Actuellement, la communication repose essentiellement sur les opérateurs privés de telecom (Orange, SFR, Bouygues Telecom et Free). Il y a aussi des fournisseurs virtuels, ou opérateur de réseau mobile virtuel (MVNO). Ils ne possèdent pas leurs propres infrastructures réseau mais ils louent l'accès aux réseaux d'autres opérateurs pour fournir des services de téléphonie mobile et d'internet à leurs clients (RED by SFR, Sosh (marque low-cost d'Orange), et La Poste Mobile). En cas de défaillance de ces réseaux, une communauté met en place un réseau de substitution, open source et gratuit Meshtastic.

Réalisé à partir d'articles en ligne, et pour certaine parties ChatGPT a été utilisé pour résumer et synthétiser des informations diffuses sur les pages web.

Meshtastic, un réseau maillé en cours de développement

Qui a créé Meshtastic?

Meshtastic a été lancé par **Kevin Hester**, un ingénieur et entrepreneur spécialisé dans le développement de logiciels et la conception de matériel. Kevin Hester a fondé le projet afin de créer des **dispositifs de communication maillés** accessibles et à longue portée pour les amateurs d'activités de plein air et les aventuriers. Sa vision était d'exploiter les technologies open-source et le matériel prêt à l'emploi pour créer des réseaux de communication décentralisés dans les zones reculées **dépourvues de couverture cellulaire**. Les efforts de collaboration de la communauté Meshtastic ont contribué à la croissance et au développement du projet.

Pourquoi créer un réseau maillé ?

On voit qu'au départ Kevin Hester a créé le projet pour des zones "blanches", alors me direz vous pourquoi se poser des questions puisque la plupart du temps il y a des opérateurs qui s'occupent de cela pour nous ? Bin, sans être alarmiste ou survivaliste, on peut envisager des cas où le service rendu par ces opérateurs peut disparaître, même dans des zones où ils sont censés maintenir le service :

Cyberattaques et sabotage

Les opérateurs télécoms sont des cibles privilégiées pour les cyberattaques. Une attaque réussie pourrait paralyser les réseaux et empêcher la fourniture de services. Le sabotage physique des infrastructures, comme les antennes relais, est également une menace1.

Terrorisme

Les actes de terrorisme peuvent viser les infrastructures critiques, y compris les réseaux de télécommunications. Une attaque coordonnée pourrait causer des interruptions de service à grande échelle.

Décisions gouvernementales

Les gouvernements peuvent décider de restreindre ou de couper les services de télécommunications pour diverses raisons, comme des mesures de sécurité nationale ou des sanctions économiques. Cela peut entraîner des interruptions temporaires ou prolongées des services.

Catastrophes naturelles

Les catastrophes naturelles comme les tremblements de terre, les inondations ou les tempêtes peuvent endommager les infrastructures de télécommunications, entraînant des interruptions de service.

Problèmes économiques

Les crises économiques peuvent affecter la capacité des opérateurs à maintenir et à développer leurs infrastructures. Une situation financière difficile pourrait entraîner des réductions de service ou des faillites.

Pénuries de composants

Les pénuries de composants électroniques, produits majoritairement à l'étranger, peuvent affecter la capacité des opérateurs à maintenir et à étendre leurs réseaux. Les causes peuvent être multiples et peuvent entraîner des interruptions de service ou des retards dans le déploiement des nouvelles technologies.

On peut imaginer par exemple ce genre de raisons dont certaines ont déjà impacté des pans entiers de l'industrie (pénurie des Raspberry Pi, pièces pour l'automobile...)

Crises sanitaires

Pandémie de Covid-19 : La pandémie a perturbé les chaînes d'approvisionnement mondiales, entraînant des fermetures d'usines et des retards de production.

Hausse de la demande

Augmentation de la demande : La demande pour les produits électroniques explose, les entreprises les plus riches achètent les composants à des prix élevés, les plus petits ne sont plus capables de s'approvisionner en raison des prix.

Incidents industriels

Incendies et accidents : Des incendies dans des usines de fabrication de puces, comme ceux au Japon et en Allemagne, ont réduit la capacité de production.

Inondations, tremblements de terre : Des inondations en Thaïlande ont perturbé la production des disques durs ce qui a créé une pénurie mondiale et une forte hausse des prix (2011). Le séisme de Tohoku et le tsunami qui a suivi ont fortement perturbé la fabrication des semi-conducteurs au Japon (2011).

Conflits géopolitiques

Guerre en Ukraine : Le conflit a perturbé l'accès à certaines matières premières essentielles à la production de semi-conducteurs.
Sanctions commerciales : Les restrictions commerciales imposées à la Chine par les États-Unis ont également eu un impact.

Catastrophes naturelles

Tempêtes et inondations : Des événements comme la tempête Uri au Texas ont affecté les usines de production.
Problèmes logistiques

Obstruction du canal de Suez : L'incident du porte-conteneurs Ever Given a causé des retards dans l'acheminement des produits.

Coûts élevés de transport : L'augmentation des prix du transport par conteneurs et les coûts logistiques élevés ont également contribué aux pénuries.

Confinements et restrictions

Confinements en Chine : Les confinements ponctuels des unités de production en Chine ont perturbé la chaîne d'approvisionnement.
Crises énergétiques

Crise énergétique en Chine : Les pénuries d'énergie ont affecté la production dans certaines régions.

Ces facteurs montrent à quel point la chaîne d’approvisionnement des composants électroniques est vulnérable à divers types de perturbations.

Ces risques montrent l’importance de la **résilience** et de la **sécurité** dans le secteur des télécommunications. Les opérateurs doivent constamment évaluer et atténuer ces risques pour assurer la continuité de leurs services. Vous pouvez lire à ce sujet cet article : "Les principaux risques dans le secteur des télécoms en 2024".

Le rôle des radioamateurs

Un radioamateur est une personne autorisée à utiliser des fréquences radio spécifiques pour des communications non commerciales. Ils possède souvent des équipements sophistiqués et des compétences techniques avancées.

Les radioamateurs jouent un rôle crucial en cas de coupure des communications officielles :

Communications d’urgence

Les radioamateurs peuvent établir des réseaux de communication indépendants des infrastructures traditionnelles. En cas de catastrophe naturelle, de sabotage ou de crise majeure, ils peuvent fournir des liaisons de communication essentielles pour les équipes de secours et les autorités.

ADRASEC

En France, l’Association des Radioamateurs au Service de la Sécurité Civile (ADRASEC) est un exemple d’organisation dédiée à la sécurité civile. Ils interviennent lors de catastrophes naturelles, de crises majeures et d’événements extraordinaires pour rétablir les communications.

Flexibilité et rapidité

Les radioamateurs peuvent rapidement déployer des systèmes de communication autonomes. Leur équipement portable et leurs compétences leur permettent de s’adapter à diverses situations d’urgence.

Surveillance et coordination

Lors de grands événements publics ou de situations de crise, les radioamateurs peuvent surveiller les communications et assurer la coordination entre les différentes équipes de secours.

Formation et sensibilisation

Les radioamateurs jouent également un rôle dans la formation aux techniques de communication d’urgence. Ils organisent des ateliers et des exercices pour préparer leurs membres à intervenir efficacement.

En résumé, les radioamateurs sont des acteurs essentiels pour maintenir les communications en cas de coupure des réseaux officiels. Leur expertise et leur dévouement contribuent à la sécurité et à la coordination des secours lors de situations critiques. C'est tout naturellement qu'il se sont intéressés au projet Meshtastic.

Le projet Meshtastic

Meshtastic est un projet open-source qui utilise des radios LoRa (un protocole radio à longue portée, qui est accessible dans la plupart des régions sans qu'il soit nécessaire d'avoir une licence ou des certifications supplémentaires, contrairement au matériel radioamateur). Les cartes LoRa sont peu coûteuses et sont utilisées pour créer une plateforme de communication longue portée hors réseau "officiel". Meshtastic est conçu pour fonctionner dans des zones sans infrastructure de communication existante ou fiable ou pour prendre le relais en cas d'arrêt du réseau des opérateurs.



Les radios sont conçues pour retransmettre les messages qu'elles reçoivent, formant ainsi un réseau maillé. Cela garantit que chaque membre du groupe, même ceux situés à la plus grande distance, peut recevoir des messages.

Meshtastic est utilisé dans de nombreux pays à travers le monde. Les nœuds sont répartis de manière assez homogène, mais certains pays ont une concentration plus élevée de nœuds actifs. Les régions les plus développées actuellement sont :

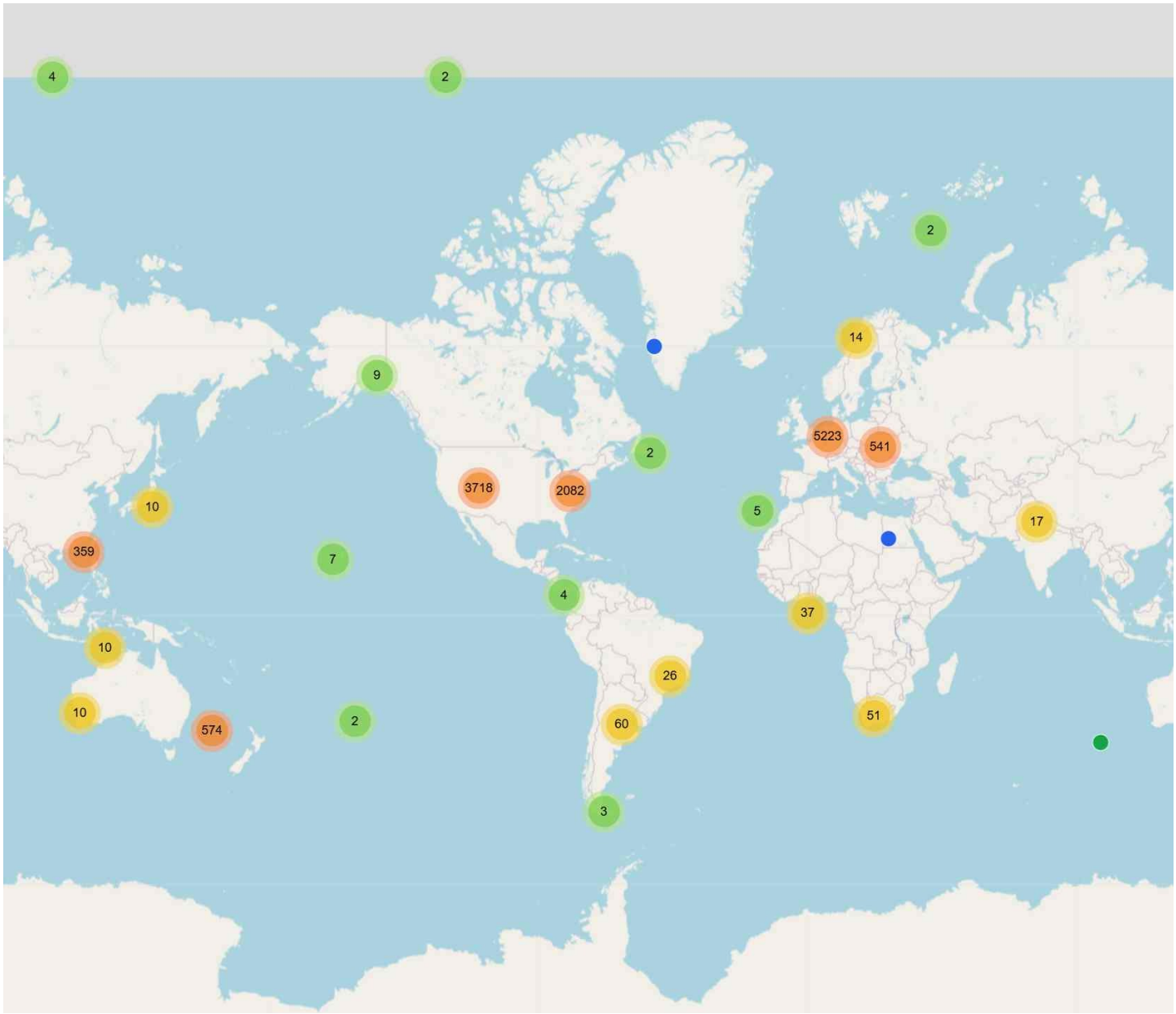
Les États-Unis : Les États-Unis ont une forte concentration de nœuds Meshtastic, en grande partie grâce à la communauté active de radioamateurs et de passionnés de technologies open-source.

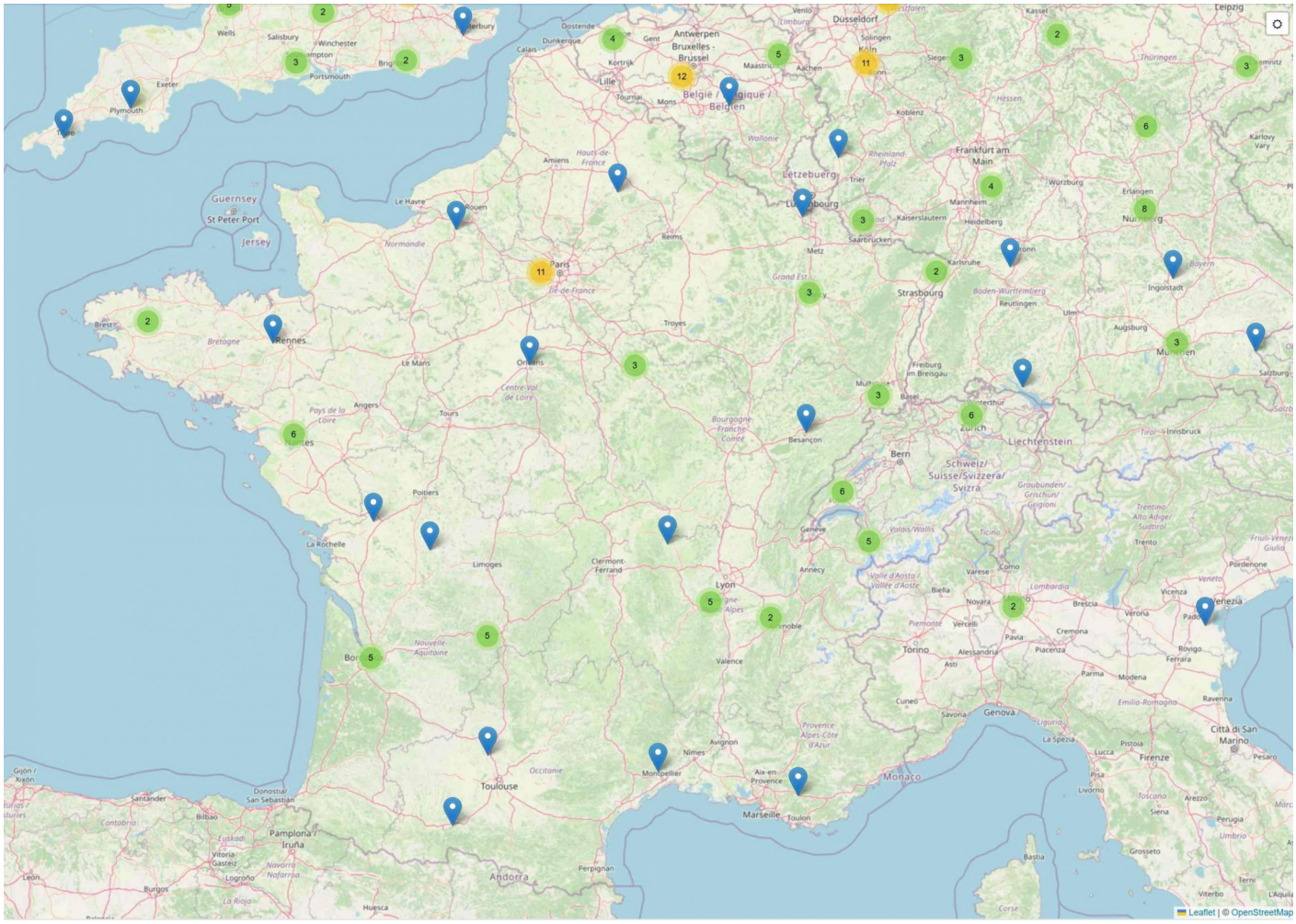
L'Europe : Plusieurs pays européens, notamment l'Allemagne, la France et le Royaume-Uni, ont également une présence significative de nœuds Meshtastic.

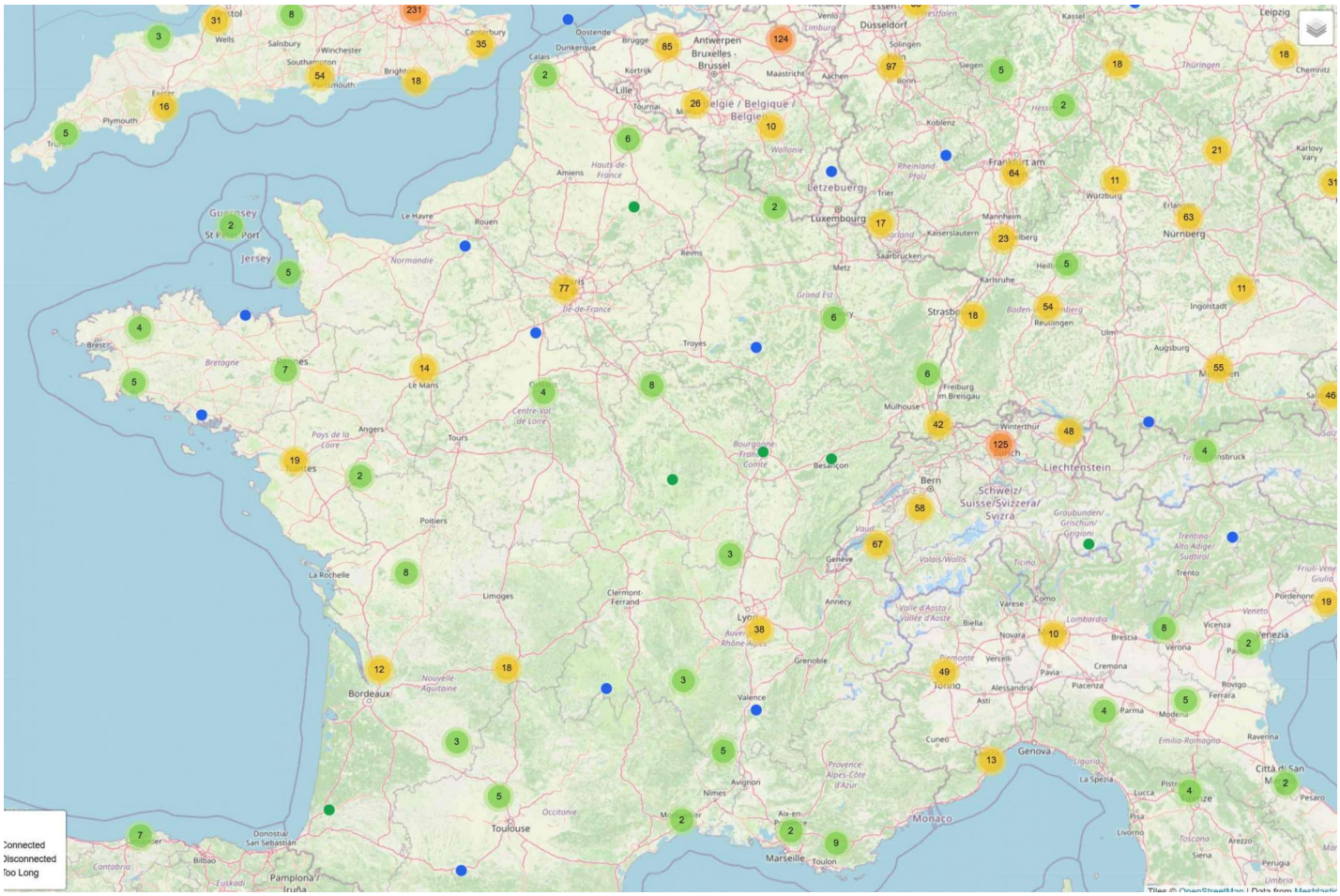
L'Australie : c'est un pays avec une communauté active, en particulier dans les régions éloignées où les communications hors réseau sont essentielles.

Les cartes Meshtastic

On peut suivre l'évolution du nombre de nœuds Meshtastic installés sur des cartes comme MeshMap - Meshtastic Node Map ou Meshtastic Map.


4
2
2
14
9
5223
541
2
3718
2082
10
5
17
359
7
4
37
10
26
10
574
2
60
51
3





On voit par exemple pour la France que le nombre de stations est différent selon la carte utilisée... Il y a encore un travail d'homogénéisation à faire... En plus je vais encore faire mon Papy Ronchon, mais les nœuds et leur

activité sont indiqués... par des couleurs ! Amis daltoniens bonjour ! Encore une fois l'inclusion a été un peu mise de côté.

De quoi ai-je besoin ?



Meshtastic s'appuie principalement sur des composants matériels facilement disponibles pour construire des dispositifs de communication maillée à longue portée. Les composants matériels de base comprennent généralement



Des cartes de développement ESP32 : Le logiciel Meshtastic est compatible avec les cartes de développement ESP32, qui sont souvent utilisées. L'ESP32 est un microcontrôleur à faible coût et à faible consommation d'énergie, avec des capacités Wi-Fi et Bluetooth intégrées.



Modules radio LoRa : Les modules radio à longue portée (LoRa) fournissent des capacités de communication sans fil pour les appareils Meshtastic. Ces modules fonctionnent selon le protocole LoRa, qui permet une communication à longue portée avec une faible consommation d'énergie. Les modules SX1276 et SX1278 sont des exemples de modules LoRa compatibles avec Meshtastic.

Modules GPS : Les modules GPS sont utilisés pour déterminer l'emplacement de l'appareil et permettre des fonctions telles que le suivi GPS et le partage de l'emplacement au sein du réseau Meshtastic.

Écrans d'affichage (en option) : Certains appareils Meshtastic intègrent des écrans d'affichage afin de fournir une interface utilisateur pour l'envoi de messages, la visualisation des messages reçus et l'accès à d'autres fonctionnalités.

Antennes : Les antennes sont essentielles pour transmettre et recevoir des signaux radio sur de longues distances. Des antennes externes ou intégrées peuvent être utilisées en fonction de la configuration spécifique du matériel.

Batterie : Les appareils Meshtastic étant souvent utilisés en extérieur, ils sont généralement alimentés par des batteries rechargeables (sur 12v voiture, panneaux solaires...) ou d'autres sources d'énergie portables afin d'assurer un fonctionnement prolongé sans dépendre du réseau électrique.

La modularité et la flexibilité de Meshtastic permettent aux utilisateurs de personnaliser leurs appareils en fonction de leurs besoins et de leurs préférences. En outre, la nature open-source du projet encourage l'expérimentation et le développement de variantes matérielles compatibles par la communauté.

Les bandes ISM (industrielle, scientifique et médicale)

Les bandes ISM (Industriel, Scientifique et Médical) sont des bandes de fréquences radio réservées à des usages industriels, scientifiques et médicaux, mais aussi pour des applications domestiques et similaires. Voici une vue d’ensemble des bandes ISM 433 MHz, 868 MHz et 2,4 GHz. **Meshtastic** utilise uniquement les **bandes 433 MHz et 868 MHz**. (source WIkipedia)

Attention, cette présentation est générale et il vous appartient de consulter la législation/réglementation locale pour vous assurer que votre installation est bien en conformité avec les obligations au lieu de mise en œuvre (fréquences, puissance, temps d'occupation...).

Bande ISM 433 MHz

Fréquence : 433,05 - 434,79 MHz. Puissance autorisée sans licence : Généralement limitée à 10 mW (10 dBm).

Utilisée principalement pour les télécommandes, les systèmes de sécurité, les capteurs sans fil et les dispositifs de télémétrie.

Bonne portée et pénétration à travers les obstacles mais Bande étroite, donc limitée en termes de débit de données.

Bande ISM 868 MHz

Fréquence : 868 - 870 MHz. Puissance autorisée sans licence : Jusqu'à 25 mW (14 dBm) pour la plupart des applications
Utilisée en Europe pour les réseaux de capteurs sans fil, les systèmes de sécurité, les dispositifs de télémétrie et les applications de maison intelligente (smarthome).

Elle connait moins de congestion par rapport à la bande 2,4 GHz, meilleure portée et pénétration par contre la limitation de puissance d'émission est très stricte en Europe.

Bande ISM 2,4 GHz

Fréquence : 2,4 - 2,5 GHz. Puissance autorisée sans licence : Jusqu'à 100 mW (20 dBm) pour les dispositifs Wi-Fi et Bluetooth2.

Très utilisée pour le Wi-Fi le Bluetooth, les fours à micro-ondes, les téléphones sans fil et les dispositifs de domotique.
Elle a une large bande passante, permettant des débits de données élevés par contre en milieu urbain elle est très congestionnée, il y a des risques interférences possibles avec d'autres dispositifs utilisant la même bande.

C'est quoi LoRa ?

Nous avons vu que Meshtastic utilise des radio LoRa. Il est intéressant de savoir comment fonctionnent ces radio.

LoRa (abréviation de "**Long Range**") est une technologie de modulation par étalement de spectre dérivée de la technologie CSS (chirp spread spectrum). Développée par Semtech, LoRa est devenue la plateforme sans fil préférée pour l'Internet des objets (IoT) et les applications machine-to-machine (M2M).

Caractéristiques de LoRa

- **Grande portée :** LoRa permet des communications à longue portée, pouvant atteindre plusieurs kilomètres en milieu urbain et jusqu'à 15 km en milieu rural.
- **Faible Consommation d'Énergie :** Les dispositifs utilisant LoRa sont conçus pour consommer très peu d'énergie, ce qui permet une autonomie de plusieurs années sur batterie (télérelève de compteurs de gaz, eau, électricité...)
- **Utilisation des Bandes ISM :** LoRa utilise les bandes de fréquences ISM (Industriel, Scientifique et Médical) qui sont libres de licence, telles que 433 MHz, 868 MHz et 915 MHz.
- **Modulation CSS :** La modulation par étalement de spectre chirp permet une meilleure résistance aux interférences et une meilleure sensibilité du récepteur.

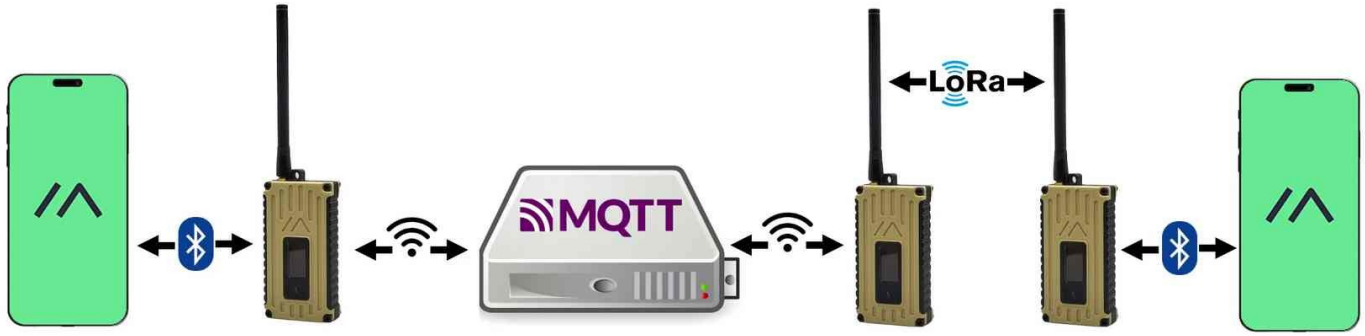
LoRaWAN

LoRaWAN (**Long Range Wide Area Network**) est un protocole de communication basé sur la technologie LoRa. Il définit comment les dispositifs IoT communiquent avec les passerelles et les serveurs.

Lorawan permet de créer des réseaux LoRa locaux autour d'une passerelle (gateway) mais aussi de relier les réseaux locaux à des serveurs qui centralisent les informations. Les opérateurs en France sont Orange et Objenious (filiale de Bouygues Telecom). Il existe également TTN (The Things Network) qui est un réseau LoRaWAN communautaire et open source pour l'Internet des Objets (IoT). Il s'agit d'une initiative mondiale qui permet aux particuliers, entreprises, universités et autres organisations de déployer et d'utiliser des réseaux LoRaWAN de manière collaborative.

Meshtastic n'utilise que la partie LoRa de cette technologie. LoRaWAN n'intervient pas en Meshtastic.

Le protocole MQTT



Dans la conception de Meshtastic, le protocole MQTT est utilisé pour relier les réseaux locaux créés avec LoRa. MQTT permet alors d'échanger des messages entre ces différents réseaux.

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) est un protocole de messagerie léger basé sur un modèle de publication/abonnement, conçu à l'origine spécifiquement pour les applications IoT (Internet des Objets) dans des environnements à faible bande passante et réseaux instables. Il permet des services de messagerie en temps réel fiables pour les dispositifs connectés au réseau avec un minimum de code

Utilisation de MQTT dans Meshtastic

Bridger (relier) des Réseaux :

- **Connexion des Réseaux Maillés :** MQTT permet de connecter des réseaux Meshtastic situés à des distances trop importantes pour que la liaison radio soit possible. Cette liaison au-delà de la portée de LoRa, utilise un broker MQTT. Cela permet de créer un réseau global en reliant plusieurs réseaux locaux.
- **Serveur Public ou Privé :** Les utilisateurs peuvent se connecter au serveur MQTT public de Meshtastic ou configurer leur propre serveur MQTT privé pour une sécurité et un contrôle accrus.

Communication avec Internet :

- **Transmission des Paquets :** Les dispositifs Meshtastic peuvent transmettre des paquets via MQTT lorsqu'ils sont connectés à Internet par Wi-Fi ou Ethernet. Cela permet aux utilisateurs du réseau local de communiquer avec des utilisateurs sur Internet.
- **Intégration avec des Logiciels de Maison Intelligente :** Les paquets peuvent être émis ou reçus directement dans des logiciels de contrôle de maison intelligente comme Home Assistant, en utilisant des messages JSON.

Surveillance et Gestion :

- **Rapports de Position sur Carte :** Les nœuds peuvent envoyer des rapports de position périodiques au serveur MQTT pour être **affichés sur des cartes en ligne**.

- **Statut des Dispositifs :** Chaque dispositif connecté à MQTT publie son état (en ligne/hors ligne) et d’autres informations pertinentes.

Il est possible de créer son propre serveur de MQTT ou d'utiliser le serveur communautaire. Le fait de transmettre les messages par Internet repose à nouveau sur le fait que le réseau Internet fonctionne encore.