

Découverte de l'IoT au niveau applicatif mise en œuvre de la SAÉ 203 du BUT R&T

Manuel MUNIER, Nouha LAAMECH

Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, LIUPPA
IUT des Pays de l'Adour, dpt RT, Mont-de-Marsan

Motivation

● Réforme du BUT RT

- SAÉ 203 = « mettre en place une solution informatique pour l'entreprise »
- À MdM → fin de 1^{ère} année
- Objectifs
 - ▷ remotiver / réconcilier les étudiants avec l'informatique
 - ▷ leur montrer que la programmation peut être « fun »
 - ▷ un « système » n'est pas forcément 1 seul programme de dizaines de milliers de lignes de code
 - ▷ (re)montrer le lien entre l'informatique et les réseaux, les télécoms, etc.

Idée

● Découverte de l'IoT au niveau applicatif

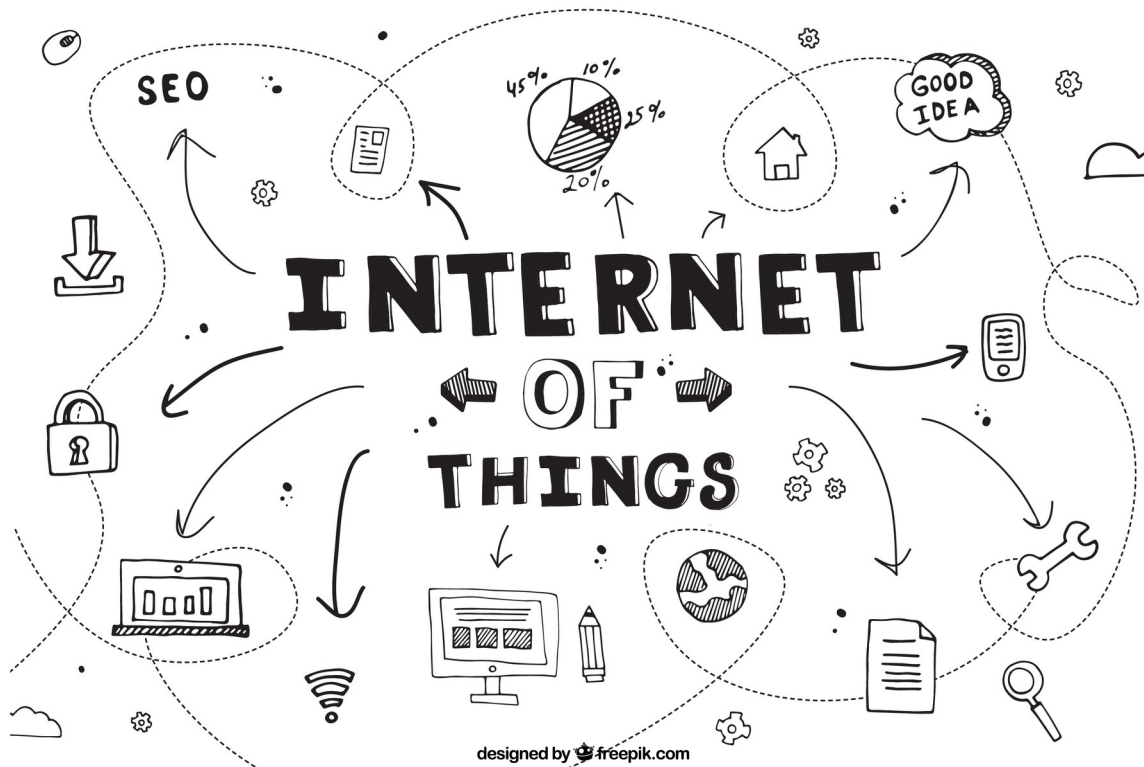
- IoT = sujet « sexy » et « à la mode » pour les étudiants
- Aspect applicatif par forcément mis en avant dans le domaine de l'IoT

● Faisabilité en 1^{ère} année ?

- Les étudiants ont-ils les compétences ?
 - ▷ programmation Python ([R107](#), [R208](#)), données JSON ([R207](#)), bases de données ([R207](#)), etc.
 - ▷ web dynamique ([R209](#)) → HTML / PHP / SQL
 - ▷ culture réseaux → client/serveur, routage, firewall, etc.
- Existe-il des technologies « simples » ?
 - ▷ protocole MQTT → il n'est pas nécessaire de faire des sockets « à la main » ;-)
 - ▷ Open Data → des données sont disponibles en JSON avec un simple GET HTTP

Plan de la présentation

- Présentation du sujet IoT
- Mise en œuvre
- Retour(s) d'expérience
- Perspectives



Sujet

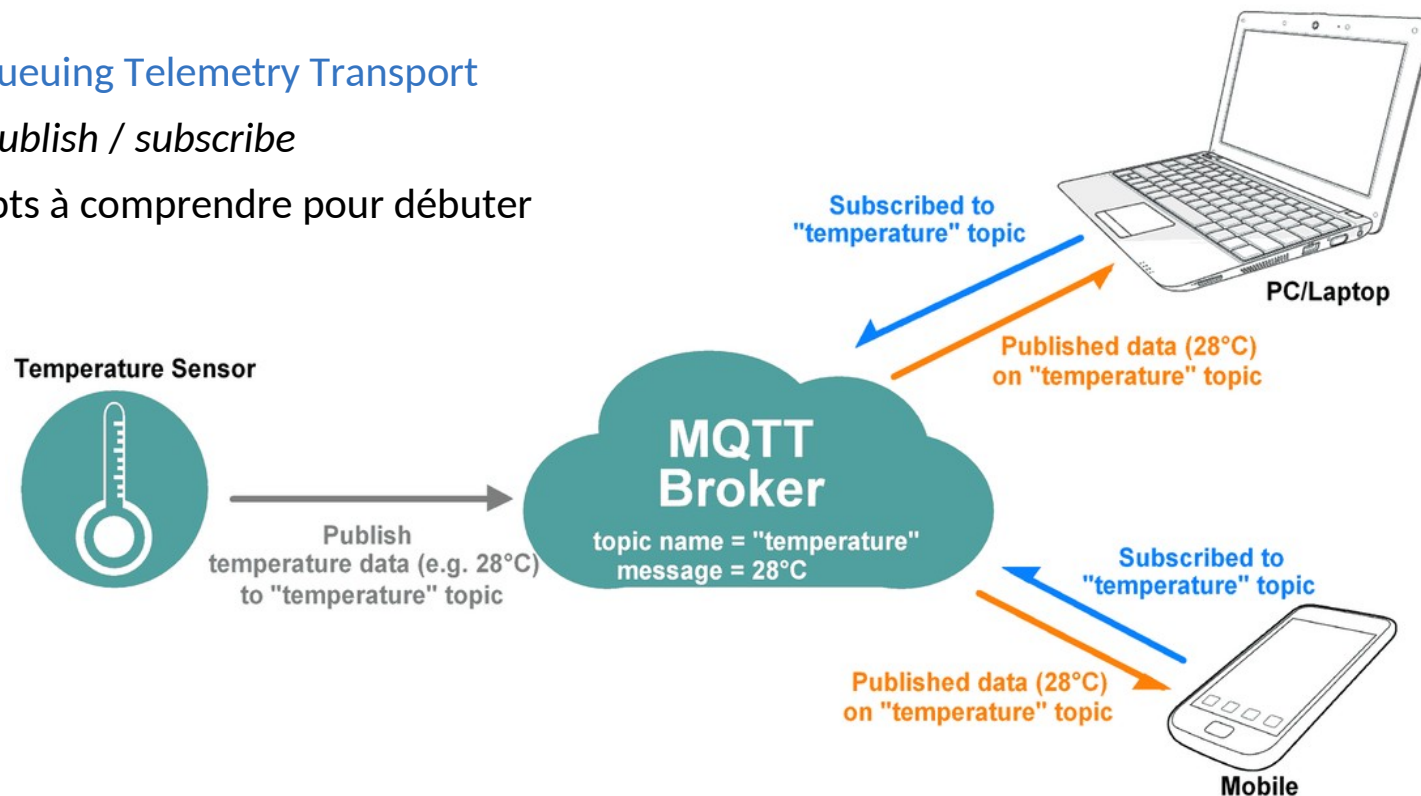
● Découverte de l'IoT au niveau applicatif

- Développer différentes briques logicielles pour
 - ▷ envoyer / recevoir des messages en MQTT, le protocole de référence en IoT
 - ▷ exploiter ces messages à la volée ou bien stocker les données dans un log ou une BdD
 - ▷ faire des tableaux de bord → GUI en mode web, documents PDF, images PNG, etc.
 - ▷ Open Data → collecter des données JSON, voire même fournir des données JSON
- « Assembler » ces briques, mixer les technologies, gérer l'interopérabilité
- Comprendre les possibilités offertes par l'IoT actuelle, mais aussi ses limites !

Sujet

● Le protocole MQTT

- MQTT = Message Queuing Telemetry Transport
- Protocole de type *publish / subscribe*
- Seulement 3 concepts à comprendre pour débiter
 - *broker*
 - *topic*
 - *payload*



Sujet

● Les *publishers* MQTT

- Dans la « vraie vie » → les (véritables) objets connectés envoient des messages MQTT via WiFi
- Dans cette SAE → ce sont des programmes qui envoient des messages MQTT
 - ▷ programmes Python (ou Java, ou JavaScript, ou...)
 - ▷ scripts shell Unix (ex : via la commande `mqtt_pub` fournie avec Eclipse Mosquitto)
- Sources de données possibles
 - ▷ résultat de commandes Unix (ex : SNMP)
 - ▷ librairie système dans le langage de programmation choisi
 - ▷ téléchargement de données depuis un site web, aka « Open Data » (ex : Open Weather Map)
 - ▷ autre...

Sujet

● Les *subscribers* MQTT

- Toute la mécanique réseau / événements est cachée dans la librairie MQTT
- Les étudiants doivent simplement
 - ▷ se connecter au *broker* MQTT
 - ▷ souscrire à un ou plusieurs *topics*
 - ▷ Indiquer, pour chaque *topic*, quelle fonction *callback* sera déclenchée à réception d'un message
- Et ensuite... (fonction *callback*)
 - ▷ extraire les données du *payload* du message reçu (donnée brute, donnée JSON, etc.)
 - ▷ exploiter cette donnée → calcul, enregistrement en BdD, etc.

Sujet

● La base de données

- Si les étudiants veulent mémoriser les données, à eux de les stocker ! Ex : base de données SQL
- Les étudiants doivent « simplement » intégrer leurs codes Python/SQL ([R207](#)) et Python/MQTT...

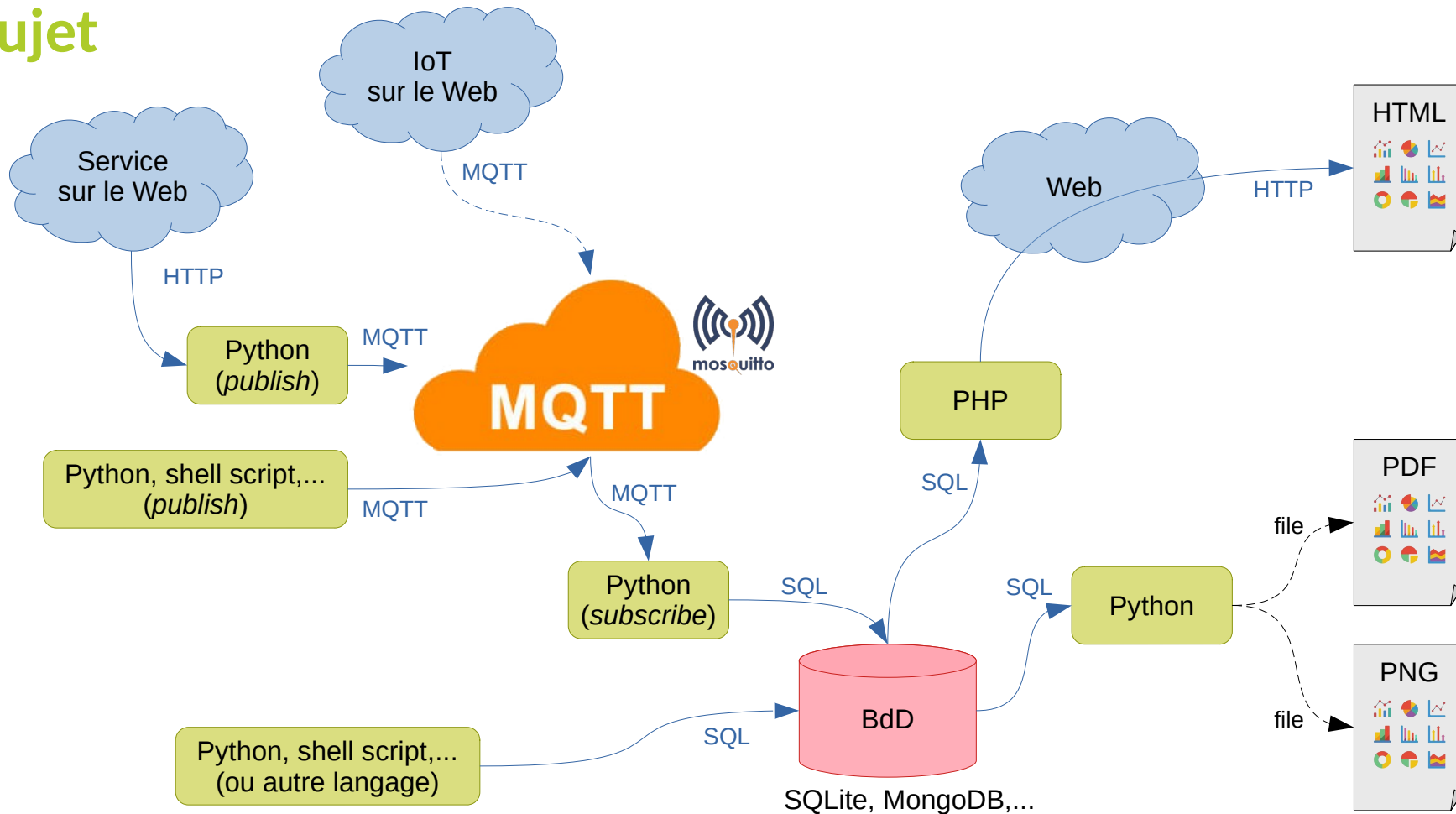
● Les tableaux de bord

- Web → comme en web dynamique (HTML/PHP/SQL, aka [R209](#))
 - ▷ pas de « simples » tables HTML → utilisation de librairies plus « dynamiques »
- PNG, PDF, etc. → utilisation de bibliothèques pour générer des images ou des documents

● Open Data

- Via des scripts PHP par exemple, exporter le résultat d'une requête au format JSON ;-)

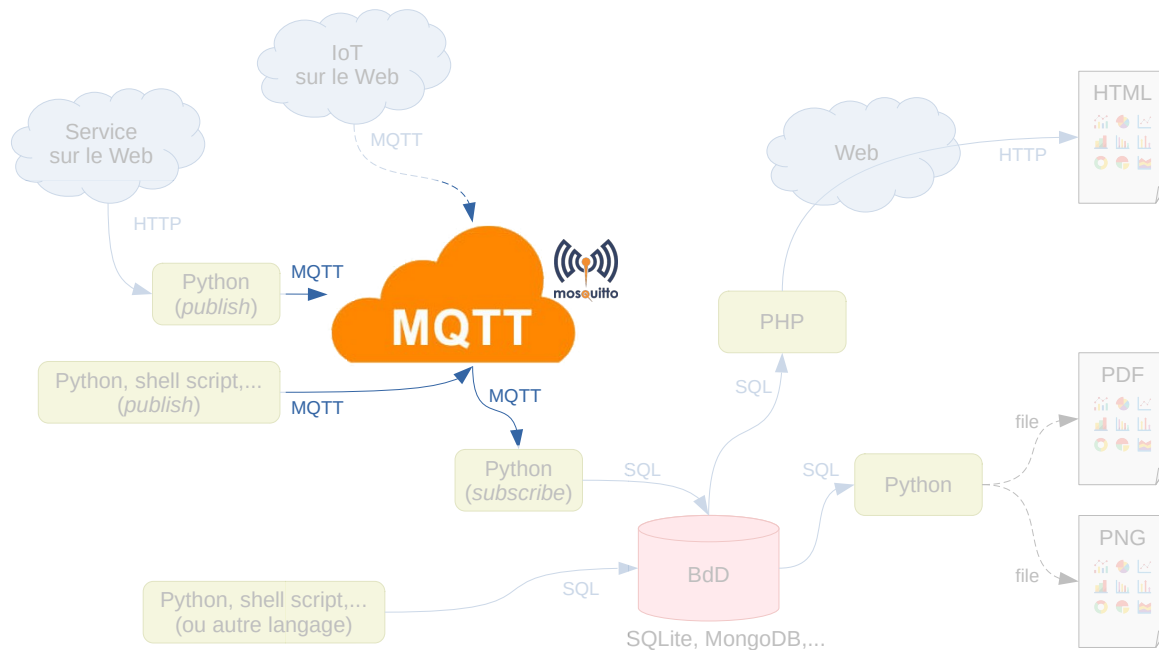
Sujet



Mise en œuvre

● Infrastructure MQTT

- Serveur : test.mosquitto.org
- Port : 1883
- → facilité d'accès
 - ▷ filaire IUT, WiFi IUT
 - ▷ domicile
 - ▷ 4G



Mise en œuvre

● Tutoriel MQTT & Python

➤ https://munier.perso.univ-pau.fr/tutorial/iot/2022/20220510-mqtt_python/

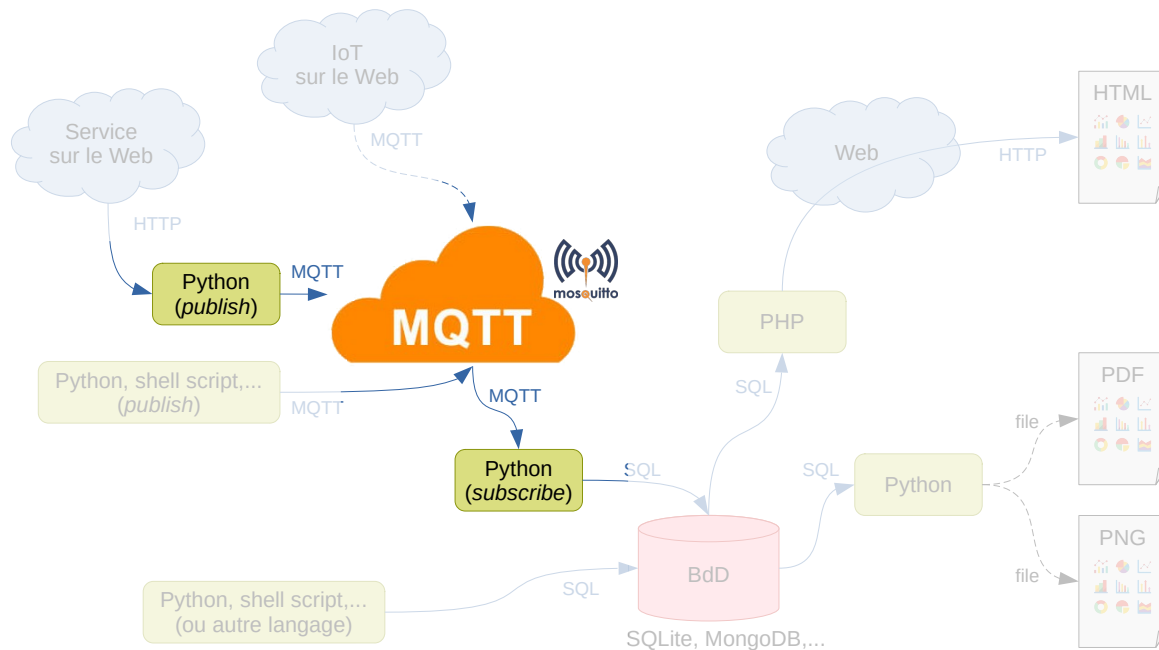
➤ Explications

- ▷ c'est quoi MQTT ?
- ▷ comment publier ?
- ▷ comment recevoir ?

➤ Outils externes

- ▷ MQTT Explorer
- ▷ MQTT.fx (HiveMQ)

➤ NB : disponible pour Java [ici](#)



Mise en œuvre

● Programme *publisher* de test

- Idée : avoir un « générateur » de messages MQTT
- → aider les étudiants « moins à l'aise » en prog.

➤ Source : [OpenWeather](#)

▷ lieu : IUT MdM

▷ données JSON

➤ Chaque donnée est publiée

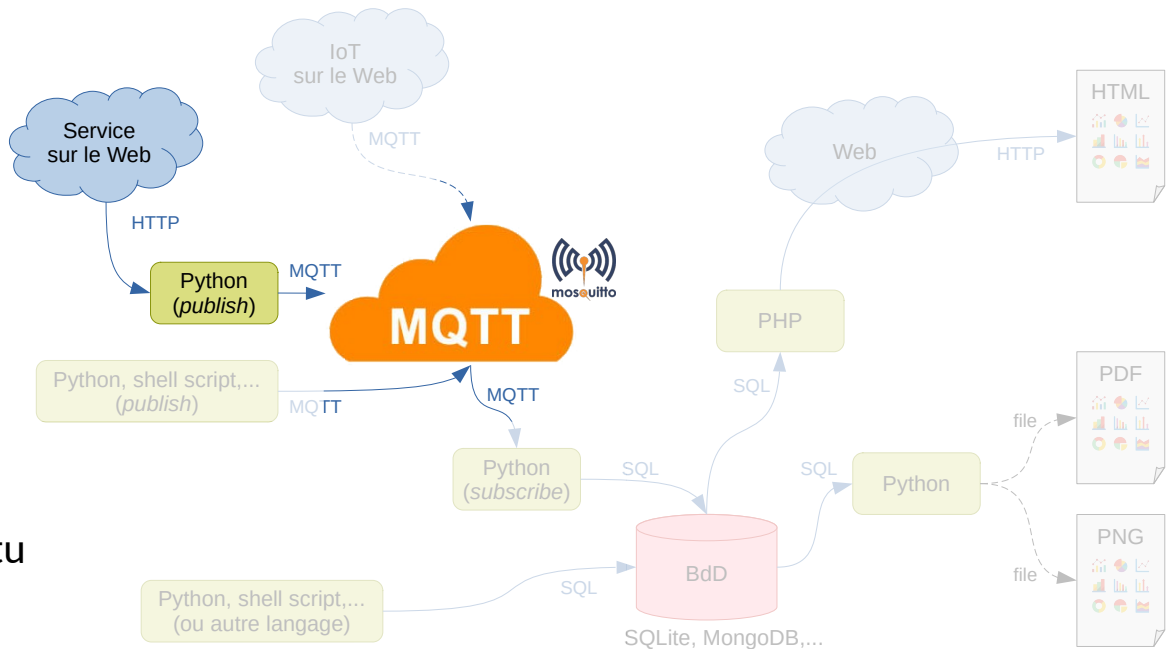
▷ en raw sur 1 *topic* dédié

▷ en JSON sur 1 *topic* commun

➤ Où est le « datacenter » ?

▷ ancien laptop Atom sous Xubuntu

▷ script déclenché par la crontab



Mise en œuvre

● Programme *publisher* de test

➤ Exemple de messages reçus

Received ``13.91`` from ``/rtmdm/mm/sae203/g553dtQJS7yk2G/weather/temp`` topic

Received ``{"name": "foo.1700572683.522321", "results": [{"label": "temp", "value": 13.91, "unit": "Celsius"}], "collections": ["IUT_MdM_weather"], "featureOfInterest": "IUT_MdM_temp"}`` from ``/rtmdm/mm/sae203/g553dtQJS7yk2G/weather/all`` topic

Received ``13.52`` from ``/rtmdm/mm/sae203/g553dtQJS7yk2G/weather/feels_like`` topic

Received ``{"name": "foo.1700572683.5227811", "results": [{"label": "feels_like", "value": 13.52, "unit": "Celsius"}], "collections": ["IUT_MdM_weather"], "featureOfInterest": "IUT_MdM_feels_like"}`` from ``/rtmdm/mm/sae203/g553dtQJS7yk2G/weather/all`` topic

Received ``13.77`` from ``/rtmdm/mm/sae203/g553dtQJS7yk2G/weather/temp_min`` topic

Received ``{"name": "foo.1700572683.5230472", "results": [{"label": "temp_min", "value": 13.77, "unit": "Celsius"}], "collections": ["IUT_MdM_weather"], "featureOfInterest": "IUT_MdM_temp_min"}`` from ``/rtmdm/mm/sae203/g553dtQJS7yk2G/weather/all`` topic

Received ``14.26`` from ``/rtmdm/mm/sae203/g553dtQJS7yk2G/weather/temp_max`` topic

Received ``{"name": "foo.1700572683.5233753", "results": [{"label": "temp_max", "value": 14.26, "unit": "Celsius"}], "collections": ["IUT_MdM_weather"], "featureOfInterest": "IUT_MdM_temp_max"}`` from ``/rtmdm/mm/sae203/g553dtQJS7yk2G/weather/all`` topic

Received ``1020`` from ``/rtmdm/mm/sae203/g553dtQJS7yk2G/weather/pressure`` topic

Received ``{"name": "foo.1700572683.5236278", "results": [{"label": "pressure", "value": 1020, "unit": "hPa"}], "collections": ["IUT_MdM_weather"], "featureOfInterest": "IUT_MdM_pressure"}`` from ``/rtmdm/mm/sae203/g553dtQJS7yk2G/weather/all`` topic

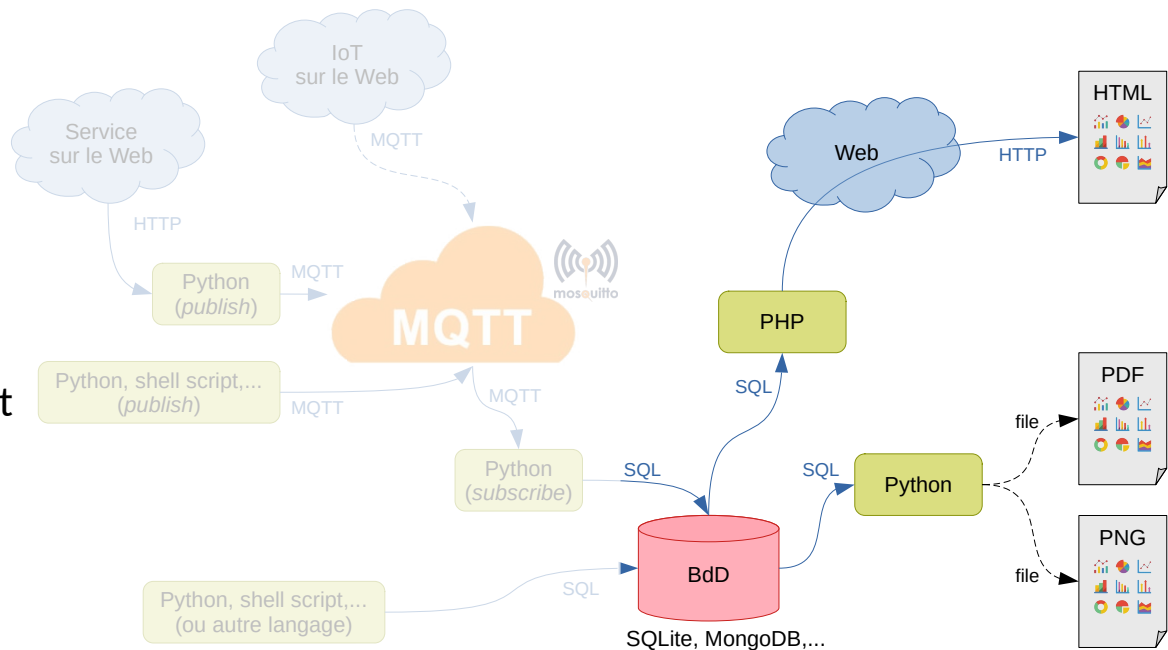
Received ``83`` from ``/rtmdm/mm/sae203/g553dtQJS7yk2G/weather/humidity`` topic

Received ``{"name": "foo.1700572683.5240693", "results": [{"label": "humidity", "value": 83, "unit": "%"}], "collections": ["IUT_MdM_weather"], "featureOfInterest": "IUT_MdM_humidity"}`` from ``/rtmdm/mm/sae203/g553dtQJS7yk2G/weather/all`` topic

Mise en œuvre

● Base de données, tableaux de bord

- BdD SQLite (comme en R207)
- Serveur web Apache de l'IUT
- Comment ?
 - ▷ scripts PHP (cf. R209)
 - ▷ scripts Python autonomes
- Présentation
 - ▷ À eux de trouver des librairies pour générer des images au format PNG ou des documents PDF en cherchant sur Internet



Retour d'expérience

● Compétences mises en œuvre

- Rappel : SAÉ 203 en fin de 1^{ère} année
- Compétences liées à la programmation
 - ▷ R107 → Fondamentaux de la programmation
 - ▷ R207 → Sources de données
 - ▷ R208 → Analyse et traitement de données structurées
 - ▷ R209 → Initiation au développement Web
- + autres compétences RT
 - ▷ Réseaux (NAT, PAT, routeur 4G, etc.)
 - ▷ SAÉ 102 → s'initier aux réseaux informatiques (capteur + Raspberry Pi + MongoDB)

Retour d'expérience

● Du côté des étudiants

- Découverte de l'IoT côté programmation et données
 - ▷ MQTT = protocole très simple
 - ▷ mais tout reste à faire sur la structure des données dans le *payload*
 - ▷ mais tout reste à faire sur la sécurité
- Remotivation
 - ▷ avec de petites briques logicielles (guère plus compliquées que ce qui a été fait en TP) ils peuvent « construire » un SI complet et fonctionnel
 - ▷ en mixant différents langages (Python, PHP, JavaScript) et différentes technologies (HTML/CSS, MQTT, JSON, SQL, etc.)
 - ▷ prennent conscience du chemin parcouru depuis le début de la 1^{ère} année !
 - ▷ satisfaction d'avoir réussi à « faire tourner quelque-chose »



Retour d'expérience

● Du côté des enseignants

- Excellente implication des étudiants
 - ▷ y compris de la part de ceux « qui sont fâchés avec la prog »
 - ▷ → côté « fun » de l'IoT + curiosité + défi d'aller au bout...



Perspectives

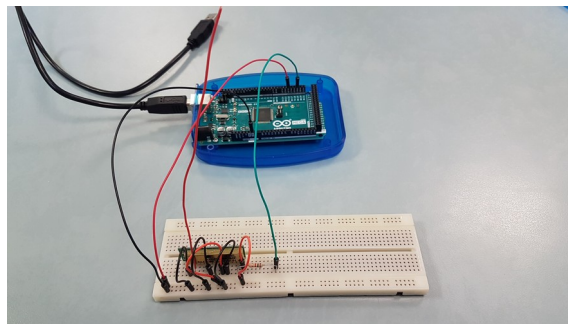
● Travailler avec des « vrais » objets connectés

- Résultats de la SAÉ 102
 - ▷ connexion de capteurs (au sens électronique...) sur Raspberry Pi + MongoDB
- Plateforme domotique [openHAB](#)
 - ▷ installation sur un Raspberry Pi
 - ▷ périphériques Z-Wave
 - ▷ données du cloud (ex : Open Weather, Netatmo)
 - ▷ passerelle RFLink 433MHz (Arduino Mega 2560 ou SDR RTL_433)



● Lien avec nos activités de recherche ?

- Projet sur l'[autodétermination informationnelle](#) → données « + riches »



Merci pour votre attention



CONTACT

Manuel MUNIER

Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, LIUPPA
Dpt RT Mont-de-Marsan, France

manuel.munier@univ-pau.fr
<http://munier.perso.univ-pau.fr/>

