

# *L'Internet des Objets pour l'agriculture, trouver un objet connecté dans une botte de foin*

Simon Fernandez<sup>1</sup>, Michele Amoretti<sup>2</sup>, Fabrizio Restori<sup>2</sup>, Maciej Korczyński<sup>1</sup>,  
et Andrzej Duda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, LIG, F-38000 Grenoble, France

<sup>2</sup> Department of Engineering and Architecture, University of Parma, Italy

---

Nous proposons une façon de nommer des objets connectés qui contienne des propriétés de l'objet pour faciliter leur découverte. Nous encodons les propriétés de chaque objet dans un nom unique, lisible par une machine, ce qui permet d'utiliser l'infrastructure DNS pour découvrir les objets avec des propriétés qui nous intéressent. Nous appliquons cette méthode aux techniques d'agriculture connectées, pour découvrir les différents capteurs et actuateurs dans une plantation, et permettre un contrôle fin de l'arrosage, et donc des économies d'eau.

**Mots-clefs :** IoT, Internet des Objets, agriculture connectée, DNS, nommage

---

## 1 Problématique

### 1.1 Contexte : la gestion fine de terres agricoles

Les nouvelles technologies et l'informatique s'invitent de plus en plus dans le quotidien de nombreux domaines, et l'agriculture ne fait pas exception. Un des grands défis de ce domaine réside en l'acquisition de relevés précis sur chaque parcelle, et une gestion fine de chaque zone de la parcelle. En effet, un champ n'est jamais arrosé (naturellement ou artificiellement) de façon homogène, le vent et le soleil ne sont pas non plus uniformes sur toute la parcelle. Il est donc important d'avoir des relevés précis, à plusieurs endroits de la parcelle, pour adapter l'arrosage, les temps de récolte ou la quantité d'engrais. L'internet des objets (IoT) propose de relever ces données localement, en se basant sur des objets connectés placés à plusieurs endroits de la parcelle. Ces objets peuvent être des capteurs (d'humidité, de croissance, d'exposition au soleil, de vitesse du vent, ...) ou des actuators (arroseur automatique, éclairage artificiel, ...).

Cependant, les parcelles à monitorer sont grandes, et le nombre d'objets à contrôler l'est d'autant plus. Plus le nombre d'objets connectés est important, moins il est facile de tout administrer manuellement, et quand des centaines de capteurs donnent des relevés, ou qu'on veut arroser seulement la partie la plus sèche de la parcelle, gérer tous ces objets connectés efficacement devient un véritable défi.

Nous nous sommes donc demandé comment encoder les propriétés de chaque objet connecté pour permettre de facilement trouver les capteurs ayant certaines propriétés. Nous avons créé un encodage concis, pour minimiser les coûts d'envoi et de réception de messages pour les objets connectés qui ont souvent des capacités de calcul et des batteries très limitées. Nous avons aussi mis l'accent sur l'utilisation de structures pré-existantes, ne nécessitant pas à chaque exploitant-e de déployer un nouvel outil personnalisé.

### 1.2 Encoder des propriétés, une histoire d'arbres

Afin de minimiser la taille du nom de chaque objet, on va encoder les propriétés en binaire, puis traduire le nom vers un encodage texte simplifié qui pourra en suite être géré par le Domain Name System (DNS), une brique essentielle d'internet.

On commence par définir un Contexte : un ensemble de règles décrivant quelle propriété est encodée à quel endroit de l'écriture binaire.

Un contexte peut définir statiquement la taille de chaque information, comme par exemple “Les 2 premiers bits encodent le numéro de parcelle, les 5 suivants encodent le numéro de rangée, et les 7 derniers encodent le numéro de plan”, ou alors avec des tailles dynamiques, en décrivant un arbre binaire où chaque feuille de l’arbre serait une propriété. Par exemple, on crée un arbre avec comme feuilles “Capteur”, “Actuateur”, “Température”, “Humidité”, “Arrosage”, “Croissance” et “Ensoleillement”, puis on construit le nom de l’objet en concaténant les chemins binaires allant de la racine de l’arbre aux feuilles représentant les propriétés de l’objet.

### 1.3 Le cas de la géolocalisation

Une propriété très souvent nécessaire est la position géographique de l’objet. Nous avons donc mis en place un encodage spécifique pour cette donnée, le résultat est nommé “géohash”.

Pour générer le géohash d’une position, on procède par dichotomie sur la longitude et la latitude. On coupe l’intervalle initial de longitude en deux, et le premier bit décrit dans quel intervalle l’objet se trouve :  $(-180^\circ, 0^\circ)$  ou  $(0^\circ, +180^\circ)$ . Puis, on fait de même avec la latitude. On recommence alors sur la nouvelle zone jusqu’à atteindre la précision voulue. Ainsi, pour chaque bit ajouté au géohash, on divise par deux l’aire décrite. On arrive donc rapidement à des hautes précisions avec peu de bits : 50 bits, encodables sur 10 caractères alphanumériques, décrivent une zone de 50 cm de côté.

Cet encodage a plusieurs propriétés intéressantes. Tout d’abord, on peut choisir la précision du géohash : plus on ajoute de bits, plus la précision monte. En suite, tronquer la représentation revient à décrire une zone plus grande, englobant la position précédente. Enfin, si les géohash de deux positions ont un préfix commun, on sait qu’elles se situent toutes les deux dans la zone décrite par leur préfix.

### 1.4 Un nom pour le retrouver

Une fois les propriétés choisies, on encode la représentation binaire sous forme de texte, pour créer un nom unique à l’objet. On insère alors ces informations dans le Domain Name Système (DNS), une base de données décentralisée et hiérarchique au cœur du fonctionnement d’internet. Dans le DNS, on associe au nom de l’objet connecté les informations nécessaires pour le contacter. Ainsi, une fois tous les noms créés, on peut utiliser des mécanismes spécifiques au DNS pour explorer efficacement les objets connectés, et trouver ceux qui ont certaines propriétés.

Il devient alors simple, par exemple, de contacter tous les objets avec préfix géographique donné, et obtenir la liste des objets dans une zone donnée. On pourra alors sélectionner les arroseurs qui nous intéressent et déclencher des arrosages adaptés et très localisés.

## 2 Méthodologie

Lors de ces travaux, nous sommes partis d’un cas d’étude pratique : les objets connectés dans une zone agricole du nord de l’Italie. Cela nous a permis de déterminer quelles contraintes s’appliquaient pour les objets concernés (puissance de calcul, batterie, bande passante, ...), et quelles propriétés devait avoir notre méthode. Après avoir exploré ce cas précis, nous avons étendu notre champ d’étude pour permettre l’application de notre méthode au cas générique d’objets connectés : des bâtiments aux villes “intelligentes”, en passant par les flottes de drones ou les transporteurs.

## Références

- [1] AMORETTI, M., ALPHAND, O., FERRARI, G., ROUSSEAU, F., AND DUDA, A. DINAS : A Lightweight and Efficient Distributed Naming Service for All-IP Wireless Sensor Networks. *IEEE Internet of Things Journal* 4, 3 (2017), 670–684.
- [2] BRUNISHOLZ, P., ROUSSEAU, F., AND DUDA, A. DataTweet for user-centric and geo-centric IoT communications. In *Proc. of the MobiCom Workshop on Experiences in the Design and Implementation of Smart Objects*, (2016), ACM Press, pp. 29–34.
- [3] FERNANDEZ, S., AMORETTI, M., FABRIZIO, R., KORCZYŃSKI, M., AND DUDA, A. Semantic identifiers and DNS names for IoT. In *ICCCN* (2021), p. to appear.