

LA DÉPERDITION DES ABEILLES, LE SOS D'UN ENVIRONNEMENT EN DÉTRESSE

☒ Olivier Debauche, Prof. Saïd Mahmoudi, Service d'Informatique

Les abeilles sont des indicateurs de l'état de santé de l'environnement et, plus particulièrement, des insectes pollinisateurs. Ces derniers jouent un rôle crucial dans la production agricole ainsi qu'en arboriculture et leur disparition impactera, à très court terme, l'équilibre des écosystèmes tout en remettant en question nos systèmes de productions agricoles.

Les abeilles menacées

La disparition massive des abeilles à miel domestiques (*Apis mellifera* L.) est un phénomène complexe provenant de la combinaison et / ou de la conjonction de facteurs multiples tels que certains fongicides qui renforcent la toxicité des pyréthroides et néonicotinoïdes, parasites (*Varroa Destructor Anderson & Trueman*) avec un impact clair sur la santé des insectes pollinisateurs. À cela, s'ajoutent les prédateurs naturels : frelons européens (*Vespa crabro* L.), ours, souris, araignées, reptiles, amphibiens, pics verts, etc. et l'apparition récente de nouvelles menaces : frelons asiatiques (*Vespa velutina Lepeletier*), coléoptères (*Aethina tumida Murray*), etc. Les parasites, parasitoïdes et les pathogènes (protozoaires, champignons, bactéries, virus) atteignent des abeilles déjà affaiblies par la conjonction des facteurs précités et les rendent d'autant plus vulnérables.

Les ruches connectées

Face à la disparition massive des insectes pollinisateurs, un suivi des colonies à grande échelle est devenu indispensable pour suivre l'évolution des différentes menaces qui affectent leur état de santé. Nous avons proposé, dans le cadre de nos recherches, un système de monitoring composé d'une station météorologique implantée au niveau du rucher et d'un dispositif de monitoring installé directement dans la ruche.

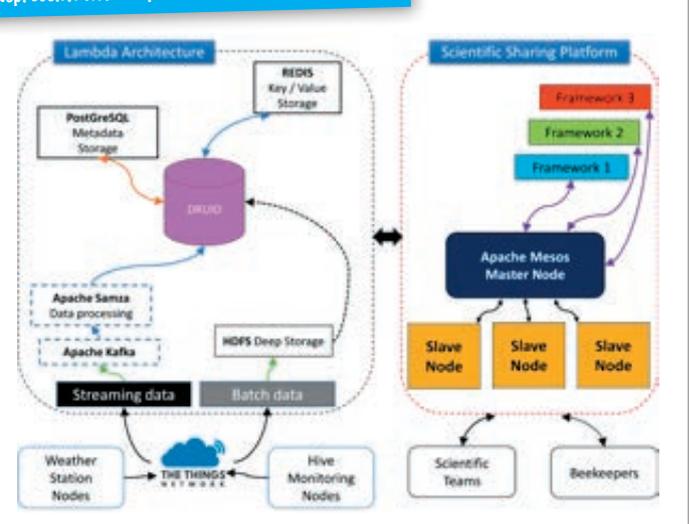
La station météorologique a été conçue à l'aide d'un microcontrôleur FiPy (PyCom), facile à programmer en micro Python et qui supporte plusieurs protocoles de communication (Wi-Fi, LoRa, Sigfox, NB-IoT, CAT-M1), ce qui lui permet de s'adapter en fonction de la disponibilité des réseaux. Les données de température, humidité relative, pression atmosphérique, vitesse et direction du vent et pluviométrie sont collectées toutes les 15 minutes. La température et l'humidité relative de l'air sont mesurées par un capteur AM2315 (Aosong) avec, respectivement, une précision de $\pm 0,1^\circ\text{C}$ et $\pm 2\%$. La pression atmosphérique est mesurée à l'aide d'un capteur Bosch SensorTec BMP280 précis à ± 1 hPa. La vitesse du vent et sa direction ainsi que la pluviométrie sont mesurées à l'aide d'un dispositif Argent Data Systems.

Ces données sont transmises à l'aide du protocole LoRaWan qui autorise l'envoi de 140 messages par jour vers une passerelle LoRa / 4G. Les données sont ensuite acheminées vers une architecture cloud Lambda unifiée. Ce type d'architecture est capable de traiter de grands volumes de données en quasi temps réel, et de les stocker en moins d'une seconde. Les données sont rapidement intégrées

au niveau de la base de données et restent disponibles pour les applicatifs qui les exploitent.

Le système de monitoring en ruche est également conçu autour d'un microcontrôleur FiPy (PyCom) et est équipé d'une sonde température AM2315 (Aosong) I²C qui mesure la température et l'humidité relative de l'air de la ruche avec respectivement une précision de $\pm 0,1^\circ\text{C}$ [-20 - 80°C] et de $\pm 2\%$ [0-100%]. Tandis que 4 capteurs SHT35 (Sensirion) mesurent la température directement au cœur du couvain avec des précisions respectives de $\pm 0,1^\circ\text{C}$ [20-60°C] et $\pm 1,5\%$ [0-80%]. Ces capteurs implantés entre les cadres de couvain sont protégés par des cages utilisées pour l'expédition postale des reines. Ces cages perforées empêchent les abeilles d'être directement en contact avec les capteurs de température et de les recouvrir de propolis et de cire. Les mesures de température au sein de la ruche permettent de suivre le développement de la colonie, l'activité des abeilles au sein de la ruche et le déplacement de l'essaim à l'intérieur de la ruche. La qualité de l'air au sein de la ruche est mesurée par un capteur BME680 (Bosch Sensortec) qui mesure le taux de monoxyde de carbone et d'éthanol avec respectivement une précision de 2 et 5%. Finalement, un capteur LSM303DLHC mesure les vibrations et les mouvements de la ruche. Le dispositif est installé dans un boîtier IP67

Représentation simplifiée de l'architecture Lambda



placé dans la hausse de la ruche. Les données individuelles de chaque ruche sont envoyées par LoRaWan et ensuite via la passerelle LoRa / 4G à l'architecture Lambda (Figure 1).

Le suivi dans le cloud

Les données acheminées vers le cloud sont mises en file d'attente par un service de messagerie (Apache Kafka) avant d'être ingérées et traitées en temps réel (Apache Samza). Les données sont ensuite stockées dans une base de données distribuées de manière temporaire avant d'être stockées en permanence. Toute la difficulté réside dans le fait que les données doivent rester accessibles durant les différentes étapes de traitement pour pouvoir répondre aux requêtes dans des délais rapides n'excédant au plus que quelques minutes. Les architectures Lambda sont conçues spécifiquement pour traiter rapidement de grandes masses de données. Cette architecture cloud est pourvue de deux voies de traitement : l'une traite en temps réel les flux de données et l'autre branche traite les données en lots.

POUR EN SAVOIR PLUS :
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.103>