



---

# Objets Connectés

GUIDE DE L'ÉTUDIANTE ET DE L'ÉTUDIANT  
S6 Génie Informatique – APP5

*Été 2022*

---

Auteur: Philippe Mabillean, modifié par:Domingo Palao Muñoz  
Version: 1.00 (30 juin 2021 à 10:09:18)

Ce document est réalisé avec l'aide de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X et de la classe **gegi-app-guide**.

©2000 Tous droits réservés. Département de génie électrique et de génie informatique, Université de Sherbrooke.

# TABLE DES MATIÈRES

1	ACTIVITÉS PÉDAGOGIQUES ET COMPÉTENCES	1
2	SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION	2
3	QUALITÉS DE L'INGÉNIEUR	3
4	ÉNONCÉ DE LA PROBLÉMATIQUE	4
5	CONNAISSANCES NOUVELLES	7
6	GUIDE DE LECTURE	8
7	LOGICIELS ET MATÉRIEL	10
8	SANTÉ ET SÉCURITÉ	11
9	SOMMAIRE DES ACTIVITÉS	12
10	PRODUCTIONS À REMETTRE	13
11	ÉVALUATIONS	14
12	POLITIQUES ET RÈGLEMENTS	16
13	INTÉGRITÉ, PLAGIAT ET AUTRES DÉLITS	17
14	PRATIQUE PROCÉDURALE 1	18
15	PRATIQUE EN LABORATOIRE	20
16	PRATIQUE PROCÉDURALE 2	22
17	VALIDATION AU LABORATOIRE	24

# LISTE DES FIGURES

4.1 Architecture de la solution. . . . .	5
------------------------------------------	---

## LISTE DES TABLEAUX

2.1	Synthèse de l'évaluation de l'unité . . . . .	2
2.2	Calcul d'une cote et d'un niveau d'atteinte d'une qualité . . . . .	2
11.1	Sommaire de l'évaluation du rapport . . . . .	14
11.2	Grille d'indicateurs utilisée pour les évaluations . . . . .	15

# 1 ACTIVITÉS PÉDAGOGIQUES ET COMPÉTENCES

## GIF675 – Objets connectés

1. Concevoir une application embarquée, en interaction avec l'environnement physique, pour développer une solution informatique exploitant la dualité entre un objet connecté à un réseau et un service infonuagique.

Description officielle : <http://www.usherbrooke.ca/fiches-cours/gif675>

## 2 SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION

Évaluation	GIF675-1	Qualités et critères évalués
Rapport d'APP et livrables associés	40	Q1(C3), Q4(C4)
Validation	50	Q4(C1, C2, C3, C4, C5, C6)
Évaluation sommative	240	Q1(C3), Q4(C1, C2, C3, C4)
Évaluation finale	270	Q1(C1), Q4(C1, C2, C3, C4)
Total	600	

TABLEAU 2.1 Synthèse de l'évaluation de l'unité

À moins de circonstances exceptionnelles, une cote ou un niveau d'atteinte d'une qualité est calculé à partir du tableau 2.2. La grille d'indicateurs utilisée pour les évaluations est donnée au tableau 11.2.

TABLEAU 2.2 Calcul d'une cote et d'un niveau d'atteinte d'une qualité

Note(%)	<50	50	53	57	60	64	68	71	75	78	81	85
Cote	E	D	D+	C-	C	C+	B-	B	B+	A-	A	A+
Niveau	N0	N1	N1	N1	N2	N2	N2	N3	N3	N3	N4	N4
Libellé	Insuffisant	Passable (seuil)			Bien			Très bien (cible)			Excellent	

### 3 QUALITÉS DE L'INGÉNIEUR

Les qualités de l'ingénieur visées et évaluées par cette unité d'APP sont données dans le tableau un peu plus bas. D'autres qualités peuvent être présentes sans être visées ou évaluées dans cette unité. Pour une description détaillée des qualités et leur provenance, consultez le lien suivant le lien suivant:

<https://www.usherbrooke.ca/genie/etudiants-actuels/au-baccalaureat/bcapg/>

Qualité	Libellé	Touchée	Évaluée
Q01	Connaissances en génie	✓	✓
Q02	Analyse de problèmes	✓	
Q03	Investigation		
Q04	Conception	✓	✓
Q05	Utilisation d'outils d'ingénierie	✓	
Q06	Travail individuel et en équipe		
Q07	Communication		
Q08	Professionnalisme		
Q09	Impact du génie sur la société et l'environnement		
Q10	Déontologie et équité		
Q11	Économie et gestion de projets		
Q12	Apprentissage continu		



## 4 ÉNONCÉ DE LA PROBLÉMATIQUE

### Traçage...

Vous êtes jeune ingénieur dans l'entreprise GeoForce qui se spécialise dans les solutions de localisation de personnes et d'objets pour des compagnies ou des organismes publics (hôpitaux, écoles, universités etc. ...). Dans le contexte de la pandémie GeoForce veut développer une nouvelle ligne de solutions permettant de savoir quand des employés ont été présents dans des locaux sans les géolocaliser en tout temps.

Pour cela l'architecture de solution proposée se base sur l'utilisation de bornes connectées et de la technologie BLE (Bluetooth Low Energy). Chaque borne ferait l'inventaire des badges numériques portés par les employés proches. Ces badges seraient hébergés dans une application sur le téléphone portable de l'employé. Une application nuagique rassemblerait les informations sur la présence des employés dans les différents sites permettant ainsi de retracer les contacts éventuels que ceux-ci auraient pu avoir entre-eux en cas de contagion.

Dans le cadre de ce projet on vous confie le mandat de développer un prototype fonctionnel pour la borne et d'en démontrer l'intégration dans l'ensemble de la solution. Celle-ci sera construite autour d'un module Argon connecté au réseau local de l'organisation ou de l'entreprise via WiFi. Chaque borne sera responsable de recenser les badges électroniques à sa portée et devra produire des événements d'arrivée et de départ pour chacun d'entre eux. La technologie iBeacon sera utilisée pour communiquer avec les badges et ils seront simulés par des applications de tests disponibles dans les environnements IOS et Android.

Vous devrez démontrer l'intégration potentielle avec une application nuagique permettant :

1. la sauvegarde dans une base de données (ou un fichier) des arrivées et départs des employés pour chacun des lieux et
2. permettre l'accès de façon standard par une application tierce aux événements d'arrivée et de départ.

Pour cela une plate-forme de partage des événements standard exploitant le protocole MQTT sera utilisée (Broker). Toutefois pour des raisons de sécurité, de modularité et d'expansions futures, dans la structure de solution proposée, on ne souhaite pas exposer les bornes au mécanisme de partage des événements d'arrivée et de départ. En effet GeoForce envisage de bonifier la solution avec des fonctionnalités qui pourraient être ajoutées aux bornes (affichage de messages, lecture de capteurs etc. ...) et souhaiterait donc que l'accès à ces fonctions puisse être protégé d'une façon indépendante. C'est pourquoi une application intermédiaire (Relai)

va relayer les évènements entre la plate-forme nuagique de Particle et la plate-forme de partage. Celle-ci sera développée sur node.js.

On développera également sur node.js un exemple d'application (Archive) exploitant le partage des évènements afin de les sauvegarder dans une base de données (ou un fichier). Pour démontrer l'extension possible des fonctionnalités des bornes on vous demande de développer une application simple (par exemple sur node.js) contrôlant (allumer ou éteindre) la LED du module Argon (Control). Celle-ci devra s'exécuter sur les bornes en parallèle avec la solution de traçage.

Les administrateurs de ce système auront besoin d'un portail. Pour ce faire, les applications Archive et Control devront chacun exposer un API qui sera utilisé par une interface graphique simple. Les API seront faits à l'aide d'Express.JS tandis que l'interface graphique sera faite à l'aide d'Angular. Les arrivées et les départs seront affichés sur l'interface et un bouton permettra d'allumer ou éteindre la LED.

Un schéma sommaire de l'architecture de la solution est proposé à la figure 4.1.

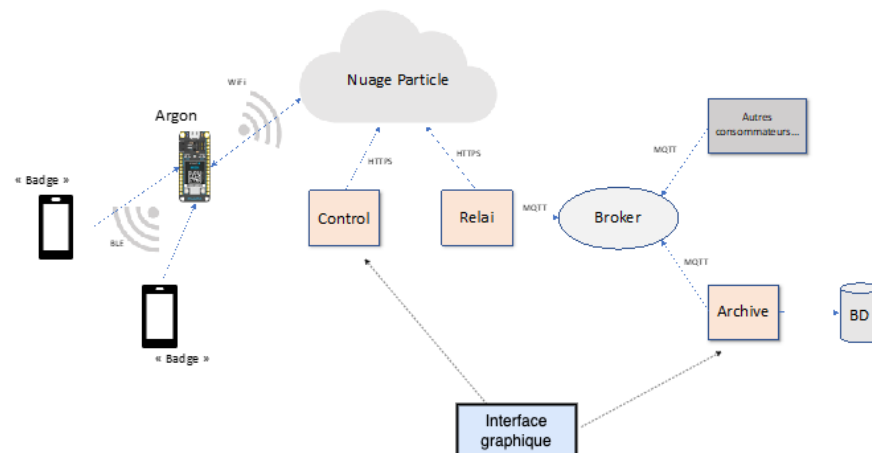


FIGURE 4.1 Architecture de la solution.

Vous devrez également dans votre rapport répondre aux questions suivantes pour la direction de GeoForce :

1. Proposer une solution alternative qui n'utiliserait pas les services nuagiques de Particle. Faire l'inventaire des avantages et des inconvénients de cette alternative face à la solution initialement proposée dans la problématique. (Q1)
2. Proposer une variante de l'architecture si l'adresse IP du nœud hébergeant l'application intermédiaire (Relai) peut être rendue visible sur Internet. (Q2)

3. Faire un inventaire des méthodes et principes sur lesquels il s'appuieraient et qui pourraient permettre la localisation et la connaissance de la présence de personnes dans un espace intérieur. Les évaluer dans le contexte de la présente problématique.  
(Q3)

## 5 CONNAISSANCES NOUVELLES

### GIF75 – Objets connectés (100%)

#### Connaissances déclaratives (quoi)

- Intégration d'un système embarqué avec une plateforme de l'Internet des Objets (IoT ou IdO).
- Acquisition de justificatif d'identité.
- Procédures d'inscription à un service.
- Interface d'application (API) d'un objet sur l'internet.
- Relation requête-réponse
- Évènements, souscription et diffusion
- Protocole MQTT
- Protocole CoAP
- Chiffrement et authentification

#### Connaissances procédurales (comment)

- Développer une application simple pour un objet connecté qui exploite des capteurs ou des actionneurs.
- Associer de façon sécuritaire un système embarqué à une application infonuagique en permettant l'exploitation de ses fonctionnalités au travers de services.
- Exploiter les fonctionnalités d'un objet connecté à travers une interface de programmation (API).
- Exploiter des fonctionnalités de chiffrement et d'authentification avec une connexion sur Internet

#### Connaissances conditionnelles (quand)

- Utiliser des outils de développement et de mise au point pour développer une application sur un système embarqué connecté à un réseau informatique.
- Définir l'architecture d'une application nuagique intégrant des objets connectés.
- Choisir un mécanisme d'association entre des objets connectés et des utilisateurs ou des applications.
- Choisir une solution de sécurité pour des objets connectés.

## 6 GUIDE DE LECTURE

### 6.1 Références essentielles

- Objets connectés (Mabilleau, 2021), disponible sur la page de l'APP
- Argon :
  - <https://docs.particle.io/argon/>
  - <https://docs.particle.io/quickstart/argon/>
- Introduction aux services de Particle Cloud :
  - <https://docs.particle.io/tutorials/device-cloud/introduction/>
- Services nuagiques coté Argon :
  - <https://docs.particle.io/reference/device-os/firmware/argon/#cloud-functions>
- Services nuagiques coté client :
  - <https://docs.particle.io/reference/device-cloud/api/>
- BLE :
  - <https://docs.particle.io/tutorials/device-os/bluetooth-le/>
- Information sur le contenu des messages iBeacon :
  - <https://stackoverflow.com/questions/18906988/what-is-the-ibeacon-bluetooth-prof19040616#19040616>
- MQTT :
  - <https://www.hivemq.com/mqtt-essentials/>
  - <https://blog.risingstack.com/getting-started-with-nodejs-and-mqtt/>
- Node Js :
  - <https://nodejs.org/fr/>
- Express.JS :
  - <https://expressjs.com/fr/guide/routing.html>
- Angular :
  - <https://angular.io/guide/setup-local>
  - <https://angular.io/guide/http>
- CoAP :
  - [https://www.researchgate.net/publication/326943054\\_Constrained\\_Application\\_Protocol\\_CoAP\\_for\\_theIoT](https://www.researchgate.net/publication/326943054_Constrained_Application_Protocol_CoAP_for_theIoT)
  - <https://www.rfc-editor.org/rfc/pdf/rfc7252.txt.pdf>
  - <https://www.rfc-editor.org/rfc/pdf/rfc7641.txt.pdf>
- Sécurité et objets connectés :
  - <https://www.particle.io/resources/securing-internet-of-things-products/>
  - SSL/TLS pour les nuls : [https://youtu.be/k\\_ScPsb3WSk](https://youtu.be/k_ScPsb3WSk)

- Webhooks :
  - <https://docs.particle.io/tutorials/device-cloud/webhooks/>

## 7 LOGICIELS ET MATÉRIEL

- Matériel Obligatoire
  - Argon Development Kit (Particle) <https://www.particle.io>
- Logiciels (téléchargeables pour navigateur WEB et Windows ou Mac)
  - Outil de développement Web IDE <https://docs.particle.io/tutorials/developer-tools/build/>
  - Node Js <https://nodejs.org>
- Logiciels pour IOS (ou l'équivalent sous Android)
  - iBeaconBroadcaster, QuickBeacon, My Beacon Tester ou Beacon Simulator (liste non exhaustive pour IOS).
  - Beacon Simulator ou Bluetooth LE Simulator, (liste non-exhaustive sur Google Play) (Attention certaines applications peuvent balayer les balises iBeacon présentes mais ne peuvent pas en simuler ce qui n'est pas pertinent pour la problématique)
- Bibliothèques à utiliser avec le module Argon
  - MQTT exemple : <https://build.particle.io/libs/MQTT/0.4.29/tab/example/mqtttest.ino>
  - MQTT librairie : <https://github.com/hirotakaster/MQTT> ou <https://build.particle.io/libs/MQTT/0.4.29/tab/MQTT.cpp>
- Service (nécessaire pour résoudre la problématique)
  - Public MQTT Broker (Ceci est un exemple de service utilisable et fonctionnel pour résoudre la problématique) <https://www.hivemq.com/public-mqtt-broker/>

## 8 SANTÉ ET SÉCURITÉ

### 8.1 Dispositions générales

Dans le cadre de la présente activité, vous êtes réputés avoir pris connaissance des politiques et directives concernant la santé et la sécurité. Ces documents sont disponibles sur les sites web de l'Université de Sherbrooke, de la Faculté de génie et du département. Les principaux sont mentionnés ici et sont disponibles dans la section *Santé et sécurité* du site web du département: <https://www.gegi.usherbrooke.ca/santesecurite/>.

- Politique 2500-004: Politique de santé et sécurité en milieu de travail et d'études
- Directive 2600-042: Directive relative à la santé et à la sécurité en milieu de travail et d'études
- Sécurité en laboratoire et atelier au département de génie électrique et de génie informatique

### 8.2 Dispositions particulières

Aucune.



## 9 SOMMAIRE DES ACTIVITÉS

### Semaine 1

- Première rencontre de tutorat
- Étude personnelle et exercices
- Formation à la pratique procédurale 1
- Formation à la pratique en laboratoire 1
- Formation à la pratique procédurale 2

### Semaine 2

- Consultation facultative
- Validation de la solution
- Rédaction du rapport d'APP
- Remise des livrables d'APP
- Deuxième rencontre de tutorat
- Évaluation formative théorique écrite
- Consultation facultative
- Évaluation sommative théorique écrite

## 10 PRODUCTIONS À REMETTRE

- Les productions se font par équipe de 2, sauf lorsque indiqué autrement.
- L'identification des membres des équipes doit être faite sur la page web de l'unité avant 16h30, le lendemain de votre premier tutorat.
- La date limite pour le dépôt électronique est 9h00 (pas 21h00!), le jour de votre deuxième tutorat. Les retards seront pénalisés.
- Les productions soumises à l'évaluation doivent être originales pour chaque équipe, sinon l'évaluation sera pénalisée en cas de non-respect de cette consigne.

### 10.1 Productions à remettre

1. Code de la solution sous forme d'un fichier .zip exporté de l'environnement Argon
2. Rapport d'APP en format PDF

#### Rapport

Le rapport doit comporter un maximum de 5 pages et il peut se présenter sous une forme synthétique (PowerPoint avec des diagrammes par exemple). Tous les éléments de réponse doivent être justifiés dans les rapports.

1. Un schéma bloc commenté décrivant la solution dans son ensemble
2. La réponse aux trois questions posées à la fin de l'énoncé de la problématique
3. Une analyse critique de la solution proposée

#### Fichiers

La remise aura la forme d'un fichier ZIP qui se nommera CIP1-CIP2.zip avec le contenu indiqué.

Fichiers à remettre :

1. Un fichier nommé "application.ino" avec le code commenté de l'application embarquée sur le nœud capteur.
2. Trois fichiers .js avec le code du nœud relai (relai.js) , de l'application de contrôle (control.js) et de l'application d'archivage (archivage.js)
3. Un dossier nommé "interface" contenant le code de l'interface utilisateur.

Ces fichiers devront comporter des commentaires suffisamment précis mais sans être une redite en français (ou en anglais) du code. Le nom des auteurs et leur CIP doivent être présents dans l'entête de tous les fichiers (sous peine de non validité du fichier remis).

# 11 ÉVALUATIONS

## 11.1 Rapport et livrables associés

L'évaluation du rapport portera sur les compétences figurant dans la description des activités pédagogiques. Ces compétences ainsi que la pondération de chacune d'entre elles dans l'évaluation du rapport sont indiquées au tableau 11.1. L'évaluation est directement liée au livrables demandés à la section 10.1 et le tableau 11.1 y réfère à l'aide d'une courte description.

Élément	GIF675-1
Schéma bloc commenté de la solution	10
Q1 – solution alternative sans les services nuagiques Particle	10
Q2 – variante architecture avec accès directe à l'application relai	10
Q3 – méthodes localisation	10
Analyse critique de la solution	10
Code	40
Total	90

TABLEAU 11.1 Sommaire de l'évaluation du rapport

Quant à la qualité de la communication technique elle ne sera pas évaluée de façon sommative, mais si votre rapport est fautif sur le plan de la qualité de la communication et de la présentation, il vous sera retourné et vous devrez le reprendre pour être noté.

## 11.2 Évaluation sommative

L'évaluation sommative théorique est un examen théorique qui porte sur tous les éléments de compétences de l'unité. C'est un examen qui se fait sans documentation.

## 11.3 Qualités de l'ingénieur

La grille d'indicateurs utilisée aux fins de l'évaluation est donnée au tableau 11.2. Il est à noter qu'un niveau d'atteinte d'un *indicateur* dans cette grille n'a pas la même signification qu'un niveau d'atteinte d'une *qualité* dans le tableau 2.2. Cela est normal, un indicateur et une qualité, ce sont deux choses différentes.

TABLEAU 11.2 Grille d'indicateurs utilisée pour les évaluations

Indicateur	AP	Qualité	Aucun (N0)	Insuffisant (N1)	Seuil (N2)	Cible (N3)	Excellent (N4)
Démontrer, à un niveau universitaire, l'acquisition de connaissances en sciences du génie	GIF675-1	Q01.3	N'applique pas ou très peu de concepts fondamentaux en sciences du génie	Applique correctement peu de concepts fondamentaux en sciences du génie	Est capable d'appliquer correctement certains des concepts fondamentaux en sciences du génie	Applique aisément les concepts fondamentaux en sciences du génie	Applique aisément et efficacement les concepts fondamentaux en sciences du génie
Définir le projet ou le problème d'ingénierie	GIF675-1	Q04.1	Identifie trop peu d'informations importantes pour définir le projet ou le problème	Identifie des informations qui ne sont pas toutes importantes pour définir le projet ou le problème	Identifie des informations importantes, mais de façon imprécise, pour définir le projet ou le problème	Identifie précisément des informations importantes pour définir le projet ou le problème	Identifie rigoureusement et à partir de sources variées des informations importantes pour définir le projet ou le problème
Identifier les besoins et les exigences à considérer	GIF675-1	Q04.2	Considère trop peu des besoins essentiels et des exigences importantes des parties prenantes	Considère minimalement des besoins essentiels et des exigences importantes des parties prenantes	Considère, mais partiellement, les besoins et les exigences des parties prenantes	Considère adéquatement les besoins et les exigences des parties prenantes	Considère adéquatement et rigoureusement les besoins et les exigences des parties prenantes
Rechercher plusieurs solutions et en sélectionner une	GIF675-1	Q04.3	Identifie peu de solutions et éprouve de la difficulté à sélectionner celle qui semble convenir	Identifie quelques solutions et sélectionne celle qui semble convenir, sans toutefois en faire la validation	Identifie plusieurs solutions, fait une analyse sommaire et sélectionne celle qui semble être la meilleure. Valide sommairement le potentiel de la solution retenue	Identifie plusieurs solutions et en crée de nouvelles, fait une analyse critique, basée sur des critères de sélection pertinents et à l'aide d'outils servant à la prise de décision. Valide le potentiel de la solution retenue	Identifie plusieurs solutions et en crée de nouvelles, fait une analyse critique et applique un processus rigoureux et rationnel à l'aide d'outils servant à la prise de décision. Valide le potentiel de la solution retenue et cherche à l'améliorer
Faire la conception détaillée	GIF675-1	Q04.4	Raffine peu le concept retenu pour obtenir une conception détaillée en s'appuyant sur des calculs, des simulations ou des expériences comportant des erreurs majeures	Raffine le concept retenu pour obtenir une conception détaillée en s'appuyant sur des calculs, des simulations ou des expériences comportant des erreurs mineures	Raffine le concept retenu pour obtenir une conception détaillée en s'appuyant sur des calculs, des simulations ou des expériences dont les résultats sont justes	Définit l'architecture de la solution, raffine le concept pour obtenir une conception détaillée, et ce, en s'appuyant sur des calculs, des simulations ou des expériences dont les résultats sont justes. Justifie ses choix	Définit l'architecture de la solution, raffine le concept pour obtenir une conception détaillée, et ce, en s'appuyant sur des calculs, des simulations ou des expériences justes et exécutées selon les règles de l'art. Justifie ses choix en fonction des exigences identifiées
Valider et implémenter la solution retenue	GIF675-1	Q04.5	Élabore un design incomplet. Ne vérifie pas que la solution répond aux besoins et exigences	Élabore un design partiellement complet. Vérifie sommairement que la solution répond aux besoins et aux exigences	Élabore un design complet. Valide la solution répond aux besoins et aux exigences	Élabore un design complet et de qualité. Valide adéquatement que la solution répond aux besoins et aux exigences	Élabore un design complet et de grande qualité. Valide adéquatement que la solution répond aux besoins et aux exigences et propose des améliorations potentielles
Analyser la solution retenue et ses limites, puis formuler des recommandations	GIF675-1	Q04.6	N'est pas en mesure d'analyser la solution retenue et ses limites, puis d'identifier des recommandations	Analyse partiellement la solution retenue et ses limites. Identifie quelques recommandations vagues ou anodines	Analyse la solution retenue et ses principales limites. Identifie quelques recommandations pertinentes	Analyse la solution retenue et l'ensemble de ses limites. Identifie les recommandations les plus pertinentes	Analyse rigoureusement la solution retenue et l'ensemble de ses limites. Identifie minutieusement les recommandations les plus pertinentes

## 12 POLITIQUES ET RÈGLEMENTS

Dans le cadre de la présente activité, vous êtes réputés avoir pris connaissance des politiques, règlements et normes d'agrément suivants.

### Règlements de l'Université de Sherbrooke

- Règlement des études:

<https://www.usherbrooke.ca/registraire/>

### Règlements facultaires

- Règlement facultaire d'évaluation des apprentissages / Programmes de baccalauréat
- Règlement facultaire sur la reconnaissance des acquis

### Normes d'agrément

- Informations sur l'agrément:

<https://engineerscanada.ca/fr/agrement/a-propos-de-l-agrement>

Si vous êtes en situation de handicap, assurez-vous d'avoir communiqué avec le *Programme d'intégration des étudiantes et étudiants en situation de handicap* à l'adresse de courriel [prog.integration@usherbrooke.ca](mailto:prog.integration@usherbrooke.ca).

## 13 INTÉGRITÉ, PLAGIAT ET AUTRES DÉLITS

Dans le cadre de la présente activité, vous êtes réputés avoir pris connaissance de la déclaration d'intégrité relative au plagiat:

<https://www.usherbrooke.ca/ssf/enseignement/evaluation-des-apprentissages/passeurs-integrite/ressources/antiplagiat>

# 14 PRATIQUE PROCÉDURALE 1

## But de l'activité

- Les exercices de ce procédural ont pour objectif de comprendre le fonctionnement des mécanismes impliqués avec les objets connectés.
- Le document « objets connectés » (Philippe Mabillean - juin 2021) contient les principales informations pour résoudre les exercices. Des informations plus ciblées sont disponibles via Internet.

## 14.1 EXERCICES

### P1.E1 Transaction requête-réponse

1. Tracer le diagramme de séquence de la requête d'une page à un serveur WEB.
2. Identifier les différents champs qui composent la requête et la réponse.
3. Lister les principales méthodes de requêtes HTTP ainsi que leur utilité.
4. Lister les principaux codes de réponse de requêtes HTTP ainsi que leur signification.
5. Identifier un autre protocole que http qui utilise le mécanisme requête-réponse. Donner un exemple de son fonctionnement.
6. Expliquer le concept de dissymétrie des transactions requête-réponse.
7. Identifier un mécanisme avec changement de protocole qui permet de palier au problème de dissymétrie qui existe avec les transactions requête-réponse. Expliquer son fonctionnement.

### P1.E2 Publication-souscription

1. Expliquer brièvement le mécanisme de publication-souscription. Pourquoi est-il difficile à mettre en oeuvre de façon directe sur Internet ?
2. Expliquer le rôle et le fonctionnement d'un courtier de données (Data Broker) et comment il peut être utilisé pour mettre en oeuvre un mécanisme de publication-souscription.
3. Quels sont les niveaux de qualité de service disponibles sur MQTT et expliquer leur fonctionnement.

### P1.E3 Association d'un objet connecté avec un usager

1. Expliquer le principe sous-jacent à la base de l'association d'un objet connecté avec son propriétaire.
2. Énumérer les principaux moyens utilisés pour permettre cette association avec les dispositifs actuels.

3. Identifier des scénarios mettant en évidence des faiblesses de sécurité potentielle pendant cette association.



# 15 PRATIQUE EN LABORATOIRE

## Buts de l'activité

Le but de cette activité est de d'expérimenter avec les éléments nécessaires de l'Argon pour résoudre la problématique.

- Appropriation des fonctionnalités nuagiques de Particle avec le module Argon
- Utilisation d'une application node.js pour exploiter l'API nuagique de Particle
- Utilisation d'un broker MQTT à partir d'une application node.js

## Matériel et logiciels requis

- Kit de développement Argon
- Ordinateur (Windows, Mac ou linux) avec un navigateur WEB ; la puissance de l'ordinateur n'est pas critique car les développements s'effectuent dans un environnement WEB
- Node Js installé sur l'ordinateur (version v12.16.3)
- Angular CLI installé sur l'ordinateur

## Notes importante

- Assurez-vous d'avoir configuré votre Argon.
- Le kit Argon est fragile ; vous devez le manipuler avec soin.
- Toutes les entrées-sorties du kit supportent une logique de 3,3V et non 5V. (Ceci ne devrait pas avoir d'incidence pour les manipulations de cette unité d'APP)
- Il est conseillé de débiter cette séance de laboratoire avant la période réservée à l'horaire. En particulier la configuration d'un compte chez Particle et l'association de votre module Argon devraient déjà être effectuées.

## L.E1 Argon et nuage Particle.

1. Développer un programme pour le module Argon qui expose une variable dans le nuage. Cette variable devra avoir une valeur qui évolue avec le temps afin de valider le caractère dynamique de sa publication. Pour cela on peut utiliser un capteur (comme le phototransistor) ou bien un générateur pseudo- aléatoire. Utiliser la console Particle pour vérifier la valeur de cette variable.
2. À l'aide d'un navigateur faire une requête pour visualiser la valeur de cette variable. Pour cela vous devez obtenir une clé d'accès avec l'application « particle cli ».
3. Modifier le programme initial pour qu'en plus il génère des événements. Observer l'arrivée des événements dans la console Particle.

4. À l'aide d'un navigateur faire une requête pour visualiser les événements générés par votre module Argon.

### **L.E2 API nuage Particle.**

1. Développer un programme sur node.js qui effectue une transaction https sur le site de Particle afin d'obtenir et d'afficher sur la console les événements issus de votre module Argon.

### **L.E3 MQTT broker.**

1. Développer un programme sur node.js qui diffuse et qui reçoit des messages sur un serveur broker MQTT.

### **L.E4 API et interface utilisateur**

1. Développer une API sur Node.JS avec Express.JS qui permet de recevoir une requête et y répondre.
2. Développer une interface utilisateur en utilisant Angular.
3. Envoyer une requête à partir de l'interface utilisateur vers l'API. Afficher la réponse de l'API sur l'interface utilisateur.

## 16 PRATIQUE PROCÉDURALE 2

### But de l'activité

- Cette activité a pour but de vous sensibiliser aux mécanismes de sécurité mis en place dans des objets connectés. Le système nuagique de Particle utilisé par le module Argon sera à la base des exercices. En particulier le protocole CoAP – Constrained Application Protocol sera étudié. Le document "Objets connectés" (Philippe Mabillean - juin 2021) contient les principales informations pour résoudre les exercices. Des informations plus ciblées sont disponibles via Internet.

### 16.1 EXERCICES

#### P2.E1 Connexion entre le module Argon et le nuage Particle.

Dans la documentation de Particle (<https://docs.particle.io/tutorials/device-cloud/introduction/>) il est mentionné qu'une authentification mutuelle utilisant des paires de clés publique/privée assure que c'est le bon dispositif (Device) qui est connecté au bon nuage (Cloud).

1. Décrire le mécanisme qui permet cette double assurance avec des paires de clés publique/privée
2. Identifier et décrire les deux types d'attaques que l'on prévient avec ce mécanisme
3. Quel est le type de connexion qui est établi à la suite de cette association ? À quelle couche du modèle OSI se situe-t-on ?

## P2.E2 Protocole CoAP.

Dans cette même documentation il est indiqué plus loin que le protocole CoAP (Constrained Application Protocol) est utilisé pour assurer les fonctionnalités nuagiques (Device PS Cloud Functions) mises en œuvre sur le module Argon.

1. Décrire le fonctionnement de ce protocole (CoAP)
2. Positionner le dans le modèle OSI.
3. Comment pouvez-vous le rapprocher du protocole http ?
4. Identifier quels sont les méthodes du protocole utilisées pour mettre en œuvre les fonctionnalités suivantes de Particle Device OS :
  - Lecture d'une variable
  - Appel d'une fonction
  - Téléchargement d'un nouveau progiciel (firmware)
  - Publication d'un évènement
  - Souscription à un évènement
5. Expliquer comment fonctionne le concept de "WebHooks" proposé par Particle. Donner un exemple simple avec le code (éventuellement le programmer).

## 17 VALIDATION AU LABORATOIRE

Le but de cette activité est de valider expérimentalement la solution à la problématique que vous avez développée. À cette étape, le codage de la solution à la problématique devrait être terminé et fonctionnel.

Vous devrez démontrer le fonctionnement de votre solution avec une courte présentation qui pourra être accompagnée d'une planche PPT (une seule planche). La présentation devra donc être très synthétique et ne comporter aucun élément superflu.

Les principaux points que l'on doit retrouver dans votre présentation sont les suivants :

- Définition du problème
- Identification des besoins et des exigences
- Proposition de solutions et en sélectionner une
- Architecture et conception détaillée
- Validation de la solution
- Analyse et limites de la solution, recommandations