

Smart Irrigation

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

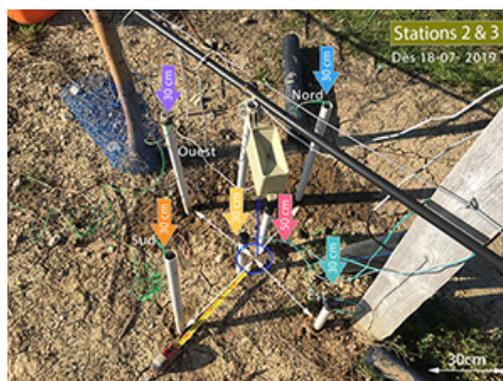
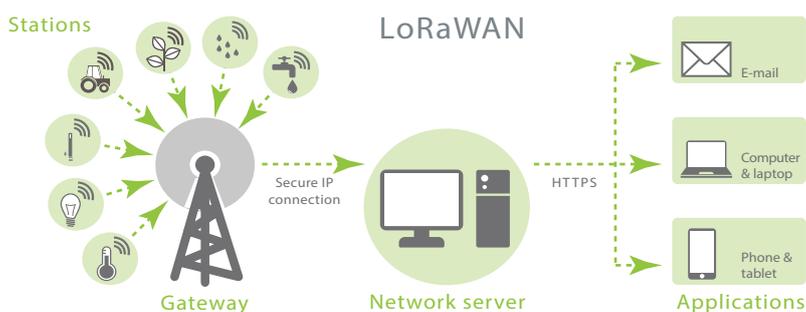


LoRaWAN est un protocole de télécommunication permettant la communication à **bas débit**, par radio, d'objets à **faible consommation électrique** communiquant selon la technologie LoRa et connectés à l'Internet via des passerelles, participant ainsi à l'Internet des objets (IoT). Ce protocole est utilisé 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 ».

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.



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



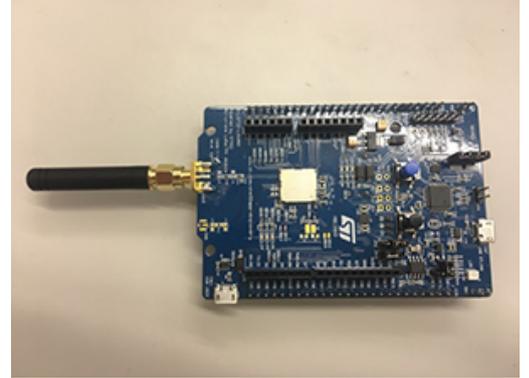
Sonde et lecteur WATERMARK

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'à 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



Circuit imprimé d'une station (PCB)



DS18B20
Mesure la température du sol



Pyranomètre
Mesure le rayonnement solaire (W/m²)



BME280
Baromètre



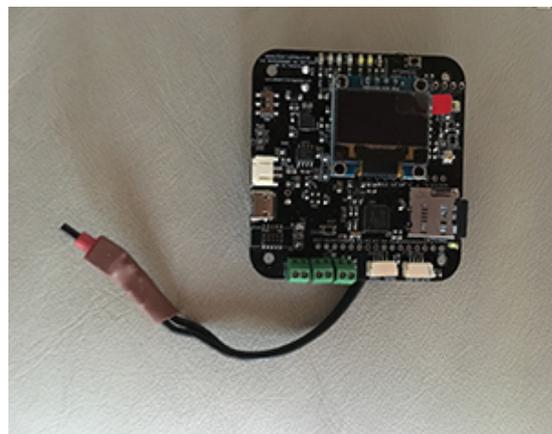
TSL2561
Luxmètre



MLX90614
Thermomètre IR



Pluviomètre
pour compter les gouttes



Smart Irrigation

LES SONDES WATERMARK®



Deux electrodes

Agrégat de sable compact (Matrice granulaire)

Plaquette de gypse

Membrane perméable

Cylindre perforé en acier inoxydable

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 electrodes).

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: cbar (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

Smart Irrigation

ANALYSES DES MESURES (Station 1)



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



Station 1

Les sondes sont à 30cm de profondeur et distancée 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 humidifiée par le bulbe d'eau formé par le goutteur 2.

Seuil

0-10 cbars (ou kPa): Sol 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



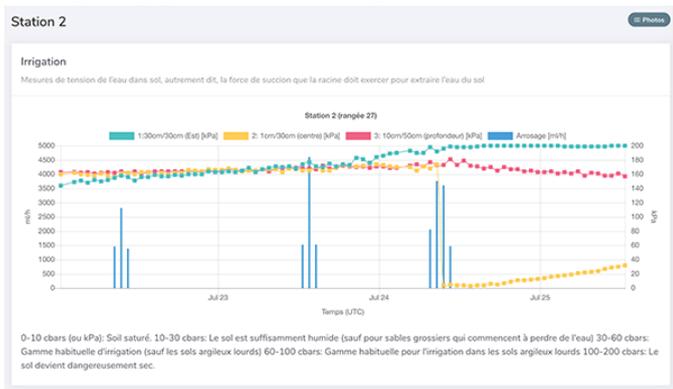
Stations 2 & 3 pour surveiller la formation du bulbe d'eau sous le goutteur

La station 2 a trois sondes connectées

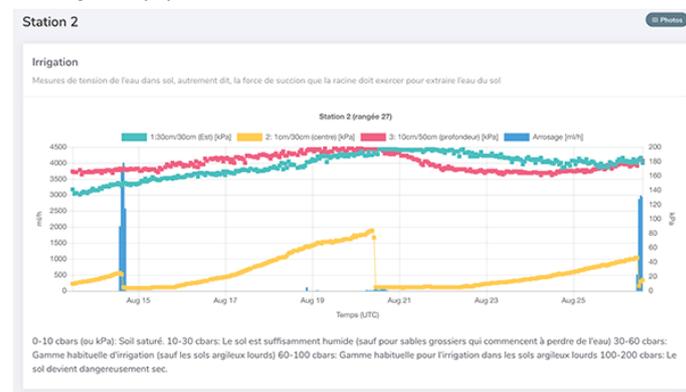
- * La sonde 1 est à 30cm de profondeur et à 30cm du point de chute (est)
- * La sonde 2 est à 30cm de profondeur et à 1cm du point de chute (surface).
- * La sonde 3 est à 50cm de profondeur et à env 10cm du point de chute (profondeur).

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 ces deux sondes. Le 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

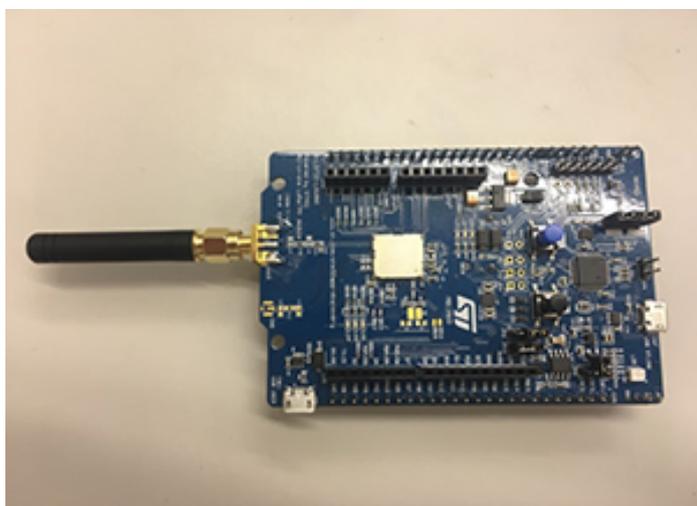
ET ENSUITE, OBJECTIFS 2020



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.



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.



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



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 projet 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>