

Cahier des charges

Réalisé par HULOT Alexandra, LEBRETON Maxime, GOURDET Hadrien et BIROLINI Nikolai.

Encadré par DOUZE Yann, LARJA Tarik, VIATEUR Sylvain et FERUGLIO Sylvain.



B-Smart

Table des matières

1. Présentation générale du projet	2
1.1. Finalités	2
1.2. Espérance de retour sur investissement	3
1.3. Définitions, acronymes et abréviations	4
2. Contexte	4
2.1. Situation du projet	4
2.2. Acteurs du projet	5
2.2.1. Répartition des rôles au sein de l'équipe	5
Critères de la répartition des tâches	5
Attributions techniques	5
Attributions managériales	6
2.3. Études antérieures	7
2.4. Nature des prestations demandées	7
4. Exigences non-fonctionnelles	8
4.1. Exigences interface utilisateur	8
4.2. Exigences d'ergonomie	8
4.3. Exigences de sécurité et d'environnement	9
4.4. Exigences de performances	9
4.5. Exigences légales	9
5. Synthèses - Contraintes et exigences fonctionnelles	10
6. Annexes	10
Références bibliographiques	10

1. Présentation générale du projet

1.1. Finalités

D'après Greenpeace, « 75 % de la production mondiale de nourriture dépend des insectes pollinisateurs »¹. Et pourtant, leur population est en net déclin. La disparition des abeilles est aujourd'hui une catastrophe planétaire, qui pousse de nombreux apiculteurs à abandonner leurs ruchers. Les principales causes de cette tendance sont les dérèglements climatiques, l'utilisation de pesticides, les parasites et les prédateurs (varroa, frelon asiatique, etc.) dont la couverture médiatique s'accroît. C'est pourquoi il devient nécessaire de trouver des solutions intelligentes pour protéger les abeilles.

Ainsi, nous proposons le projet B-Smart. Il s'agit d'un dispositif connecté qui a pour but d'aider les apiculteurs à réduire la mortalité de leurs abeilles et à accroître la productivité de leurs ruchers grâce à plusieurs capteurs qui permettront de garantir le bien-être des essaims. En cas de problème une alerte sera envoyée à l'apiculteur, lui permettant d'agir en conséquence. Afin de garantir une efficacité maximale, notre système se veut simple d'utilisation et autonome.

1.2. Espérance de retour sur investissement

L'utilisation de notre ruche connectée B-Smart permettra aux apiculteurs néophytes ou chevronnés de réduire considérablement leurs dépenses et d'assurer au maximum la santé des abeilles.

L'entretien d'une ruche demande une inspection régulière du couvain qui engendre des pertes d'argent et de temps. Les causes de ces pertes d'argent sont l'ouverture des ruches qui stresse l'essaim, et les déplacements coûteux de l'apiculteur lors des transhumances.

Désormais, grâce à B-Smart, l'apiculteur contrôlera en tout temps le bien-être de ses ruchers à distance et sera informé des différentes miellées ou essaimages.

De plus, la prise en compte des différentes grandeurs physiques mesurées pour le positionnement des ruches réduira grandement les risques sanitaires menaçant les colonies.

Par conséquent, la proximité apportée par B-Smart améliore la pérennité des essaims et promet aux apiculteurs un gain de productivité et de temps.

¹ D'après l'article " Abeilles en danger : un fléau aux causes multiples et aux conséquences catastrophiques", 2016

1.3. Définitions, acronymes et abréviations

IoT : Internet Of Things, désigne l'ensemble des objets connectés à l'Internet.

EI-SE : Électronique et Informatique, parcours **S**ystèmes **E**mbarqués, parcours ingénieur proposé à Polytech Sorbonne.

Transhumance : Déplacement de la ruche d'un point A à un point B.

Essaimage : phénomène au cours duquel la reine et l'essaim quitte la ruche pour former une nouvelle colonie.

Couvain : œufs, larves et nymphes d'une colonie d'abeilles.

Cosmonaute : Nom donné à la combinaison de l'apiculteur.

2. Contexte

2.1. Situation du projet

B-Smart s'inscrit dans le module de projet d'année 4 du cycle ingénieur en Electronique et Informatique des Systèmes Embarqués (EI-SE) de Polytech Sorbonne. Il vise à mettre en situation un groupe d'élève sur la conception d'un projet IoT, toujours dans la logique de consolider leurs compétences en matière d'ingénierie tant techniques, que managériales.

2.2. Acteurs du projet

Le projet est supervisé et commandité par M. Douze (responsable de la spécialité EI-SE). Il est encadré par M. Viateur (Ingénieur et Responsable de la plateforme électronique à Polytech Sorbonne), M. Larja (Enseignant en management de projet) et M. Feruglio (Enseignant en électronique analogique).

Le projet B-Smart a pour objectif de permettre à notre client apiculteur de surveiller à distance le bien-être de ses abeilles.

L'équipe en charge de la réalisation du projet est l'équipe B-Smart, composée de M. Gourdet, M. Lebreton, M. Birolini et de Mme. Hulot - tous étudiants en année 4 en EI-SE à Polytech Sorbonne.

2.2.1. Répartition des rôles au sein de l'équipe

Critères de la répartition des tâches

La répartition des rôles est effectuée en fonction de la personnalité, de l'expérience de chacun en s'appuyant notamment sur la méthode Belbin.

Les rôles sont distribués pour l'intégralité du projet. Cependant, ils peuvent être attribués une seconde fois s'il est prouvé qu'une réorganisation de l'équipe la rendrait plus productive.

Attributions techniques

Les attributions techniques sont les suivantes :

	Nikolaï Birolini	Hadrien Gourdet	Alexandra Hulot	Maxime Lebreton
Alimentation et autonomie		X		
Réseau			X	
Capteurs	X			
Ergonomie	X	X	X	
Convergence logicielle et matérielle, réalisation PCB				X
Réalisation des séries de test				X

La coordination technique est rattachée à M. LEBRETON Maxime. Ses prérogatives sont les suivantes :

- Clarifier les objectifs techniques.
- Faire progresser les prises de décisions techniques.
- Intégrer les travaux de chaque membre de l'équipe au sein d'un système unifié.
- Converger les programmes réalisés par l'équipe au sein d'un unique microcontrôleur.
- Centraliser les besoins techniques afin d'élaborer les bons de commande.
- Veiller à la tenue des délais.

Attributions managériales

Nous délégons à Mme. HULOT Alexandra la gestion de la communication. Étant en charge de la communication, les attributions particulières d'Alexandra sont les suivantes :

- Communiquer avec les MOA afin de leur transmettre les différentes informations et documents relatifs à l'avancée de notre projet.
- Rédiger les comptes rendus lors des réunions formelles.
- Supervision de la réalisation de l'article qui sera rédigé sur un site de partage de connaissances Hardware.

Nous attribuons à M. GOURDET Hadrien et à Mme. HULOT Alexandra les compétences relatives à la gestion des risques

- Avoir une vision d'ensemble du projet afin de dispenser tout conseil permettant le respect des contraintes du cahier des charges.
- Prévenir les menaces telles que les conflits d'opinions sur les décisions et problèmes techniques.
- Ils sont garants de la rédaction et de la bonne application de la charte de risques.
- En phase finale du projet, ils effectueront une analyse des risques encourus et négligés depuis le début du projet dans le but de s'en prémunir dans le cadre de projets ultérieurs.

La coordination managériale est attribuée à M. BIROLINI Nikolaï. Ses prérogatives sont les suivantes :

- Mise à jour des plateformes collaboratives, en particulier les outils de planification tels que le diagramme de Gantt.
- S'assurer de la bonne tenue des délais des tâches managériales.
- Il est garant de la prise démocratique de chaque décision managériale, en veillant à ce que l'avis de chaque membre de l'équipe soit pris en compte.
- Lors des réunions formelles, il se porte garant du respect de l'ordre du jour.
- Prendre un rôle d'importance lors de la création des diaporamas de réunions intermédiaires et de présentation finale.

L'animation du projet est attribuée à M. Lebreton Maxime :

- Lors d'une absence de consensus entre les membres pour une décision donnée, il permet de trancher (en y mettant sa responsabilité dans la balance).
- Il introduira des méthodes de design thinking afin de faire avancer le projet.
- Il centralisera les différentes informations données par l'équipe afin d'assembler et de réaliser le compte-rendu définitif du projet, soumis à l'approbation de l'équipe.

2.3. Études antérieures

Les technologies des ruches connectées sont diversifiées selon le type de clients visés, l'ergonomie (achat d'un module ou d'une ruche complète) ou le degré de surveillance attendu.

Tout d'abord, les entreprises telles que Label Abeille et Smart Hive ou encore BeezBee ont pour vocation d'équiper les petits producteurs et les particuliers. Contrairement à CitizenBee qui ciblent les groupes et les entreprises.

L'envergure du projet étudiant B-Smart se limite aux petits producteurs apicoles dû à l'absence de caméra et de système de géolocalisation.

En effet, les ruches CitizenBee sont équipées de caméra et de système de géolocalisation, ce qui les rend coûteuses et non autonomes en énergie.

Cependant, l'évolution des entreprises Label Abeille et Smart Hive témoigne de l'intérêt environnemental croissante du grand public (particuliers et jeunes producteurs) sur la sauvegarde des abeilles. De plus, ces ruches sont moins équipées, elles possèdent deux capteurs de température (un intérieur et un extérieur), d'humidité, de luminosité et elles sont équipées de panneaux solaires.

En conclusion, il existe de nombreux modèles de ruche intelligente mais aucun de ces modèles est open source.

2.4. Nature des prestations demandées

La fonction d'usage de la ruche connectée est de permettre aux apiculteurs de surveiller à distance le bien-être de leurs ruchers.

Les prestations demandées sont les suivantes :

- ① La collecte, le traitement et l'analyse des données transmises par les capteurs.
- ② La communication des données : transfert, accessibilité (mise en forme intuitive sur un cloud) et envoi d'alertes.
- ③ La documentation et le partage de connaissances : rédaction d'un article, vidéo et notice d'utilisation et de maintenance et un poster de présentation.
- ④ La satisfaction globale du client.

4. Exigences non-fonctionnelles

4.1. Exigences interface utilisateur

Le client doit pouvoir lire facilement les données à distance. Il a donc besoin d'un réseau qui puisse transférer des données sur plusieurs kilomètres, quitte à traverser la France. Pour de telles raisons et des raisons d'autonomie, le réseau SigFox a été choisi.

Pour le confort du client, les données devront être accessibles depuis un smartphone, une tablette ou un ordinateur. Il a donc été énoncé le besoin de lire les résultats depuis une plateforme web, telle qu'Ubidots Stem à titre d'exemple.

Le client ne doit pas se soucier de la manière dont sont transmises les données. De son point de vue, il ne verra que l'antenne pour l'envoi des données ; et la plateforme de lecture, où les données brutes reçues auront été traitées au préalable. Ainsi, le système devra être autonome dans la transmission et le traitement de l'information.

La mise en forme des données doit être la plus intuitive possible. Les informations importantes devront être mises en évidence pour que l'utilisateur puisse rapidement comprendre l'état de sa ruche.

Enfin, l'accès au cloud et sa gestion devront être explicités dans le manuel d'utilisation du système.

4.2. Exigences d'ergonomie

L'ergonomie est une exigence fondamentale pour l'apiculteur. Lors de l'installation et de l'utilisation du système, l'apiculteur devra changer sa méthode de travail. La facilité et la pérennité de notre module sera décidée par son ergonomie.

Le client n'étant pas initié à l'électronique, les instructions d'installation et de maintenance doivent être explicites et compréhensibles.

Enfin, le module (sans les capteurs) doit pouvoir s'utiliser à une main pour simplifier sa maintenance ou son aménagement. En effet, l'ouverture des ruches se faisant à l'aide d'un enfumoir, nous laisse seulement une main de libre. De surcroît, l'appareil doit être maniable avec le cosmonaute de l'apiculteur, notamment avec ses gants.

4.3. Exigences de sécurité et d'environnement

Afin de garantir la sécurité de l'apiculteur, le circuit électronique (n'intervenant pas directement dans la prise de mesure) devra être recouvert par un boîtier en plastique. Le système veillera à rester dans de bonnes conditions : tout danger devra être reporté à l'apiculteur par sms ou par mail. En conséquence, le dispositif saura s'adapter à un climat tempéré.

Le système étant placé non loin de l'essaim, il est convenu que l'apiculteur puisse détacher l'ensemble des capteurs et le boîtier pour faire des opérations de maintenance sans gênes.

Pour respecter le bien-être des abeilles, les capteurs devront être petits et discrets. Le boîtier principal sera non-intrusif.

Le dispositif ne devra pas gêner l'apiculteur dans son travail : de l'ouverture à la levée des cadres.

4.4. Exigences de performances

Le système doit être autonome afin que le client puisse réduire le nombre de trajets. La garantie minimale convenable est de 6 mois sans intervention, avec une réception des données continue pendant cette période.

Pour subvenir au besoin de la batterie, la présence de cellules photovoltaïques a été sollicitée. L'ensemble devra donc être en équilibre afin que le dispositif ne soit pas perturbé par quelques jours peu ensoleillés.

Enfin, un des intérêts de notre système pour l'apiculteur est son envoi de données proche du temps réel, lui permettant ainsi de moins se préoccuper de la ruche et de pouvoir réagir rapidement. Pour un tel critère, il faut donc un débit convenable de l'ordre d'une réception toutes les 10 à 15 minutes. Aucune perte de données ne doit être tolérée.

4.5. Exigences légales

L'ensemble des détails techniques du projet seront disponibles sur une plateforme en ligne. Notre système a pour vocation d'être open source afin de rendre notre travail accessible sans contrepartie. Le client exercera un contrôle total sur notre produit.

5. Synthèses - Contraintes et exigences fonctionnelles

Tableau du cahier des charges fonctionnelles

Fonction	Description	Critères d'appréciations	Niveau d'appréciation	Flexibilité	Importance
FP1	Mesurer la masse de la ruche	Masse - Erreur de mesure maximale	Précision de +/- 4 kg	F2	1
FP2	Être auto-suffisant en énergie	Autonomie & capacité minimales de la batterie	24h d'autonomie sans panneaux solaires	F0	1
FP3	Envoyer les données sur de longues distances	Débit	Envoi d'environ 6 secondes toutes les 10-15 minutes	F2	1
FP4	Réception des données sur le cloud	Réseau	LPWAN	F0	1
		Cloud	Cloud Sigfox	F0	1
		Intégrité du message reçu	Toute donnée envoyée doit être réceptionnée	F0	1
		Mettre en forme les données	Plateforme internet	F3	1
FP3	Mesurer la température extérieure	Température - Erreur de mesure maximale	Précision de +/- 1 °C	F1	2
FP6	Mesurer la température intérieure sur chaque cadre	Température - Erreur de mesure maximale	Précision de +/- 0,5 °C	F0	1
FP7	Mesurer l'humidité à l'intérieur de la ruche	Humidité - Erreur de mesure maximale	Précision de +/- 1 %	F0	2
FP8	Mesurer la lumière extérieure	Luminosité - Erreur de mesure maximale	Précision de +/- 100 lux	F3	3
FP9	Détecter l'état des abeilles	Fréquences caractéristiques (Présence de la reine, essaimage)	Précision de +/- 20 Hz	F0	2
FC1	Résister aux intempéries	Hauteur d'eau maximale à l'intérieur du boîtier	1/10 ème de la hauteur totale	F0	1
		Saturation en vapeur d'eau à l'intérieur du boîtier	75 +/- 5 %	F0	4
		Étanchéité	capteurs et circuits étanches	F0	1
	Résister aux fortes chaleurs	Intégrité du système	< 40 °C (+/- 10 °C)	F0	3
FC2	Faciliter l'utilisation du système	Forme & style, facilité d'emploi	Tient dans la main	F0	4
FC3	Limiter l'obstruction des cadres	Disposition des capteurs	Sortie sans encombre des cadres, boîtier à l'extérieur de la ruche	F1	2
	Résister à la levée des cadres	Dispositif d'attaches des capteurs	Scratch	F3	2
FC4	Être étanche à la cire d'abeille	Erreur de mesure maximale	Précision de +/- 0,5 °C	F0	1
FC5	Être robuste	Intégrité du système	Résister à une chute de 160 cm	F2	3
FC6	Poids supporté par la jauge de contrainte	Poids supporté par le module	60 kg (+/-10%)	F0	1

NB : un récapitulatif des contraintes et des fonctions est fourni en annexe. Il a contribué à l'élaboration de ce tableau.

6. Annexes

Références bibliographiques

20 septembre 2020 :

- **Besoin des apiculteurs**
https://itsap.asso.fr/pages_thematiques/numerique/enquete-apiculteurs-numerique/ revue du blog de l'ITSAP, Institut de l'abeille; dernière mise à jour le : 31 janvier 2020
- **Causes de la disparition des abeilles**
<https://www.greenpeace.fr/abeilles-danger-fleau-aux-causes-multiples-aux-consequences-catastrophiques/>
article " Abeilles en danger : un fléau aux causes multiples et aux conséquences catastrophiques", Greenpeace, 2016

21 septembre 2020

- **Température dans la ruche**
<https://butine.info/les-abeilles-ont-elles-trop-chaud/>
article du blog *butine.info* par Agnès Fayet le 26 juin 2019

22 septembre 2020

- **Exemples de ruches connectées**
<http://www.set-revue.fr/la-ruche-connectee-labeille-sous-surveillance-numerique>
article de la revue *Sciences Eaux & Territoires*, publié le 28 août 2019
https://www.icko-apiculture.com/balance-connectee-bee2beep.html?gclid=EAlaIQobChMI68OgxdmY7AIVd4BQBh3yFAHIEAQYASABEgK5XfD_BwE
Balance connectée *Bee2Beep* vendue sur *Icko* (revendeur européen de matériel apicole et maison d'apiculture), disponible à ce jour : 03/10/2020
https://www.icko-apiculture.com/module-connecte-b-keep.html?gclid=EAlaIQobChMI68OgxdmY7AIVd4BQBh3yFAHIEAQYAYABEgKt1vD_BwE
module de surveillance pour ruche connectée *B-Keep* vendue par *HOSTABEE* sur *Icko* (revendeur européen de matériel apicole et maison d'apiculture), disponible à ce jour : 03/10/2020

24 septembre 2020

- **Perception et communication chez les animaux**
<https://apiculteur.wordpress.com/2016/06/30/video-chant-de-la-reine-des-abeilles-piping-queen/>
vidéo de Stéphane Tanzarella sur "Le chant de la reine des abeilles". Réalisée le 30 juin 2016.
- **Le taux de sucre des miels**
<http://miel-et-fleur.e-monsite.com/pages/plan-du-site/a-les-taux-de-sucre-des-miels.html>
article "Le taux de sucre des miels" du blog Miel & Fleur, disponible à ce jour : 03/10/2020
- **Projet de recherche sur les ruches connectées**
<http://www.swarmonitor.com/>
depuis 2013

- **Conception d'une ruche**
<https://www.rustica.fr/animaux/installer-sa-premiere-ruche,3099.html>
article "installation de la première ruche au jardin" du journal *Rustica*, section Animaux, disponible à ce jour : 03/10/2020
- **Condition pour le bon fonctionnement d'un circuit**
<https://www.data-labcenter.fr/news-et-reportages/conseils-et-generalites/leau-froid-lhumidite-e-nnemis-high-tech/>
article de *Data LabCenter*, publié le 12 janvier 2018.
- **Définition dBm, unité de puissance pour le choix des composants**
<https://fr.wikipedia.org/wiki/DBm>
définition *Wikipédia*, dernière mise à jour le 13 mars 2020
- **Conception du cahier des charges fonctionnel**
<https://www.youtube.com/watch?v=N6CgqaXMphA>
11 décembre 2017
- **Cycle de vie d'une ruche**
<https://www.facebook.com/337860390351773/photos/pcb.456744541796690/456744481796696/?type=3&theater>
post Facebook de *La ruche de LOULY*, 14 avril 2019
- **Documentation pour le comparatif des modules Sigfox (non-exhaustive)**
 - module SN10-1x par InnoComm Mobile
<https://www.texim-europe.com/product/SN10-11-INNO>
Encore disponible le 03/10/2020 sur le Market Texim Europe
https://www.innocomm.com/product_inner.aspx?num=123
descriptif sur le site de InnoComm Mobile, à jour le 03/10/20
 - modules SN10-2x par InnoComm Mobile
<https://fccid.io/YAISN10-22/User-Manual/User-Manual-3770001>
datasheet, 2017
 - module BP-ABZ-C par Murata
https://wireless.murata.com/datasheet?/RFM/data/type_abz.pdf
datasheet, 2018
<https://www.disk91.com/2019/technology/sigfox/murata-abz-sigfox-connectivity/>
article "Murata ABZ sigfox connectivity" du blog DISK91.com par Paul le 18 mai 2019
 - carte SigFox Click par Mikroe
<https://download.mikroe.com/documents/add-on-boards/click/sigfox/sigfox-click-schematic-v200.pdf>
datasheet, 2018
 - module SigFox Wisol WSSFM10R1 par Wisol/Seong Ji
<https://www.disk91.com/2016/technology/sigfox/test-of-sigfox-wisol-wssfm10r1-module/>
article "Test of Sigfox Wisol WSSFM10R1 module" du blog DISK91.com par Paul le 15 décembre 2016
<https://yadom.fr/wssfm10r1at.html>
page web du module sur Yadom, encore disponible ce 03/10/20
 - carte Breakout BRKWS01 SigFox par SNOG
<https://snoc.fr/lancement-de-la-carte-brkws01-sigfox/>
page descriptive du produit sur SNOG, vendue sur :
<https://yadom.fr/carte-breakout-sfm10r1.html>
encore disponible ce 03/10/20
<https://yadom.fr/media/product-attachment//home/magento///File-1571651038.pdf>

datasheet, encore disponible ce 03/10/20

→ module ERIC-SigFox-USB par LPRS

<https://fr.farnell.com/lprs/eric-sigfox-usb/transceiver-rf-868-2mhz/dp/2818029?st=eric%20sigfox>

→ module ERIC-SigFox par LPRS

page Farnell du module, encore disponible ce 03/10/20

<https://fr.farnell.com/lprs/eric-sigfox/transceiver-rf-600-100bps-868mhz/dp/2818024?st=sigfox>

page Farnell du module, encore disponible ce 03/10/20

→ antenne LoRa/ SigFox par Pycom

http://www.farnell.com/datasheets/2574252.pdf?_ga=2.93068569.549968415.1601281120-1913

275432.

datasheet

<https://fr.farnell.com/pycom/sigfox-lora-antenna-kit/kit-antenne-carte-de-dev-iot-lopy/dp/2834989?st=sigfox>

page Farnell de l'antenne, encore disponible ce 03/10/20

→ module SRM100A Sigfox Monarch Roaming par Wisol/Seong Ji

<https://www.st.com/en/ecosystems/sigfox-monarch-roaming-module-srm100a.html>

revue du module sur le site de STMicroelectronics, d'actualité en ce 03/10/20

[Modules Wisol-Seong Ji SRM100A pour le réseau Sigfox \(Toutes Zones\)](#)

page Yadom du module, encore disponible ce 03/10/20

- **Appareil connecté Sens'it discovery par Sens'it**

<https://www.sensit.io/>

page web du fabricant de l'objet, 03/10/20