

Smart Irrigation

POUR SURVEILLER LA MASSE HYDRIQUE DES CULTURES ET ECONOMISER DE L'EAU

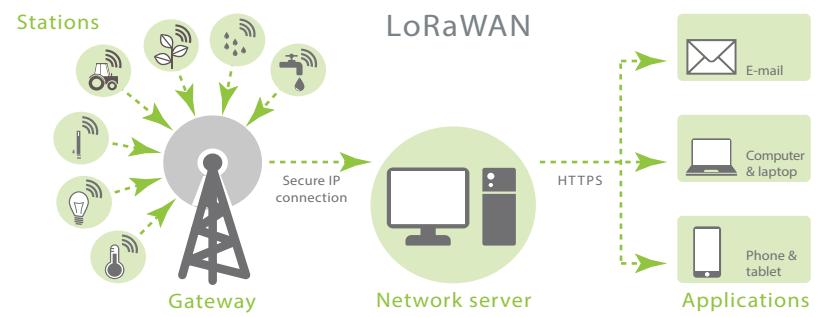


L'**objectif** est de fournir un outil pour surveiller l'état hydrique du sol, en temps réel, pour mieux planifier l'irrigation des sols. Ceci a pour but de diminuer le coût du pompage, économiser de l'eau et augmenter le rendement de l'agriculteur.

Les sondes sont connectées aux noeuds (stations) gérées par un micro-contrôleur. Le micro-contrôleur est programmé pour prendre les mesures à une séquence définie. Il les mesure et les envoie à la passerelle par signal radio. La passerelle traite les données et les transmet au serveur distant. Un développeur réalise une application pour afficher les données en temps réel et génère des alarmes.

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 (IoT). Ce protocole est utilisé dans le cadre des villes intelligentes, le monitoring industriel ou encore l'agriculture. La technologie de modulation liée à LoRaWAN est LoRa, créée en 2009 par la startup grenobloise Cycléo et racheté par Semtech en 2012. Semtech promeut sa plateforme LoRa grâce à la LoRa Alliance, dont elle fait partie. Le protocole, LoRaWAN sur la couche physique LoRa, permet de connecter des capteurs ou des objets nécessitant **une longue autonomie de batterie** (comptée en années) et un coût réduit.

LoRaWAN est l'acronyme de Long Range Wide-area network que l'on peut traduire par « réseau étendu à longue portée ».



Station 1

- * 3 sondes tensiométriques à 30cm de profondeur et distancées de 1m.
- * 1 sonde pour mesurer la température du sol
- * 1 baromètre et un luxmètre
- * 1 panneau solaire de 3W, 1 batterie au lithium de 1000mA



Station 2 & 3

- * 6 sondes tensiométriques pour observer la formation du bulbe d'eau.
- * 2 sondes pour mesurer la température du sol
- * 2 baromètres et un luxmètre
- * 2 panneaux solaires de 3W, 2 batteries au lithium de 1000mA



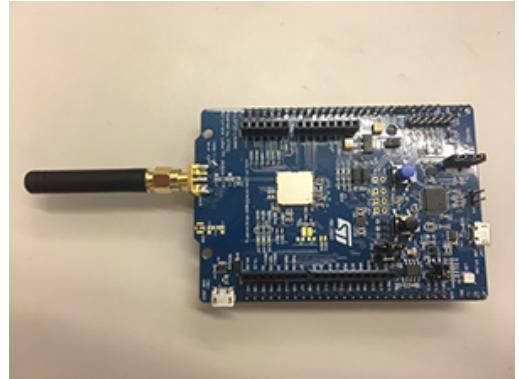
Gateway

- * Freq 470Mhz - 928Mhz
- * Support jusqu'à 16 canaux
- * 3/4G GSM
- * IP67 waterproof
- * GPS
- * 2 panneaux solaires 60W
- * 1 batterie 12V/90Ah

Note: Une sonde tensiométrique ne mesure pas l'humidité du sol mais la force de liaison entre l'eau avec le sol (exprimé en tension), autrement dit, la force de succion que la racine doit exercer pour extraire l'eau du sol

Smart Irrigation

LES ELEMENTS DE L'INFRASTRUCTURE



Sonde et lecteur WATERMARK

La sonde tensiométrique Watermark ® est un outil robuste et relativement peu onéreux, qui ne nécessite pas d'entretien particulier. Il est simple d'utilisation, les mesures sont précises.

Gateway

- * Freq 470Mhz - 928Mhz
- * Support jusqu'a 16 canaux
- * 3/4G GSM
- * IP67 waterproof
- * GPS
- * 2 panneaux solaires 60W
- * 1 batterie 12V/90Ah

Repeater/Gateway-relay

Quand un noeud est en dehors de la zone de couverture, il retransmet les mesures du noeud à la passerelle

* Il coûte 10x moins cher qu'une passerelle

* autonomie: 3-5 ans



DS18B20

Mesure la température du sol



BME280
Baromètre



TSL2561
Luxmètre

Pyranomètre
Mesure le rayonnement solaire (W/m^2)

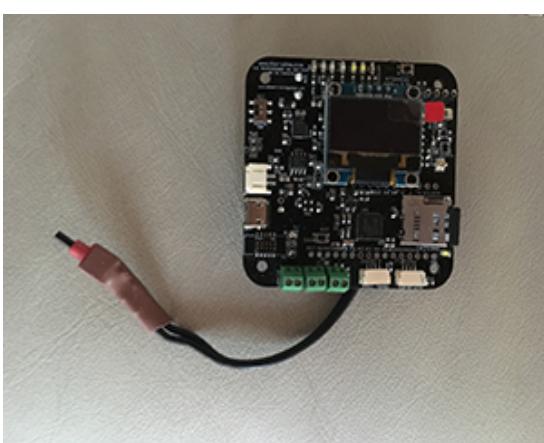
MLX90614
Thermomètre IR



Circuit imprimé d'une station (PCB)



Pluviomètre
pour compter les gouttes



Smart Irrigation

LES SONDES WATERMARK®



Sa construction

- * Un cylindre perforé en acier inoxydable supporte une membrane perméable.
- * A l'intérieur de laquelle se trouve un agrégat de sable compact, la "matrice granulaire".
- * A une extrémité il y a une plaquette de gypse et des électrodes connectées aux fils qui émergent à la surface du sol.

Le capteur est prolongé par un tube de PVC de 75cm d'où émerge deux fils électriques (connectés aux gypse via deux électrodes).

Le fonctionnement de la sonde WATERMARK ®

Lorsque que le capteur est en contact avec le sol, la tension s'équilibre entre le sol et l'intérieur du capteur. La présence d'une plaquette de gypse sert de tampon contre les différences d'acidité et de salinité du sol, de sorte que la résistance électrique entre les électrodes dépend uniquement de l'état hydrique et de la température. En fait on mesure la résistivité électrique du milieu. Cette résistivité présente une relation quasi linéaire avec la teneur en eau à l'intérieur du capteur.

La sonde tensiométrique Watermark ® est un outil robuste et relativement peu onéreux, qui ne nécessite pas d'entretien particulier. Il est simple d'utilisation, les mesures sont précises.

La lecture

Un circuit spécial est nécessaire pour mesurer la résistance électrique du capteur Watermark®.

Les courants continus ne doivent pas circuler dans la partie humide du capteur pour éviter la corrosion. L'excitation alternative évite ces problèmes, en inversant la polarité du courant plusieurs fois par seconde.

Le module électronique fournit l'excitation alternative. Le signal de sortie est une fréquence, qui dépend de la résistance électrique, à partir de laquelle la tension de l'humidité du sol peut être calculée.

Il convient donc de mesurer la fréquence, la température, ainsi que la température compensée. Puis, avec l'équation de Shock, on peut connaître le SWP (Soil Water Potential) en kPa. Le constructeur de la sonde fournit un tableau de valeurs qui nous permet également de connaître le SWP.

0-10 kPa (ou cbars): Soil saturé; 10-30 kPa: Le sol est suffisamment humide (sauf pour sables grossiers qui commencent à perdre de l'eau); 30-60 kPa: Gamme habituelle d'irrigation (sauf les sols argileux lourds); 60-100 kPa: Gamme habituelle pour l'irrigation dans les sols argileux lourds; 100-200 kPa: Le sol devient dangereusement sec.

La Tensiométrie est la mesure de tension de l'eau dans le sol, autrement dit, la force de succion que la racine doit exercer pour extraire l'eau du sol. L'unité de mesure de succion est: cbars (ou kPa). La mesure est universelle, car il s'agit de la difficulté à extraire l'eau. Elle est opérationnelle sur toute situation de sol, de culture, de mode d'irrigation, sans besoin de calibration. La force de liaison entre l'eau avec le sol (exprimé en tension), sur une gamme 0-200 cb, est l'indicateur le plus pertinent en sols irrigués

L'installation

La sonde doit être trempée dans un récipient d'eau, au moins 30mn avant de l'insérer dans le sol. (Une étude préconise même de la laisser tremper dans un récipient d'eau, de la laisser sécher, en répétant ce cycle trois fois). Une fois le trou fait, on fait tomber au fond du trou, un peu de boue. On en enduit aussi la partie sensible du capteur que l'on enfonce ensuite au moins jusqu'au repaire de profondeur. On réalise cette boue à partir de la terre du sol, finement tamisée en prenant soin qu'elle ne soit pas trop liquide. On s'assure au mieux, que des cailloux ne produisent pas un espace d'air au niveau du capteur.

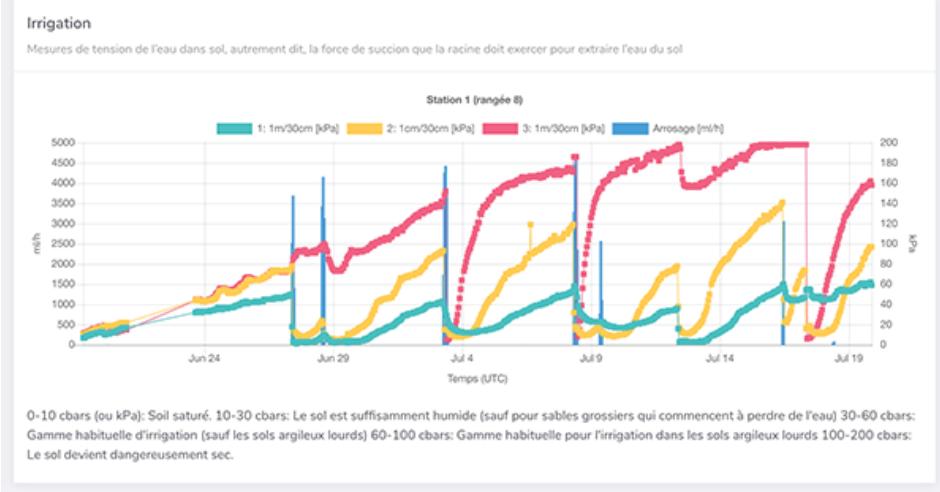
Smart Irrigation

ANALYSES DES MESURES (Station 1)



Analyse de la Station 1, du 20 juin au 19 juillet 2019

Station 1



Station 1

Les sondes sont à 30cm de profondeur et distancées de 1m.

Toutes les sondes sont sous un goutteur, à l'exception de **la sonde rouge** qui est légèrement décalée du point de chute des gouttes. Pour **la sonde jaune**, j'ai ajouté un conduit pour que les gouttes tombent bien au niveau de la sonde.

On constate que **la sonde rouge** est généralement toujours sèche. Du moins, le sol devient très vite sec, **La sonde jaune** a tendance à sécher plus rapidement que **la sonde verte**.

Pour **la sonde rouge**, on peut comprendre que le bulbe d'eau se forme à sa proximité et qu'elle est légèrement humidifiée par le bulbe. Ce qui expliquerait qu'elle sèche rapidement. Ceci probablement parce qu'elle ne se trouve pas exactement sous le point de chute des gouttes.

On peut aussi en déduire que le bulbe d'eau reste à env 20-30cm de profondeur et ne doit pas avoir une largeur de plus de 20cm (suggestion), ou alors son développement se forme dans une direction opposée à la position de la sonde.

Pour **la sonde jaune** et **la sonde verte**, on voit que le sol est saturé pendant quelques heures. La sonde jaune sèche plus vite que la verte ce qui peut se comprendre par le fait qu'elle soit moins humectée par le bulbe d'eau formé par le goutteur 2.

Seuil

0-10 cbars (ou kPa): Soil saturé. 10-30 cbars: Le sol est suffisamment humide (sauf pour sables grossiers qui commencent à perdre de l'eau) 30-60 cbars: Gamme habituelle d'irrigation (sauf les sols argileux lourds) 60-100 cbars: Gamme habituelle pour l'irrigation dans les sols argileux lourds 100-200 cbars: Le sol devient dangereusement sec. .

Smart Irrigation

ANALYSES DES MESURES (Stations 2 & 3) - FORMATION DU BULBE D'EAU



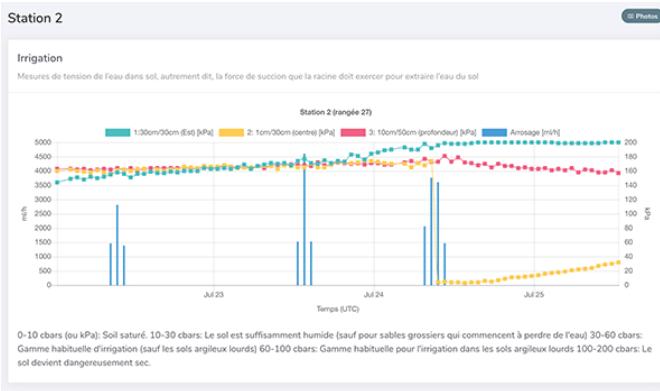
Stations 2 & 3 pour surveiller la formation du bulbe d'eau sous le goutteur

La station 2 a trois sondes connectées

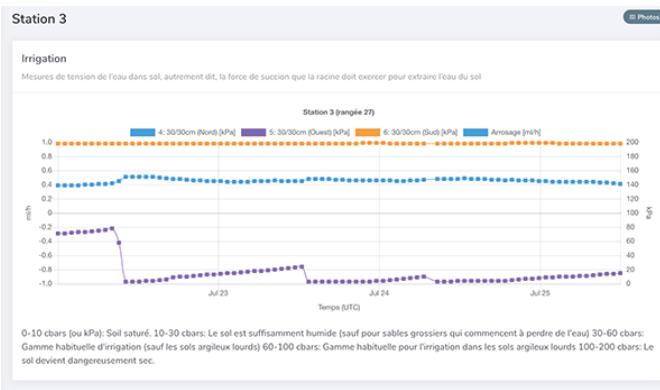
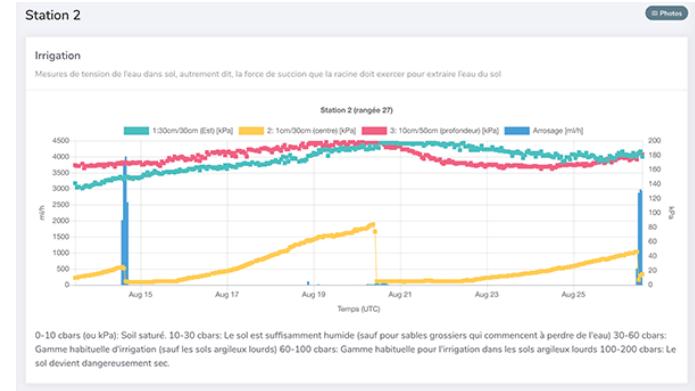
- * La sonde 1 est à 30cm de profondeur et à 30cm du point de chute (est)
- * La sonde 2 est à 30cm de profondeur et à 1cm du point de chute (surface).
- * La sonde 3 est à 50m de profondeur et à env 10cm du point de chute (profondeur).

Les autres sondes tensiométriques sont connectées à la station 3. Elles sont toutes à 30cm de profondeur et à 30cm du point de chute (**nord**, **ouest**, **sud**)

Analyse (1) du 22 au 25 juillet 2019



Analyse (2) du 13 au 25 août 2019



Le premier point intéressant à constater est la **sonde de profondeur** et la **sonde Est**. On peut déduire que lors de l'analyse (1) et (2), le bulbe d'eau ne s'est pas formé jusqu'à ce deux sondes. La teneur hydrique a été très faible à ces niveaux.

La **sonde de surface** a été la plus réactive lors des arrosages. On peut même constater que lors des fortes pluies (40ml) du 18 au 20 août, **toutes** les courbes ont réagi. En revanche, il y a une période floue, entre le 22 et 23 juillet (analyse (1)), où la **courbe de jaune** n'a pas réagi aux arrosages alors que la **sonde Ouest** a réagi lors de chaque arrosage. C'est un comportement étrange alors que la sonde de surface est la plus proche du point de chute des gouttes. Il se peut que le bulbe n'est pas descendu jusqu'à la **sonde de surface** mais s'est déplacé rapidement en direction de la **sonde Ouest**.

La **sonde Nord** est relative stable également. Ce qui est intéressant de constater, c'est que lors de tous les arrosages, le bulbe d'eau ne s'est jamais formé jusqu'aux sondes externes (orange, bleu ciel et bleu foncé, violet) alors qu'une **forte** pluie (qui couvre une plus grande surface du sol) les font toutes réagir, sauf la **sonde de profondeur** et la **sonde Nord** (qui se trouve proche du poteau).

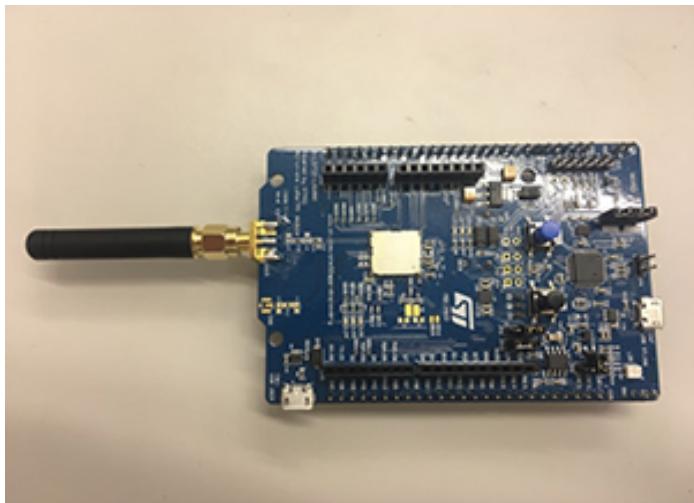
On constate encore une fois, que la bulbe d'eau ne se forme jamais jusqu'à 60cm de profondeur, et ne doit pas faire plus de 20cm de large.

Smart Irrigation

ET ENSUITE, OBJECTIFS 2020



Mettre en place une infrastructure pour un nouvel agriculteur
Je souhaiterais installer une infrastructure chez un autre agriculteur/arboriculteur afin d'expérimenter un autre terrain.
Aussi, ceci nous permettrait de créer un petit groupe de travail, d'échanger nos expériences et d'améliorer la solution que je développe.



Réalisation du Repeater/Gateway-relay

Quand un noeud est en dehors de la zone de couverture, il retransmet les mesures du noeud à la passerelle

- * Il coûte 10x moins cher qu'une passerelle
- * autonomie: 3-5 ans

Participation à la TTN conférence à Amsterdam

Un événement très important où l'on rencontre des experts venant de tous les pays, et où l'on peut participer à des workshops.



Prévention du gel tardif dans les cultures

Cet un projet associé à l'irrigation. Les modules fonctionneront aussi en hiver et plus particulièrement de février à avril, pour prévenir le gel tardif des bourgeons/cultures. Ce project est encore à l'état natif. Il faudra que je crée des contacts avec des agriculteurs qui ont subi des pertes suite au gel tardif, pour mieux comprendre et apprendre de leurs expériences, et développer une solution en conséquence.



Soutenez le projet:

<https://www.paypal.me/thinksmartirrigation>