerShell 12](#_Toc480893701)

[5.4 PowerShell, Perl, Python et Bash 12](#_Toc480893702)

[5.4.1 Perl 12](#_Toc480893703)

[5.4.2 Python 13](#_Toc480893704)

[5.4.3 Bash 14](#_Toc480893705)

[5.4.4 Les différences et les points communs avec PowerShell 14](#_Toc480893706)

[6 Etude de l’existant. 17](#_Toc480893707)

[6.1 La problématique 17](#_Toc480893708)

[6.2 Chef 18](#_Toc480893709)

[6.3 Puppet 19](#_Toc480893710)

[6.3.1 Architecture 19](#_Toc480893711)

[6.4 Rudder 22](#_Toc480893712)

[6.5 Pourquoi utiliser YASC ? 24](#_Toc480893713)

[7 YASC 27](#_Toc480893714)

[7.1 Diagramme de fonctionnement 28](#_Toc480893715)

[7.2 Les fichiers XML de configuration 29](#_Toc480893716)

[7.2.1 Le fichier de configuration de YASC : YascConfig.xml 29](#_Toc480893717)

[7.2.2 Le fichier des métadonnées : YascMeta.XML 29](#_Toc480893718)

[7.2.3 Le fichier de définition des modules PowerShell : YascEngine.xml 30](#_Toc480893719)

[7.2.4 Le fichier de déploiement d’application : AppData.xml 32](#_Toc480893720)

[7.2.5 En résumé 33](#_Toc480893721)

[7.3 Les modules PowerShell 34](#_Toc480893722)

[7.3.1 Règles de bonne pratique pour la programmation d’un module PowerShell. 34](#_Toc480893723)

[7.3.2 Déclarer une cmdlet dans le fichier YascEngine.xml 37](#_Toc480893724)

[7.3.3 Utilisation de la cmdlet dans le fichier de déploiement de l’application 40](#_Toc480893725)

[7.3.4 En résumé 41](#_Toc480893726)

[7.4 En sortie du processus YASC 42](#_Toc480893727)

[7.4.1 Schéma de fonctionnement d’un script de déploiement 42](#_Toc480893728)

[7.4.2 Le script de déploiement 43](#_Toc480893729)

[7.4.3 La documentation et la copie du contexte d’exécution 46](#_Toc480893730)

[7.5 En résumé 48](#_Toc480893731)

[8 Développement de module pour la gestion d’un switch. 49](#_Toc480893732)

[8.1 HP ProCurve et switch Cisco. 49](#_Toc480893733)

[8.2 Configurer un switch HP ProCurve grâce à YASC 50](#_Toc480893734)

[8.2.1 L’accès par SSH 50](#_Toc480893735)

[8.2.2 Le mode « Create » 51](#_Toc480893736)

[8.2.3 Le mode « Audit » 53](#_Toc480893737)

[8.3 Les cmdlets de configuration du switch HP ProCurve 55](#_Toc480893738)

[8.3.1 La configuration de 802.1X 55](#_Toc480893739)

[8.3.2 La configuration d’un VLAN 59](#_Toc480893740)

[9 Développement de module pour la gestion d’un firewall FortiGate. 61](#_Toc480893741)

[9.1 Firewall Fortigate de chez Fortinet 61](#_Toc480893742)

[9.2 L’accès par SSH 61](#_Toc480893743)

[9.3 Les cmdlets de configuration du firewall Fortigate 63](#_Toc480893744)

[9.3.1 Le mode de sauvegarde de la configuration. 63](#_Toc480893745)

[9.3.2 La configuration d’une interface 64](#_Toc480893746)

[10 Annexe 67](#_Toc480893747)

[10.1 Les paramètres dynamiques 67](#_Toc480893748)

[10.1.1 Structure d’une cmdlet à paramètres dynamiques 67](#_Toc480893749)

[10.1.2 Création de paramètres dynamiques 68](#_Toc480893750)

[11 Conclusions. 69](#_Toc480893751)

[11.1 Conclusion technique. 69](#_Toc480893752)

[11.2 Conclusion personnelle. 69](#_Toc480893753)

[12 Bibliographie 70](#_Toc480893754)

# Table des figures.

[Figure 1 Chef Architecture (An overview of chef, s.d.) 18](#_Toc480893636)

[Figure 2Puppet Architecture (Puppet Enterprise user's guide, 2017) 20](#_Toc480893637)

[Figure 3Rudder Architecture (Rudder 4.0 - User's manual, 2016) 22](#_Toc480893638)

[Figure 4 YASC Architecture (YASC (YET ANOTHER SOFTWARE CONFIGURATOR) DOCUMENTATION, 2016) 27](#_Toc480893639)

[Figure 5 Schéma de fonctionnement d'un script de déploiement (YASC (YET ANOTHER SOFTWARE CONFIGURATOR) DOCUMENTATION, 2016) 41](#_Toc480893640)

[Figure 6 En-tête "Param" d'un script de déploiement généré par YASC dans le cadre de la configuration d’un firewall. 42](#_Toc480893641)

[Figure 7 Documentation d'un déploiement à une étape 46](#_Toc480893642)

[Figure 8 Entrée pour un utilisateur "manager" dans le KeePass. 51](#_Toc480893643)

[Figure 9 Schéma d'authentification EAP sur LAN (EAP - Wikipedia, 2017) 54](#_Toc480893644)

[Figure 10 Configuration d'un modèle AAA. (Configuring 802.1X Port-Base Authentication, s.d.) 57](#_Toc480893645)

[Figure 11 Configurer les informations du serveur RADIUS sur un swich Cisco. (Configuring 802.1X Port-Base Authentication, s.d.) 57](#_Toc480893646)

[Exemple 1 Création d'un type Powershell 11](#_Toc480893647)

[Exemple 2 Création d'une fonction permettant de changer la valeur d'une variable de l'objet créer précédemment 11](#_Toc480893648)

[Exemple 3 Instanciation du type et pipe vers la fonction 11](#_Toc480893649)

[Exemple 4 Exemple syntaxe du Perl (Perl (langage) - Wikipedia, 2017) 13](#_Toc480893650)

[Exemple 5 Exemple de Python (Python (langage) - Wikipedia, 2017) 13](#_Toc480893651)

[Exemple 6 Cmdlet permettant de changer le mot de passe admin d'un A.D. 31](#_Toc480893652)

[Exemple 7 YASC ira chercher la valeur dans le fichier des métadonnées 31](#_Toc480893653)

[Exemple 8 Tag "General" 32](#_Toc480893654)

[Exemple 9 Les étapes de déploiement d'un firewall 33](#_Toc480893655)

[Exemple 10 Exemple d'en-tête de description 34](#_Toc480893656)

[Exemple 11 Exemple de nomination des paramètres (YASC (YET ANOTHER SOFTWARE CONFIGURATOR) DOCUMENTATION, 2016) 35](#_Toc480893657)

[Exemple 12 Syntaxe du paramètre "Mode" de YASC (YASC (YET ANOTHER SOFTWARE CONFIGURATOR) DOCUMENTATION, 2016) 35](#_Toc480893658)

[Exemple 13 Code de démarrage d'une cmdlet (YASC (YET ANOTHER SOFTWARE CONFIGURATOR) DOCUMENTATION, 2016) 35](#_Toc480893659)

[Exemple 14 Objet "Status" (YASC (YET ANOTHER SOFTWARE CONFIGURATOR) DOCUMENTATION, 2016) 36](#_Toc480893660)

[Exemple 15 Logger une info dans une cmdlet (YASC (YET ANOTHER SOFTWARE CONFIGURATOR) DOCUMENTATION, 2016) 36](#_Toc480893661)

[Exemple 16 Cmdlet déclarée dans le fichier YascEngine.xml 37](#_Toc480893662)

[Exemple 17 Déclaration d'une collection dans YascEngine.xml 38](#_Toc480893663)

[Exemple 18 Déclaration d'une collection dans le fichier YascMeta.xml 38](#_Toc480893664)

[Exemple 19 Déclaration de la collection dans le fichier de déploiement "AppData.xml" 39](#_Toc480893665)

[Exemple 20 Configuration d'un vlan sur un switch HP ProCurve 40](#_Toc480893666)

[Exemple 21 Chargement du fichier YascConfig.xml et création de l'objet YRT 45](#_Toc480893667)

[Exemple 22 Envoi d'un email à la fin du script de déploiement 45](#_Toc480893668)

[Exemple 23 Objet contenant sous forme textuelle la documentation 46](#_Toc480893669)

[Exemple 24 Création d'une session SSH et envoi d'une commande 50](#_Toc480893670)

[Exemple 25 Création d'une session SSH avec un flux ShellStream 51](#_Toc480893671)

[Exemple 26 Première étape : appeler le mode "Audit" de la cmdlet pour vérifier si la configuration n'est pas déjà appliquée. 52](#_Toc480893672)

[Exemple 27 Mode "Create" de la cmdlet permettant de créer un vlan et de configurer son nom. 53](#_Toc480893673)

[Exemple 28 Mode "Audit" de la cmdlet permettant de créer un vlan et de configurer son nom. 54](#_Toc480893674)

[Exemple 29 Vérifier si le nom du vlan "X" a bien été configuré avec le nom souhaité. 54](#_Toc480893675)

[Exemple 30 Configurer les informations sur le serveur RADIUS 56](#_Toc480893676)

[Exemple 31 Configurer les informations d'authentification AAA. 57](#_Toc480893677)

[Exemple 32 Configuration des "authenticator ports" et des vlans pour les clients autorisés et non autorisés. 57](#_Toc480893678)

[Exemple 33 Commande permettant de configurer un port dans un mode quelconque pour un vlan donné. 60](#_Toc480893679)

[Exemple 34 Créer une session SSH vers le Fortigate et récupérer la configuration pour une adresse. 62](#_Toc480893680)

[Exemple 35 Configurer une adresse sur le Fortigate via la cmdlet "Invoke-SSHCommand". 62](#_Toc480893681)

[Exemple 36 Vérifie le mode de sauvegarde d'un firewall. 63](#_Toc480893682)

[Exemple 37 Vérifier les méthodes d'accès d'une interface. 65](#_Toc480893683)

[Exemple 38 Créer une commande CLI sur base d'une collection de données. 65](#_Toc480893684)

[Exemple 39 Déclaration de l'étape dans le fichier de l'engine. 65](#_Toc480893685)

[Exemple 40 Ajouter à la déclaration un paramètre (dans ce cas-ci, une collection de données). 66](#_Toc480893686)

[Exemple 41 Structure d'une cmdlet à une fonction. 67](#_Toc480893687)

[Exemple 42 Cmdlet utilisant des paramètres dynamiques. 67](#_Toc480893688)

[Exemple 43 Création d'un paramètre dynamique. 68](#_Toc480893689)

[Exemple 44 Utilisation du paramètre dynamique dans la portée "Process". 68](#_Toc480893690)

[Exemple 45 Appel d'une cmdlet à paramètres dynamiques. 68](#_Toc480893691)

# Introduction.

## L’entreprise.

Limelogic est une société d’infogérance créée en 2006 par Jean-Christophe Robin et Éric Granados. Son siège social se situe à Liège, Rue Ernest Solvay.

Limelogic offre une solution de gestion informatique assez innovante à ses clients. En effet, la création de Limelogic elle-même se base sur le constat qu’un dirigeant de PME ne dispose pas toujours du temps ou des compétences nécessaires pour gérer son infrastructure réseau. Le plus souvent, ce même patron décide de déléguer la gestion informatique à une entreprise spécialisée. Cependant ces entreprises ne tiennent pas toujours leurs promesses ou ne prennent pas leurs responsabilités et chaque intervention est facturée.

Limelogic offre une solution innovante et élégante qui consiste à un forfait invariable peu importe la quantité d’interventions à réaliser pour régler une panne matérielle ou même logicielle. La société s’impose des objectifs de résultats, fournit le matériel nécessaire pour la gestion du réseau et tout ça à des prix fixes et maitrisés.

La plupart des clients de Limelogic sont des PME qui ne possèdent pas une équipe d’informatique pour gérer leur réseau : travailler avec Limelogic revient à engager une équipe d’informaticiens fournissant un service de support informatique 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7.

En cas de panne, qu’elle arrive le week-end ou en semaine, une notification plus ou moins grave est envoyé aux techniciens qui prennent alors en charge le problème peu importe le moment ou l’heure.

L’équipe compte actuellement une bonne dizaine de membres et souhaite encore s’agrandir à l’avenir.

## Le cahier des charges.

YASC est un outil, un engine, dont le développement a débuté dans le cadre d’une migration d’applications web IIS d’un client de Limelogic. L’objectif de YASC était de pouvoir migrer de manière automatique les applications d’un Windows server 2003 vers un Windows server 2008. Depuis, les possibilités qu’offre YASC se sont étendues et il permettra à long terme de configurer et d’administrer un peu près n’importe quel équipement sur un réseau.

Le but du stage peut être séparé en deux principaux objectifs : le premier étant de développer une série de « cmdlets » conforme à l’outil de déploiement qu’est YASC. Certains scripts ont été créés de zéro et d’autres ne sont que des adaptations de scripts déjà existants devant être portées dans le système YASC. Le deuxième objectif est l’amélioration à long terme de l’engine. En effet, YASC en est encore à ses balbutiements et il peut être amélioré. Cela reste donc essentiellement un travail d’analyse/programmation, mais axé vers l’administration de systèmes et de réseaux.

Evidemment d’autres objectifs intermédiaires rentreront en compte lors du stage, comme l’étude du fonctionnement des switches HP, des firewalls Fortigate de chez Fortinet ou des UPS Vision. Tous ces équipements sont typiquement ceux utilisés dans l’entreprise et il sera indispensable d’apprendre à les connaître et à les maitriser.

# Description des outils.

YASC est un engine totalement écrit en PowerShell tout comme les modules qu’il utilise pour fonctionner. Le PowerShell est un langage de script natif dans Windows depuis Windows 7. C’est donc pour cela qu’une introduction du PowerShell, de son historique et des langages de script en général semble évidente.

## Un langage de script.

Pour commencer, il est sage de décrire ce qu’est un langage de script et ce qu’il a de différent par rapport au langage de programmation que l’on a l’habitude de manipuler. Cependant beaucoup de professionnel dans le milieu de l’informatique, et surtout du développement, s’accorde à dire que la définition d’un langage de script est constamment sujette au changement. Ainsi nous pouvons citer l’inventeur du Perl en personne:

« *basically, scripting is not a technical term. When we call something a scripting language, we're primarily making a linguistic and cultural judgment, not a technical judgment* » - Larry Wall (créateur de perl et linguiste).

Nous allons tout de même énoncer plusieurs points qui reviennent assez souvent dans les différentes définitions d’un langage de script et les utiliser comme base par la suite pour comparer le PowerShell à ses concurrents directs.

Tout d’abord, un langage de script est un langage de programmation particulier qui permet de manipuler des fonctionnalités du système d’exploitation. Cependant la différence fondamentale entre un langage de script et un langage de programmation vient du fait que le langage de script est interprété et non compilé. Cela signifie que le code source est stocké dans un fichier (par exemple .ps1,.psm1, … pour PowerShell) et que ce code source sera interprété par après lors de l’exécution du script par, vous l’aurez deviné, l’interpréteur du langage dans lequel il est écrit.

En somme, le script peut être exécuté immédiatement après son écriture sans phase de compilation, il peut être utilisé sur n’importe quelle machine à partir du moment où l’interpréteur du langage est présent sur la machine, et ce pour la modique somme de la taille d’un fichier texte et peu importe l’architecture matérielle ou logicielle. Cependant on y perd énormément en vitesse par rapport à un langage compilé car le code doit être analysé à chaque exécution ligne par ligne par l’interpréteur et celui-ci doit alors les traduire pour qu’elles soient exécutables.

On peut se poser alors la question : « à quoi peut bien servir un langage de script ? ». Un langage de script peut servir à automatiser des tâches complexes ou rébarbatives sur un système d’exploitation, à générer des pages dynamiques sur un serveur web ou même à créer des interfaces graphiques. Par exemple sous PowerShell, on peut très bien utiliser les librairies graphiques disponibles en .NET pour créer une interface GUI[[1]](#footnote-1). Certains langages comme le Python et le Perl sont d’ailleurs utilisés aussi pour créer des programmes complets.

## Windows PowerShell

Windows PowerShell est une suite de logicielle anciennement connue sous le nom de Windows Command Shell. Cette suite contient une interface en ligne de commande, le langage de script PowerShell et un kit de développement. Cette suite est apparue sur Windows 7, bien que prévue initialement sur Windows Vista, et est une descendante directe de la ligne de commande bien connue, DOS.

PowerShell est donc un langage de script propre à Windows. Le but de Microsoft était de créer un langage de script aussi fourni en possibilité et aussi sécurisé que les langages de script UNIX.

Syntaxiquement parlant les commandes en PowerShell, que l’on appelle des « CmdLets », ressemble fort aux commandes que l’on peut trouver sous UNIX Shell. C’est-à-dire que l’on appelle ces fonctions par des alias et que l’on peut leur passer des paramètres. Dans les deux systèmes, la sortie d’une commande peut être « pipée » vers une autre commande. Pour paraphraser, on peut récupérer le résultat de la première commande pour réaliser le traitement des données résultantes au sein de la seconde. Cependant leurs fonctionnements diffèrent au niveau du transport des informations.

En effet, comme dit précédemment, PowerShell permet d’utiliser des libraires .NET et donc des objets. Cela veut dire que l’on peut renvoyer en sortie d’une commande un objet représentant le résultat. Pour traiter le retour de la fonction il suffit donc d’utiliser les variables et les méthodes membres de l’objet.

À l’inverse, en UNIX Shell, beaucoup de choses sont basées sur du texte y compris la sortie d’une commande. Cela signifie que si l’on veut transmettre le résultat de cette commande à une autre celle-ci devra traiter le texte sortant pour en interpréter le résultat.

Voici un exemple de code concret écrit en PowerShell permettant d’illustrer le passage d’information d’une commande à une autre par le « pipe » :



Exemple Création d'un type Powershell



Exemple Création d'une fonction permettant de changer la valeur d'une variable de l'objet créer précédemment



Exemple Instanciation du type et pipe vers la fonction

Dans cette suite d’exemple on voit que l’on peut passer directement l’objet instancié par la cmdlet « New-Object » dans la méthode « newName ». La variable « $myObject » contiendra en sortie le résultat de la fonction « newName ». À noter qu’il est tout à fait possible d’appeler depuis une invite de commande PowerShell, les commandes natives de Windows comme « ipconfig »,  « netstat », « ping », etc.

Pour ne pas trop s’attarder sur la présentation du PowerShell, concluons sur ses différents avantages et inconvénients grâce à ce tableau :

|  |  |
| --- | --- |
| **Avantages** | **Inconvénients** |
| Langage orienté objet | PowerShell ne peut pas afficher les caractères Unicode lorsqu'il est utilisé au travers de [Windows console subsystem](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Windows_console_subsystem&action=edit&redlink=1)[[2]](#footnote-2). |
| Utilisation du Framework .NET |  |
| Syntaxe relativement simple à la compréhension |  |
| Simplifier la collecte d’informations du système |  |
| Automatiser des tâches complexes sur l’ensemble d’un parc de machines Windows. |  |

## La syntaxe d’une cmdlet PowerShell

La syntaxe d’appel d’une cmdlet PowerShell ressemble fort à celle d’une commande sous UNIX et Windows. Cependant certaines choses sont différentes et propres au PowerShell.

Le nommage d'une cmdlet respecte certaines règles afin que les utilisateurs puissent les mémoriser ou les retrouver facilement. Le verbe définit l’action que l’on va appliquer sur le nom, celui-ci définit en général le type d'objet manipulé. Les paramètres éventuels sont listés avec un espace entre chaque.

**Verbe-Nom** [[-parametre0 arg0] [-parametre1 arg1]]

Le nombre de paramètre et bien évidemment le plus souvent variable. Cependant certains paramètres sont toujours sous-entendus lors de la création d’une cmdlet même s’ils n’ont pas été déclarés. Parmi ceux-ci on peut citer : -ErrorAction, -ErrorVariable, -Debug, -Verbose, …

## PowerShell, Perl, Python et Bash

### Perl

Le Perl est un langage de programmation créé par Larry Wall en 1987. Il est inspiré de langage de script, comme Shell, et du C lui-même. C’est un langage interprété comme le PowerShell qui permet de traiter majoritairement des informations à base de texte.

En effet, le Perl permet de récupérer des données textuelles pour en établir un rapport détaillé. Il inclut donc le système d’expression régulière au sein même de sa syntaxe en plus des librairies standard du C. A la base, il permet de réaliser des scripts dans le cadre de la gestion de système UNIX mais à évoluer avec le temps pour devenir un outil polyvalent.

À l’heure d’aujourd’hui le Perl est utilisé pour faire de l’administration sous les systèmes UNIX aussi bien que sous les systèmes Windows. Il peut aussi être utilisé dans des programmes conséquents en tant que langage principal ou tout simplement pour faire le lien entre deux programmes, formant ainsi un projet bien plus gros.

En somme, Perl est un langage très pratique utilisé pour faire un peu près tout. C’est d’ailleurs ce qui lui a valu son surnom de « rouleau de scotch de l’internet ».



Exemple Exemple syntaxe du Perl (Perl (langage) - Wikipedia, 2017)

### Python

Le Python est un langage de programmation orienté objet créé en 1990 par Guido van Rossum. Il a été conçu pour augmenter l’efficacité des programmeurs en leur fournissant un langage avec une syntaxe de haut niveau et simple à utiliser.

Tout comme Perl, Python est un langage outils permettant de faire un peu près tout. Il est cependant le plus souvent utilisé comme langage de script pour automatiser des tâches simples mais fastidieuses.

Python est aussi utilisé comme langage « prototype ». C’est-à-dire qu’il permet de concevoir un programme fonctionnel servant de structure à une version plus évolué écrite par après dans un langage de programmation de plus bas niveau comme le C.

Il permet de créer des projets bien plus gros comme des jeux, des logiciels multimédias, etc … On dit de Python que c’est un langage multi-paradigme permettant donc de faire de l’orienté objet, du fonctionnel ou encore de procédural. Enfin le Python est souvent utilisé pour administrer un système informatique sous UNIX ou Windows.

En conclusion, le Python est un langage fort orienté pédagogie et qui facilite l’apprentissage de la programmation, il est multi usage et de ce fait est utilisé aussi bien par les administrateurs systèmes que les développeurs.



Exemple Exemple de Python (Python (langage) - Wikipedia, 2017)

### Bash

Un script bash est un fichier texte contenant une suite d’instructions, de commandes qui constituent un scénario d’actions. C’est un fichier texte que l’on peut exécuter, c’est-à-dire, lancé comme une commande. Ce fichier texte respecte une certaine structure. Ainsi il commence toujours par cette ligne : « # ! /bin/bash » dans le cas d’un script bash. Cette ligne varie selon l’interpréteur utilisé. En effet, le symbole « # ! » est ce que l’on appelle un « Shebang », c’est-à-dire un en-tête de fichier texte permettant de spécifier :

* Que le fichier n’est pas un fichier binaire mais un script
* Le chemin vers l’interpréteur a utilisé.

Le script bash est le script le plus basique que l’on peut retrouver sous UNIX. Il permet d’exécuter une suite de commande UNIX l’une après l’autre à des moments donnés comme au démarrage de la machine par exemple ou à son extinction. Contrairement au Python, au Perl ou encore au PowerShell, le fichier texte est lu et analyser au moment de l’exécution, une erreur au milieu du fichier ne sera détectée qu’au moment du lancement.

On considère souvent le bash simplement comme un outil utilisé pour lancer des commandes. À ce titre beaucoup font l’erreur de ne pas le considéré comme un langage interprété. Pourtant:

“Bash is the shell, or command language interpreter, for the GNU operating system.” (What is shell ? - gnu.org, 2016)

### Les différences et les points communs avec PowerShell

Comme vous l’aurez surement remarqué, ces trois langages de script sont tous issus du monde UNIX. Même si, grâce à leurs bibliothèques et les multiples ajouts de la communauté, Perl et Python permettent maintenant l’administration et la gestion des systèmes Windows, il n’en a pas toujours été ainsi.

Cependant leur porté de configuration, déjà énorme, d’un système d’exploitation Windows parait évidemment très limité par rapport au PowerShell qui lui est à la base totalement dédiée à cet OS. À savoir que, depuis peu, PowerShell est maintenant open source et a été porté sur Linux.

PowerShell permet donc de manipuler de façon plus étendue les environnements Windows en même temps qu’il utilise des concepts déjà très familiers pour les informaticiens du monde Microsoft comme les WMI, .NET, etc ...

Bash quant à lui est propre à UNIX et n’est pas du tout reconnu par un système Windows. En effet comme dit précédemment le script bash peut être résumé comme une suite de commandes UNIX.

Chaque langage possède évidemment sa syntaxe avec ses particularités. Avec Python, par exemple, on devra dire adieu à la parenthèse et à l’accolade, pour les conditions. PowerShell possède quant à lui une syntaxe relativement similaire au C#, mise à part l’utilisation des cmdlets, qui peuvent s’apparenter aux méthodes, et du caractère « $ », les développeurs .NET ne seront donc pas dépaysés.

L’objectif de ces langages reste évidemment l’automatisation d’une tâche d’administration plus ou moins complexe qui devrait, sans ces langages de script, être réalisés à la main par l’administrateur du parc informatique. On peut citer comme tâche particulièrement fastidieuse et répétitive, la configuration d’un switch ou d’un firewall.

Pourtant contrairement au PowerShell, Python et Perl ne permettent pas uniquement de faire de l’administration réseaux et systèmes. Ces langages de script peuvent tout aussi bien être considérés comme des langages de programmation à proprement parler.

En effet il existe beaucoup d’exemple de programme fonctionnel utilisé au quotidien écrit en Python ou en Perl. Citons par exemple « Eclipse », « Netbeans » ou encore des jeux vidéo comme « Civilization IV », « [Eve Online](https://fr.wikipedia.org/wiki/EVE_Online) » ou encore « World of tanks ».

À l’inverse, on peut classer le PowerShell comme un langage de script dans le sens le plus noble du terme. Sa nature et l’objectif même de sa création sont la configuration et l’administration du système.

Pour finir la liste des comparaisons parlons du fait que le Python est actuellement supporté, maintenu et développé par une association à but non lucratif qui est la **Python Software Foundation** (**PSF)** à l’inverse du PowerShell qui, malgré son passage récent en open source, est toujours géré par Microsoft.

En résumé, le Perl et le Python sont des langages très simples à l’utilisation et sont d’ailleurs même recommandés par les pédagogues pour l’apprentissage de la programmation en général. Ils permettent la configuration d’un peu près tout et n’importe quoi sur une machine. Leurs portés ne s’arrêtent pas à Windows cependant le PowerShell convient mieux dans ce genre de situation. Celui-ci prend maintenant en charge les environnements Linux et n’a pas fini de s’offrir de nouvelles possibilités comme la gestion de base de données SQL. Le PowerShell est un peu moins facile à l’apprentissage que le Perl ou le Python mais à l’avantage de conserver des paradigmes utilisés dans la programmation .NET en général.

# Etude de l’existant.

## La problématique

Le projet YASC a vu le jour dans le cadre d’une migration d’applications d’un client de Limelogic. Ce client avait besoin, pour des raisons de sécurité, de migrer 130 applications web IIS d’un serveur Windows 2003 vers un serveur Windows 2008 et tout cela pour quatre environnements : déploiement, acceptance, test et production.

Devant une tâche aussi répétitive et chronophage, le choix de développer un logiciel, ou plutôt un engine, permettant de déployer ces applications a été fait. L’objectif en créant YASC n’était pas seulement d’obtenir un outil permettant de déployer une application. En effet beaucoup de software existe déjà et permette de le faire. Le problème principal de la majorité de ces logiciels est un manque de documentation concernant les applications déployé et lisible aisément par un humain.

Avec YASC, nous avons voulu faire en sorte de pouvoir déployer une application quelconque et de récupérer une documentation claire et précise des paramètres de déploiement. L’objectif est assez évident : permette un dépannage plus simple et plus efficace.

Dans le cas du client de Limelogic, le choix est assez facile à justifier. En effet, comme beaucoup d’autre, il possède une équipe de développement pour créer des applications, utilisées en interne par les employés ou en externe par les clients, ainsi qu’une équipe d’exploitation pour mettre en place et maintenir ces applications sur les serveurs. Quand un problème arrive, c’est à l’équipe d’exploitation de régler le problème dans les plus brefs délais. En l’absence d’une documentation claire permettant le dépannage de l’application, ou du moins offrant des pistes de dépannage, l’équipe d’exploitation doit se référer à l’équipe de développement. Encore faut-il que nous parlions de problème logiciel car une panne réseau peut aussi très bien arrivé. Le problème peut alors devenir extrêmement difficile a repéré et la panne très longue à être réparée.

Cependant, après les débuts de YASC, son utilité s’est déployée. Grâce au PowerShell et à l’architecture même du projet, YASC permet de faire bien plus de choses que déployer des sites web ou des applications. On dit maintenant de YASC qu’il déploie des applications dans le sens général du terme. Pour YASC, une application peut très bien être un switch ou un firewall à configurer, comme un utilisateur à rajouter à l’active directory de Windows ou encore une ligne DNS à rajouter à un serveur de domaine.

Les utilités de YASC sont bien diverses et elles ne font que se multiplier avec le temps de par les possibilités qu’offre son architecture.

Cependant, des solutions alternatives existent et il est important d’expliquer pourquoi il nous a semblé préférable de développer la nôtre. Parlons donc de trois concurrents directs de YASC : Chef, Puppet et enfin, Rudder.

## Chef

Chef est un programme de gestion de configuration créé par Adam Jacob qui utilise un langage dédié écrit en pure-Ruby et en Erlang. Il est libre et sous licence open source Apache 2.0. Le but de Chef est de permettre la gestion d’un parc de serveurs informatique grâce à des « recipes » ou des « cookbooks » qui décrivent en fait la configuration du système.

Chef fonctionne comme ceci : l’utilisateur écrit des recettes qui décrivent comment déployer et/ou maintenir un serveur d’application ainsi que ses services. Cela peut aller d’un serveur web à une base de données MySQL. Comme dis précédemment ces recettes décrivent la configuration du système pour déployer une application. Plus précisément, elles décrivent l’état dans lequel doit être une ressource donnée du système. Elles peuvent donc spécifier que tel ou tel service doit être en cours d’exécution, ou qu’un tel fichier doit être présent sur la machine hôte.

Une fois que la recette est écrite, Chef s’assure que toutes les ressources décrites à l’intérieur sont bien dans l’état demandé. Chef peut fonctionner de deux manières distinctes :

* En mode client/serveur : dans ce mode, le client envoi différents attributs à propos du nœud actuel au serveur Chef. Ce même serveur utilise Apache Solr pour indexer ces attributs et fournit une API au client pour qu’ils puissent questionner ces informations indexées. Concrètement, les recettes réalise des requêtes sur ses attributs utilisant les données récupérées pour configurer le nœud. Par nœud on entend la machine faisant tourner les clients Chef.
* En mode standalone (Chef solo) : le mode chef-solo/standalone, permet au logiciel de s’affranchir du serveur Chef pour converger les « cookbooks ». Ce mode utilise le client chef en mode local et ne supporte évidemment pas plusieurs fonctionnalités disponibles en mode client/serveur comme par exemple la distribution centralisée des « cookbooks », l’API centralisée permettant d’interagir avec les composants infrastructure intégrés, ou encore tout simplement l’authentification et l’autorisation.



Figure 1 Chef Architecture (An overview of chef, s.d.)

Chef fournit aussi un Development Kit qui permet de développer et tester le code des recettes pour une infrastructure donné dans une workstation locale et sécurisée.

## Puppet

Tout comme Chef, Puppet est un programme de gestion de configurations. Il permet de gérer et configurer les serveurs d’un réseau ainsi que les applications qui tournent dessus.

Puppet s’attribue plusieurs avantages indéniables :

|  |
| --- |
| Réduction des cycles pour optimiser les déploiements d’applications |
| Effectuer des changements rapides et itératifs. |
| Définition d’une configuration utilisable et applicable sur un parc de machines |
| Correction automatique des changements de configuration non souhaité. |
| Obtenir des détails poussés sur la configuration logicielle et matérielle des machines du parc. |

### Architecture

L’architecture de Puppet peut être divisée en plusieurs points décrits ci-dessous :

Le Master of Master (**MoM**), aussi connu sous le nom de « Puppet Master » et le contre des activités et des processus sous Puppet Enterprise. C’est dans le MoM que le code est compilé pour créer des catalogues d’agents ou l’on va vérifier et signer les certificats SSL. Puppet Enterprise peut être installé suivant deux modes :

* Le mode monolithique : le MoM héberge tous ses services actifs comme PE console, PuppetDB, … sur une seule machine bien définie.
* Le mode « split » : Tous ces services sont hébergée sur différentes machines nœud.

Indépendamment de l’architecture d’installation, le MoM contient toujours un « compile master » et un serveur Puppet.

Le « compile master», comme dis plus haut, est un composant du MoM. Il contient un serveur Puppet et peut être plusieurs au sein d’un MoM. Il contient aussi un compilateur de catalogue et une instance de synchronisation de fichiers. Il est conseillé d’augmenter le nombre de « compile master » au l’intérieur d’un MoM pour augmenter la capacité de traitement.

Le « Puppet Server », qui s’exécute sur une machine virtuelle JAVA qui elle-même est hébergée sur le MoM. Le serveur Puppet héberge les ressources nécessaires au service de vérification des certificats. Il gère en plus le compilateur de catalogue. Ce compilateur sert à compiler les catalogues de configuration utilisé par les clients Puppet qui utilisent du code Puppet et/ou d’autre source de données.

Le « Catalog compiler », est utilisé pour gérer les informations contenues dans un catalogue. Un catalogue est un fichier utilisé pour configurer un agent Puppet. Ce fichier est chargé depuis le MoM ou le « compile master », il décrit l’état dans lequel doit se trouver chaque ressource nécessaire à la configuration de l’agent. Il est évident qu’il existe parfois des interdépendances entre certaines ressources et qu’elles doivent être gérées dans l’ordre. C’est à cela que sert le compilateur de catalogue.

Le « Fyle sync », ou la synchronisation de fichier en français, permet de garder le code Puppet synchronisé sur différent « compile masters ». Il repère les changements dans le répertoire de travail principal sur le MoM et déploie le code présent dans un répertoire commun qu’il peut ensuite synchroniser avec tous les « compile masters ».

Le « Certificate Authority », ou le l’autorité de certification en français, est un service de CA sous Puppet qui accepte des CSR (« Certifcate signing requests ») ainsi que des CRL (« Certificate revocation list) provenant des nœuds Puppet. Le CA de Puppet utilise des fichiers d’extension « .pem » dans le répertoire « ssldir » pour conserver en mémoire les identifiants des clients.

Et enfin, pour terminer, le « Puppet agent », ou en l’agent Puppet en français. L’agent Puppet est le nœud managé par le serveur Puppet. Le serveur Puppet peut gérer plusieurs agents à la fois sans problèmes. Les nœuds exécutent l’agent Puppet sous forme d’un service en tâche de fond qui envoie périodiquement des requêtes de catalogue au serveur Puppet pour se tenir à jour en cas de changement de la configuration. Quand un nœud reçoit un catalogue en provenance d’un serveur Puppet il vérifie que chaque ressource décrite dans celui-ci est bien dans l’état demandé et, si non, exécute les changements nécessaires. Une fois le changement effectué, le client Puppet fournit pour seul documentation un rapport qui sera stocké dans la base de données Puppet ; PuppetDB, qui est accessible seulement en console grâce à PE Console. 

Figure 2Puppet Architecture (Puppet Enterprise user's guide, 2017)

## Rudder

Comme ses concurrents présentés ci-dessus, Rudder est un logiciel de configuration automatique d’un parc informatique, de serveurs. C’est un logiciel libre et donc open source orienté web dont la partie serveur (interface web) est écrit en Scala et la partie agent écrit en C. Rudder fonctionne donc avec des agents installés sur les machines du parc à gérer.

Rudder se veut facile d’utilisation et ce pour différent niveau d’expertise. Ainsi il permet au profane de spécifier les paramètres de déploiement dans le centre de contrôle qui seront ensuite appliqués par Rudder. Un rapport graphique est ensuite affiché sur l’interface utilisateur.

Plus encore, il permet aux experts de spécifier l’implémentation même des paramètres qui seront appliqués sur les machines du parc qui elles-mêmes peuvent tourner sur différents systèmes. Il permet aussi au manager de consulter les rapports d’exécution et les logs qu’il a récolté au cours de sa configuration.

Au niveau de son fonctionnement Rudder implémente deux fonctionnalités majeures. La première étant évidemment la gestion des diverses configurations des agents via des « règles ». Ces règles sont appliquées sur les nœuds agents. La définition même d’une règle englobe : l’installation d’un logiciel, d’un outil, la configuration d’un service, l’exécution d’un démon, etc.

La deuxième consiste à gérer les « assets » de chaque nœud agent. En effet, chaque agent est chargé d’envoyer en permanence un inventaire complet au serveur Rudder. L’objectif principale de la gestion des « assets » est surtout de permettre l’identification des nœuds agents ainsi que leurs caractéristiques propres comme le système d’exploitation en présence ou encore le système de fichier. La gestion de configuration dépend principalement de ce principe « d’asset ».

Le fonctionnement de la gestion des « assets » est assez simple, il existe trois concepts à retenir principalement :

* Le concept de « Nouveau nœud » : lors du premier inventaire de ses caractéristiques un nœud est placé dans un état de transit. L’utilisateur a alors accès à un détail plus ou moins complet de ses caractéristiques. Il doit alors accepter dans le serveur Rudder d’ajouter le nœud à la base de données si désiré.
* Le concept de « Recherche de nœuds » : il est possible d’identifier via un moteur de recherche avancé, les machines du réseau locale à gérer ou non. On peut ajouter à la base de données des machines selon différents critères comme une plage d’adresses IP, le système d’exploitation, etc …
* Le concept de « Groupe de nœuds » : Rudder offre la possibilité de créer des groupes de nœuds agents. Ces groupes sont en fait créés sur base des résultats de la recherche exécutée via le moteur de recherche. Un groupe peut être statique ou dynamique. Dans le cas d’un groupe statique, la recherche est réalisée une et une seule fois, le résultat est alors stocké. Une fois le groupe déclaré, la liste des agents ne changera plus sauf en cas de modification fait à la main. Pour les groupes dynamiques, la recherche est réalisée à chaque fois que le groupe reçoit une requête. Le groupe contiendra donc la liste des agents correspondants aux critères de recherche, ainsi si un agent ne correspondant plus aux critères de sélection il sera supprimé du groupe.
* 

Figure 3Rudder Architecture (Rudder 4.0 - User's manual, 2016)

Rudder est un outil fort complet permettant de gérer la configuration d’une flotte aussi vaste que diverse de systèmes d’exploitation. Cependant il est honnête de souligner que pour gérer de manière très complète un parc de machine Windows avec Rudder il faudra investir dans l’achat de plugin prévu à cet effet.

## Pourquoi utiliser YASC ?

Après avoir décrit chacun de ces trois logiciels, tous reconnus maintenant comme de grand logiciel de gestion de configurations, on pourrait se demander : « Pourquoi s’attarder à créer un programme comme YASC alors qu’il existe des logiciels déjà très complets ? »

Il faut savoir que ces trois logiciels sont conçus à la base pour des systèmes UNIX. C’est d’ailleurs la raison pour laquelle ils permettent de gérer un catalogue de système UNIX beaucoup plus complet que celui des systèmes Windows server.

Prenons l’exemple de Rudder. À l’heure ou ces lignes sont écrites Rudder permet de gérer seulement jusqu’à la release 2012 de Windows Server. Alors qu’il permet de gérer pas moins d’une vingtaine de systèmes UNIX distincts. De plus comme dis précédemment, pour gérer complétement et correctement un système Windows il faudra investir dans un plugin additionnel de Rudder …

Puppet quant à lui permet gratuitement la gestion d’un environnement Windows. Cependant son langage dédié (DSL) nécessite une expertise supplémentaire pour gérer un environnement Windows de façon plus approfondie via la programmation de module indépendant.

Chef quant à lui permet d’exécuter directement du code PowerShell mais nous ne nous sommes pas pencher sur cette solution pour une autre raison qui sera expliquée plus bas dans ce chapitre.

Pourquoi faire tout cela alors que Microsoft nous offre un lange de programmation permettant de créer des scripts de configuration Windows ? Le PowerShell est un langage maintenant natif à Windows qui permet de gérer l’entièreté des fonctionnalités d’une machine Windows et qui, de plus, est porté depuis peu sur UNIX. Depuis quelques années, la gestion d’un parc informatique de machines Windows ne s’imagine plus avec un autre langage que PowerShell. Il serait fou de s’obstiner à configurer des machines via des outils à l’origine non prévu à cet effet, alors que le concepteur même de Windows, Microsoft, nous mets à disposition un langage natif prévu pleinement à des fins de configurations de leur système d’exploitation. C’est donc pour cela qu’il est évident d’utiliser un outil de gestion de configuration écrit entièrement en PowerShell.

Comme dit précédemment dans la présentation de la problématique en début de ce chapitre, la décision de développer YASC n’a pas été prise seulement pour une question de langage de programmation. Un des objectifs majeurs de YASC est de pouvoir gérer une documentation décrivant de manière claire, précise et détaillée comment a été configurée une application sur une machine quelconque. Cette documentation est actuellement présentée sous la forme d’un document HTML assez simple. C’est l’absence de cette documentation sous le logicielle Chef qui nous a pousser à l’abandonner.

Plus encore, lors de la création d’un script de déploiement YASC crée, en plus de la documentation, une copie de ses fichiers de configuration et du fichier de configuration de l’application. Cela permet de conserver le contexte et l’environnement dans lesquels a été générer le script de déploiement YASC.

Cela a plusieurs avantages. D’abord il clair qu’une documentation personnel pour chaque déploiement, classé en fonction de la date et l’heure de la génération a un avantage sérieux d’un point de vue dépannage. Si l’application qui sera déployé grâce à ce script à un bug, il est plus simple d’avoir une vue d’ensemble de ses paramètres d’installation pour réaliser son dépannage.

Il est aussi utile de conserver une copie du contexte et de l’environnement dans leur état au moment de la génération. Prenons par exemple le cas du fichier des métadonnées de YASC. Ce fichier, brièvement expliqué, permet de décrire l’environnement client dans lequel vas tourner YASC. Il contient donc par exemple les adresses IP des différents serveurs du client, les adresses mails des personnes responsable, etc.

Imaginons maintenant vouloir modifier ce fichier pour des raisons quelconques. Suite à ce changement certains fichier de déploiement ne fonctionne plus correctement et refuse de déployer leurs applications. Pour isoler le problème, il suffit alors de réaliser une comparaison entre le fichier de métadonnées actuel et sa copie réalisée au moment où le déploiement de l’application fonctionnait encore.

Pour conclure, YASC est en cours de développement car Limelogic à trouver nécessaire de réaliser un outil de déploiement d’applications :

* Écrit et réaliser principalement pour configurer des machines Windows Server.
* Qui configure ces machines Windows de la façon la plus pointilleuse et la plus complète possible.
* Qui simplifie les phases de dépannage et améliore la communication entre les membres d’une équipe d’administrateurs par le biais d’une documentation ciblée.

Cependant, YASC permet maintenant de configurer d’autres appareils que des ordinateurs Windows comme par exemple des switchs HP ProCurve et des firewalls FortiGate de chez Fortinet. Son évolutivité n’a potentiellement aucune limite.

# YASC

Ce chapitre a pour but d’expliquer de façon exhaustive le fonctionnement de YASC, les ressources qui lui sont nécessaires et les objets qui résultent de l’exécution de l’engine.

Pour détailler le plus précisément les mécanismes de YASC nous utiliserons le diagramme de fonctionnement à la page suivante. Comme celui-ci la montre de façon générale queYASC a besoin de plusieurs ressources pour fonctionner correctement.

En premier lieu, le fonctionnement de YASC requiert quatre fichiers de configuration : le fichier de configuration de l’engine, le fichier des métadonnées décrivant le(s) environnement(s) de déploiement, le fichier d’engine décrivant les modules PowerShell utilisé par YASC et enfin le fichier de déploiement décrivant les étapes de déploiement de l’application.

Ensuite, YASC aura besoin des modules PowerShell qui sont décrit dans le fichier d’engine. Comme cela a déjà été mentionné, les modules PowerShell représente la réalisation d’une tâche atomique relative à l’application à déployer.

Le diagramme de fonctionnement exprime également le résultat d’une exécution YASC. La sortie d’un traitement YASC nous donne trois ressources intéressantes :

* Evidemment, la création d’un script permettant de déployer l’application sur la machine concernée.
* La génération d’une documentation créée sur base des cmdlets utilisé lors du déploiement de l’application. Celle-ci décrit les étapes réalisées durant le déploiement et les paramètres de configuration utilisés pour l’application.
* YASC envoi un mail au responsable de l’environnement, les notifiant qu’une application a été déployer.

Ce chapitre sera donc divisé en 3 sous-chapitres :

1. Les ressources nécessaires pour faire fonctionner YASC, plus précisément : les différents fichiers XML.
2. Les modules PowerShell : la façon dont ils doivent être programmés, comment les utilisés dans YASC, etc.
3. Le résultat d’une exécution de YASC : email, script de déploiement et autre sortie.

Chaque sous-chapitre permettra de présenter une ou plusieurs ressources en plus d’expliquer comment YASC l’utilise.

## Diagramme de fonctionnement



Figure 4 YASC Architecture (YASC (YET ANOTHER SOFTWARE CONFIGURATOR) DOCUMENTATION, 2016)

## Les fichiers XML de configuration

Les fichiers de configuration que l’on peut voir sur le schéma de fonctionnement à la page précédente sont des fichiers XML. Ils sont au nombre de quatre. Ils sont très importants car ils disposent des informations à la génération d’un script de déploiement par YASC. Ainsi dans ce chapitre, nous détaillerons le fonctionnement de YASC et la façon dont il utilise les fichiers XML.

### Le fichier de configuration de YASC : YascConfig.xml

Le fichier de configuration est le premier fichier chargé par YASC. Il lui permet de récupérer les informations qui lui sont nécessaires pour fonctionner. De manière générale, ce fichier permet de décrire des ressources nécessaires à YASC pour la création des scripts de déploiement. Ainsi dans ce fichier XML nous pourrons ranger ces différentes ressources :

* Le chemin vers le dossier de fichier temporaire de YASC : YascTempFolder. Qui est d’ailleurs utilisé pour télécharger et stocker temporairement les fichiers de configuration des switchs et des firewalls.
* La définition des séparateurs de paramètres utilisés pour inclure des valeurs fournies dans d’autre fichier XML. Ces séparateurs sont notamment utilisés lors de la création du fichier XML décrivant les étapes de déploiement, « AppData.xml ».
* Différents chemins vers des dossiers et des fichiers, comme par exemple le chemin vers tous les modules PowerShell.
* Les emails des personnes responsables qu’il faudra prévenir lors de la création du script de déploiement.
* Et bien d’autre encore.

Le fichier de configuration, contrairement au fichier des métadonnées (« YascMeta.xml »), doit respecter une certaine structure car ses paramètres sont significatifs pour YASC. C’est pour cela qu’il existe un fichier YascConfig.xsd qui permet de vérifier structure du fichier. Au début de l’exécution, YASC va charger en mémoire le fichier de configuration et vérifier qu’il se conforme au schéma du fichier .xsd.

### Le fichier des métadonnées : YascMeta.XML

Le fichier des métadonnées et le fichier de configuration que YASC charge en second. Il contient beaucoup d’informations concernant l’environnement dans lequel YASC va devoir déployer des applications. Il contient notamment :

* Une liste des serveurs sur lesquels il est susceptible de déployer. Ainsi que la signalisation du système d’exploitation que chacun d’eux fait tourner.
* Le chemin vers le « repository » pour chaque environnement de déploiement : production, test, …
* La liste des emails du responsable pour chaque environnement de déploiement.
* Le nom d’hôte ou l’adresse IP du serveur SMTP à utiliser pour envoyer les mails de notifications.
* Le chemin vers le KeePass qui sera utilisé pour stocker tous les mots de passe dont YASC pourrait avoir besoin dans une cmdlet.
* D’autre information non négligeable comme les noms d’hôtes ou les adresses IP des différents switchs et firewall dans le réseau.

Une fois le fichier chargé, YASC sauvegarde chaque tag et leur valeur dans un objet déclaré comme global, lui permettant alors d’accéder depuis n’importe quel contexte aux valeurs que contient le fichier des métadonnées. Cela peut s’avérer très utile dans le cadre de données utilisées par plusieurs cmdlets.

Le fichier des métadonnées, contrairement au fichier de configuration et au fichier de l’engine, n’a pas besoin de respecter un schéma bien précis. L’utilisateur peut l’organiser comme il le souhaite, tant que cela reste écrit en XML correcte car en effet, c’est l’utilisateur lui-même qui va faire référence à ses valeurs. C’est donc à lui de voir comment il souhaite l’organiser.

### Le fichier de définition des modules PowerShell : YascEngine.xml

Ce fichier contient une déclaration de chaque cmdlet PowerShell utilisé dans YASC pour réaliser le déploiement d’une application. Il est chargé par YASC directement dans un objet global tout comme le fichier des métadonnées et juste après celui-ci.

Concrètement, ce fichier organise ses cmdlets en deux catégories. Les cmdlets de test et les cmdlets d’actions.

Les cmdlets de test sont des cmdlets assez basique permettant à YASC de faire une vérification lors du déploiement pour s’assurer qu’une condition est remplie. Nous pouvons par exemple citer la cmdlet permettant de vérifier les droits utilisateurs lors de déploiement, ou encore la cmdlet permettant de vérifier la connexion réseau.

Les cmdlets d’actions sont évidemment les cmdlets qui réaliseront la configuration d’une tâche à proprement parlé, comme par exemple créer un nouvel utilisateur dans l’annuaire d’un AD Windows ou encore configurer l’adresse d’un port de management sur un switch.

Ensuite dans chaque tag « Tests » et « Actions » sont définis les cmdlets appartenant à cette catégorie. La définition d’une cmdlet dans l’engine de YASC doit suivre certaines règles. Prenons par exemple le cas de la cmdlet « Set-LDPyascAdPwd » qui permet de changer le password administrateur d’un active directory :



Exemple Cmdlet permettant de changer le mot de passe admin d'un A.D.

Il y a quatre règles à respecter dans le cadre de la définition d’une nouvelle cmdlet dans le fichier d’engine.

La première règle à suivre et de créer un tag XML relativement simple décrivant ce que réalise la cmdlet. Cela permettra de citer la cmdlet dans le fichier de déploiement (« AppData.xml ») et simplifie grandement l’écriture de celui-ci. Le but étant de simplifier le plus possible la lecture de ce fichier. Dans le cas de notre exemple, son « nom d’étape » est « ChangeAdminPwd ». C’est plutôt explicite.

La seconde règle est de cité entre le tag « CmdLet » le nom complet de la cmdlet. Ce tag sera utilisé lors de la génération du script de déploiement, permettant à YASC d’invoquer la cmdlet ainsi que tous les paramètres qui lui seront imputés depuis le fichier de déploiement.

La troisième règle consiste à ajouter le tag « NeedsReboot », toujours nécessaire, spécifiant si l’étape réaliser par la cmdlet nécessite un reboot de la machine. Les valeurs acceptées sont « yes » et « no ».

La quatrième règle est d’ajouter les tags « Param ». Ces tags définissent la provenance de la valeur à passer à un paramètre de la cmdlet lors de son invocation par YASC. Ainsi nous pourrons déclarer si la valeur du paramètre est à trouver dans le fichier de déploiement ou disponible dans le fichier des métadonnées. YASC réalise cela lui-même en utilisant le système de séparateurs, cités plus haut, pour savoir quand il doit remplacer une valeur par une trouver dans un autre fichier. Pour ce tag on peut alors définir la valeur « Step », qui signifie que la valeur est directement insérée dans le fichier de déploiement, ou une référence dans le fichier des métadonnées :



Exemple YASC ira chercher la valeur dans le fichier des métadonnées

Ceci indique à YASC d’aller chercher le nom de domaine dans le fichier des métadonnées au moment du « Build-time »

### Le fichier de déploiement d’application : AppData.xml

Ce fichier est appelé AppData.xml de façon générale. En réalité son nom dépend de l’application à déployer. Ainsi pour déployer Git, par exemple, le fichier s’appellera « Git.xml » et cela dans le but d’être le plus concis possible.

Ce fichier est certainement un des plus importants car il décrit toutes les étapes de déploiement d’une application. Ce fichier est chargé dans un objet PowerShell en dernier lieu une fois que tous les fichiers de configuration ont été chargés et que leur intégrité a été vérifié.

Le fichier de déploiement respecte lui aussi une certaine architecture de construction : l’entièreté du fichier est englobée par le tag XML « Data ».

Ensuite, le tag « General » permettra de décrire l’application, ainsi que la version, qui sera déployée. Ces informations seront très utiles lors de la génération de la documentation.



Exemple Tag "General"

Viens après le tag « Steps », contenant une foule de sous tag « Step ». Son but est évidemment d’inclure une série d’étape au déploiement de l’application.

Comme montré dans l’exemple ci-dessous, le tag « Step » est un tag très rempli et contient d’autre tag utile à la génération de la documentation et du script de déploiement.

En réalité YASC, après avoir chargé en mémoire le fichier, vas parcourir les différents tags « Step ». A chaque fois qu’il tombera sur le tag « Yasc », il récupère la valeur que le tag renferme. Cette valeur est en fait le nom de l’étape définie dans le fichier YascEngine.xml. Ainsi lorsque YASC, possède le nom de l’étape il peut récupérer facilement, depuis ce fichier, le nom de la cmdlet et la provenance des paramètres qui la compose. Il sait ainsi, où récupérer les valeurs à passer aux paramètres.

Il y a alors deux possibilités : soit le paramètre trouve sa valeur dans le fichier des métadonnées et alors YASC n’a plus qu’à la récupérer depuis l’objet contenant en mémoire le fichier. Soit elle est spécifiée dans le tag « Step ».

Dans les deux cas, lorsque YASC parcourt le fichier de déploiement d’une application, il en résulte un script « .ps1 » composé de l’invocation d’une ou plusieurs cmdlet PowerShell chacune correspondant à des étapes de déploiement décrites dans ce même fichier. Ainsi lors de l’exécution du script chaque cmdlet est exécutée des valeurs de paramètres récupérées dans le fichier XML de déploiement et/ou des métadonnées.



Exemple Les étapes de déploiement d'un firewall

### En résumé

En résumé, lorsque l’on lance la création d’un script de déploiement avec YASC, celui-ci charge 4 fichiers.

Il commence par initialiser le premier fichier : le fichier de configuration, lui indiquant où trouver toute les informations qu’il aura besoin par la suite (modules PowerShell, chemins d’accès, etc.). Une fois qu’il a toutes ces ressources il peut charger les 3 autres fichiers qu’il sauvegardera dans des objets PowerShell globales.

Il charge en dernier le fichier de déploiement propre à l’application demandée et parcours chaque tag « Step » du fichier XML (par le biais de l’objet PowerShell). Pour chaque tag, correspondant une cmdlet définie dans le fichier YascEngine.xml, YASC ajoute, au script, une invocation de la cmdlet correspondante à l’étape. Ce script va alors, au moment de l’exécution, invoquer toute ces cmdlets unes à unes.

## Les modules PowerShell

Les modules PowerShell de YASC sont des cmdlets utilisés par celui-ci pour réaliser une action ou un test. Elles ont pour fonction d’être le plus atomique et le plus simple possible. L’intérêt d’opter pour un mode de fonctionnement en module est de pouvoir améliorer YASC indépendamment de son propre code. En effet, dans le chapitre précédent, nous avons vu que YASC pouvait générer un script de déploiement. Ce script invoque l’une après les autres les cmdlets réalisant les étapes du fichier de déploiement d’une application quelconque.

Ainsi, il est évidemment très simple de programmer une nouvelle fonctionnalité et de l’ajouter dans YASC. Pour ce faire il faut réaliser trois étapes :

* Programmer la cmdlet PowerShell en respectant certaine règle de bonne pratique.
* Déclarer la cmdlet dans le fichier YascEngine.xml
* L’ajouter au fichier XML de déploiement de l’application qui a besoin de cette nouvelle fonctionnalité.

### Règles de bonne pratique pour la programmation d’un module PowerShell.

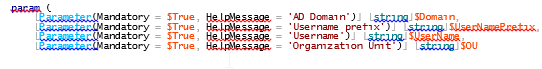
C’est assez simple de programmer un module PowerShell pour YASC. Cependant certaines règles de bonne pratique sont à observées lorsqu’on l’on programme pour conserver une certaine cohérence avec le reste des cmdlets.

La toute première règle de bonne pratique à respecter est extrêmement importante car elle impacte sur la génération automatique de la documentation. Il s’agit de l’en-tête de description de la cmdlet. Non seulement cette en-tête est utilisé pour la documentation mais elle permet aussi de récupérer les informations relatives à ses paramètres, ses commentaires etc. lors de l’utilisation de la cmdlet « Get-Help ». En somme, plus votre en-tête est complète plus facile il sera de comprendre la cmdlet :



Exemple Exemple d'en-tête de description

La seconde règle concerne les paramètres eux-mêmes de la cmdlet. Les paramètres des variables PowerShell doivent être le plus explicites possible et cela pour deux raisons. Premièrement, le nom des paramètres sera utilisé dans la documentation générée par YASC. De plus, la propriété « HelpMessage » sera utilisé pour décrire ce paramètre. Il est donc important que les deux soit clairs et précis. Deuxièmement, comme vu précédemment, le fichier YascEngine.xml précise d’où préviennent les valeurs des paramètres pour chaque cmdlet. De ce fait le nom de chaque paramètre utilisé dans la cmdlet sera référencé dans le fichier d’engine. Il est donc important, pour la compréhension de ce fichier, que les noms soit explicites.



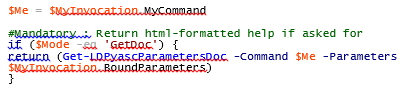
Exemple Exemple de nomination des paramètres (YASC (YET ANOTHER SOFTWARE CONFIGURATOR) DOCUMENTATION, 2016)

Ensuite, un module YASC nécessite toujours une variable « Mode ». Cette variable permet de spécifier le mode de fonctionnement du module. Une cmdlet PowerShell destinée à fonctionner sous YASC doit toujours, dans la mesure du possible, implémenter au minimum un mode « Create », un mode « Audit » et un mode « GetDoc ». Il se peut aussi que la cmdlet implémente un mode « Update » mais c’est plus rare.



Exemple Syntaxe du paramètre "Mode" de YASC (YASC (YET ANOTHER SOFTWARE CONFIGURATOR) DOCUMENTATION, 2016)

Le mode « GetDoc » permet de récupérer sous format HTML, la documentation de la cmdlet. Pour ce faire, la cmdlet doit respecter une règle supplémentaire. Elle doit commencer par le code ci-dessous :



Exemple Code de démarrage d'une cmdlet (YASC (YET ANOTHER SOFTWARE CONFIGURATOR) DOCUMENTATION, 2016)

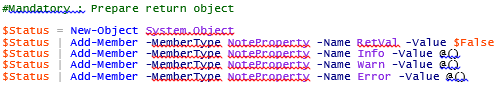
Ce code réalise tout simplement l’appel à la fonction « Get-LDPyascParametersDoc » qui renvoi le code HTML de la documentation pour cette cmdlet. Il faut évidemment passé la valeur « GetDoc » au paramètre de  « mode ».

Le mode « Audit » et le mode  « Create » sont extrêmement important. Le mode « Create » permet tout simplement d’exécuter la tâche de la cmdlet. Par exemple, placer un utilisateur Windows dans un groupe d’utilisateurs. Le mode « Audit » est extrêmement important. En effet, la configuration appliqué par un script de déploiement créer par YASC ne doit JAMAIS être modifié à la main.

Le mode « Audit » de chaque cmdlet a pour but de vérifier si la configuration actuelle de la tâche est toujours la même que celle appliquée lors du mode « Create ». Pour reprendre l’exemple précédent, le mode « Audit » de cette même cmdlet permettrais de vérifier si l’utilisateur appartient toujours bien au groupe spécifié dans le fichier de déploiement. Le mode « Audit » n’est pas toujours forcément facile à implémenter. Cela le champ d’activité de la cmdlet il se peut qu’il soit impossible à créer. Cependant la cmdlet doit quand même gérer le mode et renvoyer un message d’erreur indiquant à l’utilisateur que cette étape ne peut être auditée.

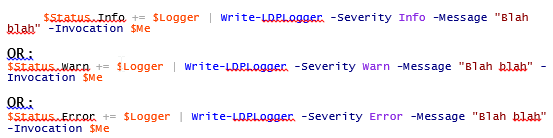
En quatrième lieu, la cmdlet doit posséder un paramètre « Logger » qui est une collection d’objet Log4net. Cet objet permet à la cmdlet d’enregistrer les logs sur un support variable, c’est-à-dire dans un fichier, base de données, par mail, etc.

Et pour finir, la cmdlet doit avoir un système de gestion des erreurs. Cela début avec un objet « Status » qui possède plusieurs variables membres. La première des variables est la variable de retour, c’est un simple booléen définissant le succès de la cmdlet. Ensuite viennent trois tableaux. Ces tableaux ont pour objectif de contenir les différents logs. En effet il y a trois niveaux de log : le niveau d’info, le niveau des « warnings » et le niveau des erreurs.



Exemple 14 Objet "Status" (YASC (YET ANOTHER SOFTWARE CONFIGURATOR) DOCUMENTATION, 2016)

Peu importe le support utilisé pour sauvegarder les logs, la réalisation de ces derniers ce fait toujours de la même manière d’un point de vue programmation :



Exemple Logger une info dans une cmdlet (YASC (YET ANOTHER SOFTWARE CONFIGURATOR) DOCUMENTATION, 2016)

Ainsi, l’objet « Log4net » assure que l’information soit sauvegardée correctement, que le script appelant l’information puisse gérer l’échec ou la réussite de la cmdlet, affichant alors de façon globale le nombre d’erreurs ou de « warnings » produit ainsi que les messages leurs étant liés.

### Déclarer une cmdlet dans le fichier YascEngine.xml

La seconde étape dans l’intégration d’un module PowerShell est de déclarer la cmdlet dans le fichier de l’engine, c’est-à-dire le fichier YascEngine.xml. Dans le chapitre présentant les différents fichiers de configuration de YASC, la syntaxe du fichier YascEngine.xml a déjà été abordé, cependant un exemple complet et une explication du cas des collections de données semble nécessaire.

De façon générale, la déclaration d’une cmdlet dans YascEngine.xml peut avoir cette forme :



Exemple Cmdlet déclarée dans le fichier YascEngine.xml

Le fichier YascEngine.xml associe donc n’importe quelle étape/actions susceptible d’être utilisé dans un fichier de déploiement à une cmdlet qui réalise cette action (grâce au tag « CmdLet »). Dans cet exemple nous avons déclaré une étape permettant d’ajouter une « feature » Windows. Nous avons donc, arbitrairement, choisis d’appeler cette étape « Add-WindowsFeature ». À noter que le choix de ce nom est totalement dépendant du programmeur, cependant c’est sous ce nom que l’étape sera référencée dans le fichier de déploiement. C’est ainsi que YASC fait la liaison entre l’étape et la cmdlet.

Par la déclaration des variables de la cmdlet, le tag « Param » est composé de deux tags : le tag « Name » et le tag « From ». Ce dernier peut référencer le fichier de déploiement ou le fichier des métadonnées comme source de la valeur du paramètre. Mais de cela nous avons déjà parlé dans le chapitre 7.2.4. Ainsi discutons du cas des collections de données dans YASC.

Un cas particulier lors de la déclaration des paramètres d’une cmdlet dans le fichier engine est l’utilisation d’une collection de données. Pour passer, en tant que paramètre, une collection de données on utilise une syntaxe bien spécifique pour le nom du paramètre. En effet, cela permettra à YASC de créer un objet Hashmap[[3]](#footnote-3) contenant les données récupérées dans le fichier XML. Dans YASC, toute collection de données passées en paramètres doit être nommées de cette manière : « $Coll\_LeNomDeLaCollection ».



Exemple Déclaration d'une collection dans YascEngine.xml

Comme pour des variables classique, pour passer des valeurs a cette collection il est possible soit de les récupérer dans le fichier de déploiement de l’application ou dans le fichier des métadonnées.

Prenons par exemple une collection de données contenant un ensemble d’abréviations. Ainsi, pour déclarer les valeurs dans le fichier des métadonnées :



Exemple Déclaration d'une collection dans le fichier YascMeta.xml

Le tag  « Abbreviations » servira purement est simplement de balise pour spécifier dans le fichier YascEngine.xml ou trouver la collection. Le plus important pour YASC sont les tags « Coll\_Abbreviations ». Ces tags contiennent la clé et la valeur utilisées pour un élément de la Hashmap.

Si l’on souhaite déclarer les valeurs des données au sein du fichier de déploiement de l’application, la syntaxe est plus ou moins la même que dans le fichier YascMeta.xml, les tags « Coll\_xxxx » seront encadrés par le tag « Param » et pour chaque nouvelle entrée à ajouter dans la Hashmap, correspondra l’ouverture d’un tag « Coll\_xxxx » :



Pour chaque tag « Coll\_xxxx », on ajoutera un ou plusieurs tags. Le nom du tag donnera le nom de la clé dans la Hashmap et le contenu du tag spécifiera la valeur correspondante à cette clé.

Exemple Déclaration de la collection dans le fichier de déploiement "AppData.xml"

### Utilisation de la cmdlet dans le fichier de déploiement de l’application

Maintenant que notre cmdlet a été créée en suivant les règles minimales nécessaires pour son bon fonctionnement dans YASC et qu’elle a été intégrée au fichier d’engine de YASC, il faut l’utiliser et l’intégrée au fichier de déploiement d’application.

Nous pouvons diviser un fichier de déploiement en deux parties. La première partie est composée du tag « General ». Ce tag permet de décrire l’application a déployée. La deuxième partie est composé du tag « Steps ». C’est ce tag qui accueille toutes les étapes de déploiement. Comme déjà expliqué, à chaque étape correspond un tag « Step ».

Comme on peut le voir sur l’exemple ci-dessous. Une étape se déclare entre le tag et l’anti-tag « Step ». Celui-ci en contient d’autre, chacun ayant sa propre importance :



Exemple Configuration d'un vlan sur un switch HP ProCurve

* Le tag « Name » : sert à la documentation du déploiement. Chaque étape est divisée en différent chapitre. Le tag « Name » définit le titre de ce chapitre.
* Le tag « DetailedDescription » : sert également à la documentation. Il fournit une description détaillée de l’étape et de ce qu’elle produit.
* Le tag « Type » : le fichier YascEngine est séparé en deux catégories : les tests et les actions. Ce tag permet de dire à YASC dans quelle catégorie ce situe la cmdlet.
* Le tag «  Yasc » : surement un des tags les plus important, le tag « Yasc » définit le nom de l’étape. C’est grâce à cela que YASC va récupérer la cmdlet correspondant à l’étape dans le fichier YascEngine.xml.
* Le tag « Prereq » : permet de spécifier si une étape est nécessaire avant la réalisation de celle-ci.
* Le tag « IsFatal » : permet de terminer l’exécution de YASC dans le cas où l’étape se serait terminé sans succès. Par exemple il n’est pas intéressant de configurer les informations d’authentification R.A.D.I.U.S d’un switch si la configuration du serveur n’est pas déroulée correctement.
* Le tag « Param » : ce tag contient d’autre sous-tags nommé chacun selon les paramètres de la cmdlet et contenant les valeurs leurs devant être assignés lors de l’exécution. Cependant il se peut que ce tag ne contienne pas tous les paramètres. Pour rappel, il est possible de récupérer les valeurs depuis le fichier des métadonnées.

### En résumé

En conclusion, pour ajouter une nouvelle cmdlet à YASC, il suffit de respecter quelques règles de bonnes pratiques, comme la gestion des erreurs, l’ajout des modes principaux d’une cmdlets, la description de la cmdlet pour la documentation, etc.

Il faut aussi ajouter à l’engine la description de la cmdlet et l’étape associé. La seule petite difficulté dans cette étape peut se trouver dans la façon dont fonctionne tout le système de paramétrage. En effet au début il peut paraître un peu déroutant de pouvoir spécifier la valeur d’un paramètre depuis … un peu près n’importe où. Cependant ce système permet à YASC de réaliser sa tâche avec le plus de souplesse possible.

## En sortie du processus YASC

Pour rappel, YASC ne réalise pas le déploiement à proprement parlé. Il construit en réalité un autre script PowerShell réalisant le déploiement. En fonction de l’application à déployer le script pourra s’utiliser de différente manière : soit directement sur la machine, soit par connexion SSH, etc.

Cependant ce n’est pas la seule résultante de l’exécution de YASC. Comme nous pouvons le voir sur le schéma de fonctionnement de YASC à la page 25, l’engine réalise aussi une documentation complète du déploiement, envoi un mail à la personne responsable et réalise une copie complète du contexte d’exécution (copie des fichiers de configurations).

Pour décrire plus en détails le script de déploiement, son schéma de fonctionnement est disponible à la page suivante.

### Schéma de fonctionnement d’un script de déploiement



Figure Schéma de fonctionnement d'un script de déploiement (YASC (YET ANOTHER SOFTWARE CONFIGURATOR) DOCUMENTATION, 2016)

### Le script de déploiement

#### Les paramètres

Sur ce schéma nous pouvons voir en premier lieu que, tout comme une cmdlet PowerShell, le script prend des paramètres. En effet, le script de déploiement peut être appelé depuis un autre script PowerShell ou depuis l’invite de commande PowerShell comme une simple CmdLet.

Ainsi, le script de déploiement généré par YASC possède une section « Param » décrivant tous les paramètres nécessaires à son exécution : 

Figure En-tête "Param" d'un script de déploiement généré par YASC dans le cadre de la configuration d’un firewall.

Le paramètre « DeployementMode » fait évidemment référence au paramètre mode que chaque Cmdlet doit posséder (c.f page 31 ). Chaque cmdlet appelée au sein de ce script de déploiement aura comme mode de fonctionnement celui passé par l’utilisateur au moment de lancer le script. Ainsi, si l’utilisateur souhaite vérifier si la configuration respecte toujours bien celle créée, il n’aura qu’a lancé le script en mode Audit. Cela aura pour effet de lancer chaque cmdlet en mode Audit.

Le paramètre « OverrideMode » est un peu spécial. En effet, lors de la première exécution du script de déploiement, après la réalisation avec succès d’une étape, le script écrit dans le registre Windows, si l’action a été réalisée. Cela permet de conserver un historique des actions déjà réussis pour ne pas devoir les refaire si jamais une étape fatale échoue et que le script doit s’arrêter. De ce fait, avant de réaliser une étape, le script vérifie d’abord dans les registres Windows si elle n’a pas déjà été réalisée. Le paramètre « OverrideMode » peut prendre plusieurs valeurs :

* « Never » : permet de spécifier que le script ne réalisera jamais deux fois une action qui a été marquée comme réalisée dans les registres Windows.
* « Always » : permet d’obliger le script à toujours réaliser l’étape même si elle a déjà été faite.
* « Ask » : permet de laisser le choix, en temps réel, à l’utilisateur.

Le paramètre « KeePassDataBasePwd » est lui aussi assez singulier. En effet la gestion des mots de passe utilisateur se réalise via le software KeePass. Il est évident que pour accéder à se logicielle il faut un mot de passe. Le paramètre « KeePassDataBasePwd » représente sous forme de string le mot de passe du KeePass.

Viennent ensuite les paramètres contenant les chemins vers les dossiers critiques de YASC : « GpmRootDir » permettant de spécifier le chemin vers les modules PowerShell globaux de YASC, « YascRootDir » permettant de spécifier le chemin vers le répertoire par défaut de YASC et enfin « CfgRootDir » permettant de spécifier le chemin du dossier « cfg » qui contient les quatre fichiers XML de configuration de YASC.

#### L’exécution et les emails

Comme cités précédemment, le script de déploiement contient une suite d’appel à des cmdlets. Ces cmdlets sont importées, au moment de la création du script de déploiement, par YASC. Au moment de l’exécution, chaque cmdlet parcourue sera exécutée suivant cette logique :

1. Si la cmdlet fait partie de la catégorie « test », on réalise le test :
2. S’il est réussi on passe à la cmdlet suivante.
3. Sinon on termine l’exécution du script si nécessaire (fatale ou pas).
4. Si la cmdlet fait partie de la catégorie « action », on réalise l’action en appelant la cmdlet.
5. Si elle est réussite on vérifie si un reboot est nécessaire.
   * Si le reboot est nécessaire on stop le script de déploiement et on envoie un email à la personne responsable de l’environnement dans lequel on déploie.
   * Sinon on passe à la cmdlet suivante.
6. Si l’étape n’est pas réussie on vérifie si elle doit être fatale pour le script ou pas. Si elle l’est on termine l’exécution du script de déploiement et on envoie également un email.

Ainsi, une fois que toute les cmdlets ont suivent cette logique d’exécution, le script de déploiement finis par envoyer un mail à toute personne concernée par le déploiement de l’application. Plusieurs étapes sont nécessaires pour l’envoi. Les informations de déploiement, comme les adresses emails des responsables, étant dépendantes du client, il est nécessaire de fournir au script ces informations au moment du « Runtime ». Ces informations sont pour la plupart contenu dans le fichier de configuration YascConfig.xml et stocké dans l’objet « YRT » au début du script. Ce sont ces informations qui seront utilisés en toute fin pour envoyer un ou plusieurs mails aux personnes concernées.

Ainsi au début d’exécution d’un script de déploiement généré par YASC on commence par charger le fichier de configuration en mémoire, YascConfig.xml. Ensuite on crée l’objet YRT et on lui fournit :

* L’objet XML permettant de parcourir le fichier de configuration,
* Le mode de déploiement,
* Le nom de l’environnement de déploiement (Dev,Tst,etc.),
* L’objet Log4net pour continuer à loger des informations.



Exemple Chargement du fichier YascConfig.xml et création de l'objet YRT

C’est grâce à l’information contenues dans la variable membre « Config » que l’on peut parcourir le fichier XML et donc récupérer les informations nécessaires à l’envoi d’un mail. Ainsi, à la fin du script de déploiement, après que toute les cmdlets aient été invoquées, le code ci-dessous est appelé :



Exemple Envoi d'un email à la fin du script de déploiement

L’objet « Config », dans l’objet « YRT », possède une variable membre correspondant au tag « racine » du fichier XML. Cette variable possède elle aussi une variable pour chaque sous-tag et ainsi de suite jusqu’à trouver la valeur recherchée.

### La documentation et la copie du contexte d’exécution

Cela fait plusieurs chapitres que l’on parle de la documentation. C’était même l’argument principale qui justifiait la conception de YASC. Il est donc temps d’en parler.

À contrario de l’envoi d’un email de notification dans YASC, la génération de le documentation technique correspondante au déploiement d’une application est effectivement bien le résultat de l’exécution de YASC, exactement comme le script de déploiement. En réalité, lorsque YASC crée le script de déploiement, il réalise l’analyse de chaque étape du fichier de déploiement et donc de chaque cmdlet ainsi que leurs paramètres et leurs valeurs. C’est à ce moment-là que YASC réalise la documentation du déploiement sous format HTML.

En premier lieu, YASC réserve un objet rien que pour la création de la documentation. Cet objet contiendra des variables membre permettant de créer de manière indépendante l’en-tête, le corps et le pied de page du fichier HTML.



Exemple Objet contenant sous forme textuelle la documentation

Ensuite, YASC va réaliser la construction de l’en-tête de la documentation. Pour ce faire YASC utilise une cmdlet : "New-LDPyascScriptHeader ». Cette fonction permet de créer l’en-tête de la documentation en fonction de l’environnement d’exécution, du mode de déploiement, etc. Il y a alors ensuite quelque information HTML purement statique qui sont rajouté à la main ainsi que du code CSS.

Le corps de la documentation, c’est-à-dire la description de chaque étape, les valeurs passés aux paramètres, le nom de la cmdlet correspondantes, etc. est construit au moment de la construction du script de déploiement. En réalité, lorsqu’il aura reconstruit l’appel complet des cmdlet pour chaque étape, YASC va appeler chaque cmdlet en mode « GetDoc ». Ce mode appel une fonction qui permet de renvoyer un bout de code HTML propre à chaque cmdlet et décrivant ce qu’elle réalise et les valeurs qu’elle utilise. En définitive, c’est lors de la construction des cmdlets utilisés dans le script de déploiement que YASC crée la plus grosse partie de la documentation.

Pour terminer YASC va rajouter le pied de page HTML grâce à quelque portion de code statique.

À titre d’exemple, voici la documentation générée pour une application permettant de créer une adresse sur un firewall FortiGate de chez Fortinet :



Figure Documentation d'un déploiement à une étape

On constate que presque toute les informations qui ont été passés en paramètre à YASC ont été utilisé : le « Timestamp », le nom de l’application, la version, l’environnement de déploiement, etc. En plus des informations qu’il a récupérer lui-même comme le nom de l’utilisateur qui à déployer l’application ainsi qu’évidemment la cmdlet utilisés pour l’étape et les valeurs ayant été imputés à ses paramètres.

En parallèle à la génération de la documentation, YASC réalise ce qu’on appelle « une copie du contexte d’exécution ». Cela consiste à copier les quatre fichiers de configuration XML dans le but de garder en mémoire le contexte dans lequel YASC à créer le script de déploiement. En effet, il sera souvent nécessaire de modifier certains fichier XML pour améliorer ou compléter YASC. Cela peut engendrer le disfonctionnement de certains scripts de déploiement créés dans le passé. Il est alors intéressant de réaliser une différence entre les nouveaux fichier XML et leurs versions à l’époque ou le(s) script(s) fonctionnait encore. C’est une sorte de sécurité pour celui qui devra développer sous YASC ou tout simplement rajouter des cmdlets/fonctionnalités.

## En résumé

Pour conclure ce chapitre, récapitulons une brève fois ce que nous savons sur YASC.

YASC est un engine, qui a pour but de réaliser un script écrit en PowerShell permettant de déployer une application. Pour ce faire il utilise quatre fichier XML :

* Le fichier de configuration qui contient toute les informations nécessaires à YASC pour s’exécuter.
* Le fichier des métadonnées contenant toute les informations propres à l’environnement d’exécution du client.
* Le fichier de l’engine qui contient en réalité une association logique entre le nom d’une cmdlet (ainsi que ses paramètres) et une étape.
* Le fichier de déploiement de l’application qui décrit toute les étapes nécessaires au déploiement de l’application.

Pour réaliser ce script de déploiement, YASC le construit toujours à partir d’une base commune (paramètres, vérification du chemin pour enregistrer le script définitif, etc.). Ce « template » commun il le remplit au fur et à mesure d’appel vers des cmdlets. Pour ce faire il analyse le fichier de déploiement de l’application. À l’intérieur il y trouve des noms d’étape ainsi que les paramètres dont elle a besoin et leurs valeurs. Pour chaque étape il parcourt le fichier de l’engine et récupère le nom de la cmdlet correspondantes à l’étape. Une fois qu’il a récupérer le nom de la cmdlet pour une étape et les valeurs des paramètres il ajoute au script un appel vers cette cmdlet puis il passe à l’étape suivante. Ces cmdlets sont atomiques et relativement facile à programmer, ainsi n’importe qui s’y connaissant un minimum en PowerShell et ayant pris connaissances des chapitres précédant pourrait créer une cmdlet pour YASC. Pour finir le script de déploiement envoi un ou plusieurs mails aux personnes en charge de l’environnement dans lequel on déploie.

Pour conclure, YASC est un script PowerShell permettant de générer les ressources nécessaires pour déployer une application, à configurer un équipement réseau, à configurer un serveur d’annuaire d’utilisateur sous Windows Server ainsi que bien d’autre applications et services. Il fournit la documentation propre à chaque déploiement ainsi qu’une copie du contexte d’exécution dans l’optique de facilité la vie des techniciens en cas de dépannages. De plus, il assure la vérification de chaque configuration appliquée après déploiement via son mode « Audit » et notifie tous déploiement aux personnes en charge de l’environnement pour éviter les déploiements non voulus.

# Développement de module pour la gestion d’un switch.

Durant ce stage, il a été demandé de réaliser deux tâches bien concrètes. La première était de réaliser la configuration complète d’un switch HP ProCurve via l’outil qui vient d’être présenté : YASC.

Peu importe le moyen qui doit être utilisé pour configurer le switch, le but étant d’automatiser la configuration de ce matériel en interagissant le moins possible avec celui-ci.

Ce chapitre abordera les différences notables entre un switch HP et un switch Cisco avec lequel l’on a le plus l’habitude de travailler dans le cadre des études d’analyste programmeur à la haute école de la province de Liège. Il expliquera aussi les moyens qui ont été déployé pour configurer de tel switch via YASC. C’est-à-dire les différents modules utilisés, les problèmes rencontrés ainsi que les solutions trouvées.

## HP ProCurve et switch Cisco.

HP ProCurve désignait autrefois la division réseau de la société Hewlett-Packard de 1998 à 2010. Elle était évidemment associée à leur produit phare : le switch HP ProCurve. Le nom de la division a depuis lors été renommé en « HP Networking » cependant le switch a conservé son nom jusqu’à récemment. La marque HP a décidé de renommer toute sa gamme de switch en « Aruba switches ».

Durant ce chapitre, nous aborderons comment le déploiement d’un switch HP a été réalisé avec YASC. Evidemment pour ce faire il a fallu au préalable réaliser l’étude d’une configuration HP préexistante. De cette analyse est ressortit des remarques et des constatations quant aux différences qu’il peut exister entre les switches Cisco, que l’on a plus l’habitude de manipuler lors des laboratoires réseaux, et les switches HP.

La suite de ce chapitre traitera de plusieurs points de la configuration d’un switch HP. Pour chaque élément de configuration qu’il a été nécessaire de configurer sur le switch un point de comparaison sera réalisé avec un le système d’exploitation de chez Cisco : Cisco IOS.

## Configurer un switch HP ProCurve grâce à YASC

Pour rappel, pour réaliser une tâche avec YASC il convient de la diviser en étape atomique. À chacune des étapes correspond une cmdlet réalisant une tâche le plus simple possible. Il est relativement simple de saisir ce concept dans le cadre de la configuration d’un switch.

Pour configurer un switch plusieurs étapes peuvent être nécessaires en fonction du contexte. On peut avoir besoin de configurer une interface de management avec une adresse IP et donc un vlan de management correspondant. On peut avoir besoin de configurer le protocole SNMP, de configurer 802.1X ainsi que bien d’autre fonctionnalité. Il est donc évident que pour chacune de ces fonctionnalités une cmdlet sera créée.

Il reste maintenant à savoir comment communiquer avec le switch par PowerShell. Pour accéder au switch en PowerShell, la solution la plus évidente et la plus simple a été de réaliser une connexion SSH sur ce switch.

### L’accès par SSH

En PowerShell pour réaliser une connexion SSH il convient d’utiliser un module complémentaire appelé « Posh-SSH ». Ce module permet, via PowerShell, de réaliser une session SSH avec la cmdlet « New-SSHSession », d’envoyer une commande sous forme de string via la cmdlet « Invoke-SSHCommand », de récupérer une session SSH ouverte via « Get-SSHSession » et enfin de supprimé une session ouverte via « Remove-SSHSession ». Il n’y a rien de plus simple. A savoir que Posh-SSH contient aussi beaucoup de commande supportant différent protocole comme SFTP, SCP, etc. Nous en reparlerons plus tard car nous en aurons besoin.

Les premières tentatives ont consisté a réalisés à la main des connexions SSH vers un switch HP et d’envoyer les commandes par la cmdlet « Invoke-SSHCommand ». Cependant, les commandes ne se réalisaient jamais et il a fallu passés par une étape intermédiaire.

En effet, voici la technique qui aurait été la plus simple d’utilisé : 

Exemple Création d'une session SSH et envoi d'une commande

Malheureusement le switch HP n’avait pas l’air d’accepté les commandes envoyer par la cmdlet « Invoke-SSHCommand ». Il a donc fallu passer par un objet intermédiaire permettant de créer un flux : 

Exemple Création d'une session SSH avec un flux ShellStream

Ce flux permet d’envoyer les commandes au switch à la place de passer par la cmdlet « Invoke-SSHCommand » cependant il a un gros défaut. En effet certaines commandes envoyées au switch nécessitent plus ou moins de temps pour être réalisée en fonction des entrées à créer dans le fichier de configuration. Cela a pour conséquence qu’une commande envoyé au switch avant la fin de l’intervalle de temps requit pour réaliser la commande précédente sera tout bonnement ignorée. Une temporisation a donc été nécessaire.

### Le mode « Create »

Pour créer une cmdlet utilisable par YASC il faut obligatoirement implémenter le mode « Create » et le mode « Audit ». Pour rappel le mode « Create » applique une configuration lue dans le fichier XML de déploiement et le mode « Audit » vérifie si la configuration dans ce même fichier a bien été appliqué ou est toujours bien d’actualité.

Le mode « Create » des cmdlets de configuration du switch, mis à part quelque exception, est relativement simple. Il consiste à utiliser la méthode citée précédemment pour envoyer des commandes propres au « CLI [[4]](#footnote-4)» du switch HP. Cependant, le mode « Create » ne consiste pas qu’en un envoi de commande brut vers le switch. On peut séparer le mode « Create » en quatre étapes majeures.

La première étape consiste à lancer une première fois le mode « Audit », dont on parlera plus tard, et de vérifier, avant d’appliquer une nouvelle configuration, si le switch n’est pas déjà dans l’état voulu. Il suffit donc d’appeler la cmdlet une seconde fois, en lui passant exactement les mêmes paramètres, mais en mode audit : 

Exemple Première étape : appeler le mode "Audit" de la cmdlet pour vérifier si la configuration n'est pas déjà appliquée.

La seconde étape consiste à récupérer dans le KeePass, les informations nécessaires à l’authentification sur le switch. Comme on peut le constater, chaque cmdlet prend plusieurs paramètres nécessaires à l’accès au KeePass :

* PathToKeePassProgram : qui est tout simplement le chemin d’accès vers le programme KeePass.
* KeePassDataBase : qui est le chemin d’accès vers le fichier KeePass contenant tous nos mots de passe.
* KeePassDataBasePwd : qui est le mot de passe d’accès au fichier KeePass.
* Username : c’est le nom de l’entrée dans le KeePass permettant de récupérer le mot de passe. Typiquement c’est le nom de l’utilisateur avec lequel se connecter sur le switch. Par exemple « manager », « operator », ou d’autres utilisateurs créés à la main :



Figure Entrée pour un utilisateur "manager" dans le KeePass.

Le code pour accéder au KeePass est relativement simple et se place un peu avant la construction de la commande SSH (troisième étape).

En troisième lieu viens se placer la construction de la commande et son envoi comme expliquer précédemment. Pour terminer, la quatrième étape consiste à appeler une deuxième fois le mode audit de la cmdlet pour vérifier si la configuration a effectivement bien été appliquée : 

Exemple Mode "Create" de la cmdlet permettant de créer un vlan et de configurer son nom.

### Le mode « Audit »

Le mode « Audit » est un peu plus subtile que le mode « Create ». En effet, il faut trouver le moyen de récupérer la configuration actuelle du switch pour pouvoir vérifier si des modifications sont a apportés. Pour réaliser cela le moyen le plus simple est de télécharger en SFTP le fichier de configuration et de l’analyser ligne par ligne par PowerShell.

Dans l’exécution d’une cmdlet en mode « Audit » trois étapes sont nécessaires. La première étape consiste à appeler la cmdlet récupérant le fichier de configuration du switch. Cette commande offre la possibilité de récupérer soit le fichier « running-config » soit le fichier « startup-config » depuis le switch via SFTP.

La seconde étape consiste à charger se fichier en mémoire et le parcourir pour en retirer les informations nécessaires. Pour ce faire on utilise la cmdlet « Initialize-LDPyascHPSwitchCfg ». Cette cmdlet prend comme paramètre le chemin vers le fichier de configuration à charger ainsi que le type d’information qui est demandé en retour. Elle va alors s’occuper de découper tout le fichier pour retrouver, si elles existent, les informations propres à la cmdlet.

Par exemple, dans le cadre de la configuration du nom d’un vlan, cette cmdlet permet de récupérer le nom de chaque vlan dans une Hashmap. Il suffit alors de vérifier si cette Hashmap possède une entré pour le vlan numéro « X » et, dans ce cas, vérifier si le nom correspond bien à celui qui est attendu :

Exemple Mode "Audit" de la cmdlet permettant de créer un vlan et de configurer son nom.

La troisième et dernière étape consiste donc à vérifier si les informations passées en paramètre de la cmdlet correspondent bien à ceux retrouver sur le switch et que la fonction « Initialize-LDPyascHPSwitchCfg » renvoi sous la forme d’une Hashmap : 

Exemple Vérifier si le nom du vlan "X" a bien été configuré avec le nom souhaité.

Evidemment une fois que les comparaisons ont été effectuées la copie du fichier de configuration est supprimé pour des raisons de sécurité évidente.

Globalement ce schéma de programmation de cmdlet pour YASC a été respecté pour la majorité des cmdlets programmés dans l’optique de configurer le switch HP ProCurve. Cependant certaines fonctionnalités étant bien spécifique il a été nécessaire de procéder autrement. Nous pouvons citer l’exemple de la configuration 802.1X qui a nécessité de travailler avec plusieurs cmdlets différentes. Il est donc intéressant de se pencher sur plusieurs cas bien spécifiques de cmdlets qui s’éloignent des chantiers battus.

## Les cmdlets de configuration du switch HP ProCurve

Ce chapitre aborde différentes cmdlets créées sur YASC ayant pour objectif de configurer une fonctionnalité d’un switch HP ProCurve. Dans le but de limiter les répétitions, seule les cmdlets ayant de spécificités par rapport aux autres ou ayant été programmés différemment seront abordées. Les portions de codes présentées sont réduites aux commandes envoyées au switch dans le mode « Create » des cmdlets, cela dans le but de réduire le nombre d’informations superflues.

### La configuration de 802.1X

802.1X est un standard lié à la sécurité des réseaux. Il permet de contrôler l’accès au réseau par le biais d’équipement réseau comme des switch, des points d’accès, etc.

802.1X se base sur le protocole EAP pour transporter les informations d’identification vers un serveur d’authentification de type RADIUS, TACACS+, CAS ou autre. Ces protocoles sont des protocoles AAA, c’est-à-dire qu’ils réalisent trois fonctions : l’authentification, l’autorisation et la traçabilité. Le schéma classique d’une authentification par EAP comporte trois intervenants :

* Le « Peer » est le client demandant l’accès au média par l’intermédiaire de l’authenticator.
* « L’authenticator » est le matériel réseau fournissant l’accès au réseau, par exemple, un switch, un hub ou un point d’accès.
* « L’authentication server » et le serveur qui a pour objectif d’authentifier le peer et donc de lui accorder ou lui refuser l’accès au média.



Figure Schéma d'authentification EAP sur LAN (EAP - Wikipedia, 2017)

Les switch HP ProCurve, tout comme les switch Cisco, sont compatible avec la norme 802.1X. Cela veut dire qu’il est possible de contrôler l’accès à leurs ports. Ce chapitre n’abordera pas la partie de configuration propre à « l’authentication server ».

La configuration de l’authentification 802.1X sur un switch HP ProCurve se réalise en trois étapes (outre la création des différents vlans nécessaires). Ces étapes étant chacune très conséquentes. C’est pour cela que trois cmdlets ont été conçues dans YASC.

#### Configurer le serveur RADIUS sur un switch HP ProCurve

La première étape consiste à configurer les informations relatives au serveur RADIUS. La cmdlet « Set-LDPyascHPSwitchRadius » s’occupe de cette fonctionnalité. Cette cmdlet prend en paramètre :

* L’adresse IP ou le nom d’hôte du serveur RADIUS,
* Le « timeout », qui est l’intervalle temps avant que la connexion se coupe dans le cas où le serveur de répond plus,
* Le nombre de paquet retransmit en cas de perte,
* Les informations du KeePass nécessaire pour aller chercher le secret partagé entre l’authenticator (le switch) et le serveur RADIUS



Exemple Configurer les informations sur le serveur RADIUS

#### Configurer les informations AAA sur un switch HP ProCurve

La seconde étape consiste à configurer les informations relatives au modèle AAA d’authentification. La cmdlet « Set-LDPyascHPSwitchAAA » s’occupe de cette fonctionnalité. Notamment :

* Le type d’accès sécurisé par RADIUS : SSH, Telnet, Web interface ou console,
* Mode de privilège à protéger : login, enable, ou les deux,
* Un mode d’authentification secondaire dans le cas où le serveur RADIUS serait tombé : local ou rien.



Exemple Configurer les informations d'authentification AAA.

À noter que cette cmdlet amène un concept intéressant qui n’est pas utilisé dans les autres : les paramètres dynamiques. Pour plus d’informations voir en annexe page 59.

#### Configurer les ports d’accès 802.1X et les vlans

La troisième et dernière étape consiste à configurer les ports voulus comme étant des « authenticator ports ». C’est-à-dire qu’ils ne donnent l’accès qu’au client authentifiés. Cette fonctionnalité est gérée par la cmdlet « Set-LDPyascHPSwitch802Dot1X ». Elle permet notamment :

* Configurer une liste de ports comme étant des « authenticator ports »,
* Configurer le vlan des clients non autorisés et le vlan des clients autorisés,
* Configurer le type d’authentification 802.1X : eap-radius,chap-radius,local,etc.



Exemple Configuration des "authenticator ports" et des vlans pour les clients autorisés et non autorisés.

#### Configuration de 802.1X sur un switch CISCO

Sous IOS, le système d’exploitation que font tourner les switches et les routeurs CISCO, la configuration de 802.1X est similaire à celle sous un HP ProCurve.

Elle peut elle aussi être divisée en plusieurs étapes dont la première est la configuration d’un modèle AAA :



Figure Configuration d'un modèle AAA. (Configuring 802.1X Port-Base Authentication, s.d.)

Les commandes « aaa authentication dot1x default group radius » et « dot1x system-auth-control » correspondent à l’étape réalisé par la cmdlet « Set-LDPyascHPSwitchAAA » sur le switch HP, c’est-à-dire activation de 802.1X pour un serveur RADIUS.

La commande « dot1x port-control auto » permet d’activer, pour un port, l’authentification AAA. Il est nécessaire qu’un port soit placé en « access port » sur un switch Cisco pour que 802.1X soit correctement configuré.

Comme pour le switch HP, il faut configurer les informations identifiants le serveur RADIUS :



Figure Configurer les informations du serveur RADIUS sur un swich Cisco. (Configuring 802.1X Port-Base Authentication, s.d.)

On constate donc que la configuration du standard 802.1X sur un switch HP ProCurve se réalise de façon similaire sur un switch Cisco. La syntaxe est évidemment différente cependant la logique reste la même.

### La configuration d’un VLAN

#### Configurer un vlan sur un switch HP ProCurve

Avant de parler des cmdlets réalisant la configuration complète d’un vlan, c’est-à-dire la création d’un ou de plusieurs trunks et la mise en place d’un ou plusieurs ports dans ce VLAN, il est opportun d’expliquer comment, sous un HP ProCurve, se déroule la gestion des différents VLANS, des trunks et des ports tagués dans ces VLANS. Attention cependant, la notion de trunk pour un switch HP n’équivaut pas à la notion de trunk pour un switch CISCO. Un trunk sur un switch HP est une agrégation de port équivalent à un port-channel sous CISCO IOS.

Pour créer un vlan sur un switch HP ProCurve il faut tout d’abord passer en mode de configuration globale et taper la commande « vlan x » (« x » représentant le numéro de VLAN). Cela permet de créer un VLAN et de passer l’utilisateur dans le mode de configuration de ce VLAN.

C’est dans ce mode de configuration que l’on va placer les ports dans le VLAN et qu’on créera les trunks. Pour ce faire on utilise respectivement la commande « untagged » et la commande « tagged ».

La commande « untagged » permet de placer un port dans un VLAN, c’est-à-dire que si une trame se présente sur le port et qu’elle n’est pas tagué elle sera placée automatiquement dans le VLAN. Par exemple, plaçons les ports 12 et 13 dans le VLAN 10 :

« ProCurve(config)#vlan 10  
ProCurve(vlan 10)#untagged 12-13 »

La commande « tagged » permet de créer des trunks. Ainsi si l’on souhaite que le port 14 soit un port trunk permettant de transporter des trames taguées dans le VLAN 10 et 15 on procède comme ceci :

« ProCurve(config )#vlan 10   
ProCurve(vlan 10)#tagged 14  
ProCurve(config)#vlan 15  
ProCurve(config)#tagged 14 »

En réalité ces deux commandes peuvent être interprétées comme ceci : la commande « untagged » dans le mode de configuration d’un VLAN « X » signifie que si le port rencontre un paquet non tagué il le considèrera comme étant dans le VLAN « X ». La commande « tagged » dans le mode de configuration du VLAN « X » signifie que les ports spécifiés après la commande « tagged » peuvent transportés ce VLAN « X » et agirons donc comme un trunk CISCO.

Au niveau de la cmdlet permettant de réaliser ce travail il a fallu gérer le paramètre concernant les ports qui peut prendre différents formats : « 5,7-9 », « 5 », « 5-9 », etc. Sinon sa structure est semblable à celle des autres cmdlets. Cette fonctionnalité est géré par la cmdlet « Set-LDPyascHPSwitchTags » :



Exemple Commande permettant de configurer un port dans un mode quelconque pour un vlan donné.

#### Configurer un vlan sur un switch CISCO

Configurer un vlan sur un switch CISCO se fait d’une manière bien différente. Sous CISCO IOS cette configuration se réalise sur l’interface elle-même. L’interface peut être dans deux modes bien distincts. Le premier étant le mode « access » et le second le mode « trunk ».

Le mode « access » signifie que le port est placé dans un VLAN spécifique et que tout paquet provenant de cette interface étant non tagué sera tagué dans ce VLAN. Cependant si un paquet tagué dans un autre VLAN se présente sur le port il sera détruit.

Le mode « trunk » signifie que le port peut transporter plusieurs VLAN. Il sert généralement de lien entre deux switches qui mettent en place des VLANS.

Les commandes CISCO pour configurer une interface dans un VLAN :

« Cisco(config)#interface fastethernet0/1  
Cisco(config-if)#switchport mode access  
Cisco(config-if)#switchport access vlan 10 »

Les commandes CISCO pour configurer une interface comme un trunk :

« Cisco(config)#interface fastethernet0/1  
Cisco(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q  
Cisco(config-if)#switchport mode trunk  
Cisco(config-if)#switchport trunk allowed vlan add 10-15 »

# Développement de module pour la gestion d’un firewall FortiGate.

## Firewall Fortigate de chez Fortinet

Fortinet est une multinationale américaine. Elle conçoit et commercialise des logiciels, des équipements et des services de cyber-sécurité comme les pare-feu Fortigate.

Les firewalls Fortigate sont le deuxième objectif du stage. Le but étant, comme pour les switch HP, d’automatiser leurs configurations et leurs déploiements.

Ce chapitre détaillera comment les cmdlets dédiées à YASC ont été imaginée et programmé pour configurer un firewall Fortigate. Nous verrons que certains points de programmation ressemblent aux cmdltes utilisés pour le switch HP et, inversement, que tout n’a pas été réalisés totalement de la même manière.

Les techniques d’accès au firewall étant similaire à celle du switch HP, nous ne nous attarderons pas longtemps dessus pour nous concentrer sur les cmdlets. En effet celles-ci ont été programmés différemment les unes des autres dû à l’architecture de YASC et du firewall. La configuration du firewall Fortigate introduit ainsi le système de collection de données présentés au chapitre 7.3.2 « Déclarer une cmdlet dans le fichier YascEngine.xml ». Ce qui donne un ensemble de cmdlet relativement différentes les unes par rapport aux autres.

## L’accès par SSH

Nous l’avons vu au chapitre précédent, pour le switch HP il a fallu télécharger le fichier de configuration pour pouvoir récupérer les informations de configuration du switch. Pour le Fortigate ce n’est pas la peine. En effet, le CLI du firewall se prête parfaitement à l’exercice. Prenons pour illustrer ces propos un exemple simple : la cmdlet de configuration d’une adresse. Une adresse sur le firewall représente l’adresse d’un hôte ou un réseau.

Commençons par le mode « Audit ». Dans ce mode nous devons vérifier que l’adresse (dans cet exemple) n’est pas déjà créée. La mode « Audit » commence par une récupération des mots de passe dans le KeePass tout comme pour le switch HP. Ensuite on réalise une connexion SSH avec la cmdlet « New-SSHSession ». Jusqu’ici tout se passe comme sur le switch. Cependant, c’est maintenant que les choses divergent. En effet, pour le firewall nous n’allons pas télécharger un fichier de configuration.

Il faut savoir que le Fortigate fonctionne par mode de privilèges comme les switch CISCO et HP. Ainsi, si l’on souhaite accéder à toute les adresses du firewall il suffit de taper : « config firewall address ». Pour éditer une adresse bien particulière il faut alors taper « edit MyAddress ». Pour chaque mode de configuration, le firewall permet de taper la commande « show full-configuration ». Ainsi on peut récupérer, soit toute les informations concernant toutes les adresses, soit toute les informations d’une seule adresse. En somme, la CLI du firewall nous permet de réaliser un filtrage naturel sans avoir à le faire par nous-même. De plus, contrairement au switch HP, la cmdlet « Invoke-SSHCommand » fonctionne sur le Fortigate.



Exemple Créer une session SSH vers le Fortigate et récupérer la configuration pour une adresse.

Ainsi, après avoir créé la connexion SSH, on récupère les informations pour une adresse donnée via la commande ci-dessous passée à la cmdlet « Invoke-SSHCommand » :

“conf firewall address  
edit $Name  
show full-configuration”

On obtient alors en sortie un objet qui possède une variable membre « Output ». Elle contient le retour de la commande envoyée au firewall. Il suffit alors d’utiliser les outils que PowerShell nous met à disposition pour récupérer les informations concernant l’adresse qui nous intéresse et de les comparer avec les valeurs attendues.

En mode « Create » c’est encore plus simple. La cmdlet « Invoke-SSHCommand » fonctionnant sur le Fortigate il suffit d’envoyer les commandes sans se tracasser de devoir gérer une quelconque temporisation.



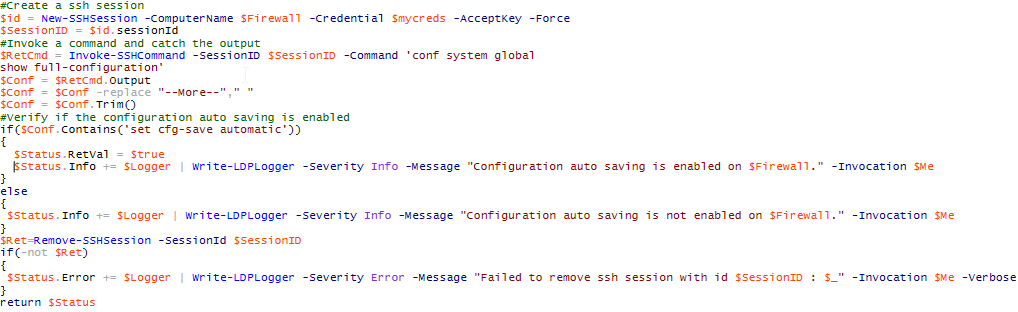
Exemple Configurer une adresse sur le Fortigate via la cmdlet "Invoke-SSHCommand".

## Les cmdlets de configuration du firewall Fortigate

### Le mode de sauvegarde de la configuration.

Sur un firewall Fortigate plusieurs possibilités existe pour sauvegarder une configuration. Il embarque en réalité trois modes de sauvegardes :

* Le mode « Automatique » : ce mode permet de confirmer le changement de la configuration de manière automatique et de la sauvegarder.
* Le mode « manuel » : nécessite que l’utilisateur confirme son besoin de sauvegarder la configuration actuelle.
* Le mode « revert » : permet de sauvegarder la configuration et réalise un retour à l’état précédent dans le cas d’un timeout. En somme ce mode est très utile si l’utilisateur réalise un malencontreux changement qui lui fait perdre l’accès distant à son firewall.

Il est évident que dans le cas où le mode de sauvegarde du firewall n’est pas configuré sur « Automatique » il est obligatoire d’ajouter la commande de sauvegarde manuelle à toute commande SSH qui voudra modifier la configuration du firewall. C’est pourquoi il existe une cmdlet appelée « Test-LDPyascFortiGAutoSave ». Cette cmdlet se contente de vérifier si le mode de sauvegarde automatique est activé ou non :

Exemple Vérifie le mode de sauvegarde d'un firewall.

Ce code doit obligatoirement être appelé dans chaque cmdlet de YASC. Sinon l’utilisateur s’expose à la possibilité que toute sa configuration soit totalement ignoré par le firewall.

### La configuration d’une interface

Un firewall, comme un switch, possède des interfaces qu’il est possible de gérer. L’intérêt principale est de pouvoir configurer son adresse IP, son alias, les méthodes d’accès, etc. La cmdlet utilisé sous YASC pour configurer une interface de firewall est la cmdlet « Set-LDPyascFortiGInterface ». Il est intéressant d’explorer le fonctionnement de cette cmdlet en premier lieu car elle est assez simple et permet d’expliquer comment utiliser une collection de données avec YASC. Or, contrairement à ce que l’on a pu voir pour le switch, énormément de cmdlet de configuration du Fortigate utilise des collections de données.

Les paramètres de la cmdlet sont au nombre de sept (sans compter les paramètres pour l’accès au KeePass et l’adresse IP du firewall). Ils sont tous obligatoire et permettent de configure de la façon la plus complète l’interface :

* « IntName » : spécifie le nom de l’interface,
* « IPAddr » & « Mask » : l’adresse IP et le masque de sous-réseau,
* « Coll\_Allowaccess » : la collection de données permettant de spécifier les accès autorisés à cette interface, par exemple, ssh, telnet, http, etc,
* « Alias » : ce paramètre spécifie un alias pour l’interface,
* « Identification » : permet l’identification du firewall,
* « SnmpIndex » : configure un index pour le protocole SNMP.

D’un point de vue programmation, deux points d’intérêt sont à relevés dans cette cmdlet : la collection de données et la cmdlet de vérification des adresses IP pour éviter les chevauchements.

#### La collection de données

La première concerne la collection de données « Coll\_Allowaccess ». Dans le cas de la cmdlet de configuration de l’interface, cette collection de données doit contenir tous les moyens de connexion possible à cette interface et spécifier s’ils sont autorisés ou non. Par défaut nous considérons que tous ce qui se trouve dans la collection est autorisés. En effet, la commande du firewall pour configurer un moyen d’accès sur une interface écrase toute valeur déjà préexistante pour cette interface. En somme, si l’interface numéro quatre du firewall est configuré pour accepter les connexions telnet ou ssh via la commande « set allowaccess ssh telnet », alors la commande « set allowaccess https htpp » remplace les méthodes d’accès ssh et telnet par http et https.

Une collection de données dans YASC prend toujours la forme d’une Hashmap. Dans le mode « Audit » de la cmdlet on réalise une double vérification. On parcourt une première fois la Hashmap pour vérifier si tous les moyens d’accès demandé sont bien configurés sur le firewall. Ensuite on parcourt les valeurs récupérer depuis le firewall et on vérifie si aucune valeur n’est pas en trop par rapport à l’Hashmap. Cela voudrait dire que quelqu’un à rajouter une méthode d’accès à l’interface non autorisés par l’utilisateur.



Exemple Vérifier les méthodes d'accès d'une interface.

Au niveau du mode « Audit » on se contente de créer la commande CLI du firewall pour configurer l’autorisation de toutes les méthodes d’accès contenues dans la Hashmap « Coll\_Allowaccess ».



Exemple Créer une commande CLI sur base d'une collection de données.

#### La déclaration dans les fichiers XML

Maintenant voyons comment déclarer cette collection dans les fichiers XML. Cet exemple est une application de la théorie vue au chapitre 7.3.2.

Tout d’abord il faut déclarer l’étape dans le fichier XML de l’engine : YascEngine.XML. Pour ce faire on donne un nom à l’étape, par exemple, « Fortigate-Interface » :



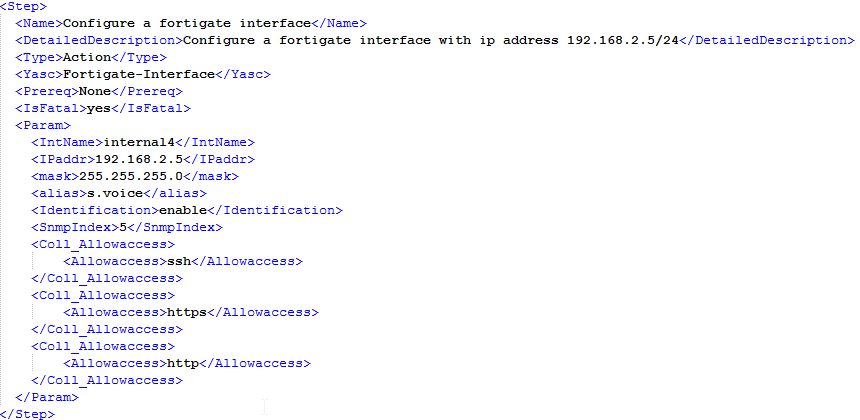
Exemple Déclaration de l'étape dans le fichier de l'engine.

À cette étape est associé la cmdlet « Set-LDPyascFortiGInterface » par le biais du tag « Cmdlet ». Il faut ensuite déclarer les paramètres grâce à des tags « Param ». Pour rappel, ce tag est composé de deux sous-tags. Le sous-tag « Name » permettant de spécifier le nom du paramètre et le sous-tag « From » permettant de spécifier à YASC ou trouver la valeur du paramètre. Pour simplifier l’exemple, déclarons seulement la collection de données « Coll\_Allowaccess ». Nous pouvons déclarer sa valeur depuis le fichier des métadonnées ou depuis le fichier de déploiement. Dans notre cas, nous déclarons cette collection de données dans le fichier de déploiement (cependant un exemple avec le fichier des métadonnées sera abordé plus tard), pour ce faire :



Exemple Ajouter à la déclaration un paramètre (dans ce cas-ci, une collection de données).

Ainsi, pour remplir cette collection de données depuis le fichier de déploiement on précède comme ceci :



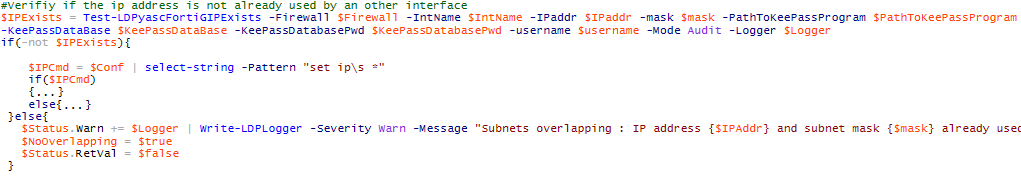
Exemple Donner les valeurs attendues à la collection de données.

#### Gérer les chevauchements d’adresses IP

Un point particulier propre à la cmdlet de configuration d’une interface est la gestion des adresses IP. En effet, lorsque l’on configure une adresse sur une interface dans un firewall, celle-ci ne doit pas être en conflit avec l’adresse d’une autre interface. Si l’on tente de configurer une adresse IP statique sur une interface donnée et qu’elle est déjà utilisé sur une autre le firewall renverra un code d’erreur. Cependant il est plus agréable d’obtenir un retour moins violent du firewall. C’est pour cela que la cmdlet « Set-LDPyascFortiGInterface » appelle « Test-LDPyascIPExists ». Cette cmdlet s’assure que les informations composées du paramètre « IPAddr » et « Mask » ne sont pas en conflit directe avec une adresse déjà configuré sur le firewall.

En réalité, cette cmdlet est appelé une seule fois lors du mode « Audit ». Pour rappel, le mode « Create » réalise deux « Audit ». Une fois au début du mode et une fois à la fin. Ainsi lors du premier « Audit » on réalise ces tâches :

* Appel de la cmdlet « Test-DPyascFortiGIPExists ». S’il y a chevauchement d’adresses IP alors on configure un booléen sur « vrai ». Ensuite, lors de la construction de la commande à envoyer au firewall dans le mode « Create », s’il y a chevauchement, on n’ajoute pas la commande de configuration de l’adresse. S’il n’y a pas de chevauchement alors on vérifie seulement si l’adresse sur l’interface est correctement configurée.
* On vérifie si les autres paramètres sont bien configurés sur l’interface (alias, SnmpIndex, etc.).



Exemple Vérifier un éventuel chevauchement d'adresses IP via la cmdlet "Test-LDPyascFortiGIPexists".



Exemple Dans le cas où un chevauchement a été détecter, on n'ajoute pas la commande de configuration de l'adresse IP à la commande globale.

Pour terminer le deuxième mode « Audit » repasse une fois sur la configuration dans le cas où elle n’aurait pas été appliquée et qu’un conflit d’adresses IP persiste toujours.

## La configuration d’une « Policy »

Un des intérêts principale d’un firewall est de pouvoir filtrer le trafic entrant et sortant via ce qu’on appelle des « Policies ». Une policy, en français une politique, est un ensemble de règle permettant de définir le type de trafic accepté selon plusieurs critères. On peut citer notamment :

* L’interface entrante et sortante,
* Le port de destination et source,
* L’adresse IP de destination et source,
* Le type de protocole,
* L’heure et la date,
* Etc.

Il faut savoir que sur les firewalls de chez Fortinet, les Fortigates, certaines fonctionnalités peuvent être perçues comme des objets auxquels l’on peut faire référence. Ainsi une adresse possède un alias et peut être référencer au sein d’une policy[[5]](#footnote-5). Il en va de même pour beaucoup d’autre option du firewall comme les « scheduler », qui spécifie une heure et une date.

Ces objets sont beaucoup utilisés lors de la configuration d’une policy. En effet, comme abordé plus haut, la policy nécessite plus ou moins d’informations pour filtrer le trafic. Ainsi, avant de configurer une policy, il faut avoir configuré les autres objets (car la policy est aussi un objet).

La cmdlet dans YASC s’occupant de créer ou de vérifier les policies sur le Fortigate se nomme « Set-LDPyascFortiGPolicy ». Cette cmdlet est relativement différentes des autres.

Tout d’abord c’est la dernière cmdlet réalisée. En effet les autres cmdlets, configurant les différents aspects du firewall, sont en charges de créer les objets dont la policy aura besoin. Cela signifie que cette cmdlet est basées sur le résultat de toute les autres.

Cela a pour conséquence direct que cette cmdlet fait appel à des fonctions permettant de vérifier l’existence de chaque objet. Ainsi, la création de cette cmdlet à nécessiter le développement de six autres.

#### Les objets

Comme dis précédemment la configuration d’une policy sur le firewall fortigate nécessite d’avoir préconfiguré des objets représentant des adresses IP, des schedulers, des services etc. Ainsi, il est extrêmement important que la cmdlet « Set-LDPyascFortiGPolicy » vérifie l’existence de ces objets.

Voici un tableau récapitulatif des paramètres, donc des objets à configurer pour une policy, et les cmdlets correspondantes utilisées pour vérifier leurs présences.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Objet(s)** | **Paramètres de la cmdlet** | **Cmdlet** |
| Interface source | SrcInterface | Get-FortiGInterface |
| Interface destination | DestInterface | Get-FortiGInterface |
| Adresse source | SrcAddr | Get-FortiGAddress |
| Adresse destination | DestAddr | Get-FortiGAddress |
| Date et heure de l’activité de la policy | Schedule | Get-FortiGSchedule |
| Nom du service | Service | Get-FortiGService |
| Limitation de bande passante | TrafficShaper et TrafficShaperReverse | Get-FortiGShaper |
| Nom du groupe d’utilisateur autorisé à utiliser la policy | Groups | Get-FortiGGroups |

Toutes ces cmdlets sont utilisées au sein du mode « Create » de la cmdlet « Set-LDPyascFortiGPolicy ». Le but étant de passé la configuration d’une fonctionnalité si l’objet à utiliser sur le firewall n’existe pas. Le second « Audit » du mode « Create » se chargera alors de prévenir l’utilisateur que certains paramètres n’ont pas été configuré car l’objet est inexistant.

## La configuration d’un filtre web

Une des nombreuses fonctionnalités très intéressantes d’un firewall est la possibilité de créer des filtres de pages Web. Ces filtres sont aussi représentés sur le firewall comme des objets et peuvent s’apparenter à des policies sauf qu’à la place de manipuler des services, les filtres web manipule des pages web.

Configurer un filtre web du Fortigate par YASC nécessite d’utiliser la cmdlet « Set-LDPyascFortiGWebFilter ». Cette cmdlet est très spéciale car elle est la première à utiliser une collection de données qui a été déclarer dans le fichier des métadonnées.

En effet, un filtre web permet de spécifier quel type de page doit être filtré. Or sur le Fortigate à chaque type de page correspond un entier. Il n’est malheureusement pas possible d’entrer le nom du type, de la catégorie, de la page dans la commande car celle-ci n’accepte que le chiffre correspondant à la catégorie.

C’est pourquoi cette cmldet utilise une collection de données déclarées dans le fichier des métadonnées. Cette collection est une Hashmap contenant de multiples clés. Chacune correspond à une catégorie et a pour valeur associer un entier. Ces valeurs sont évidemment celles utilisées sur le firewall. Cette collection de données a pour seul et unique but de permettre à la cmdlet de réaliser une corrélation un nom de catégorie de page web et un entier.

En réalité pour déterminer quelle page doit être filtrer ou pas, la cmdlet s’équipe d’une seconde collection de données qui, elle, sera déclaré au sein du fichier de déploiement de l’application. Cette collection contient aussi des clés corresponds au catégories web. Chaque clé à une valeur associés permettant de déterminer la politique d’autorisations d’une catégorie : « allow » ou « block ».

### La déclaration de la collection

La collection « Coll\_Categories » contient donc toute les catégories existantes sur le firewall et leurs entiers associés. Un exemple de déclaration de cette collection se trouve en annexe page 73.

Il a été décider de définir cette collection au sein du fichier des métadonnées car entre chaque version du firmware du firewall de nouvelles catégories peuvent être ajoutées et il est plus convenable d’éditer un fichier XML que de manipuler le fichier source des cmdlets. Une erreur est effectivement bien trop vite arrivée et peut faire perdre énormément de temps.

Cette collection de données est utilisée aussi bien dans le mode « Audit » que dans le mode « Create » de la cmdlet.

### Utilisation dans le mode « Audit »

# Annexe

## Les paramètres dynamiques

En PowerShell, un paramètre dynamique est un paramètre qui est créé au moment de l’exécution (Runtime). Ces paramètres dynamiques peuvent « voir » les paramètres statiques. Cela signifie que l’on peut configurer leurs valeurs ainsi que bien d’autres attributs en fonction des valeurs d’un paramètre statique. Cependant les paramètres dynamiques ne sont pas visibles dans l’aide de la cmdlet (Get-Help).

### Structure d’une cmdlet à paramètres dynamiques

Généralement lorsque l’on crée une cmdlet classique, avec des paramètres statiques, sa structure se compose du bloc d’instructions « function », permettant de déclarer une fonction au sein de la cmdlet, et du bloc d’instructions « param » qui permet de déclarer les paramètres de la fonction :



Exemple Structure d'une cmdlet à une fonction.

Une cmdlet peut être composé de différentes fonctions. Cependant il est de bonne pratique de créer un fichier script par fonction pour faciliter le débogage.

Pour créer une cmdlet utilisant des paramètres dynamiques il faut rajouter deux composants : le bloc d’instruction « DynamicParam » et « Process ». En premier lieu il faut utiliser le bloc « DynamicParam ». Ce mot-clé réservé du langage PowerShell permet de créer une portée dans laquelle seront créés les paramètres dynamiques au moment du « Runtime ». Le second composant est le bloc « Process » qui contiendra le corps de la fonction en elle-même :



Exemple Cmdlet utilisant des paramètres dynamiques.

### Création de paramètres dynamiques

La création et la configuration des paramètres dynamiques d’une cmdlet se situent dans la portée « DynamicParam ». Il y a plusieurs façons de procéder mais globalement on utilise toujours les mêmes objets. Il est possible de modifier plusieurs attributs d’un paramètre comme son nom, son « HelpMessage », ses « ValidateSet », etc. Chaque paramètre est ensuite ajouté au dictionnaire de paramètre de la cmdlet.



Exemple Création d'un paramètre dynamique.

Ensuite pour accéder aux paramètres ajoutés dans la portée « Process » il faut passer par le dictionnaire de paramètres : 

Exemple Utilisation du paramètre dynamique dans la portée "Process".

Lors de l’appel de la cmdlet si le premier paramètre prend la bonne valeur on peut voir apparaitre le paramètre dynamique et ses « ValidateSet » :



Exemple Appel d'une cmdlet avec des paramètres dynamiques.

## Déclarer une collection de données dans le fichier des métadonnées

Voici un exemple de déclaration de collection de données dans le fichier des métadonnées. Il concerne la cmdlet « Set-LDPyascFortiGWebFilter » permettant de configurer un filtre web sur base de catégorie/type de page web. Cette collection de données contient toutes les catégories utilisées sur un firewall Fortigate et les chiffres entiers correspondant à ces catégories.



Exemple Déclaration d'une collection de données dans le fichier XML des métadonnées : YascMeta.xml

# Conclusions.

## Conclusion technique.

## Conclusion personnelle.

# Bibliographie

*An overview of chef*. (s.d.). Récupéré sur chef.io: https://docs.chef.io/chef\_overview.html

*Bash Scripting Tutorial - 1. What is a Bash Script?* (2017). Récupéré sur ryanstutorials.net: http://ryanstutorials.net/bash-scripting-tutorial/bash-script.php

Blawat, B. J. (2015). *Mastering Windows PowerShell Scripting.* Birmingham: Packt Publishing Ltd.

*Chef (logiciel) - Wikipedia*. (2017, janvier 1). Récupéré sur Wikipedia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Chef\_(logiciel)

*chef-solo - Chef Docs*. (s.d.). Récupéré sur chef.io: https://docs.chef.io/chef\_solo.html

Ciaccio, R. S. (2010, décembre 18). *Powershell vs unix shell*. Récupéré sur Superuser: https://superuser.com/questions/223300/powershell-vs-the-unix-shell

*Configuring 802.1X Port-Base Authentication*. (s.d.). Récupéré sur cisco.com: http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst3750/software/release/12-1\_19\_ea1/configuration/guide/3750scg/sw8021x.pdf

*EAP - Wikipedia*. (2017, mars 9). Récupéré sur Wikipedia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Extensible\_Authentication\_Protocol#Radius

*IEEE 802.1x - Wikipedia*. (2017, mars 8). Récupéré sur Wikipedia: https://fr.wikipedia.org/wiki/IEEE\_802.1X

*Interface en ligne de commande - Wikipedia*. (2016, décembre 27). Récupéré sur Wikipedia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Interface\_en\_ligne\_de\_commande

*Langage de script - Wikipedia*. (2016, novembre 8 ). Récupéré sur Wikipedia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Langage\_de\_script

*Les cmdlets*. (s.d.). Récupéré sur univ-mlv: http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2008/Introduction%20au%20Powershell/cmdlets.html

*Perl (langage) - Wikipedia*. (2017, mars 4). Récupéré sur Wikipedia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Perl\_(langage)

*Puppet Enterprise user's guide*. (2017, janvier). Récupéré sur puppet.com: https://docs.puppet.com/pe/latest/index.html

*Python (langage) - Wikipedia*. (2017, mars 16). Récupéré sur Wikipedia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Python\_(langage)

*Qu'est-ce que Perl ?* (s.d.). Récupéré sur openclassrooms: https://openclassrooms.com/courses/apprenez-a-programmer-en-perl/qu-est-ce-que-perl

*Qu'est-ce que Python ?* (s.d.). Récupéré sur openclassrooms: https://openclassrooms.com/courses/apprenez-a-programmer-en-python/qu-est-ce-que-python

*Rudder (logiciel) - Wikipedia*. (2017, janvier 17). Récupéré sur Wikipedia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Rudder\_(logiciel)

*Rudder 4.0 - User's manual*. (2016). Récupéré sur rudder-project.org: http://www.rudder-project.org/rudder-doc-4.0/rudder-doc.pdf

*SUBSYSTEM (Specify Subsystem)*. (2017). Récupéré sur microsoft.com: https://msdn.microsoft.com/en-us/library/fcc1zstk.aspx

*What is shell ? - gnu.org*. (2016, septembre 7). Récupéré sur gnu: http://www.gnu.org/software/bash/manual/bashref.html#What-is-Bash\_003f

*Windows Powershell -Wikipedia*. (2016, décembre 16). Récupéré sur Wikipedia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Windows\_PowerShell

*YASC (YET ANOTHER SOFTWARE CONFIGURATOR) DOCUMENTATION.* (2016). Liège: Limelogic.

1. Graphical User Interface, “interface graphique” en français. [↑](#footnote-ref-1)
2. An application that runs in the Windows boot environment. (SUBSYSTEM (Specify Subsystem), 2017) [↑](#footnote-ref-2)
3. Une Hashmap est une collection de données qui dont les données sont organisées selon des clés et des valeurs. Une valeur s’obtient à partir de la clé. [↑](#footnote-ref-3)
4. Une « Interface en ligne de commande » est une [interface homme-machine](https://fr.wikipedia.org/wiki/Interface_homme-machine) dans laquelle la communication entre l'utilisateur et l'[ordinateur](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ordinateur) s'effectue en [mode texte](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mode_texte) (…) (Interface en ligne de commande - Wikipedia, 2016) [↑](#footnote-ref-4)
5. pour rappel une adresse sur le Fortigate est un objet représentant un réseau ou un hôte [↑](#footnote-ref-5)