

# Suivi de rucher 2018

## Cahier des charges

### 1 Introduction

L'objectif de ce projet est d'assurer la surveillance, à distance, de colonies d'abeilles (ruches) dans le but d'améliorer la gestion des récoltes, le suivi sanitaire, la prévention de l'essaimage ainsi que d'autres fonctionnalités qui seront précisées ultérieurement.

Une colonie d'abeilles « domestiques » (plusieurs milliers d'individus) vit dans une ruche. Il existe différents formats de ruches (Dadant, Langstroth, Voirnot, ?.) généralement équipées de cadres mobiles qui permettent à l'apiculteur d'inspecter les colonies avec facilité.

Pour assurer une récolte de miel spécifique (acacia, lavande, ...) l'apiculteur déplace ses ruches sur un site riche de la plante recherchée. Ce sont souvent des sites isolés. Le groupement de plusieurs ruches est appelé rucher.

Un apiculteur dispose généralement de plusieurs ruchers composés chacun de plusieurs ruches ou dizaines de ruches. Une ruche n'est pas affectée à un rucher, mais peut être changée de rucher pour diverses raisons.

### 2 fonctionnalités

Parmi les paramètres influant la vie d'une colonie, on dénombre des paramètres climatiques :

- la température,
- l'hygrométrie,
- la direction et la vitesse du vent,
- la pluviométrie,
- la pression atmosphérique (à ramener au niveau de la mer),
- l'ensoleillement.

Ces paramètres sont communs à l'ensemble des ruches d'un rucher. Une analyse des bruits (sons) environnants devra aussi être réalisée.

D'autres paramètres permettant de suivre la vie d'une colonie sont propres à chaque ruche :

- la température et l'hygrométrie interne,
- l'analyse des bruits internes,
- l'analyse des vibrations de la ruche,
- le taux de  $CO_2$ ,
- la masse de la ruche.

Le relevé des premières grandeurs nécessitent la pose de capteurs dans la ruche. Afin de faciliter au maximum le travail de l'apiculteur, il faut proscrire toute connectique ; ces données, collectées en interne, devront donc être transmises sans fils.

La totalité de ces données (données « ruche » et données climatiques) devront être transmises (LoRa) à une base de données qui permettra l'affichage des données par un client « web ».

### 3 Architecture

Les fonctionnalités décrites ci-dessus permettent d'établir une architecture pour ce système. Il sera composé de trois types de modules.

Un module "météo" qui :

- relève les paramètres climatiques sur un rucher,
- transfère toutes les données vers la base de données par LoRa.

Ce module doit être autonome en énergie (quelques soient les conditions météorologiques) ; il sera donc pourvu de batteries et d'un panneau solaire.

On pourra installer un module "météo" par rucher.

Un module "ruche interne" qui relève la température et l'hygrométrie interne, les bruits internes, les vibrations et le taux de  $CO_2$  ; ces données sont transmises par un moyen à définir vers un élément intermédiaire qui assurera le transfert des données vers la base de données par LoRa. L'autonomie de

ce module doit être supérieure à 12 mois; une alarme doit informer l'apiculteur lorsque l'autonomie restante est inférieure un mois.

Un module "ruche externe" qui assure la mesure de la masse.  
Ces mesures sont aussi transmises vers la base de données par LoRa.

Pour chaque module, un certain nombre de paramètres (adresses des serveurs, coefficients de mesure de masse, fréquence des mesures, seuil des alarmes, ....) doivent être facilement modifiables par l'utilisateur; par exemple via une page "web" accessible via wifi ou bluetooth.

La fréquence des mesures sera paramétrable pour chaque module. L'ordre de grandeur est de 5 mn pour les mesures de masse et de 15 mn pour les mesures internes et les mesures météorologiques. Toutes les mesures de masse ne seront pas stockées dans la base de données. Seules les mesures faisant apparaître une variation notable des paramètres transmis (masse, température, hygrométrie) ou un intervalle de temps minimum seront enregistrées. Les seuils de variations seront définis par chaque apiculteur.

Un dernier module, "gateway", permettra le transfert des données réceptionnées sur le réseau LoRa vers la bases de données. La distance séparant les ruchers de ce module peut être de plusieurs kilomètres. Il sera situé à proximité d'un réseau Ethernet filaire ou d'un réseau wifi. Il n'a pas vocation à être autonome en énergie.

## 4 Mesures de masse

Les variations naturelles de la masse d'une ruche sont liées :

- aux variations de population (le nombre d'abeilles augmente au printemps et diminue à l'automne),
- au stockage (augmentation de la masse) ou à la consommation (diminution) de réserves (miel, pollen, ...).

Lors de l'exploitation d'une ruche, l'apiculteur est amené à ajouter ou retirer des éléments à la ruche dans le but d'adapter le volume de cette ruche à sa population et aux réserves de nourriture stockées par les abeilles. En cas de nécessité, il peut aussi nourrir ou stimuler la colonie en ajoutant des éléments nutritifs (sirop de stimulation, sirop de nourrissage, pain de candi, pain de pollen, ....).

Il convient donc de différencier la masse nette et la tare. L'ajout ou le retrait d'éléments doit être imputé à la tare; la récolte/consommation faite par les abeilles et les ajouts de nourriture par l'apiculteur sont attribués à la masse nette.

Les variations de masse naturelles sont lentes. Une variation brusque est liée à une cause externe (intervention humaine, déplacement de la ruche par un animal, ....).

Une masse qui passe subitement à 0 peut être due à un vol de ruche. Cette suspicion doit faire l'objet de l'envoi d'une alarme pour en avertir l'apiculteur.

La mesure de la masse est effectuée à partir d'une balance équipée d'une ou deux jauges de contraintes :

- une jauge de contrainte unique montée en pont de Wheatstone,
- deux jauges de contrainte montées chacune en pont de Wheatstone,

## 5 Contraintes

- Les modules ruches externes seront équipés de deux contacts secs (boutons poussoirs RST et FLASH) et de deux LEDs (rouge et verte). Ces éléments doivent être choisis et positionnés afin de maintenir l'étanchéité du boîtier.
- Après un appui sur le bouton RST, l'apiculteur peut déclencher différentes actions en suivant le processus décrit ci-dessous dans le but de définir les motifs de variation de masse éventuelle.  
Au démarrage la led rouge est allumée durant 2 secondes (durée paramétrable); si le bouton FLASH n'est pas actionné dans ce laps de temps, le module démarre normalement; la variable "*nourrissement*" = 0. Si le bouton FLASH est actionné et maintenu enfoncé lorsque la led rouge est allumée, le cycle suivant est suivi jusqu'au relâchement du bouton FLASH.
  1. La led rouge est éteinte durant 2 secondes (durée paramétrable); si le bouton est relâché dans ce laps de temps, le cycle est interrompu avec la variable "*nourrissement*" = 1, ceci entraîne un enregistrement dans la table "*visites*" avec la colonne "*observations*" = "A compléter".
  2. La led rouge est allumée durant 0,2 secondes (durée paramétrable) puis la led verte clignote (cycle rapide) durant 2 secondes (durée paramétrable); si le bouton est relâché dans ce laps

de temps, le cycle est interrompu avec la variable "*nourrissement*" = 2, ceci entraîne un enregistrement dans la table "*mesure ext*" avec la colonne "*nourriss\_t*" = "sirop 50/50" et la colonne "*nourriss\_q*" = masse - masse de l'enregistrement précédent.

3. La led rouge est allumée durant 0,2 secondes (durée paramétrable) puis la led verte clignote (cycle normal) durant 2 secondes (durée paramétrable); si le bouton est relâché dans ce laps de temps, le cycle est interrompu avec la variable "*nourrissement*" = 3, ceci entraîne un enregistrement dans la table "*mesure ext*" avec la colonne "*nourriss\_t*" = "sirop lourd" et la colonne "*nourriss\_q*" = masse - masse de l'enregistrement précédent.
  4. La led rouge est allumée durant 0,2 secondes (durée paramétrable) puis la led verte clignote (cycle lent) durant 2 secondes (durée paramétrable); si le bouton est relâché dans ce laps de temps, le cycle est interrompu avec la variable "*nourrissement*" = 4, ceci entraîne un enregistrement dans la table "*mesure ext*" avec la colonne "*nourriss\_t*" = "Candy" et la colonne "*nourriss\_q*" = masse - masse de l'enregistrement précédent.
  5. La led rouge et la led verte clignotent alternativement durant 2 secondes (durée paramétrable); si le bouton est relâché dans ce laps de temps, le cycle est interrompu avec la variable "*nourrissement*" = 5, ceci entraîne un enregistrement dans la table "*mesure ext*" avec la colonne "*tare*" = masse - masse de l'enregistrement précédent + tare de l'enregistrement précédent.
  6. Les leds sont éteintes, si le bouton n'a pas été relâché le module passe en mode "sleep".
- Les batteries sont de type NiMh. Leur recharge par les panneaux solaires devra être contrôlée de façon à assurer une durée de vie maximale pour les batteries.
  - La base de données sera construite avec « MySQL ».
  - Chaque enregistrement de visite doit pouvoir être complété par des observations faites par l'apiculteur.
  - les ruches sont identifiées par un chiffre de 1 à 999.
  - les ruchers sont identifiés par un chiffre de 1 à 99.
  - Pour chaque ruche, il faut enregistrer les paramètres suivants :
    1. le type (Langstroth, Dadant, Warré, kenyanne, Voirnot, alsacienne, ...),
    2. l'écotype ou race (noire, italienne, ... A PRECISER),
    3. la date de naissance de la reine ou date de remérage,
    4. la souche ou colonie d'origine,
    5. le propriétaire (un rucher peut héberger des ruches de plusieurs apiculteurs).
  - Pour chaque rucher, il faut enregistrer les paramètres suivants :
    1. un nom,
    2. une adresse (optionnel),
    3. l'altitude (optionnel),
    4. les coordonnées GPS (optionnel).
  - Le "SF" du réseau LoRa sera adapté aux puissances reçues à chaque installation ou déplacement de ruche.
  - L'intégrité des données transmises devra être vérifiée; en cas d'erreur une nouvelle transmission devra être effectuée en modifiant le canal de transmission. Après plusieurs échecs consécutifs, Il faudra revoir le "SF".
  - Le budget matériel devra être réduit au minimum et obligatoirement inférieur à 50 € par module. A titre de comparaison voici quelques coûts : ESP8266 (MCU, WIFI, bluetooth) 2 €; HX711 (CAN mesure de masse) 0,5 €, RFM95 (LoRa) 5 €, capteurs de masse 10 €(x2), ...
- Il faut bien sur conserver un historique de ces données, chaque changement fera donc l'objet d'un enregistrement daté.

## 6 Affichage des données

Les données seront affichées sur un client web.

La page d'accueil est publique et présente le projet. Elle permet aussi d'afficher les graphiques des paramètres d'une ruche et du rucher associé (données météo).

L'accès aux autres pages sera sécurisé. On distinguera trois types d'utilisateurs :

- les administrateurs qui ont tous les droits,

- les apiculteurs qui ont un accès avec des droits de lecture, d'écriture et de suppression pour les ruches ou ruchers qui leur appartiennent (les ruchers ne peuvent pas être supprimés si des ruches y sont associées),
- les visiteurs qui ont un accès en lecture seule.

Les fonctionnalités spécifiques aux utilisateurs "apiculteurs" sont les suivantes :

- la création/suppression/modification de ruchers,
- la création/suppression/modification de ruches.

Chaque apiculteur peut interdire l'accès aux données de ses ruches aux autres utilisateurs (apiculteurs et visiteurs).

Une fois identifié, l'utilisateur accède à une page "rucher". L'apiculteur a la possibilité de définir le rucher affiché par défaut. Cette page comporte :

- un menu déroulant permettant de sélectionner un autre rucher ;
- un menu déroulant permettant de sélectionner une ruche (identifiée par le numéro de ruche) ;
- un plan du rucher, sur ce plan, chaque ruche est identifiée par son numéro et sert de lien pour sélectionner cette ruche.
- un bouton permettant de créer ou de modifier le plan du rucher sélectionné,
- un bouton permettant d'accéder aux paramètres de l'utilisateur.
- un bouton permettant d'afficher tout ou partie des enregistrements liés au rucher (données climatiques) sous forme de tableau (données les plus récentes en premier) ou de graphique.

Le plan du rucher est composé :

- d'une boussole qui peut être orientée par l'utilisateur,
- des lignes tracées par l'utilisateur,
- des ruches représentées par un rectangle sur lequel est indiqué l'entrée de la ruche (l'orientation de la ruche est paramétrable par pas de 22,5°).

En mode édition, l'apiculteur peut créer, modifier ou supprimer ces éléments (la création d'une ruche n'est possible que si cette ruche est déjà associée au rucher). La sélection d'une ruche, par le menu déroulant ou par un "clic" sur le plan donne accès à une page "ruche".

La page "ruche" comprend les informations liées à une ruche :

- le rucher où se trouve la ruche (l'apiculteur peut modifier ce paramètre),
- un graphique regroupant les données de la ruche et les données climatiques du rucher,
- un tableau comprenant les informations des "visites", les données de la colonne "observations" sont modifiables par l'apiculteur.

Cette page comporte également un menu déroulant permettant de sélectionner une autre ruche et un bouton de retour à la liste des ruchers. Pour l'affichage des graphiques, l'échelle peut être choisie selon la granulométrie suivante : jour (24h), semaine, mois, année. Par défaut, on affiche la dernière période écoulée ; un menu (ou autre) permet d'afficher les périodes passées.

Pour les graphiques de masse (sauf échelle "jour"), lorsque c'est possible, on proposera l'affichage de deux courbes correspondant à deux heures différentes de la journées (par exemple midi et minuit ou mini et maxi). Les variations brusques de masse seront annotées avec les commentaires éventuels.

La page "paramètres de l'utilisateur" permet d'accéder à toutes les fonctions de gestion :

- le choix du rucher affiché par défaut,
- l'interdiction d'accès aux autres utilisateurs,
- la création ou la suppression d'une colonie,
- l'association d'une colonie et d'une ruche (à la création d'une colonie, il faut préciser dans quelle ruche elle est implantée ; si une colonie meurt, la ruche peut être utilisée pour une nouvelle colonie),
- la création ou suppression de "capteurs",
- l'association d'un "capteur" à une ruche ou à un rucher,
- ....

On entend par "capteur" un module "ruche externe" (la balance), un module ruche interne ou un module météo.