Rapport de stage à envoyer à Franck Talbart & Phillipe Roose: 20 Juin 2022

<http://stages.isty-info.uvsq.fr/index.php?page=les-rapports_c>

Contenu du rapport : Il faut mettre en évidence des « difficultés » qui peuvent être d’ordre technique, mais aussi organisationnel, de conduite de projet, de gestion des relations avec l’entourage, …

Organisation:

Semaine 9 ( 4 Juillet)

Trouver d’autres conversions de consommation énergétique en métaphores plus parlantes (excel)

https://geekyhumans.com/fr/surveiller-les-scripts-python-a-laide-de-prometheus/

<https://linuxhint.com/monitor-python-applications-prometheus/>

Semaine 10 (11 Juillet)

Amélioration du dashboard

Chercher d’autres sources de données pour les métriques

https://geekyhumans.com/fr/surveiller-les-scripts-python-a-laide-de-prometheus/

<https://linuxhint.com/monitor-python-applications-prometheus/>

Semaine 11 (18 Juillet)

Amélioration du dashboard

Chercher d’autres sources de données pour les métriques

https://geekyhumans.com/fr/surveiller-les-scripts-python-a-laide-de-prometheus/

<https://linuxhint.com/monitor-python-applications-prometheus/>

Semaine 12 (25 Juillet)

Préparation des diaporamas de la soutenance

Amélioration du dashboard

Chercher d’autres sources de données pour les métriques

https://geekyhumans.com/fr/surveiller-les-scripts-python-a-laide-de-prometheus/

<https://linuxhint.com/monitor-python-applications-prometheus/>

Semaine 13 (1 Aout 2022)

Préparation des diaporamas de la soutenance

Amélioration du dashboard

Chercher d’autres sources de données pour les métriques

https://geekyhumans.com/fr/surveiller-les-scripts-python-a-laide-de-prometheus/

<https://linuxhint.com/monitor-python-applications-prometheus/>

Semaine 14 (2 Aout 2022)

Préparation des diaporamas de la soutenance

Amélioration du dashboard

Chercher d’autres sources de données pour les métriques

https://geekyhumans.com/fr/surveiller-les-scripts-python-a-laide-de-prometheus/

<https://linuxhint.com/monitor-python-applications-prometheus/>  
  
https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMfcgzGpGKcqTmTJsBBQMtSPfQqxGwJK

Reste à faire : afficher plus de métriques provenant de l’api scaphandre et mettre en place des promQL plus « compliqués »

**Plan**

Page de garde du rapport de stage (1 page)

## Le sommaire du rapport de stage (ou table des matières) (1 page)

## Les remerciements du rapport de stage (1 page)

## L'introduction (1/2 pages)

Un bon rapport en IATIC 4 : rapport qui répond aux questions suivantes :

Où et comment le temps est passé ? Quand l’étudiant a réalisé une telle tâche ?

Qu’est ce que l’étudiant a réalisé ? Pourquoi l’étudiant a utilisé une telle technologie mais pas une autre ?

## Développement

1. **l’entreprise et son secteur d’activité**  (<https://liuppa.univ-pau.fr/fr/organisation/presentation.html> <https://liuppa.univ-pau.fr/fr/index.html>) : 5 pages
2. **présentation détaillée sur le cadre du stage** objetcif du stage + missions du stage
3. **Les travaux effectués**

3.1 Conception (décrire les outils utilisés + répartition du temps de travail et des tâches)

1/Justfication du choix de l’api scaphandre (pourquoi pas powerjoular ou powerapi), pourquoi le choix de l’exporter prometheus, pourquoi grafana (pourquoi pas d’autres)

2/Définition et fonctionnement « théorique » de Scaphandre/prometheus/prometheus exporter/grafana

3/Le fonctionnement général (Expliquer le fonctionnement général, donc on aura 2 parties le fonctionnement concernant scaphandre et le fonctionnement concernant le dashboard et le lien entre les 2, après avoir installer et configurer, mentionner que notre objectif est d’obtenir des métriques d’une vm)

3.2 Réalisation (Il faut détailler la partie technique avec chaque semaine ce que j’ai fait)

1/ Expliquer les détails de la mise en place (prendre des parties du tutoriel) = installations + configurations de *qemu et kvm/scaphandre/prometheus/grafana*

2/ Présentation du résultat final (explications des métriques choisies et présentation du dashboard) + explication des requetes promQL

3/ Récupération des données depuis la base de données influxdb (évoquer les services ou personnes qui ont collaborés – direction numérique de l’université => l’envoie des données sur la base de données influxdb que j’ai créé sur la vm greenit2022)

Ajouter des schémas avec des explications (le schema de scaphandre pour expliquer le fonctionnement avec la vm, et le fonctionnement de prometheus)

Conclusion du rapport de stage

1. faire un bilan (difficultés rencontrés : ne pas pouvoir accéder directement à l’hyperviseur afin de lancer l’api de mesure de consommation énergétique)

Résumer ce que j’ai fait

1. où en êtes-vous ?

Réalisation d’un dashboard permettant la visualisation des données de consommation énergétique d’une machine virtuelle

1. qu’avez-vous appris ?

Réflexion sur le problème et mener des recherches afin de proposer une solution fonctionnelle pour ce problème

1. quelles ont été les difficultés rencontrées ?

La récupération des mesures de consommation énergétique d’une machine virtuelle, Donc le choix de l’api qui permet de le faire

Pas d’accés directe à l’hyperviseur ce qui rend une mise en place de l’api impossible

1. que reste-t-il à faire ?

Récupération et visualisation des données de la base de données influxdb

1. quelles orientations/améliorations suggérez-vous à l’entreprise ?

Chercher d’autres sources de données en temps réel de consommation énergétique des serveurs/vms

Ajouter AlertManager

## Les annexes / bibliographie



****

Le lexique

|  |  |
| --- | --- |
| API | Application Programming Interface |
| RAPL | Running average power limit |
| CPU | Central Processing Unit |
| DSL | Domain-Specific Language |
| SDLC | Software Development Life Cycle |
| BBCP | Behavior-Based Consumption Profiles |
| QoS | Quality of Service |
| SCP | Systèmes Cyber-Physiques |

## Introduction

Dans le cadre de ma formation d’ingénieur informatique, intitulée IATIC (Ingénierie des Architectures Technologiques de l'Information et de la Communication) de ISTY (Institut des Sciences et Techniques des Yvelines) de l’UVSQ (Université Saint-Quentin en Yvelines), j’ai été amené à réaliser un stage d’une durée de 3 mois à partir du 9 Mai 2022. Il est effectué au sein de LIUPPA (Laboratoire Informatique de l’Université de Pau et des Pays de l’Adour) sur le site de la Côte Basque.

Le thème général de mon stage est le green IT. Il s’agit d’un ensemble de techniques ayant pour objectif de limiter les conséquences environnementales des technologies de l’information et de la communication. Le green IT est apparu lorsque l’infrastructure informatique est devenue l’une des causes de l’augmentation de l’effet de serre en raison de sa consommation relativement importante de l’énergie électrique.

Mon stage consiste à collecter puis afficher graphiquement les métriques de consommation énergétique, d’un serveur et d’une machine virtuelle en utilisant une API spécifique pour la mesure de la consommation énergétique et un outil de visualisation de données sous forme de graphiques pour la mise en place d’un tableau de bord final résumant les données collectées pour une machine donnée. Comme le répertoire intel:rapl, fournissant les métriques que nous cherchons à obtenir, RAPL, n’est pas disponible sous une machine virtuelle, la principale difficulté de ce stage est donc de chercher une solution permettant de les récupérer sous ce type de machine.

Je commencerai d’abord par présenter le laboratoire et son secteur d’activité. Après la présentation des missions du stage, je détaillerais les travaux effectués. Pour cela, dans un premier temps, j’aborderai la partie de la conception en justifiant le choix des outils utilisés, comme par exemple l’API Scaphandre qui permet d’effectuer les mesures des métriques de consommation énergétique, et en expliquant leurs fonctionnant. Dans un deuxième temps, j’expliquerai la mise en place de l’ensemble des outils utilisés et la présentation des métriques présentes dans le tableau de bord obtenu.

Présentation du laboratoire

Présentation générale

Le laboratoire LIUPPA fait partie de l’université UPPA. Il a participé à la réalisation de plusieurs projets non seulement européens sur les SCP, le génie logiciel, le développement d’une plateforme de gestion de l’énergie, mais aussi internationaux avec l’Algérie, le Mexique, le Pays Basque Espagnol.

Ses axes de recherche sont focalisés principalement sur les besoins et les enjeux d’une société numérique dans laquelle les réseaux ont occupé une place non négligeable dans nos activités de tous les jours. Ce phénomène a poussé les systèmes informatiques à devenir de plus en plus complexes à travers non seulement la masse des données de tout types, fortement délocalisées, qui augmente sans arrêt, mais aussi l’évolution des besoins des différents usagers.

Secteur

LIUPPA cherche des solutions sur deux domaines différents avec des préoccupations liées à la sécurité, au traitement de l’image et du signal, à la visualisation, aux systèmes distribués, et à l’interaction et l’adaptation. Le premier domaine est les sciences et les technologies de l’information autour des traitements de l’information, de la connaissance, et du web. Le second principal domaine est le génie logiciel autour de l’ingénierie des modèles, des services et des architectures logicielles.

Le savoir faire du laboratoire se décompose en 3 parties. La première partie concerne les systèmes d’information à travers l’ingénierie des documents électronique, la sémantique des contenus (l’extraction et indexation d’information spatio-temporelle, la recherche par contenus), les interfaces multimodale, les interfaces intelligentes, l’ingénierie collaborative et le E-learning. La deuxième partie concerne le génie logiciel et les systèmes distribués via la modélisation, la vérification, la validation et le codage de systèmes, la conception et le déploiement de solutions à base de composants et d’agents logiciels, les définition et la mise en place de politique de sécurité pour les réseaux et les bases de données, et enfin le Context Aware Middleware. Concernant la troisième partie du savoir faire, il y a les SCP à travers l’analyse des données et apprentissage automatique, la représentation des connaissances, les réseaux et protocoles, la gestion des évènements et contrôle des ressources dans les réseaux de capteurs et la protection de la vie privée sur les réseaux sociaux.

Le laboratoire positionne son projet scientifique dans un champ applicatif bien précis qui est la gestion des systèmes d’information et des architectures des SCP. Les SCP sont des systèmes connectés dans lesquels chaque élément est en interaction avec tous les autres éléments. Ainsi, chaque élément contribue à constituer la complexité de cet ensemble d’éléments. Ces systèmes SCP, composés des systèmes logiciels, de capteurs et d’actionneurs, permettent de mettre en relation le monde physique au monde du numérique du traitement de l’information.

Organigramme du laboratoire



Service où est effectué le stage

Le stage effectué est réalisé au sein de l’équipe des traitements des informations pour l’adaptation de l’interaction au contexte et à l’utilisateur (T2I). Cette équipe traite plus particulièrement les éléments externes et contextuels d’un ESCP.

Le cadre du stage

Description de différentes équipes composantes le laboratoire LIUPPA

Le laboratoire LIUPPA est composé de 3 équipes différentes. La première est l’équipe spécialisée dans l’architecture des Systèmes Cyber-Physiques. Elle a pour mission d’élaborer des recherches au tour de la gestion de la sémantique des données à l’intérieur d’un système cyber-physique, la conception des architectures systèmes, et la maitrise des échanges entre les équipements. La seconde équipe est l’équipe spécialisée dans les traitements des informations pour l’adaptation de l’interaction au contexte et à l’utilisateur. Elle a pour mission de conception, d’implémentation et de déploiement des applications génériques, interactives et adaptatives, permettant le traitement des différentes données ayant des origines de provenance différentes, qui nécessitent des modèles de représentation et des méthodes d’accès originaux. Le thème général des recherches de cette équipe est la valorisation de l’information et la facilitation des interactions de l’usager. Enfin, la troisième équipe est l’équipe de l’ingénierie dirigée par les modèles. Cette équipe s’intéresse aux langages de spécification et de modélisation semi-formelle pour la conception de logiciels de qualité. Elle mène des recherches sur la conception des logiciels de natures variées.

Le projet général et les missions à réaliser

Le projet sur lequel j’ai eu l’occasion de travailler, ayant pour thème l’informatique responsable, se diviser en 3 parties majeures. D’abord, la partie sur le DSL réalisé par un étudiant-doctorant, Jorge Andrés LARRACOECHEA. En effet, il travaille principalement sur la création d’un DSL dans le but d’effectuer un profilage du comportement des logiciels à partir des phases initiales du SDLC et d’une méthodologie assistée par un outil personnalisé pour rendre la construction et l’évaluation énergétique des profils plus faciles. Son DSL, nommé BBCP, permet aux concepteurs et architectes de logiciels de générer des descriptions du comportement de n’importe quelle unité de logiciel. BBCP permet également de générer des études diachroniques des logiciels, d’estimer une consommation de ressources locale (profil unique) et globale (collections de profils), et de générer une estimation de la consommation d’énergie et un score énergétique (local ou global). La seconde partie est réalisée aussi par un étudiant-doctorant, Hernán Humberto Álvarez Valera. Il étudie les méthodes nécessaires pour déployer et redéployer des composants logiciels, c’est-à-dire des microservices, afin d’économiser de l’énergie. Afin d’évaluer ces méthodes, il a développé un simulateur capable d’effectuer une modélisation des différents scénarios distribués. Ces méthodes prennent en compte la relation entre la consommation d’énergie, l’utilisation des composants matériels, et les différentes définitions de QoS des applications. Enfin, la troisième partie, constituant donc le sujet de mon stage, est la partie sur l’étude des données de la consommation énergétique réelles. Les missions de ce stage se composent en 2 principales parties. D’abord, la 1ère mission consiste à déployer des outils de mesure et de stockage de consommation énergétique (l’API Scaphandre, powerAPI, Prometheus et Influxdb), dans le but donc de collecter, en temps réel, des métriques de consommation énergétique et un ensemble d’informations qui y sont liées, provenant de différentes sources (serveurs, machines virtuelles et applications). Par la suite, à l’aide des outils spécifiques de visualisation (Grafana et Chronograf), un langage de requête intégré conçu pour Prometheus et un autre pour InfluxDB, la 2ème mission consiste à visualiser ces données sous forme de graphiques. Ces graphiques seront présentées sous forme d’un tableau de bord efficace en termes de compréhension et d’analyse. Les graphiques obtenues seront facilement compréhensibles, par les futurs usagers du tableau de bord, grâce à des métaphores parlantes de ces consommations permettant de remplacer l’unité de mesure Watt par une autre unité « du monde réel ».

Aspects techniques – conception et réalisation

Conception

Dans cette sous partie, je vais parler essentiellement parler sur le planning que j’ai mis en place lors de mes premières semaine du stage, ainsi que des différents outils techniques que j’ai utilisées afin d’atteindre mon objectif fixé au départ qui est l’obtention d’un tableau de bord résumant la consommation énergétique des serveurs et d’une machine virtuelle.

Répartition du temps de travail et des tâches

Afin de bien mener mes taches, j’ai d’abord réalisé un planning résumant les objectifs à atteindre pour chaque semaine. Le planning, que j’ai fixé, a évolué tout au long du stage, à travers les mises au point hebdomadaires effectuées avec mon tuteur professionnel M Phillipe Roose. Pendant ces mises au points, je présente ce que j’ai réalisé dans la dernière semaine passée, d’autres axes de recherche et d’améliorations m’ont été proposés comme la recherche d’autres sources de données de consommation énergétique des serveurs dans le but de les comparer avec les sources de données de consommation énergétique déjà obtenues, et la résolution de quelques problèmes techniques rencontrés lors de mon stage comme le fait de ne pas pouvoir accès directement aux hyperviseurs de l’IUT pour des raisons de sécurité. Voici donc un tableau résumant, d’une manière hebdomadaire, mon travail effectué au sein du laboratoire pendant les 8 premières semaines du stage.

|  |  |
| --- | --- |
| **La semaine du** | **Descriptions** |
| 9 Mai 2022 | La première semaine du stage est principalement dédiée à la recherche des APIs que seront utilisés pendant le stage. Cela a commencé d’abord par la compréhension du problème que pose une vm afin de mesurer sa consommation énergétique (e raison de l’abscence du répertoire RAPL permettant de fournir les métriques de consommation énergétique), pour enchainer par la suite par la recherche des outils dédiés à ce type de mesure et enfin le choix entre les 2 outils trouvés Scaphandre et powerAPI. |
| 16 Mai 2022 | Une fois les outils de mesure trouvés, j’ai commencé par regarder le fonctionnement et le lancement de powerAPI. Malheuresement, le module de powerAPI permettant de mesurer les métriques de consommation énergétique d’une vm, VirtualWatts, ne fonctionne pas avec une version du kernel récente (5.15.0-33-generic). Après avoir installer un hyperviseur KVM et mettre en place une vm, Je me suis donc tourné vers l’autre API, Scaphandre.  Malgré quelques problème rencontré au départ lié au nombre de cpus virtuels de la vm, cette API a bien fonctionné et donc les différentes métriques proposées par cette API ont bien récupérées. |
| 23 Mai 2022 | Une fois j’ai obtenu les métriques de consommation énergétiques d’une vm, je me suis directement lancé à chercher comment afficher ces métriques, en temps réel, d’une manière graphique. Pour cela, j’ai cherche les outils de visualisation et de stockage de données permettant d’afficher les données d’une source de données en temps réel.  Grafana et Prometheus ont donc été choisis.  J’ai donc bien réussi à réaliser, à titre d’exemple, un tableau de bord, composé seulement de 2 graphiques, qui sera amélioré en termes de nombre de métriques et d’organisation, dans les semaines à venir.  Afin de concrétiser les étapes choisis, j’ai réalisé un tutoriel détaillé, avec quelques remarques importantes liés à la configuration de la vm, permettant de mettre en place un dashboard de visualisation des métriques de consommation énergétique. |
| 30 Mai 2022 | Après avoir rendu le tutoriel de la semaine précédente, j’ai passé la majorité du temps de cette semaine, à chercher les différentes possibilités d’amélioration du dashboard obtenu en terme de conversions de consommation énergétique en métaphore plus parlantes. Pour cela, j’ai réalisé un tableur afin de les résumer. De plus, j’ai mis en place la base de données Influxdb afin de préparer la reception des données de la consommation énergétique depuis l’autre site de l’IUT, site de Pau, et j’ai installé donc Chronograf afin de visualiser des données de la base de données Influxdb créé et donc créer mes requêtes InfluxQL. |
| 6 Juin 2022 | La récupération des données depuis la bare-metal du site de pau (sous influxdb) et leurs affichage dans le dashboard ont bien étés réalisés cette pendant cette semaine. |
| 13 Juin 2022, 20 Juin 2022, et 27 Juin 2022 | Les principales mission de ces 3 semaines sont la rédaction du rapport du satge, l’amélioration des dashboards obtenus avec d’autres nouvelles conversion de consommation énergétique en métaphores plus parlantes, la recherche des manières de mesure de la consommation énergétique des applications (de bureau et web), et la préparation des diaporamas afin de présenter, à mon tuteur professionnel M Phillipe Roose, ce que j’ai réalisé pendant ces 8 premières semaines du stage. |

Outils utilisés lors de mon stage

Dans cette sous-partie, je vais présenter et expliquer le fonctionnement des différents outils que j’ai utilisés afin d’aboutir à un tableau de bord final permettant d’afficher les métriques de consommation énergétique. Pour cela, je vais d’abord commencer par les outils permettant uniquement de mesurer ces métriques, par la suite j’aborderai la partie des outils de visualisation graphique choisis.

Les outils de mesure des métriques de consommation énergétique

Scaphandre

Scaphandre est une API ayant pour objectif de mesurer les métriques de consommation d’énergie des services technologiques. Il permet de fournir l’énergie consommée par un seul processus sur un serveur ou une machine virtuelle. Afin de comprendre facilement le calcul de la quantité d’énergie consommée par un processus unique exécuté sur une machine (serveur ou machine virtuelle), nous pourrions imaginer un rectangle contenant des traits représentant chacun le temps de calcul allouées à chaque processus. Pour des machines travaillant sur de nombreux processus différents en même temps c’est-à-dire travaillant sur un processus pendant un court intervalle de temps, puis un autre intervalle et ainsi de suite, nous appelons ces intervalles les jiffies. Chaque processus conserve un total cumulé du nombre total de jiffies qui lui sont alloués. Ainsi, pour connaitre la quantité de ressources d’une machine utilisées par un processus donnée, il suffit de connaitre le nombre de jiffies utilisés au total.

Sans utiliser cet outil, Scaphandre, il est bien évidemment possible de comprendre quelle part importante des ressources d’une machine est utilisée par un processus donné. Mais cela ne permet pas de comprendre la quantité d’énergie consommée par un processeur parce que nous devons savoir obligatoirement quelle quantité d’énergie est utilisée par la machine. Pour mesurer et donc suivre cette quantité d’énergie utilisée par la machine elle-même, nous aurons besoin d’un capteur. Dans le cadre du stage, j’ai utilisé ma machine personnelle disposant du capteur RAPL d’Intel. Ce capteur nous permettra de fournir un ensemble d’informations portant sur la quantité d’énergie utilisée en watts. Afin de comprendre donc la puissance utilisée par un seul processus, nous comptons les jiffies utilisées par lui lorsqu’il est en cours d’exécution. Ensuite, pour chaque jiffy, nous vérifions la quantité d’énergie consommée à ces moments précis. En regroupant toutes les lectures de puissance pour tous les jiffies sur un intervalle de temps bien précis, nous pouvons arriver à un chiffre utilisable pour la quantité d’énergie utilisée en termes de wattheures. À partir de ces données en wattheures, nous pouvons maintenant, dans la partie de la visualisation des données, les convertir en impact environnemental c’est-à-dire en une estimation des émissions de carbones à l’aide des requêtes promQL ou influxQL Ce qui permettra une visualisation graphique des données assez efficace et significative. Les informations liées à la consommation énergétique sont extraites à l’aide de la technologie RAPL Il s’agit d’une technologie intégrée dans les processeurs Intel et les processeurs AMD, ayant l’architecture x86, produits après l’année 2012. Le module powercap, se trouvant entre Scaphandre et ces données de consommation énergétique, écrit la consommation énergétique dans des fichiers, qui seront, par la suite, lus par Scaphandre. Après avoir été lus, Scaphandre stocke les données dans des tampons, et permet, par conséquent, un traitement supplémentaire à travers les différents exportateurs.

Le capteur PowercapRAPL collecte d’abord les mesures de consommation d’énergie, puis il les convertit en mesures de consommation d’énergie. À chaque fois que l’exportateur demande une mesure, par exemple à chaque fois qu’une demande arrive comme pour l’exportateur Prometheus, PowercapRAPL list les valeurs des compteurs d’énergie de powercap. Ensuite, ce capteur les stocke et effectue le même processus pour les statistiques d’utilisation du processeur et pour chaque processus en cours d’exécution sur la machine en temps réel. Maintenant, entre 2 demandes de mesures, nous avons la possibilité d’obtenir le sous-ensemble de consommation d’énergie lié à ce PID. Donc pour savoir ce qu’un service consomme en réalité, il suffit de joindre la consommation de tous les PID associés.

Scaphandre est composé de deux parties principales ; un capteur et un exportateur. La 1ère partie, le capteur, est destinée donc à obtenir les métriques de consommation d’énergie de l’hôte, et les mettre à la disposition de l’exportateur. Par exemple, PowercapRAPL obtient et transforme les métriques provenant du noyau powercap Linux, qui sert d’interface pour obtenir les données de la fonction RAPL des processeurs x86. Il est important de noter que cette fonctionnalité n’est pas disponible directement pour les machines virtuelles. Dans ce cas, avec l’exportateur QEMU, il faudra d’abord exécuter Scaphandre sur l’hyperviseur (bare-metal), et ensuite rendre les métriques de la VM disponibles. Concernant la 2ème partie,…

Un exportateur est censé :

demander aux capteurs d'obtenir de nouvelles mesures et de les stocker pour une utilisation potentielle ultérieure

exporter les métriques actuelles

L'exportateur Stdout expose les métriques sur la sortie standard (dans votre terminal). L'exportateur prometheus expose les métriques sur un point de terminaison HTTP, pour être extraites par une instance prometheus. Un exportateur doit être créé pour chaque scénario de monitoring (vous souhaitez alimenter votre outil de monitoring/analyse de données favori avec des métriques scaphandre ? n'hésitez pas à ouvrir un PR pour créer un nouvel exportateur !).

Comme présenté dans la section des capteurs, l'exportateur Qemu, est très spécifique. Il est uniquement destiné à collecter des métriques liées à l'exécution de machines virtuelles sur un hyperviseur Qemu/KVM. Ces métriques peuvent ensuite être mises à la disposition de chaque machine virtuelle et de leur propre instance scaphandre, exécutant le capteur PowercapRAPL (avec l'indicateur --vm activé). L'exportateur qemu place les métriques de la machine virtuelle dans des fichiers de la même manière que le module de noyau powercap le fait. Il imite ce comportement, de sorte que le capteur peut agir de la même manière qu'il le ferait sur une machine en métal nu.

Prometheus

Influxdb

Les outils de visualisation

Grafana

Chronograf

Les langages de requête utilisés

PromQL et InfluxQL

**Conclusion à rajouter**

Réalisation

**Intro à rajouter**

Les métriques de consommation énergétique d’une machine virtuelle (les étapes à effectuer afin d’avoir un dashboard avec des métriques d’une vm en temps réel)

Les métriques de consommation énergétique d’un serveur (bare-metal) (les étapes à effectuer afin d’avoir un dashboard avec des métriques d’un bare metal à distance)

Présentation du résulat final (décrire les données présentes dans les dashboard + si possible des relations entre eux avec justification)

Pour expliquer les métriques : https://hubblo-org.github.io/scaphandre-documentation/references/exporter-prometheus.html

**Conclusion à rajouter**

Inconvénient & améliorations à apporter à Scaphandre:

1-D'autres améliorations seront apportées à scaphandre pour mesurer pleinement la consommation lorsque des GPU sont impliqués (ou beaucoup de disques durs sur le même hôte...).

2-Lorsque vous n'avez pas accès à l'hyperviseur/machine bare-metal (c'est-à-dire lorsque vous exécutez sur des instances de cloud public et que votre fournisseur n'exécute pas scaphandre), vous avez toujours la possibilité d'estimer la consommation d'énergie, en fonction à la fois des ressources (cpu/gpu/ram/io...) consommés par la machine virtuelle à un instant donné, et les caractéristiques du matériel sous-jacent. C'est ainsi que nous concevons le futur capteur basé sur l'estimation, pour correspondre à ce cas d'utilisation.

Source

## <https://liuppa.univ-pau.fr/fr/index.html>