



◻ MESH CORE

LoRa & réseaux maillés au service de la communication citoyenne

Panorama technique — LoRa · Meshtastic · MeshCore · Gaulix

Communication résiliente, hors réseau, longue portée

Ce que nous allons couvrir

01

La technologie LoRa

Radio longue portée, bas débit, sub-GHz

02

Le maillage LoRa

Du réseau en étoile au réseau maillé

03

Meshtastic

Routage par inondation gérée

04

MeshCore

Routage hybride « flood-then-direct »

05

MeshCore vs Meshtastic

Sauts, inondation, passage à l'échelle

06

Rôles & paramètres MeshCore

Companion, relais, room server, capteur

07

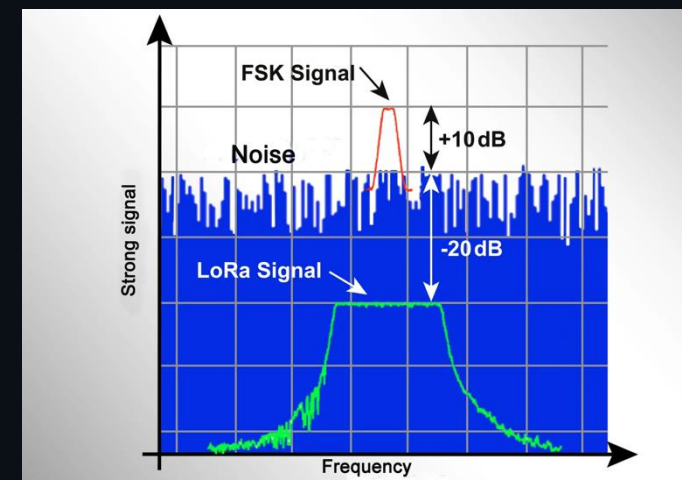
Gaulix

Harmonisation nationale et débats

LoRa : longue portée, très basse consommation

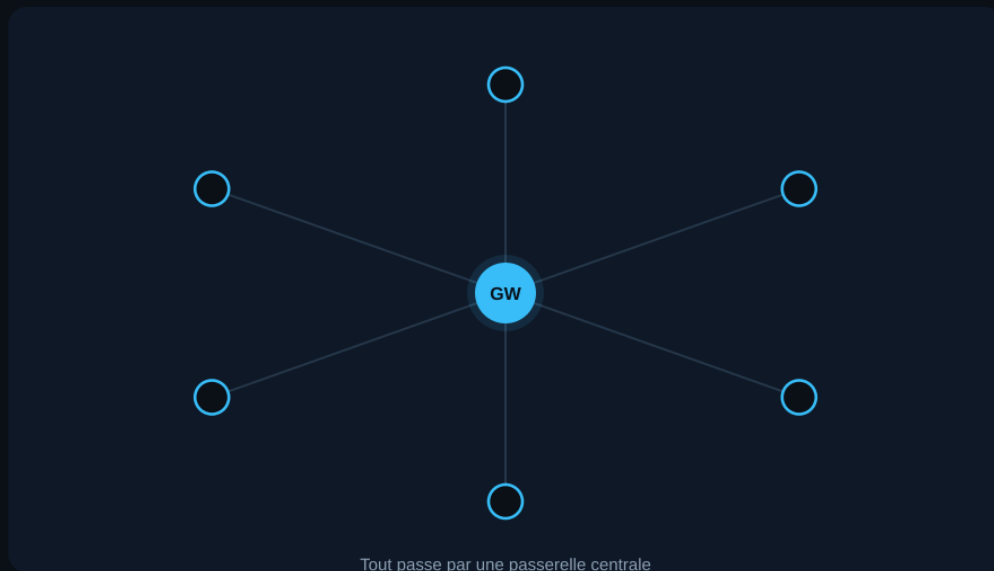
- ❖ **Modulation CSS.** « Chirp Spread Spectrum » : des balayages de fréquence robustes au bruit et aux interférences.
- ❖ **Bandes sub-GHz libres.** 868 MHz (Europe), 915 MHz (US)
→ 433Mhz (peu utilisé)
- ❖ **Portée kilométrique.** Plusieurs km en zone urbaine, dizaines de km en dégagé, pour quelques mW.
- ❖ **Bas débit assumé.** ~0,3 à 27 kbit/s : idéal pour de courts messages, pas pour la voix ou la vidéo.
- ❖ **Compromis SF / portée.** Le facteur d'étalement (SF) arbitre entre portée, débit et temps d'antenne.

LoRa ≠ LoRaWAN : LoRa est la couche radio ; LoRaWAN et les réseaux maillés sont des usages bâtis dessus.



De l'étoile au maillé : pourquoi mailler ?

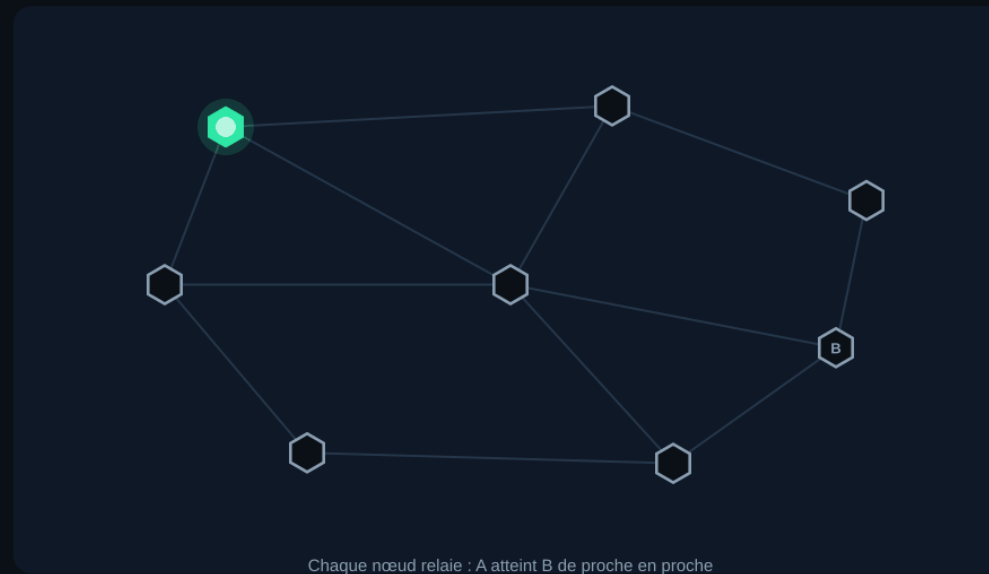
LoRaWAN — étoile



LoRaWAN — étoile

Nœuds → passerelle → Internet. Simple et éprouvé, mais dépend d'une infrastructure et d'une couverture centralisées.

LoRa mesh — maillé



LoRa mesh — maillé

Chaque nœud relaie ses voisins. Pas de serveur ni d'opérateur : le réseau s'auto-organise et résiste aux pannes.

Meshtastic : le pionnier grand public

- ⬡ **Écosystème mûr.** Firmware open-source, apps mobiles, large communauté et matériel abordable (ESP32, nRF52).
- ⬡ **Inondation gérée.** Chaque nœud rebroadcast (rediffuse) les paquets, il écoute d'abord et s'abstient si un voisin l'a déjà fait.
- ⬡ **Orienté diffusion.** La majorité du trafic est du broadcast de canal. Simple et sans découverte de route.
→ Réseau TRES bavard (télémétrie: GPS, capteurs, NodeInfo, NeighborInfo, ...)
- ⬡ **Limite de sauts basse.** Hop limit par défaut à 3, maximum 7

En bref

- + Robuste et « plug-and-play »
- + Grande communauté & apps
- + Excellent pour la diffusion locale
- Airtime qui grimpe avec la densité (⚠ duty cycle 10%)
- Max 3 sauts : portée réseau limitée
- Relais permanent = conso batterie

Duty cycle : le temps de parole limité

Les bandes 868/869 MHz sont libres mais partagées : la loi limite le temps d'émission par heure.

1 %

36 s / heure

868,0 – 868,6 MHz · 25 mW

10 %

6 min / heure (360 s)

869,4 – 869,65 MHz · jusqu'à 500 mW

📶 MeshCore EU (869,618 MHz) est dans cette sous-bande.

⚠ **Budget compté PAR NCEUD.** Avec l'inondation, chaque relais dépense le sien pour rediffuser : un réseau dense sature donc bien avant ce maximum théorique. C'est tout l'intérêt de la 869,618 MHz (10 %) et du routage économe de MeshCore.

Message court (~40 o)	Airtime	à 1 %	à 10 %
Long Fast SF11 · BW250 · 4/5	~0,56 s	~64 /h	~640 /h
Long Moderate SF11 · BW125 · 4/8	~1,64 s	~22 /h	~220 /h

Estimation pour un message ~40 octets (en-tête compris). Long Moderate ≈ 3× moins de messages que Long Fast.

Les presets radio

Un preset = un couple bande passante (BW) + facteur d'étalement (SF). Il fixe le compromis portée $\rightleftharpoons$ débit, plus on va loin, plus c'est lent.

Preset	BW	SF	Débit $\approx$	Portée
Short Turbo	500 kHz	7	21,9 kbit/s	courte –
Short Fast	250 kHz	7	10,9 kbit/s	courte
Short Slow	250 kHz	8	6,25 kbit/s	courte
Medium Fast	250 kHz	9	3,52 kbit/s	moyenne
Medium Slow	250 kHz	10	1,95 kbit/s	moyenne
Long Fast ★	250 kHz	11	1,07 kbit/s	longue
Long Moderate ◆	125 kHz	11	0,34 kbit/s	longue +
Long Slow	125 kHz	12	0,18 kbit/s	maximale

Short Turbo (500 kHz) est interdit en Europe (868 MHz, canal trop large). L'ancien « Very Long Slow » (62,5 kHz) a été retiré.

Le compromis



Court · rapide
débit élevé, portée courte, moins d'occupation sur l'air.

Long · lent
portée maximale, débit faible, + de temps d'antenne

★ **Long Fast** — le défaut, « standard » de la communauté.

◆ **Long Moderate** — le preset retenu par Gaulix.

⚙ **Même preset obligatoire pour que deux nœuds se parlent.**

MeshCore : le maillage routé et économe

- ⬡ **Nouveau Protocole (2025):** Matériel identique à Meshtastic : combine inondation et routage par la source.
- ⬡ **« Flood-then-direct »:** 1er contact par inondation et l'accusé de réception mémorise la chaîne exacte de relais.
- ⬡ **Rôles séparés.:** Les terminaux ne relaient pas : seuls les relais dédiés le font
→ batterie préservée, réseau moins sollicité
- ⬡ **Passage à l'échelle:** L'airtime reste quasi plat quand le réseau grandit
→ jusqu'à 64 sauts.

En bref

- + Rôles clairs (Companion, Repeater, Room Server, Sensor)
- + Routage intelligent
- + Excellent pour la diffusion départementale, régionale voir nationale
- + Jusqu'à 64 sauts
- Projet jeune (fin 2024/début 2025) : communauté et écosystème plus petits
- Moins de matériel et de tutos « prêts à l'emploi » pour l'instant
- App mobile pas encore à la hauteur de Meshtastic

Inondation vs route connue

Meshtastic — inondation



Chaque nœud rediffuse à tous ses voisins — l'air se sature

Meshtastic — inondation

Le paquet se propage à tous les nœuds, à chaque envoi. Simple et auto-cicatrisant, mais l'occupation de l'air croît avec le trafic et la densité.

Jusqu'à 7 sauts, 3 par défaut

MeshCore — route connue



Le message suit uniquement le chemin mémorisé (S → destination)

MeshCore — route connue

Après découverte, les messages suivent uniquement le chemin mémorisé (routage par la source). Si la route casse après 3 tentatives, MeshCore réinonde.

Jusqu'à 64 sauts

En chiffres : ce qui les sépare

64

sauts max — MeshCore

vs 3 (voir 7) sauts maximum côté Meshtastic

≈ plat

airtime à grande échelle

MeshCore ne s'effondre pas quand le réseau grandit

0

relais par les terminaux

Les Companion n'émettent pas pour les autres*

À retenir

Meshtastic privilégie la simplicité et la diffusion locale

MeshCore privilégie l'efficacité, la portée réseau et le passage à l'échelle grâce au routage.

Deux philosophies pour deux usages mais l'un n'est pas « meilleur » que l'autre.

Les rôles : chacun sa fonction



Companion

Client

Terminal de l'utilisateur, relié à un téléphone (BLE/USB/Wi-Fi). Émet et reçoit, ne relaie jamais.



Repeater

Relais

Nœud d'infrastructure en hauteur. Sa seule mission : relayer les paquets et étendre la couverture.



Room Server

Serveur de salon

Messagerie « tableau d'affichage » : stocke et redistribue jusqu'à 32 messages non lus (store-and-forward).



Sensor

Objet / capteur

Nœud télémétrie (ex. BME280) qui publie des mesures sur le mesh. L'IoT du réseau.

Les paramètres clés

Fréquence

869.618 MHz (EU) · 915 MHz (US) · 433 MHz (rare)

Bande passante (BW)

62,5 kHz recommandée

Facteur d'étalement (SF)

SF8 par défaut — arbitre portée / débit

Coding rate (CR)

CR5 (4/8)

Puissance TX

Selon la réglementation locale

Adverts

Zéro-saut (local) ou flood : relais ~toutes les 12 h

○ À noter : un preset Meshtastic (Long Fast, Long Moderate...) = un couple BW + SF + CR figé. MeshCore règle chaque paramètre à la carte mais tout le réseau doit partager les mêmes valeurs pour se parler.

Taille du hash du chemin : firmware v1.14+

Le « path hash » identifie chaque relais du chemin en tronquant sa clé. Sa taille arbitre entre l'unicité des identifiants et le nombre de sauts possibles.

1

254 identifiants

max 64 sauts · défaut

2

65 536 identifiants

max 32 sauts · recommandé

3

16 M identifiants

max 21 sauts

Moins de doublons

Au-delà de ~30–40 relais, les hash 1 octet entrent en collision : routage erroné et messages en double. Passer à 2 octets réduit fortement ce risque de doublon.

Rétrocompatible

Un nœud v1.14+ qui garde le réglage par défaut reste compatible : les relais v1.14+ retransmettent les 3 tailles, quel que soit leur propre réglage.

À surveiller

Les firmwares < v1.14 ne gèrent que 1 octet et ignorent silencieusement les trames plus grandes. Mettez à jour tous les relais et companions du chemin avant de passer en multi-octets.

Règles de région (region scope)

On peut restreindre la portée des paquets « flood » à une région. Le scope se règle à l'émission (companion) ; le filtrage s'applique au relayage (relais).

Companion — à l'émission

Client

Définit le Default Region Scope (ex. « fr »). Limite ce que J'ÉMETS : mes paquets flood ne sont relayés que par les relais autorisant « fr »
→ propagation géographiquement contenue, moins de congestion.

Repeater — au relayage

Relais

Filtre à la retransmission : il ne relaie pas un paquet scopé si sa config ne contient pas la région correspondante. Sans région définie, il ne relaie que le trafic non scope (*).

★ Laissez « * » sur les relais . Pourquoi ?

« * » = **région nulle** = **comportement historique** (pas de restriction). Un relais en « * » retransmet tout y compris les paquets non scopés et ceux d'autres régions : il préserve la rétrocompatibilité et évite de fragmenter le réseau pendant le déploiement de nouveaux nœuds et relais.
En pratique : **on scope côté companion, on garde les relais ouverts.**

Messagerie & chiffrement

Trois façons d'échanger + salon messagerie



Message direct

≈ une lettre sous enveloppe scellée

À une seule personne. Le message est fermé avec « sa serrure » à elle : elle seule peut l'ouvrir. Personne d'autre ne peut le lire.

Privé, de bout en bout.



Groupe public

≈ un talkie-walkie ouvert

Un canal dont la « clé » est connue de tous. Chacun peut écouter et parler. Diffusé en direct à tous ceux à portée.

Ouvert — sans serveur.



Groupe privé

≈ un talkie-walkie privé

Le même principe, mais avec une clé secrète partagée seulement avec vos membres. Les autres n'entendent rien. Toujours en direct.

Fermé — rien n'est stocké.

⚠ « **Groupe privé** » ≠ « **Room** » : le groupe privé diffuse en direct (rien n'est gardé) ; une Room est un **serveur** qui stocke les messages et vous les redonne à la connexion, avec mot de passe (voir la slide Rôles).

✓ Tout est brouillé et scellé : le voisin curieux ne peut ni lire, ni modifier sans que ça se voie.

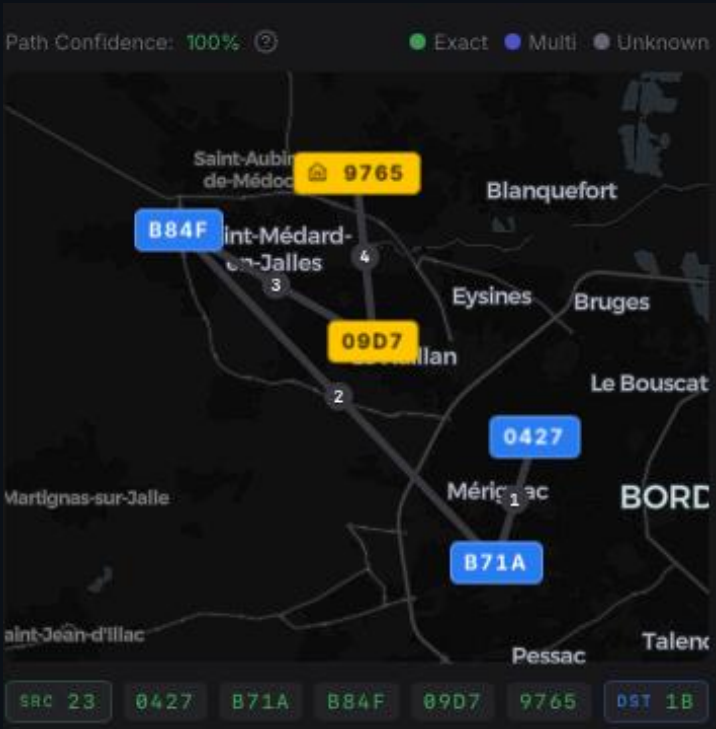
✗ Pas un coffre-fort militaire : pour un secret vraiment sensible, ajoutez votre propre protection logicielle.

Carte

Couverture d'environ 15Km entre St Médard et Mérignac (instable)

Exemple de chemin

0427: FR33BORD-SH5 (0427e0f4c1...) → 33MERI_F6DZT_REP_SOLAR → 33SMDA Picot → 33HAIL-F4IGA-R → 33LTAI-F4HLV



CONTACTS



COMPANIONS

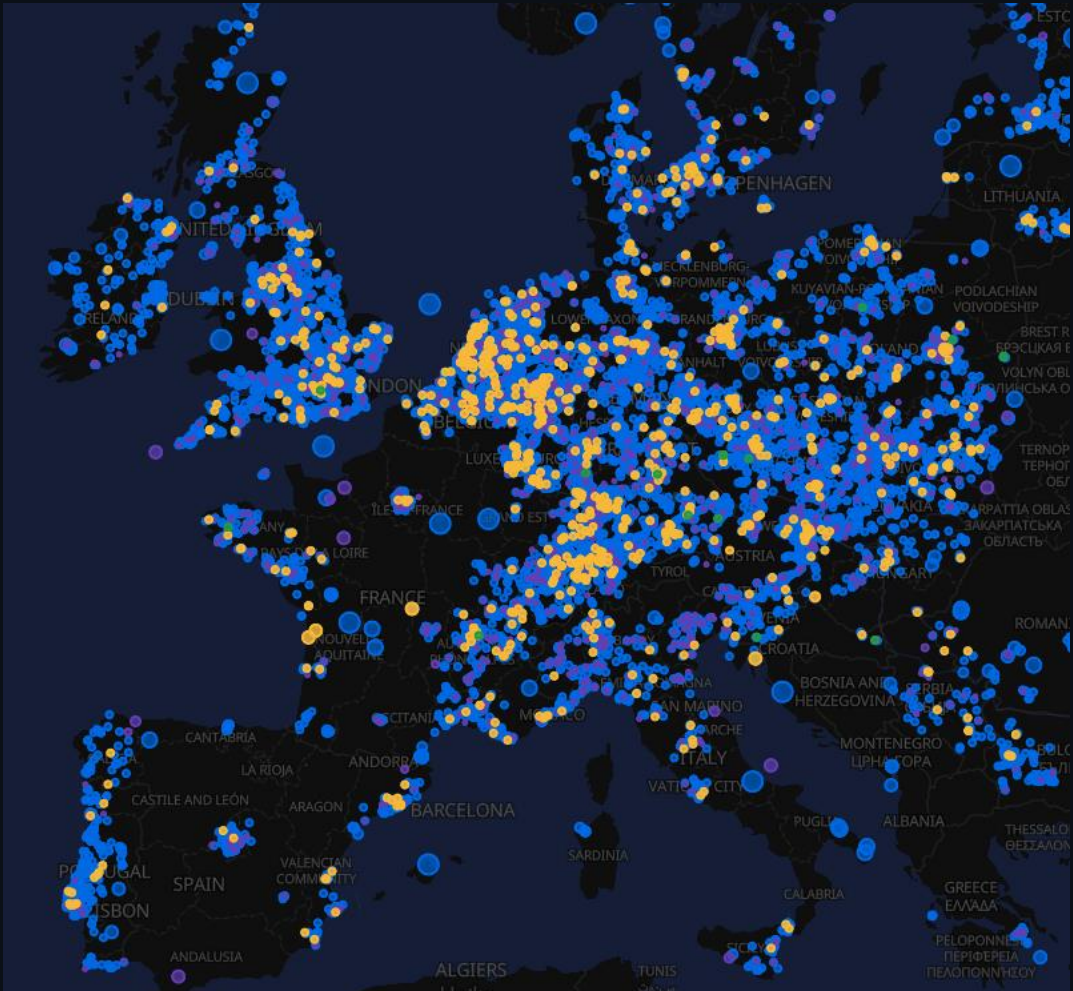
49

ROOM SERVERS

13

REPEATERS

289



Gaulix : harmoniser... ou dénaturer le mesh ?

- ❏ **Un réseau citoyen national.** Communauté née dans le sillage de Meshtastic, visant un maillage résilient couvrant toute la France.
- ❏ **Des paramètres imposés.** Preset « Long Moderate » (au lieu de Long Fast) et 3 canaux nationaux : Fr_BlaBla, Fr_Balise, Fr_EMCOM.
Le choix du preset peut être pertinent 👍 Meshtastic envisage de remplacer LongFast par défaut dans une future version majeur.
- ❏ **Ce qui divise.** Changer les réglages de base en profondeur brise l'interopérabilité avec le Meshtastic « standard ».
- ❏ **Le débat de fond.** Cohésion nationale et résilience collective vs liberté individuelle et compatibilité mondiale.
- ❏ **Scanner.** Meshtastic a ajouté la possibilité de rechercher les nœuds avec des presets différents autour de soi.
Gaulix casse cette fonction en remplaçant la fréquence de base.

Gaulix vs Meshtastic — deux réseaux séparés



Nœuds sur presets, fréquences et slots différents = incompatibles.
Choisir Gaulix, c'est prendre le risque de se retrouver isolé (chez soi ou en déplacement)

À quoi ça sert ?

Communiquer sans réseau, sans abonnement et sans infrastructure sur de longues distances.

Urgence & résilience

Coupures réseau, tempêtes, inondations : communiquer quand la 4G et l'électricité tombent. → Journée Nationale de la Résilience.

Plein air & montagne

Randonnée, camping, ski, VTT, 4x4 : rester en contact et partager sa position hors de toute couverture.

Zones blanches & mer

Campagne isolée, littoral, voile : là où il n'y a tout simplement pas de réseau cellulaire.

Événements & foules

Festivals, courses, rassemblements : le réseau se renforce avec le monde, là où la 4G sature.

Communauté & citoyen

Quartier, associations : coordination, points de rendez-vous, demandes d'aide diffusées à tous.

IoT & capteurs

Stations météo, capteurs agricoles, télémétrie environnementale relevés sur de longues distances.

🔔 **À garder en tête** : texte et position, pas de voix ni vidéo (débit trop faible). C'est fait pour des messages courts, fiables et très longue portée.

Quel réseau pour quel besoin ?

Meshtastic

Démarrer vite, diffusion locale, communauté et matériel accessibles. Idéal pour découvrir et pour de petits groupes.

-  Camping
-  Randonnée

MeshCore

Réseau plus grand, plus dense, plus économe en énergie. Rôles séparés et routage pour tenir la charge et la portée.

-  Configuration unique
-  Possibilité de limiter par région ou département
-  Communication sans relais possible !

Gaulix (Meshtastic)

S'insérer dans un maillage citoyen national harmonisé au prix d'une interopérabilité réduite.

- FR Made in France
-  Réseau optimisé mais cloisonné !

Ces réseaux sont complémentaires : le bon choix dépend de la couverture visée, de la densité et du niveau de résilience recherché.



Merci

Des questions ? Passons à la démonstration.

Pour aller plus loin

MeshCore github.com/meshcore-dev/MeshCore · config.meshcore.io

Meshtastic meshtastic.org — firmware, apps et documentation

Gaulix gaulix.fr — le réseau maillé citoyen francophone