

|                                                                                      |                                |                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>La Salle</b><br>9 Rue Notre Dame des<br>7 douleurs<br>Avignon<br>☎ 04 90 14 56 56 | <b>BTS Systèmes Numériques</b> | <b>Session 2020</b><br><br><a href="mailto:vaira@lasalle84.org">vaira@lasalle84.org</a> ✉<br><a href="mailto:beaumont@lasalle84.org">beaumont@lasalle84.org</a> ✉ |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Bee-Honey't



|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Partenaire :</b><br><br>SOULIÉ Jean<br>(Apiculteur) | <b>Étudiants chargés du projet :</b><br><br>_____ <input checked="" type="checkbox"/> EC <input type="checkbox"/> IR<br>_____ <input type="checkbox"/> EC <input checked="" type="checkbox"/> IR<br>_____ <input type="checkbox"/> EC <input checked="" type="checkbox"/> IR | <b>Professeurs ou Tuteurs responsables :</b><br><br>BEAUMONT Jérôme (EC),<br>VAIRA Thierry (IR) et<br>MAROUF Abdel (SPC) |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Reprise d'un projet : Oui / ~~Non~~

## Présentation générale du système supportant le projet

Il s'agit de réaliser un système autonome permettant de connaître à distance certains paramètres d'une ruche afin d'assurer son suivi et d'évaluer la santé des abeilles.

Les abeilles subissent une mortalité accrue chaque année, principalement en raison des pesticides présents dans l'environnement, auxquels elles sont particulièrement sensibles.

Une mortalité aiguë et anormale d'une colonie d'abeilles peut être un signe d'intoxication aux pesticides et donc d'un environnement pollué. Évaluer la santé des abeilles c'est donc analyser indirectement la qualité de l'environnement.

Le projet consiste donc à équiper une ruche d'abeilles en y ajoutant des capteurs pour permettre d'obtenir différentes informations telles que la température intérieure, l'humidité, le poids et le comptage des abeilles.

Cet équipement ne doit en aucun cas gêner l'apiculteur dans son travail et les abeilles.

## Analyse de l'existant

La ruche connectée est un outil de suivi en temps réel de colonies d'abeilles. Les données enregistrées par ces ruches équipées permettent de générer des alertes lors d'un changement anormal et soudain comme par exemple si le nombre d'entrées/sorties des abeilles de la ruche sur une journée chute de manière significative ou si la ruche perd du poids ...

Il existe dans le commerce de nombreux modèles de « ruche connectée » :

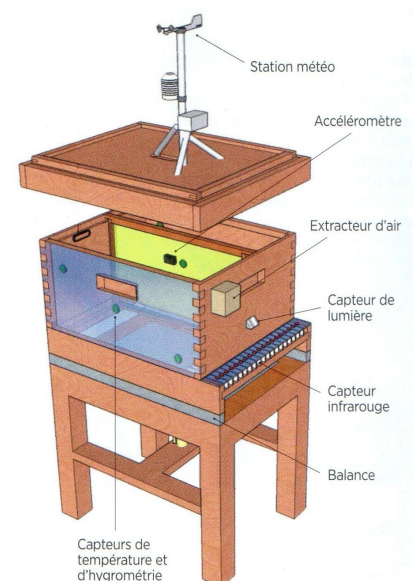
- Le module connecté « B-Keep », associé à une application web, permet aux apiculteurs de suivre à distance le cycle de vie de leurs colonies d'abeilles. Ce module, qui s'adapte à tous types de ruche (Dadant, Langstroth, ...), mesure notamment la température et l'humidité des ruches. Lien : **hostabee.com**
- BeeGuard est une solution complète et modulaire pour obtenir une vision de l'activité des abeilles à distance. Lien : **www.beeguard.fr**
- Autres : **www.icko-apiculture.com** et **www.label-abeille.org**

L'Institut technique et scientifique de l'apiculture et de la pollinisation a pour objectif de concourir au développement de l'apiculture à travers l'expérimentation, la recherche appliquée, l'assistance technico-économique, l'animation, la diffusion et la formation. Lien : **itsap.asso.fr**

## Expression du besoin

La ruche connectée doit permettre à l'apiculteur d'optimiser le suivi de ses abeilles :

- L'orientation et luminosité permettent d'optimiser son rendement et d'influer sur la période de pollinisation des abeilles au cours de la journée.
- L'humidité et la température signalent, par exemple, s'il faut donner à boire aux abeilles ou si la ruche peut être ouverte.
- La masse témoigne de la santé de la colonie et de l'état de la production.
- La pression atmosphérique et l'humidité préviennent d'un changement météorologique qui provoquerait un changement de comportement et un rassemblement de la colonie dans la ruche.
- La géolocalisation<sup>1</sup> (complétée d'une alerte antiviol) apporte un gain de temps dans l'organisation des tournées de récoltes et permet une intervention rapide de récolte ou de traitement.



<sup>1</sup> En option dans ce projet

Le système « ruches connectées » doit donc réaliser les missions suivantes :

- L'envoi à intervalles réguliers (15 min) des mesures effectuées suivantes :
  - Température intérieure et extérieure,
  - Humidité relative intérieure et extérieure,
  - Pression atmosphérique,
  - Poids de la ruche,
  - Ensoleillement,
  - Niveau de charge, tension et courant de la batterie<sup>2</sup>
- L'affichage des mesures et des alertes en temps réel
- L'affichage sous forme de vues graphiques des mesures (récapitulatifs journaliers : moyennes, min, max pour chaque heure sur les 7 derniers jours) et éventuellement l'historique des alertes
- L'alerte en cas de variation brutale d'une grandeur mesurée (perte de poids soudaine) ou de dépassement de seuils. L'alerte pourra être signalée sous la forme d'un *email* ou d'un message SMS<sup>3</sup> envoyé sur le *smartphone* de l'apiculteur.

*Contraintes :*

- ❑ Le système ne doit pas perturber les abeilles. Une attention particulière doit être portée aux technologies employés, aux ondes et, aux fréquences utilisées.
- ❑ Le système ne doit pas entraver le travail de l'apiculteur. Les capteurs doivent pouvoir être déconnectés simplement.
- ❑ Le système doit être le plus longtemps possible autonome en énergie afin de pouvoir être installé dans un endroit isolé. (autonomie 15 jours sans soleil)

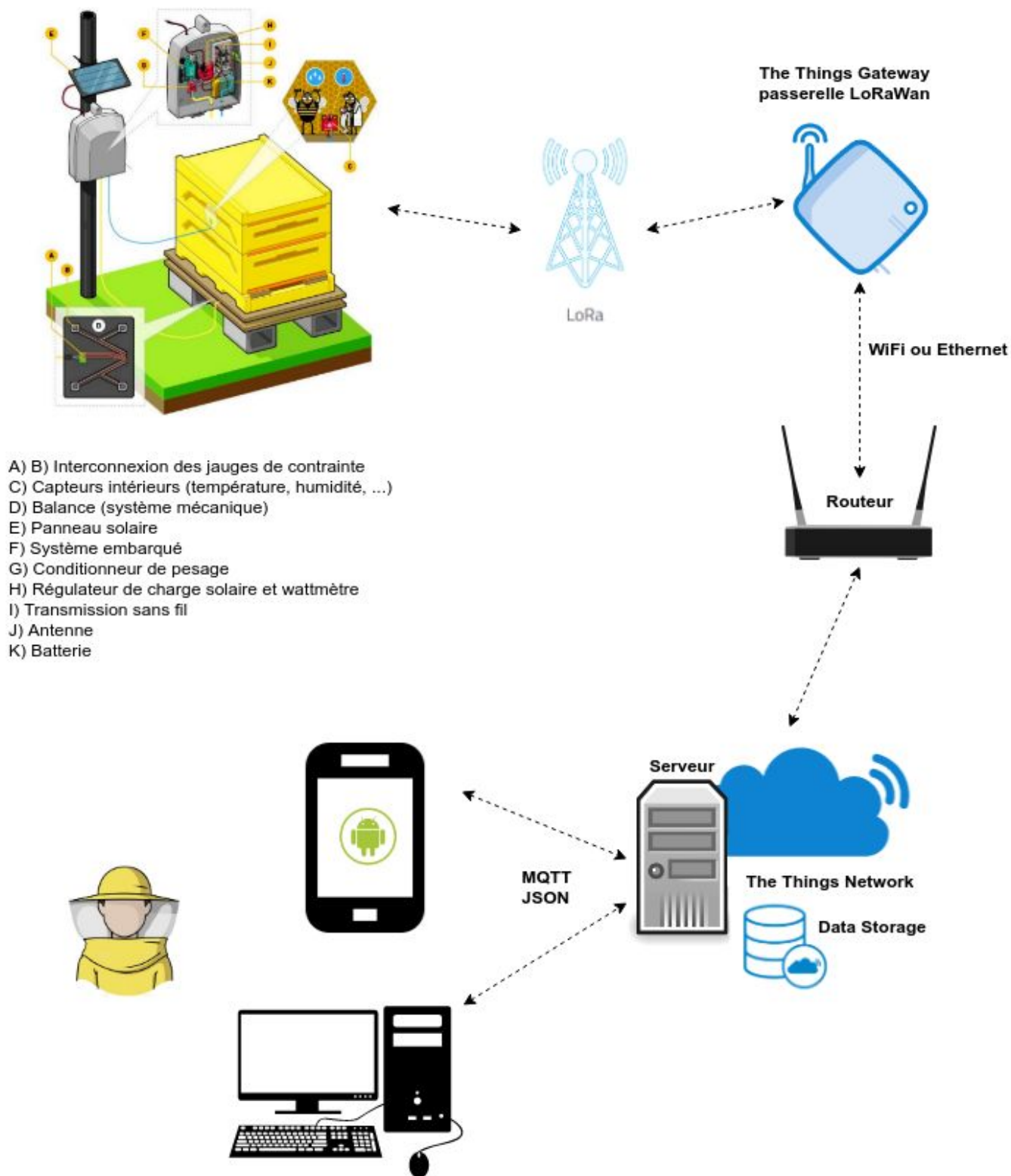
Le développement du système doit répondre aux exigences des utilisateurs :

- simplicité d'utilisation,
- correspondre aux contraintes définies,
- réalisable dans un délai de 200 heures (IR) et 170 heures (EC).

---

<sup>2</sup> En option dans ce projet

<sup>3</sup> En option dans ce projet



L'exploitation des ruches par un apiculteur est réalisable à partir soit d'une application sur PC soit d'un terminal mobile (Android).



## Description structurelle du système (IR)

### Diagramme des cas d'utilisation

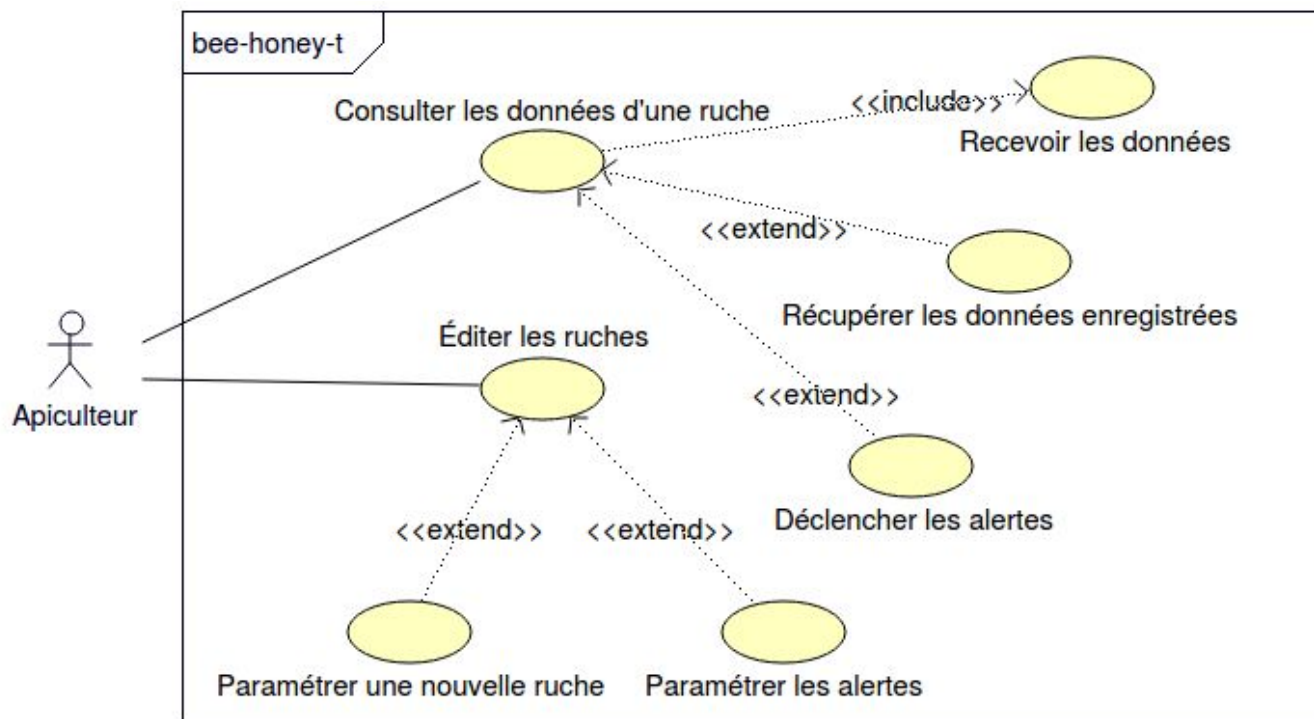
L'apiculteur peut éditer ses ruches (ajouter, paramétrer ou supprimer une ruche). Les paramètres d'une ruche sont un nom, une localisation, une description optionnelle et une date de mise en service. On lui associe un DeviceID (identifiant de la carte embarquée *The Things Uno*) et un ApplicationID (représentant l'ensemble des ruches gérées par *The Things Network*<sup>4</sup>). L'ensemble des paramètres des ruches seront enregistrés localement dans l'application (base de données SQLite par exemple).

L'apiculteur peut paramétrer les seuils d'alerte (humidité, température et poids) d'une ruche et le type de notification (visuel/email/sms) et le destinataire de l'alerte si besoin. L'apiculteur reçoit une alerte par email et/ou SMS ou tout simplement sur son interface lorsqu'une condition anormale est détectée.

Il peut choisir une ruche pour consulter les données actuelles et/ou enregistrées. Les données sont reçues au format JSON par le protocole MQTT via le réseau *The Things Network*. *The Things Network* propose aussi un service *Data Storage* assurant la sauvegarde de données pour les 7 derniers. Les données enregistrées reçues via le protocole HTTP sont au format JSON.

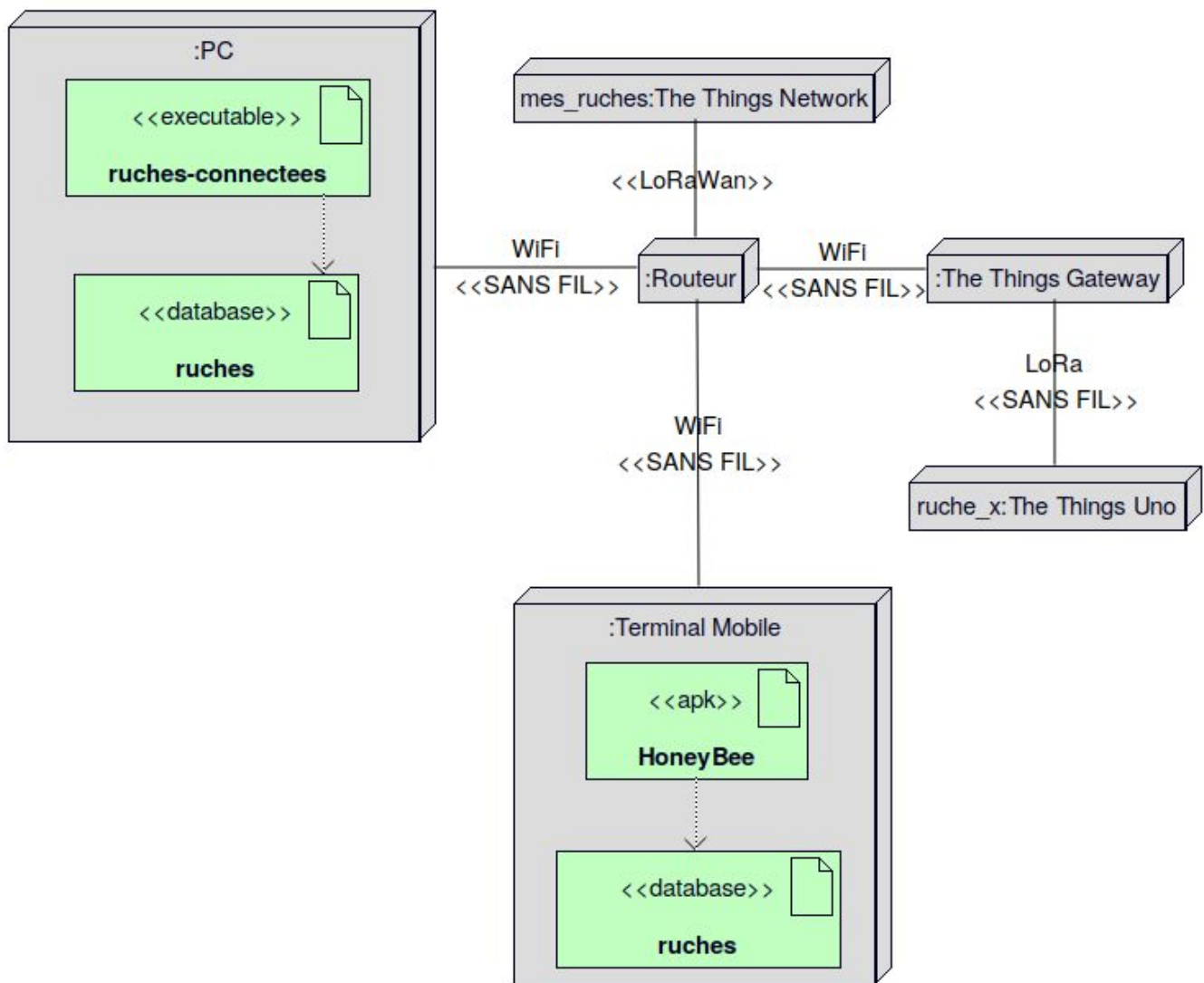
---

<sup>4</sup> The Things Network est un réseau LoRaWAN open source qui est disponible dans 86 pays, basé sur une communauté de plus de 17 000 membres. Il peut être utilisé sans contrainte commerciale ou privée.



À partir d'un terminal mobile (Android), l'apiculteur pourra réaliser globalement les mêmes opérations.

## Diagramme de déploiement



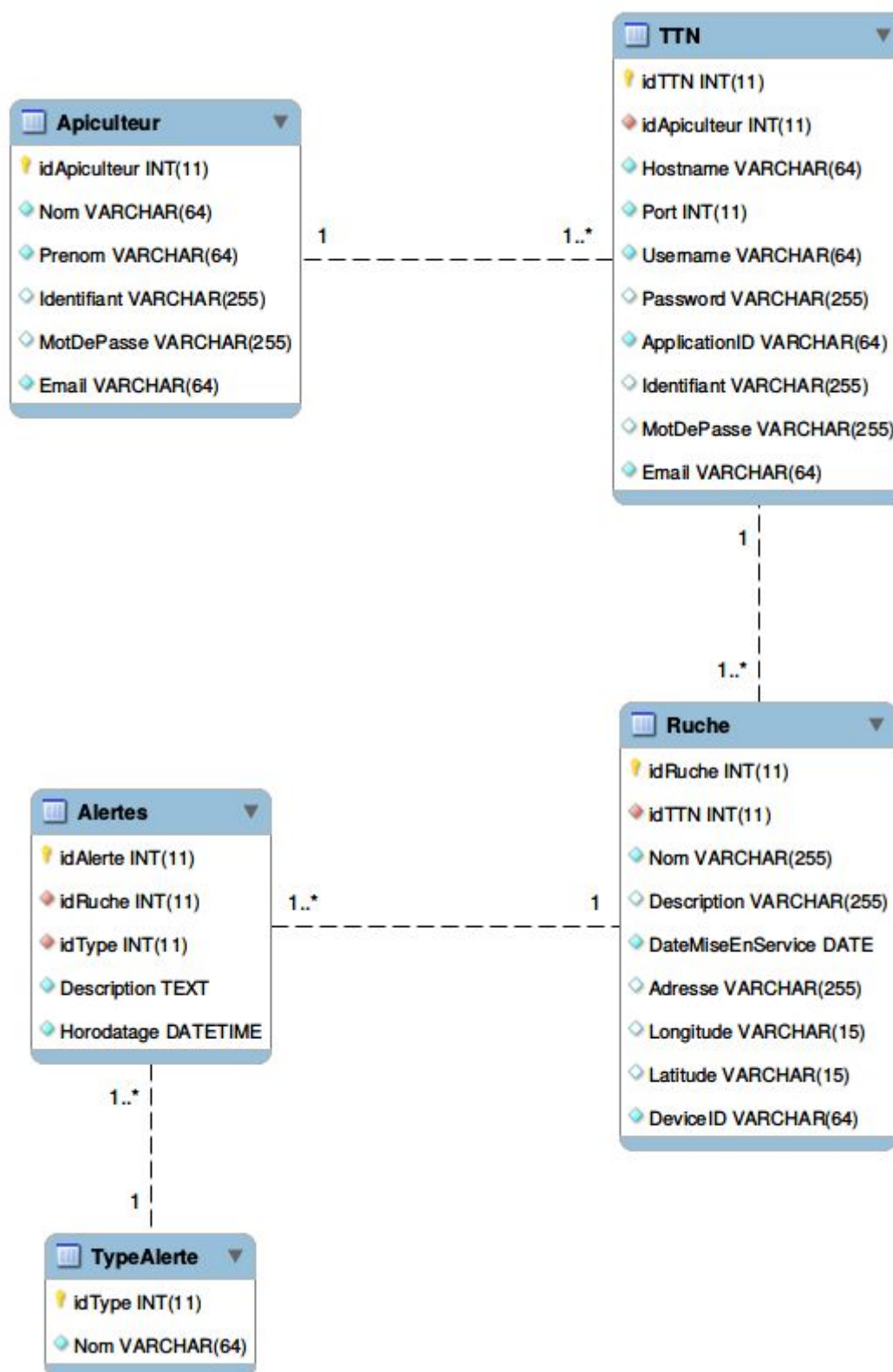
**LoRaWAN** est un protocole de télécommunication permettant la communication à bas débit, par radio, d'objets à faible consommation électrique communiquant selon la technologie **LoRa** et connectés à l'Internet via des passerelles, participant ainsi à l'Internet des objets.

La carte **The Things Uno** est basée sur une Arduino Leonardo avec un module Microchip LoRaWAN et elle est associée à une ruche. Les capteurs sont reliés sur cette carte. La ruche est identifiée par un DeviceID (ruche\_x où x est le numéro de la ruche).

La passerelle **The Things Gateway** permet aux cartes **The Things Uno** (et leurs capteurs) de se connecter via Internet au réseau **The Things Network**. Les ruches d'un apiculteur sont identifiés par un ApplicationID (ici `mes_ruches`) au niveau du serveur **The Things Network**.

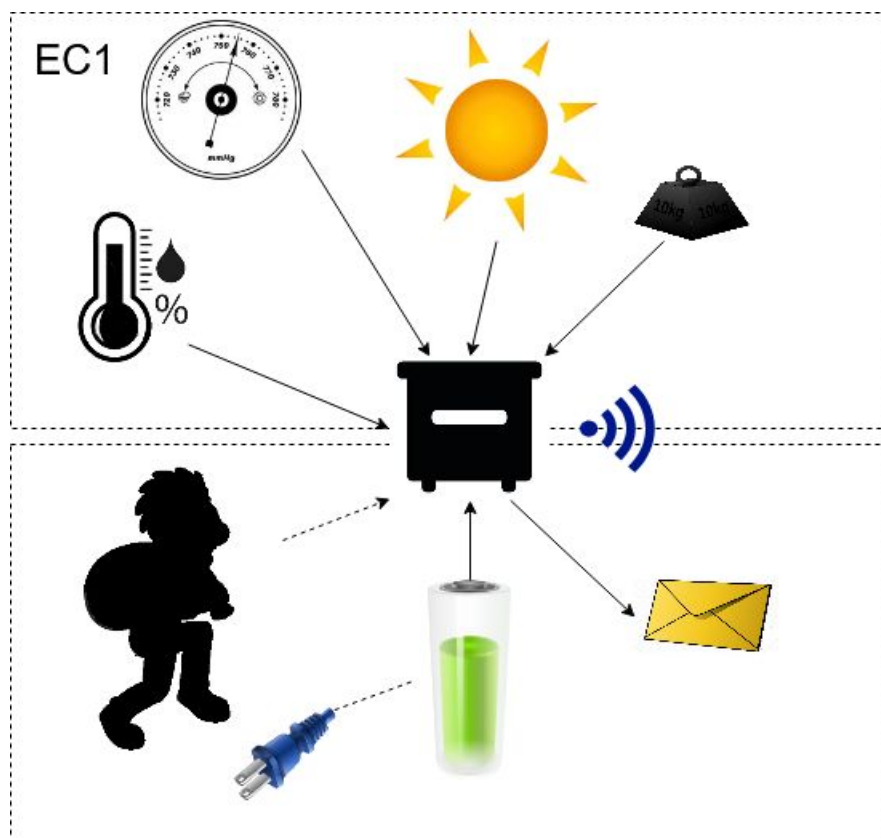


## Modélisation partielle de la base de données





## Description structurelle du module ruche (EC)



Remarque : certaines fonctionnalités sont en option dans ce projet.

## Inventaire des matériels et outils logiciels à mettre en œuvre par le candidat

### Les ressources matérielles

| Désignation     | Caractéristiques techniques                      | Acquisition | Existant |
|-----------------|--------------------------------------------------|-------------|----------|
| SE              | Système embarqué (The Things Uno)                |             | X        |
| LORA            | Transmission sans fil LoRa                       |             | X        |
| CAPTEURS        | Ensemble de capteurs à définir équipant la ruche | X           |          |
| JAUGE           | Jauges de contrainte                             | X           |          |
| RUCHE           | Ruche                                            |             | X        |
| PC              | Ordinateur PC                                    |             | X        |
| TERMINAL_MOBILE | Tablette sous Android                            |             | X        |

## Les ressources logicielles

| Désignation                                                | Caractéristiques                                    |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Système d'exploitation du PC (IR)                          | GNU/Linux Ubuntu 16.04 LTS                          |
| Système de gestion de bases de données relationnelles (IR) | À définir                                           |
| Atelier de génie logiciel (IR)                             | bouml version 7.x                                   |
| Logiciel de gestion de versions (IR)                       | subversion (RiouxSVN)                               |
| Générateurs de documentation (IR)                          | Doxygen version 1.8                                 |
| Environnement de développement (IR)                        | Android Studio (Java) et/ou Qt Creator (Qt 5/QML)   |
| API GUI (IR)                                               | Qt 5.x                                              |
| Système d'exploitation du terminal mobile                  | Android                                             |
| Environnement de développement (EC)                        | Arduino 1.8.3 ou PlatformIO sous Visual Studio Code |
| Simulation électronique (EC)                               | PROTEUS 8.3 (module ISIS)                           |
| Routage, générateur GERBER (EC)                            | PROTEUS 8.3 (module ARES)                           |

## Énoncé des tâches à réaliser par les étudiants

|                                                                                         |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Étudiant 1</b><br><input checked="" type="checkbox"/> EC <input type="checkbox"/> IR | <p>Mesurer les grandeurs température, humidité, pression atmosphérique, et ensoleillement de la ruche (option)</p> <p>Mesurer le poids de la ruche</p> <p>Transmettre les données au PC</p> | <p><u>Installation</u> : le SE, les capteurs</p> <p><u>Mise en oeuvre</u> : les capteurs, la mesure de poids , la liaison sans fil</p> <p><u>Configuration</u> : la mesure de poids, liaison sans fil</p> <p><u>Réalisation</u> :<br/>Les diagrammes SysML, Le code source et les schémas du module</p> <p><u>Documentation</u> :<br/>Le dossier technique et les documents relatifs au module, Un guide de mise en route et d'utilisation du module</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Étudiant 2</b><br><input type="checkbox"/> EC <input checked="" type="checkbox"/> IR | <b>Application PC</b><br><br>Consulter les données d'une ruche (vue "temps réel" + description + affichage des alertes)<br><br>Recevoir les données actuelles des ruches (MQTT/Json)<br><br>Récupérer les données enregistrées (HTTP/Json)<br><br>Éditer les ruches<br><br>Paramétrer une nouvelle ruche et les alertes<br><br><u>Option</u> : Déclencher les alertes (par email)   | <u>Installation</u> : le PC et son environnement<br><br><u>Mise en oeuvre</u> : l'environnement The Things Network, la base de données locale<br><br><u>Configuration</u> : l'environnement The Things Network<br><br><u>Réalisation</u> : Les diagrammes UML, L'IHM du module, Le code source de l'application<br><br><u>Documentation</u> : Le dossier technique et les documents relatifs au module, Un guide de mise en route et d'utilisation du module  |
| <b>Étudiant 3</b><br><input type="checkbox"/> EC <input checked="" type="checkbox"/> IR | <b>Application Mobile</b><br><br>Consulter les données d'une ruche (vue "temps réel" + description + affichage des alertes)<br><br>Recevoir les données actuelles des ruches (MQTT/Json)<br><br>Récupérer les données enregistrées (HTTP/Json)<br><br>Éditer les ruches<br><br>Paramétrer une nouvelle ruche et les alertes<br><br><u>Option</u> : Déclencher les alertes (par sms) | <u>Installation</u> : le terminal mobile<br><br><u>Mise en oeuvre</u> : l'environnement de développement Qt/Android, la base de données locale et Data Storage<br><br><u>Configuration</u> : le réseau sans fil<br><br><u>Réalisation</u> : Les diagrammes UML, L'IHM du module, Le code source de l'application<br><br><u>Documentation</u> : Le dossier technique et les documents relatifs au module, Un guide de mise en route et d'utilisation du module |

# Contrats de tâche

| Tâches                                                                                    | Compétences         | E1 | E2 | E3 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----|----|----|
| <b>Expression fonctionnelle du besoin</b>                                                 |                     |    |    |    |
| Vérifier la pérennité et mettre à jour les informations                                   | C2.1                | ×  | ×  | ×  |
| Collecter des informations nécessaires à l'élaboration du cahier des charges préliminaire | C2.2                | ×  | ×  | ×  |
| Formaliser le cahier des charges                                                          | C2.3 C2.4           | ×  | ×  | ×  |
| S'approprier le cahier des charges                                                        | C3.1                | ×  | ×  | ×  |
| Élaborer le cahier de recette                                                             | C3.5                | ×  | ×  | ×  |
| Négocier et rechercher la validation du client                                            | C2.4                | ×  | ×  | ×  |
| <b>Conception</b>                                                                         |                     |    |    |    |
| Traduire les éléments du cahier des charges sous la forme de modèles                      | C3.1 C3.3           | ×  | ×  | ×  |
| Identifier les solutions existantes de l'entreprise                                       | C3.1 C3.6           | ×  | ×  | ×  |
| Identifier des solutions issues de l'innovation technologique                             | C3.1 C3.6           | ×  | ×  | ×  |
| Rédiger le document de recette                                                            | C4.5                | ×  | ×  | ×  |
| Prendre connaissance des fonctions associées au projet et définir les tâches              | C2.4 C2.5           | ×  | ×  | ×  |
| Définir et valider un planning (jalons de livrables)                                      | C2.3 C2.4 C2.5      | ×  | ×  | ×  |
| Assurer le suivi du planning et du budget                                                 | C2.1 C2.3 C2.4 C2.5 | ×  | ×  | ×  |
| <b>Réalisation</b>                                                                        |                     |    |    |    |
| Réaliser la conception détaillée du matériel et/ou du logiciel                            | C3.1 C3.3 C3.6      | ×  | ×  | ×  |
| Produire un prototype logiciel et/ou matériel                                             | C4.1 C4.2 C4.3 C4.4 | ×  | ×  | ×  |
| Valider le prototype                                                                      | C3.5 C4.5 C4.6      | ×  | ×  | ×  |
| Documenter les dossiers techniques et de maintenance                                      | C2.1 C4.7           | ×  | ×  | ×  |
| Installer un système ou un service                                                        | C2.5                | ×  | ×  | ×  |
| Exécuter et/ou planifier les tâches professionnelles de MCO                               | C2.5                | ×  | ×  | ×  |
| Assurer la formation du client                                                            | C2.2 C2.5           | ×  | ×  | ×  |
| Organiser le travail de l'équipe                                                          | C2.3 C2.4 C2.5      | ×  | ×  | ×  |
| Animer une équipe                                                                         | C2.1 C2.3 C2.5      | ×  | ×  | ×  |
| <b>Vérification des performances attendues</b>                                            |                     |    |    |    |
| Finaliser le cahier de recette                                                            | C3.1 C3.5 C4.5      | ×  | ×  | ×  |

## Planification prévisionnelle

|                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| Date de début du projet | Semaine 6                   |
| Revue n°1               | Semaine 7                   |
| Revue n°2               | Semaine 13                  |
| Revue n°3               | Semaine 19                  |
| Remise du dossier       | Semaine 22<br>(à confirmer) |
| Soutenance finale       | Semaine 25<br>(à confirmer) |

## Recette

### Étudiant 1 (EC)

- ☐ les grandeurs température, humidité, pression atmosphérique, et ensoleillement(option) de la ruche sont mesurées
- ☐ le poids de la ruche est mesuré
- ☐ les données sont transmises

Production attendue :

- ☐ Un modèle SysML complet de la partie à développer ;
- ☐ Un module électronique fonctionnelle ;
- ☐ Une application informatique fonctionnelle ;
- ☐ Le code source commenté de l'application ;
- ☐ Les documentations et schémas associés au module.

### Étudiant 2 (IR) : Application PC

- ☐ la visualisation des données et des alertes d'une ruche est fonctionnelle
- ☐ la réception des données des ruches est opérationnelle
- ☐ l'ajout, la modification et la suppression d'une nouvelle ruche est opérationnelle
- ☐ le paramétrage des alertes est réalisable

Production attendue :

- ☐ Une application informatique fonctionnelle ;
- ☐ Un modèle UML complet de la partie à développer ;
- ☐ Le code source commenté de l'application ;
- ☐ Les documentations associées au module.

## Étudiant 3 (IR) : Application mobile

- ☐ la visualisation des données et des alertes d'une ruche est fonctionnelle
- ☐ la réception des données des ruches est opérationnelle
- ☐ l'ajout, la modification et la suppression d'une nouvelle ruche est opérationnelle
- ☐ le paramétrage des alertes est réalisable

Production attendue :

- ☐ Une application informatique fonctionnelle ;
- ☐ Un modèle UML complet de la partie à développer ;
- ☐ Le code source commenté de l'application ;
- ☐ Les documentations associées au module.

|                              |
|------------------------------|
| <b>Avis de la commission</b> |
|------------------------------|

Les concepts et les outils mis en œuvre par le candidat (1-2-3) correspondent au niveau des exigences techniques attendu pour cette formation :

**oui / à reprendre pour le candidat (1-2-3)**

L'énoncé des tâches à réaliser par le candidat (1-2-3) est suffisamment complet et précis :

**oui / à reprendre pour le candidat (1-2-3)**

Les compétences requises pour la réalisation ou les tâches confiées au candidat (1-2-3) sont en adéquation avec les savoirs et savoir-faire exigés par le référentiel :

**oui / à reprendre pour le candidat (1-2-3)**

Le nombre d'étudiants est adapté aux tâches énumérées :

**oui / trop / insuffisant**

*Commentaires*

Date :

Le président de la commission