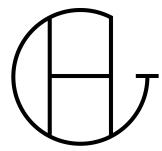


Technische voor- en nadelen van Puppet en Ansible. Verloop en redenen van een omschakeling.

**Build it.
Automate it.**

*use a configuration
management tool*





HoGent

Faculteit Bedrijf en Organisatie

Technische voor-en nadelen van Puppet en Ansible. Verloop en redenen van een omschakeling.

Thomas Detemmerman

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van
professionele bachelor in de toegepaste informatica

Promotor:
Harm De Weirdt
Co-promotor:
Tom De Wispelaere

Instelling: VRT

Academiejaar: 2016-2017

Tweede examenperiode

Faculteit Bedrijf en Organisatie

Technische voor-en nadelen van Puppet en Ansible. Verloop en redenen van een omschakeling.

Thomas Detemmerman

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van
professionele bachelor in de toegepaste informatica

Promotor:
Harm De Weirdt
Co-promotor:
Tom De Wispelaere

Instelling: VRT

Academiejaar: 2016-2017

Tweede examenperiode

Samenvatting

Puppet is een vaak gebruikte tool om servers te configureren. De laatste tijd zijn er echter meer concurrenten op de markt gekomen waaronder Ansible. Ansible zou ten opzichte van Puppet verschillende voordelen bieden. Om dit soort technologieën te wisselen gaan echter veel werkuren vooraf. Er wordt dus beter goed nagedacht of een dergelijke overschakeling ook effectief bestaande problemen zal oplossen.

Daarom zal dit rapport in de eerste plaats beschrijven welke de mogelijke problemen zijn. Waar Puppet te kort schiet en of Ansible deze problemen überhaupt oplost. Dit rapport is van toepassing voor bedrijven die zich hierin herkennen.

In dit rapport onderzoekt drie zaken. Zoals reeds vermeld, worden eerst mogelijke problemen, tekortkomingen of moeilijkheden beschreven. Verder in het onderzoek is er een deep-dive in de technische werking van Ansible en Puppet en wordt er gekeken naar hoe deze toch sterk verschillen in de manier van werken om toch dezelfde uitkomst te hebben. Uiteindelijk wordt er afgesloten **met een analyse over het beveiligen van dit soort technologieën**

Dit onderzoek loopt binnen het mediabedrijf VRT waar een dergelijke overgang plaatsvindt. De bestaande kennis en ervaringen van mensen uit de praktijk worden hierin verwerkt. Door deze kennis te combineren met testen uitgevoerd op een proof of concept, die namelijk een Puppet en Ansible infrastructuur simuleren, zijn de onderstaande resultaten bekomen.

Zo blijkt dat Ansible door verschillende mensen wordt aanschouwd als een technologie die eenvoudig aan te leren en op te stellen is. Bovendien worden de servers die dienen geconfigureerd te worden minder belast door Ansible vanwege de afwezigheid van een zogenaamde agent. Ansible verstuurdt voortdurend kleine bestanden terwijl Puppet zijn communicatie beperkt tot twee maal een grote reeks. Puppet is ietwat complexer om op te

stellen evenals het aanleren van de syntax. Op elke server dient bovendien een Puppetagent geïnstalleerd te worden. Ondanks dit is Puppet performanter waardoor deze sneller een consistente staat kan bereiken en kan het beter overweg met toenemende drukte.

Voor bedrijven die beschikken over de nodige kennis betreffende Puppet wordt een overschakeling afgeraden. De nodige kennis is aanwezig en er is geen duidelijke winst op welk vlak dan ook. Bedrijven die niet vertrouwd zijn met geautomatiseerd configuration management wordt geadviseerd om voor Ansible te kiezen. Het is eenvoudig aan te leren. Ondanks het feit dat het bij een grotere hoeveelheid servers trager werkt dan Puppet, wordt wel hetzelfde doel bereikt.

Wegens de beperkte resources en aangezien dit niet van toepassing is voor de VRT is er niet onderzocht hoe Ansible en Puppet zich zullen gedragen in zeer grote infrastructuren. Vermoed wordt dat Puppet beter in staat is om een grote hoeveelheid servers te configureren en dat Ansible in dit soort situaties in de moeilijkheden komt op gebied van performantie. Zo is Puppet in staat om de Puppetmaster op te splitsen in verschillende servers zoals PE console, Puppet DB, compile master en zo verder. Op deze manier is Puppet in staat om, volgens hun eigen documentatie, tot wel 20.000 servers te behandelen. Ansible biedt deze mogelijkheid niet. Voorlopig is er weinig onderzoek gevoerd naar hoeveel servers dergelijke tools nu precies aankunnen.

Voorwoord

Drie jaar geleden begon ik aan de hogeschool in Gent met een duidelijke voorkeur voor informatica. Nu, drie jaar later, is diezelfde passie alleen maar groter geworden. Gedurende mijn studententijd vond ik voldoening in de meeste aspecten die informatica bood waaronder zaken zoals programmeren, artificiële intelligentie en netwerk- en systeembeheer. Ondanks het feit dat ik al deze zaken interessant vond, was er één onderdeel dat geleidelijk mijn voorkeur zou krijgen en dit werd het beheren van servers.

Hier werd al snel duidelijk dat goede configuration management tools een absolute meerwaarde konden bieden. Zo herinner ik me nog mijn eerste project waarbij de opdracht was een webserver op te zetten. Ik maakte toen gebruik van Puppet terwijl ik amper de kracht en het potentieel van dit soort technologieën begreep. Inmiddels heb ik de kans gehad om hieromtrent uitgebreide ervaring op te doen dankzij mijn docent dhr. Van Vreckem en mijn stage op de VRT. Dit heeft ertoe geleid ook mijn bachelorproef rond dit fascinerend onderwerp te voeren.

Een goede bachelorproef wordt niet alleen geschreven. Hierbij werd ik ondersteund door heel wat mensen die ik zeer dankbaar ben. Bij deze wil ik dan ook de volgende mensen persoonlijk bedanken voor hun bijdrage.

dhr. De Wispelaere Tom

Bedankt voor het voorzien van uitgebreide feedback, het bedenken van oplossingen en de aanbreng van nieuwe ideeën.

dhr. De Weirdt Harm

Bedankt omdat ik bij u terecht kon voor vragen en voor uw mening over de

stand van zaken gedurende de bachelorproef.

dhr. Dierick Gerben

Bedankt voor het interessante gesprek betreffende de veiligheid en risico's omtrent deze technologieën.

dhr. Adams Pieter

Bedankt omdat ik bij u terecht kon voor technische vragen en de introductie van Ansible Tower.

mevr. Lambrecht Carine

Bedankt voor het verzorgen van het linguïstisch aspect van de bachelorproef.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	11
1.1	Stand van zaken	11
1.1.1	Profiel van Puppet	13
1.1.2	Profiel van Ansible	13
1.2	Opzet van deze bachelorproef	13
1.3	Probleemstelling en Onderzoeksvragen	14
1.3.1	Wat zijn de redenen van een omschakeling?	14
1.3.2	Wat zijn de technische voor-en nadelen van Puppet en Ansible?	15
1.3.3	Wat is het verloop van een dergelijke transitperiode?	15
2	Methodologie	17
2.1	Redenen van een omschakeling?	17

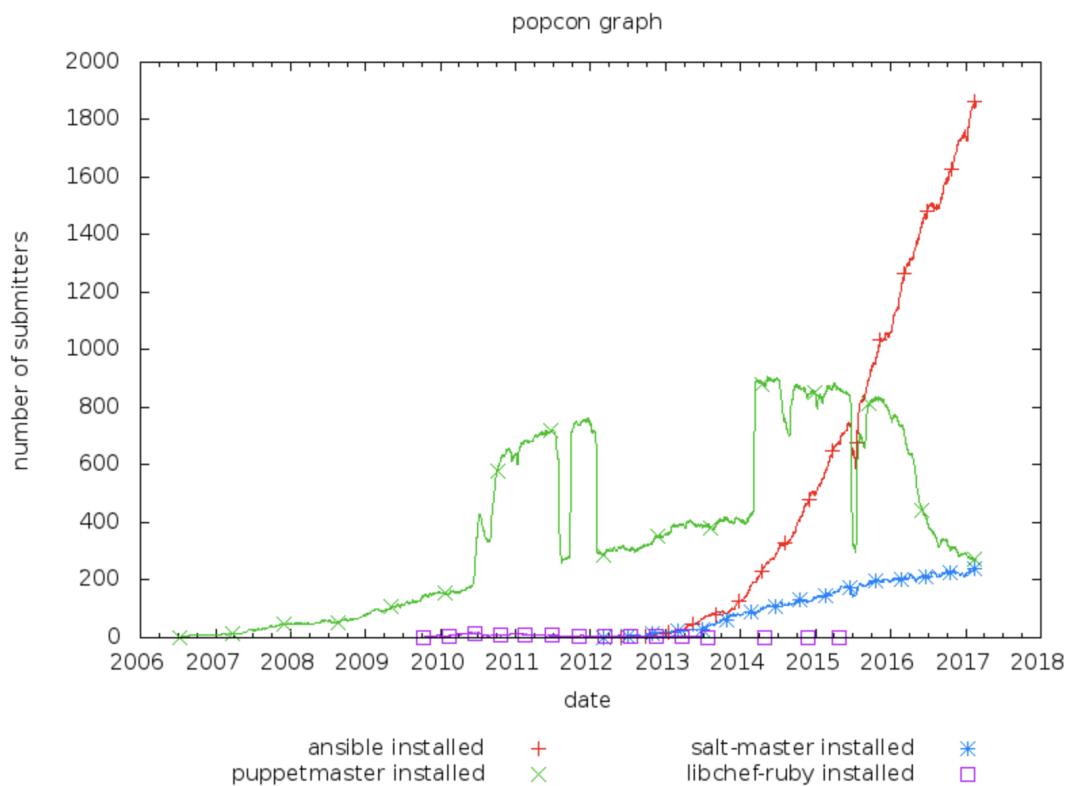
2.2 Werking van Ansible en Puppet	18
2.2.1 Overzicht van Puppet en Ansible	18
2.2.2 Werking van Puppet	18
2.2.3 Werking van Ansible	19
2.3 Technische analyse van Ansible en Puppet	19
2.3.1 Opstelling van de testomgeving	19
2.3.2 Belasting van het netwerk	20
2.3.3 Tijd tot het bekomen van een consistente staat	23
2.3.4 Gebruik van het geheugen	25
2.3.5 Schaalbaarheid	26
2.4 Veiligheid	28
2.5 Wat is het verloop van een dergelijke transitperiode?	28
3 Conclusie	31
4 Bijlage A: Mathematische berekeningen	37
4.1 Hypothese configuratietijd (volledige configuratie)	37
4.2 Hypothese connectietijd	38
5 Bijlage B: Bachelorproefvoorstel	39
6 Bijlage C: datasets	43
6.1 Netwerkverkeer	43
6.1.1 Puppet	43
6.1.2 Ansible	44

6.2 Geheugengebruik	45
6.2.1 Puppet	45
6.2.2 Ansible	45
6.3 Deploytijden	46
Bibliografie	50

1. Inleiding

1.1 Stand van zaken

Bedrijven kunnen tegenwoordig niet zonder IT-infrastructuur. Deze infrastructuur kan uitgebreid en complex zijn. Bovendien moet ze ook nog schalen naarmate het bedrijf groeit. Als systeembeheerder heb je diverse taken zoals incident management, het volgen van de laatste technologische trends of maatregelen treffen tegen cyberdreigingen. Het opzetten en configureren van de zoveelste identieke server is een groot tijd- en geldverlies. Daarom werden configuration management tools in het leven geroepen. De eerst bekende tool was Puppet. Deze technologie stelt ons in staat om configuraties op declaratieve wijze te programmeren (Puppet, g.d.-i). Eens de gewenste configuratie geprogrammeerd is, kunnen extra gelijkaardige servers veel sneller opgezet worden. Puppet is een configuration management tool (CMT) die daar altijd al marktleider in geweest. Dit is ook te zien op grafiek 1.1. Maar daar komt nu verandering in. Er is de laatste jaren meer concurrentie op de markt gekomen waaronder relatief bekenden zoals Salt en Chef. Echter, één van deze nieuwe CMT's doet het opvallend beter op gebied van populariteit en dat is Ansible inc. Zoals op de grafiek te zien is, heeft Ansible in 2015 de leiding genomen. Het was bovendien ook in dat jaar dat Ansible werd vernoemd door multinationals waaronder Gartner, die over Ansible schreef in een artikel over 'Cool Vendors in DevOps' (Ronni J. Colville, 2015). Verder was het RedHat (2015) die aankondigde dat er een akkoord was om Ansible over te nemen. Grafiek 1.1 toont hoe vaak Ansible en Puppet gedownload zijn op een Debian distributie en voorlopig laat Ansible zijn concurrenten ver achter zich.



Figuur 1.1: Deze grafiek toont het aantal keer dat een bepaald softwarepakket geïnstalleerd is op een Debian distributie. (Debian, 2017)

1.1.1 Profiel van Puppet

Puppet is een open source project dat werd ontwikkeld in 2005 door Luke Kanies (Puppet, g.d.-f) met als doel op een betrouwbare manier datacenters te kunnen automatiseren en controleren. Dit zou het hele proces van services installeren moeten versnellen om zo tijd te winnen (Puppet, g.d.-a). Het kan zowel gaan om Linux servers als Windows servers (Puppet, g.d.-d). Om dit te kunnen verwezenlijken maakt Puppet gebruik van het server/client model. De server wordt in dit model de Puppetmaster genoemd. Dit kunnen er één of meerdere zijn. De client wordt de Puppetagent genoemd. Zowel op de master als op de agent dient Puppet geïnstalleerd te zijn om te kunnen functioneren. (Puppet, g.d.-g) (Puppet, g.d.-c)

1.1.2 Profiel van Ansible

Michael DeHaan heeft samen met Saïd Ziouani in 2012 het open source project Ansible gestart (Geerling, 2016). Michael DeHaan ondervond dat mensen moeilijkheden hadden op gebied van eenvoud en automatisatie met de bestaande technologieën. Bovendien waren er bedrijven die verschillende tools combineerden. Daarom wou Michael DeHaan een CMT bouwen dat zorgde voor een duidelijk configuratiebeheer, eenvoudig deployen van nieuwe servers en als het nodig was de mogelijkheid bood tot ad-hoc commando's. Ook Ansible werkt volgens dit server/client model. Opvallend is wel dat elke computer waarop Ansible draait in principe kan fungeren als server. In bedrijven zoals de VRT wordt er wel gekozen voor een centraal punt. Dit wordt dan Ansible Tower genoemd. In tegenstelling tot Puppet dient er bij Ansible geen additionele software geïnstalleerd te worden op de clients. Dit komt het principe van eenvoudig deployen ten goede. Ondanks het feit dat Ansible voornamelijk gekend is door de Linux community is het ook in staat om Windows servers te configureren. (Ansible, g.d.-d)

1.2 Opzet van deze bachelorproef

Dit onderzoek vindt plaats op MediaIT, een afdeling binnen het mediahuis VRT. Het is één van de afdelingen die verantwoordelijk is voor een goede en correcte werking van de servers. Zij staan momenteel voor twee grote uitdagingen, namelijk de tekortkomingen van Puppet en de digitaliserende wereld.

Ten eerste is de huidige integratie van Puppet niet optimaal. Zo wordt er binnen de VRT gebruik gemaakt van multistage omgevingen zoals staging en productie. Deze manier van werken is niet met Puppet geïntegreert wat het testen bemoeilijkt. Maar ook andere zaken spelen parten zoals de complexiteit van Puppet en de beperkte functionaliteit tot het monitoren van configuraties.

Ten tweede moet de VRT ook voortdurend vernieuwen. Zo komt er een geheel nieuw gebouw bij dat onder andere het nieuwe datacenter zal herbergen. Dit terwijl een deel van het oude datatcenter naar de cloud zal verhuizen. Maar niet enkel binnen de VRT

veranderen zaken, ook het kijkgedrag van de vlaamse bevolking is veranderd. Televisie is namelijk niet langer alleenheerster en steeds meer programma's worden bekeken via sites en apps. Zo deed Imec (2017) een onderzoek naar het digitale gebruik van de Belgische bevolking. Hieruit bleek dat de populariteit van de televisie als favoriet nieuwsmedium in 2016 gezakt is met 3,3% t.o.v. het jaar voordien wat resulteert in 22,4%. Dit terwijl smartphone, computer en tablet gezamenlijk 29,7% halen. Het is vanzelfsprekend dat het mediahuis VRT deze trend moet volgen.

Het is dus van belang dat een geschikte CMT gebruikt wordt en dat deze perfect geïntegreert is met de bestaande én toekomstige infrastructuur. De CMT moet dus een onderscheid kunnen maken tussen de verschillende omgevingen waarin de servers zich kunnen bevinden (productie, staging,...). Hij zal optimaal moeten opereren in de toekomstige hybride infrastructuur, zal configuraties moeten monitoren, maar boven dit alles zal de CMT ook eenvoudig in gebruik moeten zijn.

1.3 Probleemstelling en Onderzoeks vragen

Ansible is sinds enige tijd aan een stevige opmars bezig maar er zijn voldoende voorbeelden van open source (en andere) projecten die na een initiele hype snel in elkaar zakten. Ongetussen heeft Ansible tal van mooie referenties achter zich waarbij deze van NASA nog het meest tot de verbeelding spreekt. Zij gebruikten Ansible om hun datacenter te migreren naar de cloud (**nacasestudy**). Verder heeft Ansible ook verscheidene positieve analyses gekregen rijke partijen zoals RedHat en Gartner. Is Ansible echter noemenswaardig beter dan Puppet die reeds een lange bewezen staat van dienst heeft (meer dan 12 jaar) en ook een grote community achter zich heeft die het project ondersteunt?

De overschakeling van Puppet naar Ansible is geen kleine stap en kan mogelijk voor veel complicaties zorgen. Daarom wil dit rapport een hulp bieden aan bedrijven die dezelfde stappen overwegen zodat het op voorhand duidelijk is wat er verwacht kan worden, wat de mogelijkheden zijn en waar een CMT te kort schiet. Dit zal onderzocht worden door middel van de volgende drie grote categorieën.

1.3.1 Wat zijn de redenen van een omschakeling?

Het is van belang te weten wat de drijfveren waren voor de beslissing om Puppet te vervangen door Ansible en dat is precies waar het in deze eerste categorie. Om een profiel van de situatie op te kunnen stellen zal een interview plaatsvinden met de verantwoordelijken binnen de VRT om zo te achterhalen waar Puppet te kort schoot en waarom men denkt dat Ansible hier een oplossing biedt. Als bedrijven hun situatie herkennen in dit profiel, is het geadviseerd om te overwegen of een overstap ook voor hen al dan niet aan te raden is.

1.3.2 Wat zijn de technische voor-en nadelen van Puppet en Ansible?

In deze tweede categorie zal er een vergelijkende studie plaatsvinden waarbij technische aspecten zoals performantie, schaalbaarheid en veiligheid vergeleken worden.

Ten eerste wordt de performantie onderzocht. Hieronder wordt verstaan de tijd die nodig is tot het bekomen van een consistente staat en deze zal onderzocht worden in twee situaties. Bij de eerste is er namelijk nog geen configuratie aanwezig en dient alles nog geïnstalleerd en geconfigureerd te worden. Bij de tweede situatie is er wel al een configuratie aanwezig en is het de bedoeling dat de CMT enkel de nodige aanpassingen doorvoert en niet alles opnieuw configureert.

Ten tweede is er de schaalbaarheid. Onder schaalbaarheid wordt verstaan: het vermogen om grote vraag te verwerken zonder kwaliteit te verliezen (informit, 2002). We zullen monitoren hoe Ansible en Puppet hun resources verdelen bij een toenemende drukte, hier onder de vorm van meer servers en uitgebreidere configuraties.

Er wordt afgesloten met een analyse over de veiligheid. Hierbij zal er een literatuurstudie plaatsvinden met onderzoek naar welke veiligheidsproblemen reeds gekend zijn en wat de impact hiervan is op een bedrijfsnetwerk. CMT's hebben

administrator rechten tot verschillende servers die ze dienen te configureren. Wanneer de server waarop een CMT draait besmet is, kunnen de gevolgen catastrofaal zijn.

1.3.3 Wat is het verloop van een dergelijke transitperiode?

Problemen die bij de vervanging van Puppet door Ansible optreden, zullen gerapporteerd worden en er zal onderzocht worden waarom deze optraden. Al dan niet gevonden oplossingen zullen beschreven en uitgelegd worden zodat andere bedrijven zich goed bewust zijn van wat er hen te wachten staat en hoe ze eventueel sommige voorvallen best kunnen oplossen. Welke incidenten zich zullen voordoen, valt uiteraard moeilijk te voorspellen.

2. Methodologie

2.1 Redenen van een omschakeling?

Puppet is een CMT met vele mogelijkheden maar heeft als nadeel zijn complexe leercurve. Veel mensen waaronder ook Tehranian (2015) en zijn collega's, Loschwitz (2016) en Raza (2016) delen deze mening. Dit was ook het probleem bij de VRT. Dankzij de complexiteit waren er maar een beperkt aantal mensen die het volledige potentieel van Puppet wisten te benutten. Het vertrek van één van deze experten was dan ook een jammere zaak.

Dit is echter niet het enige. Door het gebrek aan een deftig ingebouwde monitoringstool kost het veel werk om te controleren welke servers correct geconfigureerd zijn. Idealiter zou er sochtends gekeken worden welke servers groen en rood kleuren. Voorlopig gebeurt dit via de command line interface.

Verder maakt de VRT, zoals vele bedrijven, gebruik van meerdere omgevingen. Zo bestaat er van veel servers een versie in development, staging en productie. Zo kunnen nieuwe configuraties eerst in de development omgeving uitgetest worden alvorens deze in productie te brengen. Puppet kent het verschil niet tussen deze omgevingen. Dit heeft tot gevolg dat Puppet nieuwe configuraties pusht naar elke server, ongeacht of deze productie-kritisch is of niet. Dit is vanzelfsprekend niet de bedoeling en om dit dan ook te voorkomen wordt er momenteel handmatig bepaald welke servers mogen updaten en niet.

Puppet biedt voor veel van deze problemen een oplossing (denk maar aan Puppet dashboard). Doch, mochten veel van deze oplossingen geïntegreerd willen worden dan zou dit echter leiden tot een nieuwe refactor van de infrastructuur. Dit, terwijl een refactor in het verleden al tot tweemaal toe gebeurd is. Het vertrek van de expert bemoeilijkt deze hele zaak en daarom is er besloten geweest om over te schakelen naar Ansible.

Ansible biedt met Ansible Tower een geïntegreerde monitoringstool. Bovendien wordt Ansible door velen geprezen vanwege zijn eenvoud in syntax en configuratie. Zo heeft Ansible geen agent nodig om servers te configureren wat een enorm voordeel biedt. Er kan dus zonder iets te moeten installeren onmiddelijk overgegaan worden tot configureren. Ansible Tower kan met vele externe technologien overweg wat de mogelijkheden tot continuous deployment vereenvoudigt. Zo is bijvoorbeeld git ingebouwd dewelke zorgt voor een eenvoudig beheer van de source code.

2.2 Werking van Ansible en Puppet

2.2.1 Overzicht van Puppet en Ansible

	Ansible	Puppet
Programmeerparadigma	declaratief	declaratief
Geschreven in	YAML	eigen domain specific language (DSL)
Gecompileerd naar	Python	Ruby
Communicatieprotocol	SSH	HTTPS
Push / Pull principe (standaard) ^a	push	pull
open poorten ^b	22/tcp (client)	8140/tcp (master)

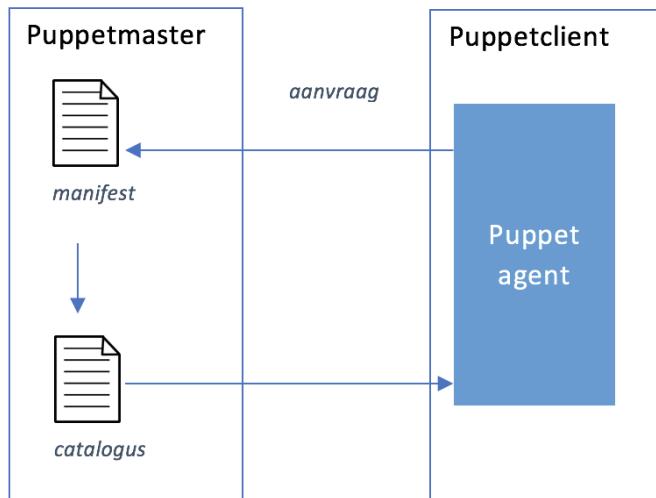
^aBeide technologieën zijn in staat om zowel volgens push als pull methode te functioneren. Zo heeft ansible 'pull-mode' (Korokithakis, 2013) en Puppet (g.d.-b) 'Puppet kick'

^bDit zijn de minimale vereisten van open poorten. Voor sommige features dienen meer poorten open te staan. Bijvoorbeeld 443 voor Ansible Tower of 8140 op elke Puppetclient voor de Puppet kick functionaliteit (Puppet, g.d.-b)

Informatie opgehaald van Puppet (g.d.-j), Weirdt (2014), Ansible (g.d.-b)

2.2.2 Werking van Puppet

Tussen de master en de client bestaat er een vertrouwensrelatie die onderhouden wordt door certificaten. Het is de Puppetmaster die verantwoordelijk is voor het verlenen van deze certificaten. Pas als deze in orde zijn kan Puppet aan de configuraties van de clients beginnen. De verzameling van alle geschreven code wordt een manifest genoemd. Wanneer een Puppetagent wil controleren of hij nog up-to-date is, zal hij een catalogus aanvragen bij de Puppetmaster. Een dergelijke catalogus is in feite een manifest dat de Puppetmaster compileert. Deze catalogus is bovenbieden uniek voor elke Puppetagent. Dit komt omdat er bij het compileren van het manifest naar de catalogus rekening gehouden wordt met diverse parameters zoals de functie van de server of de distributie van het besturingssysteem dat op die server draait (Puppet, g.d.-e). Eens de Puppetagent zijn persoonlijke catalogus ontvangen heeft, zal deze voor zichzelf controleren of er verschillen zijn tussen zijn huidige configuratie en de staat die beschreven staat in de catalogus. Indien er afwijkingen zijn, worden deze ook automatisch opgelost (Puppet, g.d.-g).



Figuur 2.1: aanvraag van een catalogus bij de Puppetmaster door een Puppetclient. De Puppetagent is een deamon (stukje software) die op de Puppetclient draait.

2.2.3 Werking van Ansible

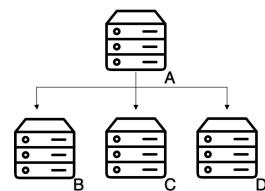
In tegenstelling tot Puppet maakt Ansible geen gebruik van agents. Dit betekent dat de Ansibleserver enkel de naam en het wachtwoord dient te kennen van de servers die hij moet configureren. Het authenticeren kan op verschillende manieren. Er wordt aangeraden om gebruik te maken van een SSH-key, wat het eenvoudigst is, maar ook andere middelen zoals een eenvoudig wachtwoord of het Kerberos-protocol worden ondersteund. De gewenste configuraties worden geschreven in playbooks met bijhorende modules. Eens een verbinding tot stand is gebracht, wordt dit playbook met zijn modules verstuurd naar de te configureren server. Deze worden vervolgens op de Ansible clients uitgevoerd en weer verwijderd. Ook Ansible bezit de functionaliteit om na te gaan of de huidige configuratie in lijn is met de ontvangen modules. Om servers te configureren met Ansible bestaan er bovendien twee manieren. Ansible playbooks kunnen in principe verstuurd worden naar de servers vanaf elke computer. Voor een grotere hoeveelheid servers is dit echter moeilijk onderhoudbaar en onoverzichtelijk. Hiervoor bestaat er de commerciële versie waarbij de playbooks worden verstuurd vanaf een centraal punt. Dit centraal punt is voorzien van Ansible Tower die een inventaris heeft van alle servers en playbooks die onder zijn verantwoordelijkheid vallen. Verschillende gebruikers kunnen vervolgens verschillende toegangsrechten krijgen zodat personen enkel servers kunnen configureren die onder hun bevoegdheid vallen (Ansible, g.d.-b).

2.3 Technische analyse van Ansible en Puppet

2.3.1 Opstelling van de testomgeving

Architectuur van de opstelling

Deze opstelling is gerealiseerd door gebruik te maken van twee Vagrant bestanden. Voor elk Vagrant bestand wordt eerst de master aangemaakt, gevolgd door X aantal clients. Vagrant zorgt ervoor dat elke client verbonden wordt met New Relic, de gekozen tool om de servers te monitoren. In het geval van Puppet wordt hierbij ook nog de Puppet agent geïnstalleerd. Elke client, zowel in de Ansible- als de Puppetinfrastructuur, is gebaseerd op dezelfde basebox en krijgt dezelfde resources toegekend. De masters beschikten over meer resources.



Figuur 2.2: Infrastructuur

Technische specificaties clients

Basebox: bertvv/centos72
Aantal CPU's: 1
Geheugen: 500 MB

Configuratie van servers door CMT's

Voor de testen in sectie 2.3 is er gekozen om gebruik te maken van een LAMP-stack. Dit is zowel voor Ansible als Puppet gebeurd. Bovendien werd er getracht om in de mate van het mogelijke beide configuraties zo analoog mogelijk te houden. Om dit te realiseren wordt er httpd, php, php-mysql en mariaDB geïnstalleerd op de servers. Vervolgens wordt er een webpagina op de site geplaatst. Deze is geschreven in PHP en controleert of alle zaken naar behoren werken. Om af te sluiten wordt HTTP doorgelaten door de firewall, de service httpd gestart en MariaDB gestopt.

Opmerking: De reden dat DB op dit moment niet gestart wordt is vanwege de gedeeltelijke configuratie. Hierbij wordt gekeken hoelang het duurt om bij een bestaande configuratie enkele aanpassingen door te voeren. Het is dus pas bij de testen van gedeeltelijke configuratie dat MariaDB gestart wordt.

Deze configuraties kunnen teruggevonden worden op gitbub op de volgende links¹:

Ansible: <https://github.com/ThomasDetemmerman/AnsibleTower>

Puppet: <https://github.com/ThomasDetemmerman/PuppetMaster>

2.3.2 Belasting van het netwerk

Ansible en Puppet hebben een groot verschil in de manier van communiceren en dit weerspiegelt zich in het gedrag van de CMT. De grafieken op afbeeldingen 2.3 en 2.4 weerspiegelen uitsluitend het dataverkeer tussen de server (Ansible Tower of Puppetmaster) en de desbetreffende client. Andere data, zoals bijvoorbeeld het downloaden van services of uploaden van logbestanden naar de monitoringstool, zijn hierin niet opgenomen. Dit wordt verwezenlijkt door gebruik te maken van verschillende netwerkkaarten. Wanneer er geen deploy gebeurt, is de kilobyte/ minuut op deze netwerkkaart gelijk aan nul; een

¹Mogelijk komt beschreven configuratie in dit artikel niet volledig overeen met de code in de Github repositories. Deze repositories worden namelijk ook gebruikt voor andere testen binnen dit onderzoek.

bewijs dat hier geen andere data dan deze van de CMT over wordt verstuurd.

De manier van communicatie is te herkennen in de grafieken. Zo onderhoudt Ansible de communicatie met de client gedurende de deploy. Hiermee wordt bedoeld dat Ansible op de hoogte is van de laatste stand van zaken op de client. Wanneer een bepaalde taak voltooid is, wordt Ansible Tower hier onmiddellijk van op de hoogte gebracht. Zoals te zien is op grafiek 2.4 is er geregeld communicatie tussen beide servers. Weliswaar is er enkel communicatie wanneer iets voltooid is; er is dus geen onnodige communicatie. Zo is ook te zien hoe op T5 de communicatie nul is. Ansible had voor die periode niets te melden².

Deze manier van werken is handig tijdens het testen van nieuwe Ansible rollen. Je krijgt namelijk live feedback tijdens het uittesten. Een nadeel is wel dat het netwerk geen rust krijgt. Bovendien wordt deze functionaliteit van 'live feedback' niet gebruikt voor rollen in productie. Deze lopen doorgaans tijdens de nacht en het is voldoende om de dag daarna een algemeen overzicht te krijgen.

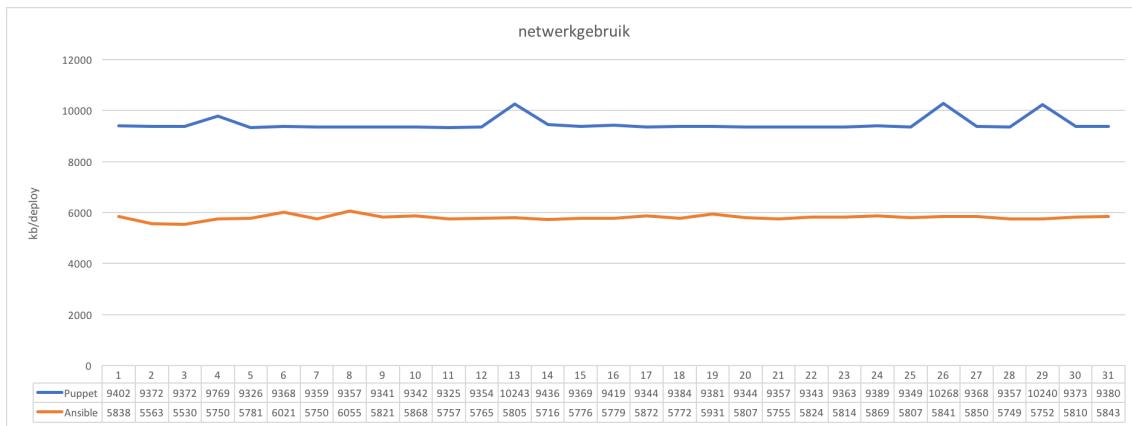
Bij Puppet is dit anders. Hierbij is er enkel communicatie tussen de server en de client bij het begin en op einde van de deploy. Tijdens de eerste reeks vraagt de client een catalogus op bij de master. Vervolgens wordden eventuele plugin's gesynchroniseerd en vraagt de master fact's op bij de client. Op basis van deze gegevens wordt uiteindelijk de verwachte catalogus verstuurd. Tijdens het configureren is er geen communicatie tussen beide servers. Op het einde wordt een rapport in JSON-formaat terug naar de master gekoppeld (DarylW, 2017).

Een nadeel aan het feit dat er enkel in het begin en op het einde communicatie is, is dat er op de master geen live feedback voor testen gevuld kan worden. Dit kan echter wel opgelost worden door in te loggen op de client en hier de live feedback te volgen met het commando "puppet agent -t". Het wordt wel nog steeds pas op het einde van de deploy terug naar de master gestuurd.

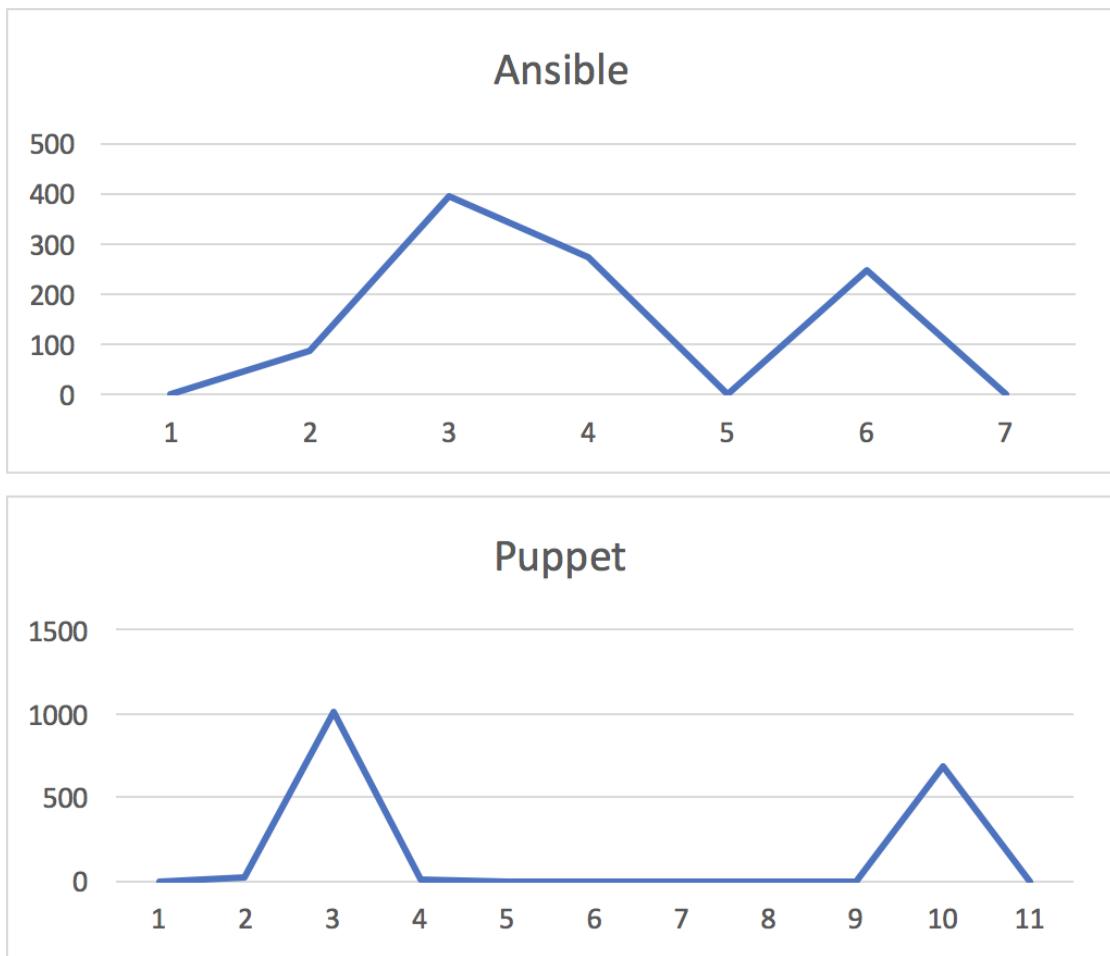
Vervolgens is er ook gekeken naar de totale netwerkbelasting. Hiervoor is er per client een cumulatie genomen van de kilobytes/minuut gedurende de gehele deploy. Deze waarden zijn terug te vinden in grafiek 2.3. Hier heeft Ansible een gemiddelde van 5802,29 kilobytes/deploy. Dit terwijl Puppet gemiddeld 9464,32 kilobytes/deploy haalt.

We kunnen dus concluderen dat Ansible minder grote bestanden verstuurd over het netwerk door deze op te splitsen in meerdere kleine bestanden. Hierbij is wel een voordurende verbinding vereist tussen beide servers. Puppet aan de andere kant weet de communicatie te beperken tot twee reeksen. Op het einde van de rit heeft Puppet wel meer bestanden uitgewisseld dan Ansible.

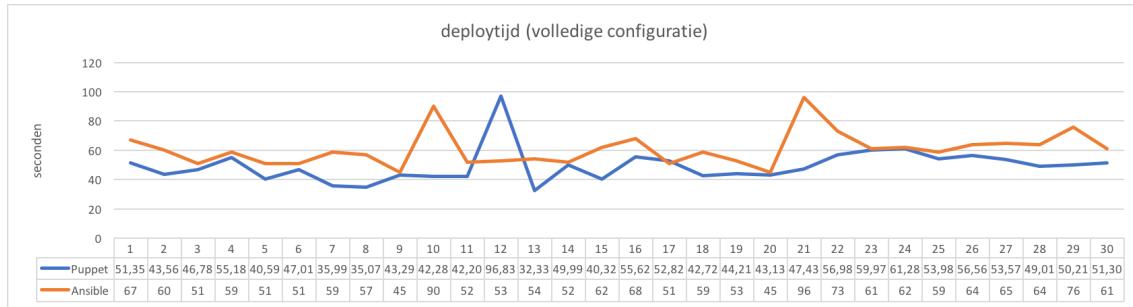
²Hier betreft het de service MariaDB die wordt gedownload



Figuur 2.3: Totaal verbruikte netwerkcapaciteit per client gedurende het deployen. Dit bevat enkel communicatie tussen master en client.



Figuur 2.4: Mannier van communiceren. Aantal kilobytes per tijdseenheid op een netwerk-kaart die uitsluitend bedoeld is voor communicatie met Ansible Tower / Puppetmaster.



Figuur 2.5: Tijd tot het bekomen van een consistente staat, vertrekende van een 'lege' server.

2.3.3 Tijd tot het bekomen van een consistente staat

Het is interessant om te weten wat de verhouding is tussen de gemiddelde configuratietijd van Ansible en Puppet. Om dit op een zo betrouwbaar mogelijke manier te kunnen verwezenlijken, zijn de configuraties van Ansible en Puppet zo analoog mogelijk gehouden zoals te lezen is in sectie 2.3.1. Vervolgens wordt elke configuratie 30 keer uitgevoerd. De tijd kan worden onderverdeeld in twee delen.

Het eerste deel van de tijd zal de connectietijd genoemd worden. Dit is de tijd die het kost alvorens er effectief overgegaan kan worden tot configureren. Hieronder vallen zaken zoals het verzamelen van de nodige configuraties en het verzamelen van server-specifieke waarden (zoals bijvoorbeeld distributie) en het compileren van een catalogus of module. Bij Ansible kon deze tijd gewoon berekend worden op basis van de resultaten³. Bij Puppet is dit echter niet mogelijk en bijgevolg zijn deze resultaten met de hand gemeten.

De tweede tijd is de configuratietijd. Dit is de tijd die nodig is om de configuratie effectief uit te voeren. Beide waarden zijn gebaseerd op de feedback van de corresponderende CMT.

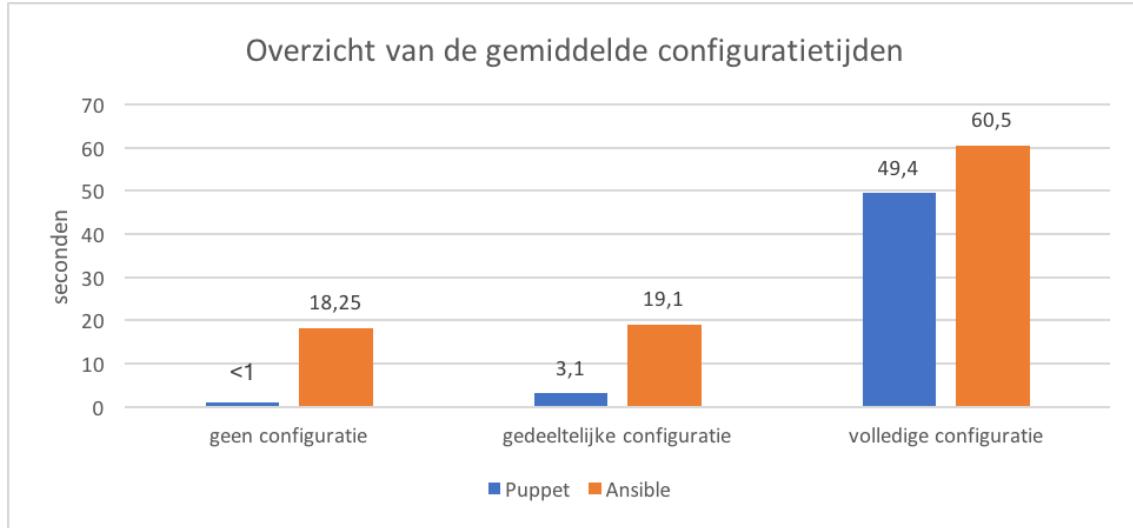
configuratietijd

Aangezien grafiek 2.6 geen eenduidig verschil toont tussen beide CMT's is er met behulp van de Z-toets aangetoond of er al dan niet een statistisch verschil is. Deze berekeningen kunnen teruggevonden worden in bijlage A: hypothese configuratietijd.

Hierbij blijkt dat Z buiten het kritisch gebied valt waardoor de nulhypothese verworpen kan worden. Bijgevolg wordt aangenomen dat beide gemiddelden niet tot dezelfde verzameling behoren. Er kan dus worden geconcludeerd dat wanneer er wordt vertrokken van een lege server, Ansible er gemiddeld langer over doet dan Puppet. Dit is in dit geval een verschil van gemiddeld 11,3 seconden.

De verschillen worden echter nog groter wanneer de test gedaan wordt met een gedeeltelijke configuratie. Hiermee wordt bedoeld dat er vertrokken is van servers die reeds geconfigureerd zijn en er slechts enkele aanpassingen moeten doorgevoerd worden. Deze aanpassingen zijn een service starten en de inhoud van de webpagina veranderen. De

³connectietijd = totaal verstreken tijd - \sum (tijd playbooks)



Figuur 2.6: Gemiddelde configuratietijd in seconden.

resultaten lopen niet door elkaar waardoor een Z-toets niet echt nodig is. Ansible deed gemiddeld 19,10 seconden voor de deploy met een vrij grote variatie van 33,40 seconden. Puppet haalde maar een vrij consistente 3,10 seconden met een variatie van 0,35.

In laatste instantie is er gekeken naar de tijd die het zou kosten tot de CMT vaststelt dat de server reeds volledig geconfigureerd is en dat er geen aanpassingen meer nodig zijn. Hierbij resulteert Ansible op een gemiddelde van 18 seconden met opnieuw een vrij grote variatie van 18,25 seconden. Ook hier doet Puppet het opnieuw beter waarbij hij minder dan een seconde nodig heeft om vast te stellen dan dat er geen aanpassingen nodig zijn. Uiteraard zijn al deze waarden afhankelijk van de configuratie maar ze geven wel een duidelijke indicatie van de verschillen tussen beide CMT's.

Opmerking: De connectietijd is niet meegerekend in deze metingen. Het omvat hier uitsluitend de configuratietijd.

De reden dat Ansible trager is dan Puppet wordt gewijd aan de manier van communiceren. Puppet stuurt namelijk een volledige configuratie bij de start. Ansible doet dit niet en stuurt taak per taak. Hierdoor wordt de verbinding meerdere malen geinitialiseerd en opnieuw verbroken. Deze veronderstelling werd gestaafd door de volgende test:

Hypothese A: Ansible stuurt taak per taak.

Hypothese P: Puppet stuurt een gehele configuratie op het moment van initialisatie.

Test: de verbinding wordt verbroken tijdens het configureren.

Verwachting A: nadat de verbinding verbroken is wordt geen nieuw taak gestart.

Verwachting P: de configuratie gaat zonder problemen verder.

Resultaat A: de configuratie valt stil. Opmerkelijk hierbij is dat niettemin de configuratie stilvalt, deze niet stopt. De master heeft namelijk niet door dat de verbinding verbroken is en veronderstelt dat de client eenvoudigweg nog bezig is met configureren.

Als later de verbinding hersteld wordt, gaat de configuratie opnieuw verder.

Resultaat P: de configuratie gaat ongestoord verder.

Er wordt dus per taak, en dus ook per connectie, een module overgebracht van de master naar de client. Deze bestanden zijn terug te vinden in `~/.ansible/tmp`. Hierin is duidelijk te zien hoe, tijdens een configuratie, er per taak een nieuwe module (geschreven in Python) verschijnt en vervolgens weer verdwijnt. Dit wordt in dit onderzoek gezien als één van de grootste oorzaken waarom Ansible trager is. Ansible (g.d.-a) herkend dit probleem en biedt hiervoor een alternatief aan, genaamd 'pipelining'. Hierdoor zouder er minder SSH-verbindingen nodig zijn die modules moeten overzetten. Een nadeel hieraan is wel dat `requiretty` uitgezet moet worden wat **mogelijk tot een beveiligingsprobleem kan leiden**.

Connectietijd

Ook hier lopen de resultaten door elkaar zoals te zien is op grafiek ???. Bovendien liggen de gemiddelden hier veel dichter bij elkaar. Om vast te stellen of er een significant verschil is, is er opnieuw gebruik gemaakt geweest van de Z toets. Deze berekeningen kunnen teruggevonden worden in bijlage A, hypothese connectietijd. Z ligt hier echter in het aanvaardingsgebied waardoor de nulhypothese, die stelt dat beide gemiddelden gelijk zijn, kunnen aanvaarden. Er is bijgevolg geen statistisch verschil tussen beide waarden.

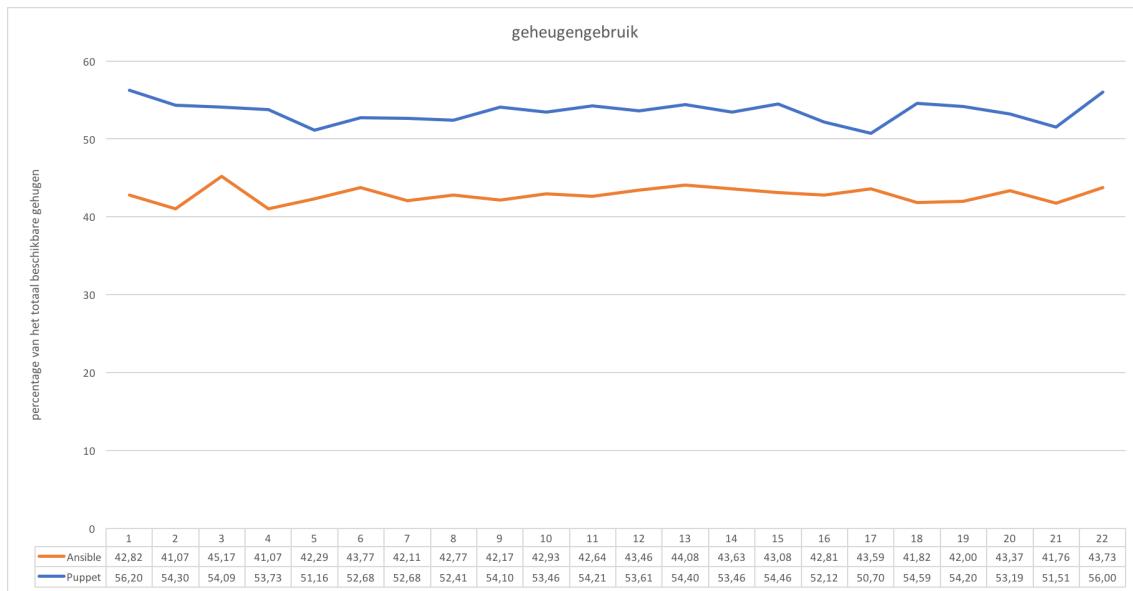
Er kan hier dus geconcludeerd worden dat Ansible nood heeft aan een voordurend goede verbinding tussen de master en de client om een snelle configuratie te kunnen verzekeren. Bij Puppet is dit niet zozeer nodig aangezien hierbij alle nodige bestanden voor een goede configuratie bij de meet af aan al aanwezig zijn. Vermoed wordt dat dit één van de redenen is waarom Puppet sneller is in configureren.

Volgens deze link zou een reden zijn dat ansible trager is dan puppet omdat ze ssh gebruiken. te onderzoeken. <http://www.intigua.com/blog/puppet-vs.-chef-vs.-ansible-vs.-saltstack>

2.3.4 Gebruik van het geheugen

Op grafiek 2.7 is per tijdseenheid het gemiddeld gebruikt ramgeheugen weergegeven. Hierop is te zien hoe Puppet opvallend meer geheugen gebruikt. Niet alleen tijdens een deploy maar ook ervoor en erna. Zelfs wanneer een Ansible client en een Puppet client juist opgezet worden met behulp van Vagrant, is er al een verschil in het gebruikte geheugen. Gezien het feit dat er al een verschil waar te nemen is in deze vroege levensfase van de server en het enige verschil in configuratie op dit moment de Puppetagent is, werd vermoed dat het verschil hier aan te wijten is. Dit vermoeden werd gestaafd toen de Puppetagent tijdelijk uitgezet werd. Het ramgeheugen daalde onmiddellijk naar gelijkwaardige waarden als deze van de Ansibleclient. Zonder configuratie gebruiken Puppetclients gemiddeld 58% geheugen van de 500MB ram. Bij Ansible is dit 47%. Dit betekent dat met een verschil van 11%, er bij 500 MB 55MB meer RAM-geheugen gebruikt wordt bij Puppet.

Er is dus een duidelijk verschil tussen het geheubengebruik van Puppet clients ten



Figuur 2.7: Verbruikt percentage van het RAM geheugen. Gemeten bij servers met elk 500 MB.

opzicht van Ansible clients. Hierbij gebruikt Puppet dankzij de Puppetagent beduidend meer resources. Ook al een service meer of minder doorgaans niet zorgt voor radicale gevolgen is de grootste bottleneck nog steeds dat deze service in de eerste plaats geïnstalleerd en geconfigureerd dient te worden. Iets wat niet door Puppet verzorgt kan worden.

Hoe zet VRT momenteel puppetagent op zijn puppetclients?

2.3.5 Schaalbaarheid

Puppet kan minder servers in parallel behandelen dan Ansible. Dit is ook niet nodig bij Puppet. Eens de Puppetmaster de catalogus gecompileert heeft neemt de Puppetagent die draait op de client het over. Dit is beduidend een kortere doorlooptijd dan Ansible. Aangezien Ansible geen gebruik maakt van deze agents valt niet enkel het compileren onder de verantwoordelijkheid van de master maar ook de uitvoering hiervan. Dit betekent dat Ansible zich om zijn clients moet ontfermen zolang deze hun gewenste consistente staat niet bereikt hebben.

Puppet heeft buiten de kortere doorlooptijd ook nog het principe van pull-mode die in zijn voordeel werkt. Aanvragen voor catalogussen gebeurt meer verspreid aangezien elke Puppetclient zelf verantwoordelijk is voor zijn updates. De kans dat veel servers tegelijk een aanvraag doen is vrij klein. Bij Ansible wordt vanwege de push-mode wel meerdere servers tegelijk behandeld. Het is dus vanzelfsprekend dan Ansible in staat moet zijn om meerdere configuraties in parallel te behandelen.

Tips om de performantie van Ansible te verbeteren

Standaard is Ansible geconfigureerd om 5 servers tegelijk te kunnen configureren. Dit aantal kan toenemen door de parameter `forks` te verhogen naar 100 of zelfs meer. Dit zal inhouden dat Ansible 100 servers op hetzelfde moment kan configureren. Om dit te realiseren is Ansible afhankelijk van het RAM-geheugen. Hoe meer ramgeheugen er beschikbaar is hoe hoger de parameter `forks` geïnitialiseerd kan worden.

Ansible adviseert verder ook om gebruik te maken van `with_items` bij het installeren van meerdere packages. Door het gebruik van `with_items` zal Ansible deze packages combineren in één transactie blok wat de performantie ten goede komt. Zo zou het dus beter zijn om listing 2.1 te structureren zoals listing 2.2.

Listing 2.1: Installeer de vereiste onderdelen van PHP in twee delen

```
1 - name: installeer PHP
2   package:
3     name: php
4     state: present
5
6 - name: installeer php-mysql
7   package:
8     name: php-mysqli
9     state: present
10
```

Listing 2.2: Installeer de vereiste onderdelen van PHP in één keer

```
1 - name: installeer PHP en bijhorende extensies
2   package:
3     name: {{ item }}
4     state: present
5   with_items:
6     - php
7     - php-mysqli
```

Verder beschikt Ansible over een 'Pull-mode' waarbij elke server zelf instaat voor zijn configuratie. Elke server haalt de code op van een centraal punt en configureert vervolgens zichzelf. Deze manier van werken vereist wel een scriptje op elke server en doet denken aan de werking van Puppet. Een centraal management punt is in deze opstelling echter niet aanwezig en is dus af te raden voor grotere infrastructuren (Ansible, g.d.-a).

Tips om de performantie van Puppet te verbeteren

Puppet is door zijn manier van werken 'van nature' meer geloadbalanced dan Ansible. Toch zijn ook hier een paar zaken die de performantie ten goede komen. Het aantal aanvragen dat Puppet tegelijk kan behandelen is afhankelijk van het aantal cores aanwezig in de processor. Het aantal gebruikte cores staat gelijk aan het aantal aanvragen dat Puppet tegelijk kan behandelen. Wanneer er meer aanvragen zijn dan beschikbare cores zal het overschat aan aanvragen geblokkeerd worden tot er een core weer vrijkomt. Het aantal cores dat Puppet mag gebruiken kan handmatig ingesteld worden met behulp van de

parameter `max-active-instances`. Wanneer deze naar bijvoorbeeld twee gebracht wordt, zullen twee core's van de processor gebruikt worden, wat tot gevolg heeft dat er ook twee aanvragen tegelijk behandeld kunnen worden.

Een tweede zaak is het verhogen van de `max heap size` van JVM. Door dit te verhogen kan het JVM proces meer geheugen opvragen bij het besturingssysteem (Puppet, g.d.-h).

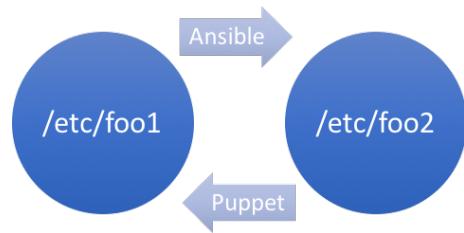
Ondanks het feit dat beide tools mogelijkheden bieden om de performantie te verhogen blijft Puppet beter geloadbalanced. Ansible zal dus sneller nood hebben aan een upgrade van de hardware dan Puppet. Een voordeel bij Ansible is dat het hoofdzakelijk het RAM geheugen is dat een upgrade vereist. Dit komt goedkoper uit dat een CPU met meerdere cores.

2.4 Veiligheid

To Do, gesprek met mr. Gerben

2.5 Wat is het verloop van een dergelijke transitperiode?

Het is vanzelfsprekend dat de manier om Ansible te integreren afhankelijk is van bedrijf tot bedrijf. In het geval van de VRT verloopt dit vlot. **Ansible en Puppet kunnen namelijk perfect naast elkaar in dezelfde infrastructuur bestaan.** Dit is ideaal voor een geleidelijke overgang. Eén en dezelfde server kan bovendien geconfigureerd worden door zowel Puppet als Ansible. Dit heeft als voordeel dat niet alle modules geschreven in Puppet onmiddellijk vertaald hoeven te worden naar Ansible. Enkele rollen kunnen geschreven zijn voor Ansible terwijl een ander deel nog onder de bevoegdheid van Puppet valt.



Figuur 2.8: Vicieuze cirkel van twee CMT's hetzelfde bestand proberen te configureren.

Belangrijk hierbij is wel dat Puppet en Ansible verschillende configuraties dienen te behandelen. Wanneer beide CMT's eenzelfde configuratie uitvoeren, kan er door subtile verschillen een vicieuze cirkel ontstaan. Veronderstel een situatie zoals in figuur 2.8. In Ansible staat een bestand met een extra spatie, hier wordt deze voor het gemak 'fool' genoemd. Bij puppet staat deze extra spatie er niet, deze wordt 'foo2' genoemd.

1. Puppet configureert de service met bestand `fool` en start deze op.
2. Eventjes later stelt Ansible vast dat de configuratie niet meer overeenkomt met deze beschreven in het playbook. Hij wijzigt `fool` naar `foo2` en herstart de service zodat aanpassingen doorgevoerd zouden worden.

3. Op een later ogenblik zal Puppet dit waarnemen en het bestand terugdraaien naar foo1, opnieuw gevolgd door een gerstart van de gerelateerde service.

Het is vanzelfsprekend dat dit voor onnodige aanpassingen zorgt met eventueel ongewenste onverwachte gevolgen, zoals het voortdurend herstarten van een service.

In de testopstelling is gekeken geweest naar het gedrag van beide CMT's wanneer deze op hetzelfde moment dezelfde server trachten te configureren. Dit veroorzaakte niet voor problemen. Het enigste wat dit als nadelig gevolg kan hebben is dat de configuratie langer duurt dan normaal. Wanneer CMT A een lock heeft op de package manager, dan zal CMT B moeten wachten tot deze vrij komt.

3. Conclusie

Puppet zijn DSL wordt ten opzichte van Ansible door vele gezien als complex. Dit is bovendien niet enkel het geval voor het schrijven van modules. Ook het opstellen van een infrastructuur vergt enige oefening. Elke server die met Puppet dient te communiceren moet een Puppetagent draaiende hebben. Deze moet bovendien zodannig geconfigureerd worden dat deze de Puppetmaster weet te bereiken. Vervolgens moeten certificaten uitgewisseld worden. Door gebruik te maken van een Puppetagent wordt de Puppetmaster wel minder belast. De master verstuurde namelijk alle bestanden in één keer en vervolgens neemt de agent het over van de master. Hierdoor kan Puppetagent beter overweg bij een groeiende infrastructuur. Puppet is ook duidelijk sneller. Het verschil is vooral opmerkelijk wanneer er niets tot weinig aangepast dient te worden.

Ansible daarentegen wordt geprezen vanwege de eenvoudige syntax en infrastructuur. Ook het feit dat Ansible geen agent gebruikt is één van Ansible zijn parades. Hierdoor valt de volledige verantwoordelijkheid onder de bevoegdheid van de master. Clients hun resources worden hierdoor bespaard maar dit kan nadelige gevolgen hebben bij grotere infrastructuren. Omdat de master bij Ansible zich voordurend bezig moet houden met de clients worden meerdere kleinere bestanden verstuurd naar de clients. Ondanks een voordurende belasting van het netwerk heeft Ansible op het einde van de rit minder het netwerk minder belast. Bovendien is er met deze manier van werken een live feedback te volgen op de Master. Bij Puppet moet hiervoor ingelogt worden op de desbetreffende client.

Aan bedrijven die beschikken over de nodige kennis omtrent Puppet wordt geadviseerd om bij deze infrastructuur te blijven. Een overschakeling kost veel werk en geld, bovendien is er geen winst op gebied van performantie en schaalbaarheid.

Bedrijven die geen ervaring hebben met dit soort technologieën wordt aangeraden om voor Ansible te kiezen. Ansible is eenvoudig om op te stellen en aan te leren. De essentie van dit soort tools is nog steeds het configureren van servers. De eenvoud in syntax moet dan ook gezien worden als belangrijkste factor. Andere aspecten zoals configuratietijden zijn interessant maar blijven bijzaak.

Ook voor bedrijven die zichzelf herkennen in de situatie van de VRT zoals beschreven is in sectie 2.1 wordt deze stap aangeraden. Dit soort overschakelingen kunnen geleidelijk verlopen aangezien beide tools kunnen bestaan in dezelfde omgeving (zie 2.5)

	Puppet	Ansible
Infrastructuur	✓	
Leercurve		✓
Configuratietijd	✓	
Schaalbaarheid	✓	
Belasting netwerk		✓
Geheugengebruik		✓

Prijskaartje

Lijst van acroniemen

CMT configuration management tool. 11, 13–15, 20, 23, 24, 28, 45

DSL domain specific language. 18

Verklarende Woordenlijst

ad-hoc commando Een ad-hoc commando is een taak die snel uitgevoerd moet worden maar dat niet opgeslagen wordt voor later (Ansible, g.d.-c). Het is een eenmalig commando dat geen deel uitmaakt van een groter geheel zoals een playbook.. 13

Catalogus Eng: Catalog. Een catalogus beschrijft de gewenste configuratie voor een specifieke computer puppetdoc. 21

Configuratietijd De tijd die de configuration management tool nodig heef tot het bekomen van een volledig geconfigureerde server.. 21, 23, 24

Connectietijd Dit is de tijd die het kost Alvorens er effectief overgegaan kan worden tot configureren. Hieronder zitten zaken zoals het opstellen van een verbinding, het verzamelen van de nodige gegevens en het versturen van een gepersonaliseerde configuratie.. 23, 24

fact Ansible en Puppet maken gebruik van facts. Dit zijn gegevens die de master nodig heeft van zijn clients. Dit zijn zaken zoals hostname, besturingssysteem, IP adres etc.. 21

Fork Het aanmaken van een child process door zichzelf te dupliceren (Linux, 2017). 26

Gedeeltelijke configuratie Er is reeds een configuratie aanwezig op de server maar deze is niet meer up-to-date. Bijgevolg moet er een deel opnieuw geconfigureerd worden.. 20

Package manager Een mechanisme die het mogelijk maakt om software te installeren op UNIX gebaseerde systemen. (*voorbeelden: yum, apt, dpkg,....*) 28

plugin Extra functionaliteiten worden toegevoegd door middel van een plugin. In het geval van Puppet zijn dit scriptjes geschreven worden in Ruby.. 21

Programmeerparadigma Synoniemen zijn ook programmeerstijl of programmeermodel.

Pull Een manier van communiceren waarbij de actie gestart wordt vanuit de clients, de ontvangers (Techopedia, g.d.). 18

Push Een manier van communiceren waarbij de actie gestart wordt vanuit een centraal punt, de zender. (Techopedia, g.d.). 18

4. Bijlage A: Mathematische berekeningen

4.1 Hypothese configuratietijd (volledige configuratie)

Gebruikte dataset 6.3

Hypothese

$$H_0 : \mu_p = \mu_a$$

$$H_a : \mu_p \neq \mu_a$$

Significantieniveau en waarden

$$\alpha = 0.05 \Rightarrow -1.96 \text{ en } +1.96$$

	Ansible	Puppet
\bar{x}	60.7	49.4
σ	11.5	11.6
n	30	30

Toetsingsgrootheden

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\bar{x}_p - \bar{x}_a}{\sqrt{\frac{\sigma_p^2}{n_p} + \frac{\sigma_a^2}{n_a}}} \\ &= \frac{49,4 - 60,7}{\sqrt{\frac{11,6^2}{30} + \frac{11,5^2}{30}}} \\ &= -3,789 \end{aligned} \tag{4.1}$$

4.2 Hypothese connectietijd

Gebruikte dataset 6.3

Hypothese

$$H_0 : \mu_p = \mu_a$$

$$H_a : \mu_p \neq \mu_a$$

Significantieniveau en waarden

$$\alpha = 0.05 \Rightarrow -1.96 \text{ en } +1.96$$

	Puppet	Ansible
\bar{x}	6,27	6,57
σ	4,10	6,11
n	30	30

Toetsingsgrootheden

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{\bar{x}_p - \bar{x}_a}{\sqrt{\frac{\sigma_p^2}{n_p} + \frac{\sigma_a^2}{n_a}}} \\
 &= \frac{6,27 - 6,57}{\sqrt{\frac{4,10^2}{30} + \frac{6,11^2}{30}}} \\
 &= 1,27
 \end{aligned} \tag{4.2}$$

5. Bijlage B: Bachelorproefvoorstel

Technische voor-en nadelen van Puppet en Ansible.

Verloop en redenen van een omschakeling

Onderzoeksvoorstel Bachelorproef

Thomas Detemmerman¹, Tom De Wispelaere²

Samenvatting

Om servers eenvoudig te beheren worden configuration management tools gebruikt. Dit zijn technologieën die het mogelijk maken om servers te configureren tot een specifiek gewenste consistente staat. Een vaste speler hierin was Puppet maar de laatste vier jaar evolueerde een nieuwe technologie, Ansible genaamd, tot een ware concurrent. Bedrijven onderzoeken of de overstap van Puppet naar Ansible een meerwaarde zou kunnen bieden voor hun firma en velen wagen die omschakeling dan ook. Dit onderzoek zal nagaan waar deze trend vandaan komt. Hiervoor zullen de drijfveren voor een omschakeling achterhaald worden en zal er bericht worden over problemen die zich kunnen voordoen tijdens de overstap. Verder worden technische verschillen zoals performantie, veiligheid, schaalbaarheid, tijd en efficiëntie van resourcegebruik onderzocht. Dit artikel probeert een hulp te bieden voor ondernemingen die de overstap in overweging nemen.

Sleutelwoorden

Systeem- en netwerkbeheer. Ansible — Puppet — configuration management — automatiseren

Contact: ¹ thomas.detemmerman.v3945@student.hogent.be; ² tom.dewispelaere@vrt.be;

Inhoudsopgave

1	Introductie	1
2	State-of-the-art	1
3	Methodologie	2
3.1	Technische aspecten	2
3.2	Redenen voor omschakeling	2
3.3	Analyse van obstructies tijdens transitperiode	2
4	Verwachte resultaten	2
5	Verwachte conclusies	2

1. Introductie

Ansible is een relatief jong configuration management tool ¹ opgericht door Michael DeHaan, iemand die zeer vertrouwd was met Puppet (Geerling, 2016). Hij vond dat bedrijven die Puppet gebruikten moeilijkheden ondervonden op gebied van eenvoud en automatisatie. Daarom is hij samen met Saïd Ziouani Ansible Inc. gestart. Het bedrijf kon zich de laatste vier jaar een weg banen naar de top. In 2015 werd Ansible vernoemd in een artikel van Gartner getiteld 'Cool Vendors in DevOps'. Het was ook dat jaar dat Red Hat aankondigde dat er een akkoord was om Ansible over te nemen. Ansible doet het dus zeker niet slecht maar Puppet bestaat inmiddels al 11 jaar (Puppet) en veel DevOps hebben een goede ervaring met deze configuration tool. Toch verschijnen er steeds meer artikels over systeembeheerders die de overstap wagen van

Puppet naar Ansible. Dit is ook het geval voor MediaIT, de informatica afdeling van de VRT. Bedrijven vervangen bestaande werkende configuraties niet zomaar door nieuwe tenzij daar een goede reden voor is. Is Ansible dan zoveel beter en zouden toekomstige bedrijven ook deze overstap moeten wagen?

2. State-of-the-art

Dan Tehranian is één van de DevOps die de overstap van Puppet naar Ansible gewaagd heeft. Hij publiceerde in januari 2015 twee artikels. Het ene over zijn literatuurstudie waarin hij de verschillen beschreef. Het tweede artikel bevatte zijn bevindingen na een week met Ansible gewerkt te hebben. Ook Ryan D Lane (2015) is iemand die een dergelijk onderzoek voerde. Niettemin het bij hem al vaststond dat hij geen Puppet meer ging gebruiken en eigenlijk onderzocht of hij voor Salt of Ansible moest gaan, had hij ook zijn bevindingen geconcludeerd over Puppet. Beide besluiten dat Ansible een lagere leercurve heeft door haar simpliciteit in syntax. Ook de agent-less architectuur van Ansible is een vaak vernoemd voordeel. Dit zijn inderdaad gegevens waar rekening mee gehouden moet worden. Maar dat is echter ook niet alles. Voor bedrijven hebben waarden zoals performantie, resource gebruik, schaalbaarheid en veiligheid prioriteit. Het zijn dan ook deze aspecten die door dit onderzoek behandeld zullen worden.

Dit onderzoek kan opgedeeld worden in drie delen die op de best passende manier gecontroleerd zullen worden. In eerste instantie zal er onderzocht worden welk configuration

¹Een framework voor automatische configuratie van servers

management tool performanter, schaalbaarder en veiliger is. Bij het tweede deel zal er rekening gehouden worden met de businessrequirements. In dit geval deze van de VRT. Hierbij zal worden nagekeken wat de drijfveren van MediaIT waren om deze overstap te maken. In het laatste deel zullen de problemen die tijdens de omschakeling plaatsvinden geanalyseerd en beschreven worden. Op basis van deze zaken zal dit onderzoek trachten te concluderen voor toekomstige bedrijven of deze overstap aan te raden is.

3. Methodologie

3.1 Technische aspecten

In dit deel worden zaken onderzocht zoals performantie, resource gebruik, schaalbaarheid en veiligheid. Deze technische aspecten zullen gemeten worden in twee situaties. De eerste is tijdens de initiële deployment. Met andere woorden, alle services worden voor de eerste keer geïnstalleerd en geconfigureerd. Bij de tweede situatie zal gekeken worden hoe beide tools omgaan met aanpassingen bij bestaande configuraties.

Allereerst zal er een vergelijkende proef plaatsvinden. Om deze zo correct en betrouwbaar mogelijk uit te voeren zal er gefocust worden op twee grote deelaspecten, namelijk performantie en resource gebruik. Onder performantie wordt verstaan de tijd die nodig is om een server op te zetten tot een bepaald gewenste consistente staat. Verder wordt er bij resouce gebruik vooral gekeken naar de belasting van het netwerk en geheugengebruik.

Voor deze vergelijkende proef zullen Puppet en Ansible elk een server moeten configureren. Om te garanderen dat geen van beide tools bevoordeeld zou zijn, zullen de servers voorbereid worden met Vagrant². Deze zal moeten verzekeren dat alle servers identiek zijn zodat zowel Ansible als Puppet vanuit éénzelfde situatie kunnen starten.

Tijdens de 'provisioning'³ van de servers zullen nog nader te bepalen tools meten hoeveel geheugen gebruikt is geweest, hoelang dit alles geduurde heeft en hoe zwaar het netwerk hieronder geleden heeft. Op deze manier zal er een oordeel geveld worden over de performantie en resource gebruik van beide technologieën. Ansible biedt ook de mogelijkheid om in accelerated mode te opereren (Ansible, 2016). Ook deze resultaten zullen gerapporteerd worden.

Voor de schaalbaarheid zal er vergelijkbaar te werk gegaan worden. Onder schaalbaarheid wordt verstaan: het vermogen om grote vraag te verwerken zonder kwaliteit te verliezen (informit, 2002). We zullen monitoren hoe Ansible en Puppet hun resources verdelen bij een toenemende drukte, hier onder de vorm van meer servers en uitgebreidere configuraties. Voor het gedeelte veiligheid zal er in de eerste plaats een literatuurstudie plaatsvinden met onderzoek naar welke veiligheidsproblemen reeds gekend zijn en wat de best practises zijn

om deze te voorkomen. Afhankelijk van de uitkomst van de literatuurstudie zal getracht worden een dergelijk veiligheidslek te reproduceren.

3.2 Redenen voor omschakeling

h

Dit gedeelte van het onderzoek zal zich meer op sociaal vlak afspelen. De verantwoordelijken binnen VRT voor de overstap van Puppet naar Ansible zullen een paar vragen voorgelegd krijgen, al dan niet tijdens een informeel gesprek. Op deze manier zal getracht worden de drijfveren achter hun beslissing tot overstap bloot te leggen.

3.3 Analyse van obstructies tijdens transitperiode

De omschakeling bij VRT is reeds begonnen op het moment van het schrijven van dit onderzoeksvoorstel en zal nog steeds bezig zijn tijdens het onderzoek zelf. Problemen die bij de vervanging van Puppet door Ansible optreden zullen gerapporteerd worden en er zal onderzocht worden waarom deze optreden. Al dan niet gevonden oplossingen zullen beschreven en uitgelegd worden. Welke incidenten zich zullen voordoen, valt uiteraard moeilijk te voorspellen. Bijgevolg is de grootte van deze sectie moeilijk in te schatten.

4. Verwachte resultaten

Gezien het grote enthousiasme voor Ansible door mensen binnen de professionele wereld zoals MediaIT van de VRT, en gespecialiseerde bedrijven zoals Gartner (2015) en Red Hat (2015) wordt verwacht dat Ansible goede, en wellicht betere, resultaten zal opleveren dan Puppet tijdens de vergelijkende studie op gebied van technische aspecten zoals performantie, schaalbaarheid en resource gebruik. Op vlak van veiligheid is het momenteel nog in het duister tasten. Dit is ook het geval bij het onderzoek naar de reden van de omschakeling. Vermoed wordt dat de prominentste reden de eenvoud in syntax is. Gezien het verschil in architectuur tussen Puppet en Ansible worden wel een aantal problemen verwacht tijdens de transitperiode. Mogelijkheden zijn bijvoorbeeld de zogenaamde 'Puppet master servers' en 'Puppet agents' die niet meer nodig zullen zijn. De grootste obstructie is uiteraard nog steeds de volledige vertaling van deze Puppet manifests naar Ansible playbooks.

5. Verwachte conclusies

Ondanks het feit dat Puppet momenteel nog steeds tot de marktleiders behoort (UpGuard, sd), wordt verwacht dat Ansible een volwaardige concurrent zal zijn. Of het ook wel degelijk beter is dan Puppet en of het een heel transitieproject waard is, valt echter moeilijk te voorspellen. Dat zal het onderzoek zelf moeten uitwijzen.

Referenties

- [1] Geerling, J. (2016). Ansible for DevOps. Leanpub.

²Tool voor het automatisch opzetten van virtuele machines, al dan niet in combinatie met een configuration management tool

³De techniek van het automatisch installeren of aanpassen van configuraties (Vagrant)

- [2] HashiCorp. (2016). provisioning. Opgehaald van vagrantup: <https://www.vagrantup.com/docs/provisioning/>
- [3] Gartner. (2015, April 21). Cool Vendors in DevOps, 2015. Opgehaald van Gartner: <https://www.gartner.com/doc/3034319/cool-vendors-devops>
- [4] UpGuard. (sd). Ansible vs Puppet. Opgehaald van UpGuard: <https://www.upguard.com/articles/ansible-puppet>
- [5] Lane, R. D. (2014, Augustus 4). Moving away from Puppet: SaltStack or Ansible? Opgehaald van Ryan D Lane: <http://ryandlane.com/blog/2014/08/04/moving-away-from-puppet-saltstack-or-ansible/>
- [6] RedHat. (2015, Oktober 16). Red Hat to Acquire IT Automation and DevOps Leader Ansible. Opgehaald van Red-Hat: <https://www.redhat.com/en/about/press-releases/red-hat-acquire-it-automation-and-devops-leader-ansible>
- [7] Tehranian, D. (2015, Januari 20). Ansible vs Puppet – An Overview of the Solutions. Opgehaald van Dan Tehranian's Blog: <https://dantehranian.wordpress.com/2015/01/20/ansible-vs-puppet-overview/>
- [8] Tehranian, D. (2015, Januari 20). Ansible vs Puppet – Hands-On with Ansible. Opgehaald van Dan Tehranian's Blog: <https://dantehranian.wordpress.com/2015/01/20/ansible-vs-puppet-hands-on-with-ansible/>
- [9] Puppet. (2016, November 16). Puppet FAQ. Opgehaald van puppet: <https://puppet.com/product/faq>
- [10] Ansible. (2016, December 6). Accelerated Mode. Opgehaald van Ansible: http://docs.ansible.com/ansible/playbooks_acceleration.html
- [11] informit. (2002, Mei 24). Scalable and High-Performance Web Applications. Opgehaald van informit: <http://www.informit.com/articles/article.aspx?p=26942&seqNum=18>

6. Bijlage C: datasets

6.1 Netwerkverkeer

6.1.1 Puppet

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	gemiddelde
0	3270	1873	0	0	0	0	4259	0	0	0	9402
0	5115	0	0	0	0	0	0	4257	0	0	9372
0	5079	0	0	0	13	0	0	0	4280	0	9372
0	3248	2228	0	0	13	0	4280	0	0	0	9769
0	3203	1870	0	0	0	0	0	4253	0	0	9326
0	3202	1875	0	0	13	4278	0	0	0	0	9368
0	5102	0	0	0	0	4257	0	0	0	0	9359
0	5092	0	0	0	0	0	4265	0	0	0	9357
0	3222	1858	0	0	0	0	4261	0	0	0	9341
0	5063	0	0	0	0	0	4279	0	0	0	9342
0	5085	0	0	0	13	0	0	4227	0	0	9325
0	5080	0	0	0	13	0	4261	0	0	0	9354
0	5074	0	0	13	0	0	5156	0	0	0	10243
0	1641	3512	0	0	13	0	4270	0	0	0	9436
0	5084	0	0	0	13	0	4272	0	0	0	9369
0	5158	0	0	0	13	0	4248	0	0	0	9419
0	3210	1864	0	0	13	0	4257	0	0	0	9344
0	5086	0	0	13	0	0	4285	0	0	0	9384
0	5087	0	0	13	0	4281	0	0	0	0	9381
0	5059	0	0	13	0	4272	0	0	0	0	9344

0	5097	0	0	13	0	4247	0	0	0	0	9357
0	3011	2054	0	0	13	0	0	4265	0	0	9343
0	5077	0	0	13	0	0	0	4273	0	0	9363
0	5091	0	0	13	0	4285	0	0	0	0	9389
0	3210	1870	0	0	13	4256	0	0	0	0	9349
0	5092	0	0	13	0	0	5163	0	0	0	10268
0	5084	0	0	13	0	0	4271	0	0	0	9368
0	5076	0	0	13	0	4268	0	0	0	0	9357
0	5093	0	0	13	0	0	5134	0	0	0	10240
0	5072	0	0	13	0	0	0	4288	0	0	9373
0	5082	0	0	13	0	4285	0	0	0	0	9380

6.1.2 Ansible

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	gemiddelde
0	1811	0	1133	1401	0	0	0	0	1071	422	5838
0	1838	0	2302	0	0	1371	52	0	0	0	5563
0	1832	0	2248	0	0	0	663	787	0	0	5530
0	1852	2153	316	0	0	0	1429	0	0	0	5750
0	1830	619	1877	0	0	1455	0	0	0	0	5781
0	1858	2713	0	0	762	688	0	0	0	0	6021
0	1830	490	1955	0	0	1428	47	0	0	0	5750
0	1824	0	2748	0	0	1431	52	0	0	0	6055
0	1855	168	2315	0	0	360	1123	0	0	0	5821
0	1826	168	2098	342	0	0	1434	0	0	0	5868
0	1859	1792	664	0	0	1442	0	0	0	0	5757
0	1865	0	2466	0	0	1375	59	0	0	0	5765
0	1846	168	2355	0	0	0	1436	0	0	0	5805
0	1819	498	1971	0	0	1428	0	0	0	0	5716
0	1852	2474	0	0	0	1450	0	0	0	0	5776
0	1832	168	2312	0	0	358	1109	0	0	0	5779
0	1852	0	930	1629	0	0	0	1461	0	0	5872
0	419	1452	909	1566	0	0	1426	0	0	0	5772
0	1865	0	883	1692	0	0	0	1109	382	0	5931
0	1879	0	2458	0	0	0	1048	422	0	0	5807
0	1826	2234	252	0	0	0	462	981	0	0	5755
0	1844	0	2530	0	0	0	1391	59	0	0	5824
0	1865	168	2317	0	0	0	1464	0	0	0	5814
0	1831	413	2096	0	0	0	1482	47	0	0	5869
0	1839	0	2484	0	0	0	1095	389	0	0	5807
0	1872	1444	1091	0	0	1434	0	0	0	0	5841
0	1889	505	2031	0	0	0	0	1425	0	0	5850
0	1859	168	2293	0	0	1015	414	0	0	0	5749
0	1845	0	858	1599	0	0	796	654	0	0	5752

0	1862	0	2115	361	0	0	1070	402	0	0	5810
0	1845	534	1949	27	0	1070	418	0	0	0	5843

6.2 Geheugengebruik

6.2.1 Puppet

38.02	48.85	64.39	58.46	67.23	68.15	63.54	57.98	39.22		
37.42	46.06	57.93	57.77	65.97	68.31	63.2	53.36	38.66		
37.70	42.26	57.95	55.13	66	67.53	67.56	62.64	45.18	38.93	
36.67	41.61	58.03	56.97	65.13	66.72	62.52	53.49	42.39		
36.99	41.3	48.8	57.57	65.01	67.31	63	51.31	41.55	38.71	
36.80	41.61	57.52	54.85	61.38	66.61	62.32	53.7	39.34		
38	48.7	61.46	60.96	66.70	62.36	54.25	42.47	39.19		
36.69	41.75	57.98	51.38	66.52	68.44	62.63	47.55	38.74		
37.33	45.9	64.3	57.66	67.31	67.22	53.91	39.16			
37.03	41.58	48.73	57.59	57.75	67.14	67.95	62.56	55.44	38.83	
37	42.37	59.58	55.64	58.48	67.23	67.08	62.18	53.87	38.65	
37	41.61	57.97	54.09	66.49	68.04	66.36	51.82	39.09		
37.03	48.05	64.32	57.52	67.27	68.38	62.5	45.87	38.66		
36.69	41.63	57.97	55.94	65.91	67.98	68.05	58.06	43.89	38.49	
37.69	48.63	63.75	58.6	65.06	66.85	62.89	47.65	38.99		
37.31	45.07	61.34	56.72	67.33	68.22	57.82	46.82	41.8	38.76	
36.99	42.2	57.28	55.5	65.74	67.32	49.68	42.23	39.37		
36.69	41.3	48.8	64.3	57.73	64.5	65.60	66.38	62.41	53.99	38.83
37.67	48.66	60.56	58.47	65.7	66.31	62.3	49.6	38.51		
37.33	48.02	64.34	56.08	65.73	66.51	57.94	43.94	38.84		
36.89	44.85	57.86	48.88	66.55	68.41	57.49	44.51	38.18		
37.77	48.71	64.35	57.59	66.52	68.03	67.90	57.86	52.6	38.71	

6.2.2 Ansible

28.45	46.62	38.17	50.78	49.33	40.54	31.5		
28.48	33.23	40.31	41.26	50.89	49.7	40.63	31.49	
29.17	46.64	44.1	50.83	52.12	32.17			
28.41	31.28	46.75	44.14	50.86	49.93	32.9	31.6	
28.44	41.05	39.67	50.74	50.82	48.81	33.43	31.51	
28.69	46.71	41.26	50.8	48.44	31.66			
28.42	31.46	38.67	49.11	50.86	52.09	41.17	31.43	
28.43	34.86	39.87	50.74	50.85	48.82	31.49		
28.42	38.58	37.19	34.72	50.79	53.09	49.02	31.82	
28.41	33.97	38.63	49.6	50.86	55.29	40.42	31.72	
28.14	42.31	36.57	41.56	50.33	54.77	41.76	31.21	

27.77	30.66	45.93	40.55	50.22	50.24	50.27	48.3	31.49
27.8	40.44	37.76	50.21	50.25	51.82	46.83	31.22	
27.84	40.54	46.02	35.36	50.27	50.29	54.06	41.29	31.21
27.84	29.36	46.03	43.23	50.35	52.6	48.49	31.52	
27.82	33.44	47.45	38.56	50.27	50.3	48.29	31.38	
27.82	40.76	34.26	50.26	52.57	51.02	32.66		
28.15	41.08	34.30	50.27	52.62	41.39	31.26		
27.84	30.76	46.02	43.56	50.32	51.91	40.24	31.21	
27.83	37.97	40.13	45.08	50.32	50.28	48.38	31.46	
28.09	42.83	35.52	50.24	50.32	48.39	32.78	32.22	
27.9	40.79	40.65	50.3	50.35	50.89	41.84	31.27	

6.3 Deploytijden

Connectietijd		Volledige configuratie		Gedeeltelijke configuratie		Geen configuratie vereist	
Puppet	Ansible	Puppet	Ansible	Ansible	Puppet	Puppet	Ansible
8.9	9	51.35	67	14	2.92	0.41	19
5.68	5	43.56	60	20	3	0.38	11
6	5	46.78	51	23	2.96	0.34	12
11.18	7	40.59	59	23	2.98	0.37	18
6.23	4	55.18	51	14	2.91	0.39	22
7.3	5	47.01	51	19	5.86	0.38	20
7.71	6	35.99	59	30	3.11	0.4	9
6.06	5	35.07	57	15	2.93	0.43	11
8.58	4	43.29	45	21	2.88	0.42	16
8.64	11	42.28	90	22	3.24	0.38	10
6.61	6	42.2	52	14	3.19	0.62	11
6.57	4	96.83	53	14	4.36	0.36	10
7.68	8	32.33	54	20	2.95	0.38	15
6.35	10	49.99	52	25	2.93	0.36	17
5.64	7	40.32	62	13	2.97	0.36	19
8.76	5	55.62	68	14	2.9	0.4	15
9.56	6	52.82	51	13	2.96	0.35	22
8.23	4	42.72	59	18	2.85	0.42	16
8	9	44.21	53	16	2.95	0.59	16
7.41	5	43.13	45	24	2.87	0.39	19
11	10	47.43	96	19	2.87	0.4	19
13	8	56.98	73	15	2.87	0.38	19
13	6	59.97	61	23	3.09	0.42	10
8	5	61.28	62	13	2.95	0.44	9
12	5	53.98	59	14	2.93	0.44	10
8	5	56.56	64	32	2.96	0.4	11

7	5	53.57	65	14	2.93	0.9	10
7	7	49.01	64	14	2.88	0.42	11
8	6	50.21	76	25	2.8	0.42	11
10	15	51.3	61	32	3.1		

Bibliografie

- Ansible. (g.d.-a). *Ansible Performance Tuning*. Verkregen van <https://www.ansible.com/blog/ansible-performance-tuning>
- Ansible. (g.d.-b). *How Ansible works*. Verkregen van <https://www.ansible.com/how-ansible-works>
- Ansible. (g.d.-c). *Introduction To Ad-Hoc Commands*. Verkregen van http://docs.ansible.com/ansible/intro_adhoc.html
- Ansible. (g.d.-d). *Windows Support*. Verkregen van http://docs.ansible.com/ansible/intro_windows.html
- DarylW. (2017, april). *Network usage*. Verkregen van <https://ask.puppet.com/question/30445/network-usage/>
- Debian. (2017). *Debian Popularity Contest*. Verkregen van <http://popcon.debian.org>
- Geerling, J. (2016). *Ansible For DevOps*. Leanpub.
- Imec. (2017). digimeter 2016.
- informati. (2002, mei). *Scalable and High- Performance Web Applications*. Verkregen van <http://www.informati.com/articles/article.aspx?p=26942&seqNum=18>
- Korokithakis, S. (2013). *Automated, large-scale deployments with Ansible's pull-mode*. Verkregen van <https://www.stavros.io/posts/automated-large-scale-deployments-ansibles-pull-mo/>
- Linux. (2017, Maart). *Linux Programmer's Manual*. Verkregen van <http://man7.org/linux/man-pages/man2/fork.2.html>
- Loschwitz, M. (2016). *Ansible as an alternative to the Puppet configuration tool*. Verkregen van <http://www.admin-magazine.com/Archive/2016/31/Ansible-as-an-alternative-to-the-Puppet-configuration-tool>
- Puppet. (g.d.-a). Verkregen van <https://puppet.com/product/how-puppet-works>
- Puppet. (g.d.-b). Verkregen van <https://docs.puppet.com/puppet/3.6/man/kick.html>
- Puppet. (g.d.-c). *FAQ*. Verkregen van <https://puppet.com/product/faq>

- Puppet. (g.d.-d). *Installing Puppet Enterprise for a Windows environment*. Verkregen van https://docs.puppet.com/pe/latest/windows_installing.html
- Puppet. (g.d.-e). *Language: Basics*. Verkregen van https://docs.puppet.com/puppet/4.9/lang_summary.html
- Puppet. (g.d.-f). *Leadership*. Verkregen van <https://puppet.com/company/leadership>
- Puppet. (g.d.-g). *Puppet Documentation*. Verkregen van docs.puppet.com
- Puppet. (g.d.-h). *Puppet Server: Tuning Guide*. Verkregen van https://docs.puppet.com/puppetserver/latest/tuning_guide.html
- Puppet. (g.d.-i). *Puppet's Declarative Language: Modeling Instead of Scripting*. Verkregen van <https://puppet.com/blog/puppet?i=s-declarative-language-modeling-instead-of-scripting>
- Puppet. (g.d.-j). *Why Puppet has its own configuration language*. Verkregen van <https://puppet.com/blog/why-puppet-has-its-own-configuration-language>
- Raza, A. (2016, september). *Puppet vs. Chef vs. Ansible vs. SaltStack*. Verkregen van <http://www.intigua.com/blog/puppet-vs.-chef-vs.-ansible-vs.-saltstack>
- RedHat. (2013). *NASA: Increasing Cloud Efficiency With Ansible And Ansible Tower*.
- RedHat. (2015, oktober). Verkregen van <https://www.redhat.com/en/about/press-releases/red-hat-acquire-it-automation-and-devops-leader-ansible>
- Ronni J. Colville, L. L. (2015, april). Verkregen van <https://www.gartner.com/doc/3034319/cool-vendors-devops>
- Techopedia. (g.d.). *Push Technology*. Verkregen van <https://www.techopedia.com/definition/5732/push-technology>
- Tehranian, D. (2015, januari). *Ansible vs Puppet – An Overview of the Solutions*. Verkregen van <https://dantehranian.wordpress.com/2015/01/20/ansible-vs-puppet-overview/>
- Weirdt, H. D. (2014). *Configuratieafhankelijkheden gebruiken om gedistribueerde applicaties efficiënt te beheren* (masterscriptie, KU Leuven).

Lijst van figuren

1.1 Deze grafiek toont het aantal keer dat een bepaald softwarepakket geïnstalleerd is op een Debian distributie. (Debian, 2017)	12
2.1 aanvraag van een catalogus bij de Puppetmaster door een Puppetclient. De Puppetagent is een deamon (stukje software) die op de Puppetclient draait.	19
2.2 Infrastructuur	20
2.3 Totaal verbruikte netwerkcapaciteit per client gedurende het deployen. Dit bevat enkel communicatie tussen master en client.	22
2.4 Mannier van communiceren. Aantal kilobytes per tijdseenheid op een netwerkkaart die uitsluitend bedoeld is voor communicatie met Ansible Tower / Puppetmaster.	22
2.5 Tijd tot het bekomen van een consistente staat, vertrekende van een 'lege' server.	23
2.6 Gemiddelde configuratietijd in seconden.	24
2.7 Verbruikt percentage van het RAM geheugen. Gemeten bij servers met elk 500 MB.	26
2.8 Vicieuze cirkel van twee CMT's hetzelfde bestand proberen te configureren.	28