

Compte rendu première réunion MESHCORE au Radio Club F6KPW de Saint-Jean d'Ilac le 29 septembre 2026.

Participants — 17 personnes

Statut	Indicatif	Prénom	Rôle
Radioamateur	F4HLV	Vincent	 Intervenant
Radioamateur	F5NNN	Éric	Participant
Radioamateur	F4HOS	Nicolas	Participant
Radioamateur	F4LJZ	Christian	Participant
Radioamateur	F5GLJ	Michel	Participant
Radioamateur	F6BKI	Jacques	Participant
Radioamateur	F4AJK	Guillaume	Participant
Radioamateur	F4LCV	Michel	Participant
Radioamateur	F1AFT	Bernard	Participant
Radioamateur	F1TWT	Laurent	Participant
Radioamateur	F5OZF	Michel	Participant
Radioamateur	F6DZT	Pierre	Participant
Amateur radio	—	Olivier	 Intervenant
Amateur radio	—	Henri	 Intervenant
Amateur radio	—	Philippe – Pau	Participant
Amateur radio	—	Johan	Participant
Amateur radio	F11OVF	Daniel	Participant

Intervenant Vincent F4HLV

1. Introduction : pourquoi trois technologies, et non une compétition

Trois noms reviennent souvent quand on parle de réseaux radio citoyens en 868 MHz : MeshTastic, Gaulix et MeshCore. Il ne s'agit pas de solutions concurrentes mais complémentaires : aucune n'est objectivement « meilleure » qu'une autre, chacune correspond à des cas d'usage différents. Pour bien comprendre le sujet, il faut d'abord expliquer ce qu'est la technologie LoRa elle-même, puis passer en revue les paramètres techniques communs, avant de se concentrer plus particulièrement sur MeshCore.

2. La technologie LoRa

LoRa (Long Range) est une technologie de modulation radio à étalement de spectre (CSS — Chirp Spread Spectrum). Sa particularité est de permettre de décoder un signal noyé dans le bruit. Alors qu'il faut normalement un signal supérieur d'environ 10 dB au niveau de bruit pour être entendu (l'analogie donnée est celle d'un restaurant bruyant où il faut élever la voix pour se faire comprendre), LoRa permet de décoder un signal jusqu'à -20 dB, c'est-à-dire environ 100 fois plus faible que le bruit ambiant. C'est tout l'attrait de cette technologie.

En contrepartie, le débit est très faible. Il n'est pas question d'envoyer des images ou de la vidéo : LoRa est prévu pour du texte et de la télémétrie (positions GPS, données de capteurs). Il existe des projets expérimentaux de transmission de voix compressée, mais cela reste marginal et nécessite un traitement logiciel du signal.

Les réglages LoRa reposent sur un compromis entre vitesse et portée/couverture : plus on répète un message pour qu'il soit décodable dans le bruit, plus le temps d'émission est long, mais plus la portée est grande.

En termes de portée : en centre-ville, on compte de l'ordre de quelques kilomètres ; en zone dégagée, plusieurs dizaines de kilomètres sont atteignables facilement ; et dans certains phénomènes de propagation exceptionnels, des liaisons vers d'autres pays peuvent ponctuellement se produire (mais cela reste très éphémère).

3. Historique : du LoRa en étoile au réseau maillé

Historiquement, le LoRa a d'abord été utilisé pour l'internet des objets, avec des opérateurs comme Sigfox proposant une architecture en étoile : des particuliers ou professionnels louaient une partie d'une installation « point haut » (par exemple sur les pylônes de TDF) et tous les objets connectés remontaient vers ce point unique relié à Internet.

Le problème de cette architecture en étoile, comme pour les réseaux télécom classiques (opérateurs mobiles), est qu'elle crée des points de défaillance uniques (SPOF — Single Point of Failure). Si le relais tombe (et les relais opérateurs n'ont souvent qu'une autonomie électrique de secours de 15 à 30 minutes), tous les terminaux alentour perdent la communication.

C'est là qu'intervient le concept de réseau maillé (mesh) : si un nœud ou un relais tombe, et à condition qu'il y ait suffisamment de nœuds aux alentours, le réseau peut trouver un chemin alternatif pour faire passer les messages. On peut comparer ce principe de résilience avec des réserves, car il ne s'agit pas de la 5G commerciale au concept de réseau distribué où les relais communiquent entre eux plutôt que de dépendre d'un système centralisé.

Cette résilience est particulièrement recherchée face aux aléas climatiques, où le premier réflexe des secours est justement de rétablir un système de communication (exemple des pompiers qui déploient des réseaux mobiles temporaires).

4. MeshTastic

MeshTastic est présenté comme le firmware open source historique, le premier sorti, aujourd'hui le plus développé et probablement le plus utilisé.

Principe : chaque nœud ou relais répète le message des autres. Cela convient bien à une petite communauté (camping, commune), mais pose un problème de passage à l'échelle : plus il y a de nœuds, plus ils se répètent entre eux, ce qui sature le réseau (phénomène de congestion).

Fréquence et cycle d'antenne : la bande utilisée est le 868 MHz, une bande publique mais partagée, où chaque émetteur n'a le droit d'occuper qu'une fraction du temps d'antenne (le fameux « duty cycle », 10 % sur une heure). Si trop de nœuds et de relais émettent, on sature rapidement ce temps disponible, avec des cas extrêmes dans certaines villes très équipées où l'on ne peut plus envoyer de message.

Bavardage du protocole : MeshTastic est un protocole très « bavard » beaucoup de télémétrie, positions GPS envoyées régulièrement, informations de capteurs. Cela ajoute à la charge du réseau.

Sauts (hops) : par défaut, un message peut être répété 3 fois (3 sauts), avec la possibilité de monter jusqu'à 7 sauts, bien que ce réglage soit déconseillé par la communauté car il alourdit encore la charge réseau.

Vitesse d'émission : un message classique met entre 1 et 3 secondes à être envoyé selon les paramètres, ce qui peut vite saturer le temps disponible.

Bandes de fréquence en Europe : il existe deux plans de bande partagés ; celui utilisé en pratique est autour de 869,4 MHz, avec une limite de puissance de 500 mW et un temps d'antenne de 10 %.

Réglages LongFast / LongMod : par défaut, MeshTastic utilise le réglage « Long Fast », qui permet d'envoyer les messages plus rapidement (jusqu'à environ 640 messages par heure selon la taille des messages).

Gaulix, de son côté, utilise le réglage « Long Moderate », qui va plus loin en portée mais réduit le débit à

environ un tiers (soit ~213 messages/heure), pour des messages courts (de l'ordre de 40 octets, à comparer aux ~150 caractères d'un SMS).

Accusés de réception (ACK) : lors de l'envoi d'un message direct à un utilisateur, un accusé de réception (ACK) est renvoyé, ce qui consomme du trafic supplémentaire. Pour les messages de groupe, il n'y a pas de confirmation de réception généralisée ; seul le premier relais qui entend le message envoie une confirmation.

Absence de séparation de rôles stricte : contrairement à MeshCore, tous les nœuds MeshTastic font systématiquement du « mesh » (répétition), ce qui peut créer un trafic dense et désordonné, notamment dans les grands groupes.

Paramètres réglables : l'utilisateur peut jouer sur le facteur d'étalement (SF), qui détermine combien de fois le message est répété pour être décodé dans le bruit, plus on répète, plus le temps d'émission est long, mais meilleure est la portée.

5. MeshCore

MeshCore est un projet plus jeune : ses débuts remontent à fin 2024, avec une sortie publique fin 2025.

Différence de principe avec MeshTastic : MeshTastic fonctionne par inondation (« flood »), chaque message est envoyé à tout le monde, qui le répète. MeshCore pratique la même chose uniquement lors du tout premier contact avec un correspondant : ensuite, il apprend la route à utiliser et crée une destination pour les échanges suivants, ce qui réduit fortement le trafic de répétition.

Quatre grandes familles de rôles : compagnons (companions), répéteurs, capteurs, et salles de messagerie / room servers (contre de nombreux rôles possibles et plus complexes à choisir sous MeshTastic : routeurs, répéteurs, clients, trackers...).

Portée en nombre de sauts : MeshCore peut aller jusqu'à 64 sauts, contre 3 (voire 7) pour MeshTastic, ce qui permet de couvrir des distances bien plus importantes sans provoquer les phénomènes de congestion évoqués plus haut.

Complémentarité : l'idéal serait de combiner les deux, parler en local avec MeshTastic, et couvrir de plus grandes distances avec MeshCore, mais ce sont deux philosophies différentes.

Télémétrie sur demande plutôt qu'automatique : c'est la différence majeure en matière de charge réseau. Sous MeshTastic, un client peut être configuré pour envoyer automatiquement sa position toutes les X secondes, ce qui peut à lui seul saturer le réseau si mal paramétré. Sous MeshCore, c'est l'inverse : on interroge le nœud distant à la demande (« quelle est ta position ? »), ce qui limite fortement l'occupation du canal. Seuls les relais envoient une annonce périodique (par défaut toutes les 12 heures, réglable), et cette fréquence d'annonce a très peu d'impact sur l'occupation globale même quand le réseau grandit.

Répéteurs vs compagnons : par défaut, les compagnons (terminaux utilisateurs) ne relaient pas les messages des autres, contrairement à MeshTastic où tous les nœuds font du mesh. Une fonctionnalité récente, demandée par la communauté, permet toutefois de déclarer un nœud compagnon en tant que répéteur temporaire, utile par exemple pour un usage embarqué en voiture, sans avoir à transporter une antenne dédiée.

Pas de gestion native des capteurs : à la différence de MeshTastic, dont le firmware intègre nativement de nombreux capteurs (par exemple un capteur à ultrasons pour mesurer le niveau d'une cuve d'eau), MeshCore reste concentré sur la communication texte. Il est possible de faire remonter de la télémétrie via

MeshCore, mais ce n'est pas prévu nativement dans le firmware officiel téléchargeable, il faut recompiler soi-même.

Room servers (salles de messagerie) : rôle supplémentaire qui permet de stocker des messages. Si un utilisateur n'est pas à portée du réseau au moment de l'émission, il peut ensuite se connecter au room server dès qu'il est à portée pour récupérer les messages laissés (32 derniers messages conservés). Une room peut être publique (sans mot de passe, accès libre en lecture/écriture) ou privée (protégée par mot de passe, cas plus rare). Cela permet, en cas de crise, de laisser des messages importants pour des personnes qui reviendront plus tard dans la zone de couverture. Techniquement, un room server peut aussi cumuler la fonction de répéteur, mais cela pose un problème : il n'est alors pas identifié comme répéteur dans le calcul du chemin des messages, ce qui crée un « trou » dans le suivi des routes. Il est donc recommandé de séparer les deux fonctions.

Philosophie 100 % radio : contrairement à MeshTastic, qui utilise beaucoup de passerelles Internet (via MQTT), MeshCore privilégie une philosophie 100 % radio, avec très peu de recours à des passerelles Internet.

6. Aspects communautaires et gouvernance du projet MeshCore

Le firmware qui tourne sur les compagnons et répéteurs MeshCore est open source (licence de type MIT), ce qui permet une reprise du code par n'importe qui, y compris à des fins commerciales. En revanche, l'application officielle MeshCore n'est pas open source : elle est développée par une personne qui souhaite pour l'instant garder le contrôle du projet pour le faire avancer à son rythme, sans avoir à gérer une multitude de demandes communautaires. En parallèle, des applications alternatives open source existent, comme MeshCore Open, et d'autres sont en préparation.

Un épisode a marqué le projet : une personne basée au Royaume-Uni, qui avait participé à la partie applicative (mais pas au développement du firmware), a tenté de tirer profit commercial de la technologie en essayant de racheter le nom de marque et le site mechcore.co.uk, ainsi que la chaîne YouTube associée, sans que les développeurs originaux ne possèdent ces actifs. Une levée de fonds communautaire (environ 40 000 dollars) a permis de payer les frais d'avocats et de migrer le projet vers un nouveau nom de domaine officiel, mechcore.io. Cette personne aurait par ailleurs largement utilisé l'intelligence artificielle pour développer ses applications, ce qui allait à l'encontre de la philosophie originelle du projet (développement « à la main », structure de code propre à l'équipe d'origine).

7. Identifiants, doublons et régions

Chaque répéteur ou compagnon possède un identifiant unique. Par défaut, celui-ci est codé sur un octet (254 identifiants possibles), ce qui peut entraîner des doublons dans un réseau qui grandit, deux répéteurs différents peuvent apparaître comme un seul et même relais dans les chemins suivis. Il est recommandé de passer à un identifiant sur deux octets (jusqu'à 65 000 combinaisons possibles), ce qui réduit fortement ce risque, moyennant une consommation légèrement supérieure. Ce réglage, autrefois classé en paramètre expérimental, a récemment été déplacé avec les autres paramètres radio pour être plus facilement accessible. Les nœuds équipés d'un firmware antérieur à la version 1.14 restent compatibles avec ce changement (ils ne sont pas isolés du réseau), mais ne peuvent pas décoder les identifiants sur deux octets envoyés par les nœuds plus récents.

Concernant le nombre de sauts, une bonne pratique consiste à limiter volontairement ses propres répéteurs à 8 sauts pour garder une charge maîtrisée (contre un maximum théorique de 64).

Sur la notion de région : un système de « poupées russes » géographiques a été mis en place (Europe > pays > région > département, par exemple fr pour la France, fr-naq pour la Nouvelle-Aquitaine, fr-33 pour la Gironde), en s'appuyant autant que possible sur les normes ISO existantes. Chaque répéteur peut être configuré avec sa région, et un utilisateur peut choisir de limiter la portée de son message à une région donnée (par exemple fr-33) plutôt que de « polluer » l'ensemble du réseau européen. Un paramètre supplémentaire (l'étoile) permet de configurer un relais pour qu'il laisse ou non passer le trafic non scopé (venant d'autres régions), ce qui peut avoir du sens sur des relais situés en zone frontalière pour éviter d'être submergé par du trafic étranger. Ce système de région reste toutefois perçu comme imparfait par la communauté (un outil existant pour générer des codes de région, développé par une seule personne, ne correspond pas toujours aux découpages administratifs de chaque pays, l'Allemagne, par exemple, n'a pas la même notion de département que la France).

Une distinction est faite entre les canaux (identifiés par des hashtags, comme #Gironde) et les régions (codes ISO, comme fr-33) : la confusion entre les deux a été fréquente au sein de la communauté, notamment parce que les premiers firmwares gérant les régions utilisaient également le dièse. D'où la décision de bien séparer les deux notions.

8. Sécurité et chiffrement

Sur la bande 433 MHz utilisée dans le cadre radioamateur, il est possible d'augmenter la puissance d'émission, mais les communications radioamateur ne doivent pas être chiffrées par la réglementation. MeshTastic propose donc un mode dit « Ham Radio », qui désactive le chiffrement des messages en échange d'une puissance accrue, mais qui empêche alors de communiquer avec les autres utilisateurs restés en mode chiffré.

L'administration (au sens réglementaire) n'apprécie généralement pas le chiffrement, pour des raisons de sécurité, y compris de sécurité nationale. Gaulix a fait le choix de ne pas chiffrer les messages, précisément pour laisser à l'administration la liberté de voir le contenu du trafic radio si nécessaire, même si les échanges vers les serveurs internet restent, eux, chiffrés (HTTPS). Sur MeshTastic en revanche, le chiffrement radio reste actif par défaut et ne peut pas être désactivé simplement (hormis via le mode Ham Radio évoqué plus haut).

Sur la question de la vulnérabilité aux abus : un utilisateur malveillant peut techniquement perturber ou saturer un réseau MeshCore, notamment en régénérant régulièrement une nouvelle clé d'identification de compagnon (toutes les quelques secondes) pour continuer à envoyer des messages même après blocage. Il est cependant possible de configurer ses propres répéteurs pour arrêter de relayer certains messages ou certaines sources problématiques. Comme il s'agit d'une bande libre, la réglementation (temps d'émission, puissance) reste la seule contrainte technique imposée ; rien n'empêche en théorie un brouillage volontaire (porteuse fixe ou inondation du canal). Des mécanismes de détection de répétitions multiples ou de blocage temporaire d'un nœud abusif sont envisagés pour de futurs firmwares, mais restent limités si l'attaquant change régulièrement d'identifiant.

Sur le chiffrement des groupes privés : la création d'un groupe privé se fait au niveau de l'application, avec génération d'une clé partagée aux membres du groupe. Un groupe public utilise également une clé, mais celle-ci est connue de tous. Il est précisé que ce chiffrement reste basique et n'a pas vocation à offrir une protection de niveau militaire.

9. Cas d'usage concrets

Plusieurs cas d'usage se dégagent :

- Gestion de crise locale : mise en relation d'une mairie, d'une réserve communale et de citoyens en cas d'incendie, d'inondation ou de tempête, lorsque le réseau téléphonique classique est indisponible. L'objectif est de disposer d'un moyen de communication même en l'absence totale de réseau, pour pouvoir mobiliser des bénévoles.
- Zones blanches : activités de plein air (randonnée, camping, ski, navigation en mer) dans des zones sans couverture réseau classique.
- Saturation ponctuelle des réseaux télécom : même si ce phénomène est moins fréquent qu'auparavant (l'exemple des vœux du 31 décembre est cité comme illustration historique), certains événements ponctuels dans une ville peuvent encore saturer les réseaux 4G/5G.
- Capteurs agricoles et suivi d'animaux : stations météo, capteurs agricoles, ou encore colliers GPS avec panneau solaire pour le suivi de troupeaux (moutons), ou pour retrouver des chevaux libérés en cas d'incendie.
- Journée nationale de la résilience : événement fixé au 13 octobre 2026, avec des appels à projets ouverts aux citoyens, entreprises, associations, collectivités et écoles jusqu'au 8 septembre 2026, visant à sensibiliser aux risques majeurs et aux bons comportements de sauvetage.

Il faut toutefois souligner les limites de la technologie : il ne s'agit pas de remplacer WhatsApp ou Signal au quotidien, ni de faire transiter de la vidéo ou des photos. C'est précisément cette limitation de débit qui protège le réseau d'un usage détourné et le préserve pour des usages essentiels en situation de crise.

10. Matériel typique

Le matériel courant évoqué comprend : - des boîtiers compacts type T1000, qui gèrent la partie radio LoRa et communiquent en Bluetooth avec un smartphone servant d'écran/clavier ; - des appareils « tout en un » type T-Deck, intégrant écran, clavier et module LoRa ; - des répéteurs pouvant descendre autour de 50 à 80 € en autoconstruction (avec panneau solaire et batterie pour une alimentation autonome), voire des modules encore moins chers (de l'ordre de 24 €) capables de fonctionner à la fois en répéteur et en compagnon.

11. Couverture, fiabilité des liaisons et déploiement

La carte de couverture européenne présentée montre des zones de trous notables à l'Est et à l'Ouest de la France, ainsi qu'en Espagne (surtout sur le littoral), alors que des pays comme les Pays-Bas ou le Royaume-Uni parviennent à couvrir la quasi-totalité de leur territoire du Nord au Sud. Ce contraste Est/Ouest en Europe est également observé sur d'autres technologies radioamateur (comme l'APRS), sans explication définitive (mentalité, historique de méfiance envers l'administration, etc.).

Le déploiement d'un réseau fiable nécessite un maillage suffisant de répéteurs, y compris de petits répéteurs peu élevés pour combler les zones d'ombre. Un exemple local est donné : sur un département de la taille de la Gironde (environ 120-130 km sur 50 km), plusieurs répéteurs ont été installés, y compris à

hauteur modeste (château d'eau à quelques mètres), pour assurer une couverture continue. La fiabilité d'une liaison donnée dépend fortement de la topographie du terrain et doit être suivie dans la durée (certaines liaisons sont stables H24, d'autres instables selon les conditions).

12. Débat sur les passerelles entre technologies

Un débat existe sur l'intérêt de créer des passerelles entre MeshTastic et MeshCore. Cette approche n'est en général pas recommandée : dès qu'il y a plus de deux points de transcodage, un phénomène de « ping-pong » peut se produire (un message relayé sur MeshTastic est repris sur MeshCore, puis à nouveau relayé sur MeshTastic ailleurs, etc.), ce qui peut créer plus de problèmes que cela n'en résout. Mieux vaut privilégier la simplicité et l'efficacité : le recours à des passerelles (y compris vers Internet) dénature la philosophie du réseau, notamment lorsque cela permet de relayer des données externes (météo, etc.) qui viennent ensuite inonder le réseau radio local.

13. Avis personnel sur Gaulix et conclusion

Gaulix est une communauté qui a permis de rassembler en France de nombreuses personnes intéressées par MeshTastic, ce qui est positif. Mais le choix de personnaliser fortement les réglages (fréquences, slots) pour optimiser la portée maximale motivé à l'origine par le faible nombre de nœuds disponibles a un coût : cela complexifie l'usage pour un néophyte qui veut simplement allumer son appareil et rejoindre le réseau, et cela crée de facto un réseau à part, incompatible avec les réglages par défaut. On peut établir un parallèle avec l'historique de la fragmentation des réseaux radioamateurs numériques (DMR), où la multiplication des réseaux séparés a fini par diluer les utilisateurs plutôt que de les rassembler.

La position à privilégier reste celle d'un réseau simple, avec les réglages par défaut, où tout le monde peut se parler facilement ce qui explique le nombre de nœuds différents qu'il est possible de recevoir chez soi. Ce type de réseau constitue également une porte d'entrée intéressante pour de jeunes amateurs vers le monde radioamateur plus classique, à l'image de ce qui existait autrefois avec la radio civile (CB).

Conclusion générale : les trois approches (MeshTastic classique, Gaulix, MeshCore) ne sont pas en concurrence mais répondent à des besoins différents. Pour privilégier une petite communauté locale, MeshTastic (dans sa configuration par défaut, identique dans toute la France) est adapté. Pour étendre la couverture géographique avec davantage d'infrastructure, MeshCore est recommandé. Gaulix reste une option historique, avec des paramètres optimisés pour la portée, mais au prix d'une compatibilité réduite avec le reste du réseau.

Synthèse générale

Les trois approches présentées reposent sur la même famille technologique LoRa, mais leurs philosophies et leurs usages diffèrent. MeshTastic privilégie une approche de réseau maillé largement distribuée ; Gaulix s'appuie sur des réglages historiques optimisés pour la portée ; MeshCore cherche à limiter la charge du réseau en séparant les rôles et en utilisant des routes apprises.

Le choix d'une solution doit donc tenir compte du contexte : taille du réseau, portée recherchée, densité des nœuds, simplicité d'utilisation, autonomie, besoin éventuel de stockage des messages et contraintes réglementaires.

Intervenant Olivier – Henri (Retour expérience : Le Porge)

1. Contexte : Gaulix et le choix des technologies

Olivier a refait le site de Gaulix précise en préambule qu'il n'est pas sectaire sur le sujet : Gaulix était au départ associé à MeshTastic et à un réglage particulier, mais l'ambition est d'en faire une association agnostique de la technologie, si demain une autre solution (MeshCore ou autre) devient plus pertinente, Gaulix suivra. Les deux approches peuvent cohabiter sans problème.

2. Pourquoi la commune du Porge est passée de MeshTastic à MESHcORE

Le porteur du projet au Porge explique avoir commencé par MeshTastic, avant de migrer vers MeshCore. La raison principale tient au mode de fonctionnement des relais : sous MeshTastic, un nœud mal placé peut se croire utile et répéter en permanence sans être réellement entendu par les autres, bloquant de fait la répétition par des relais mieux positionnés, un message peut alors être perdu même avec plusieurs sauts disponibles. MeshCore fonctionne différemment : un message reçu est simplement répété, ce qui, contre-intuitivement, s'est révélé plus fiable en pratique, d'où une adoption rapide un peu partout, y compris dans des régions historiquement bien équipées en MeshTastic (région lyonnaise notamment).

Les limites concrètes de MeshTastic pour la commune : par défaut 3 sauts (avec un maximum théorique de 7, déconseillé par la communauté), une limite déjà atteinte rien qu'à l'échelle de la commune. L'objectif étant de pouvoir joindre au moins les communes voisines (Arès, Andernos, Lège), cette limitation posait problème dès le départ. À cela s'ajoute une question de vitesse : le réglage par défaut de MeshCore est environ trois fois plus rapide que celui de MeshTastic (de l'ordre d'une seconde par message contre trois secondes), ce qui, ramené aux 10 % de temps d'antenne disponibles, permet de faire passer trois fois plus de messages, une différence significative en gestion de crise (par exemple 300 messages/heure contre 100). Un dernier argument porte sur la sensibilité aux mauvaises configurations : sous MeshTastic, un seul appareil mal réglé peut consommer le "budget radio" de tout le monde.

3. Le rôle de la réserve communale et l'intérêt pour les collectivités

Le point de départ du partenariat avec les institutions locales tient à un constat partagé avec Henri, coordinateur de la réserve communale de sécurité civile : personne n'est réellement préparé à une coupure du réseau de téléphonie mobile. Les réseaux 4G/5G ont globalement bien tenu lors des événements récents, mais une coupure combinée d'électricité et de téléphonie aurait changé la donne.

L'intérêt de cette solution pour une collectivité tient à sa disponibilité immédiate et à son faible coût : contrairement à d'autres dispositifs radio envisagés par la préfecture (DRASEC) mais pas encore opérationnels, le matériel existe, est abordable (de l'ordre de 40 à 50 € l'entrée de gamme en achat groupé, jusqu'à 150 € pour une configuration confortable), et ne nécessite pas d'autorisation. Le principe retenu est celui d'un partenariat entre citoyens et structures officielles (mairie, réserve communale) : les premiers à installer un répéteur n'ont personne à proximité pour communiquer, mais cela incite les suivants à s'équiper à leur tour, et c'est ainsi que le maillage se construit progressivement.

4. Genèse personnelle du projet et premiers tests

L'intervenant explique avoir commencé avec MeshTastic pour un usage familial (rester en contact avec sa sœur à 15 km et ses parents à 27 km en cas de tempête ou de coupure de communication), avant d'étendre la démarche à l'échelle de la commune. Le premier répéteur, installé sur le toit de sa maison (autoconstruction, alimenté au départ depuis l'intérieur avant de passer à une alimentation solaire extérieure pour éviter de stocker des batteries lithium dans les combles), a permis un premier test avec son fils sur la piste cyclable : 2,5 km parcourus avec le compagnon tenu à bout de bras, un résultat jugé correct mais inférieur aux quelque 10 km atteignables en théorie, et nettement moins que la portée d'un PMR classique à puissance comparable sur le terrain, ce qui a suscité une discussion sur les différences de fréquence (868 MHz vs 430-433 MHz) et de rapport signal/bruit exploitable.

5. Recherche de points hauts institutionnels

Plusieurs pistes ont été explorées pour trouver des points hauts. Les pylônes des opérateurs télécoms ont rapidement été écartés : la gouvernance de ces infrastructures (propriétaire du pylône, opérateur, gestion administrative et financière) est jugée trop complexe pour un particulier. L'espoir s'est ensuite porté sur les pompiers, propriétaires de tourelles d'observation incendie bien placées, notamment en forêt. Mais lors d'une journée portes ouvertes à la caserne du Porge, l'intervenant a appris que la gestion des équipements sur ces tourelles ne dépend pas de la caserne elle-même mais d'une unité spécialisée (liée au SDIS 33), dans un cadre très sécurisé (contexte Vigipirate). Cette démarche a toutefois permis de découvrir l'existence de la réserve communale de sécurité civile, qui a réservé un accueil favorable au projet, d'autant que la même problématique de perte de communication en cas de crise climatique se pose pour elle. Un exemple similaire est mentionné à Brest, où un répéteur a été installé sur la tourelle du SDIS 29, ce qui pourrait servir de projet pilote pour convaincre d'autres SDIS.

Un accord a par ailleurs été trouvé avec la gendarmerie locale : mise à disposition de deux fréquences VHF analogiques (sécurité et personnel) ainsi que plusieurs canaux, permettant une communication directe en cas de besoin, la réserve communale utilisant par ailleurs des talkies-walkies sous licence portant plusieurs kilomètres.

6. Présentation à la réserve communale et déploiement

Une présentation du projet a été faite à l'assemblée générale de la réserve communale, en présence de la maire de l'époque, et a suscité un accueil favorable, les problèmes de communication étant déjà identifiés par tous.

Le déploiement s'est structuré autour de plusieurs points hauts : - Le château d'eau communal : identifié comme le meilleur point disponible (le plus haut de la commune), avec un accès facilité une fois la réserve communale impliquée dans l'achat du matériel. Malgré des démarches administratives assez longues, l'installation a permis de couvrir tout le centre du bourg sans difficulté. Le site présente l'avantage de n'accueillir qu'Orange comme opérateur, limitant les interférences, et bénéficie indirectement de la protection foudre du clocher voisin. - Un point sur la plage / poste de secours, installé en solution simple et mobile (répéteur L1 avec antenne branchée directement sur une prise d'antenne existante, alimentation USB continue avec autonomie de secours d'environ une semaine), permettant la liaison entre le poste de secours et le centre du village de vacances. - Un point côté dune (secteur Langouarde / Grotaline), testé

d'abord sur des pins (solution jugée a posteriori peu pérenne, du fait des tempêtes et des incendies), puis consolidé par un massif en béton et un mât haubané d'environ 34 m au total (26 m de dune + 4-8 m de mât). - Le camping municipal (secteur La Grigne), où le déploiement a été plus laborieux; une solution temporaire a été installée sur un pin en attendant mieux.

Le principe retenu à chaque étape est qu'aucun répéteur ne doit dépendre d'un lien unique : chaque point doit pouvoir communiquer avec au moins deux autres pour garantir un chemin de secours en cas de panne d'un relais (par exemple en cas de foudre sur le château d'eau).

7. Portée observée et facteurs déterminants

Les meilleurs résultats ont été obtenus en visibilité directe : un lien de 32 km a été établi avec la dune du Pilat sans difficulté, malgré une puissance d'émission largement inférieure à la limite légale de 500 mW (de l'ordre de 22 dB de sortie module + 2 dBi d'antenne). Le constat général est qu'en ligne de vue directe, la distance n'est presque jamais un facteur limitant, la portée théorique maximale évoquée est de l'ordre de 1000 km dans des conditions atmosphériques idéales. Des contacts occasionnels, probablement liés à des phénomènes de propagation exceptionnels au-dessus de l'océan, ont eu lieu avec Nantes puis Lorient, anecdotiques et non recherchés en soi.

À l'inverse, la propagation au sol en forêt de pins est nettement plus limitée : de l'ordre de 1,5 à 2 km avant que le signal ne soit fortement atténué, avec seulement environ 1 km de portée utile. Un maillage dense et bien testé de répéteurs est donc nécessaire pour couvrir une zone forestière, un simple répéteur ne suffisant pas au-delà d'un rayon d'environ 1 km. Le message clé retenu par les intervenants est que la hauteur du point d'installation prime sur tous les autres paramètres (type d'antenne, de câble, etc.), la meilleure stratégie, avant même d'optimiser son propre matériel, est de trouver un point haut approprié (y compris en se rapprochant d'un voisin disposant d'un point haut).

8. Aspects matériel et coûts

Le matériel de répéteur qui s'est imposé après plusieurs essais est le boîtier Solar One P1 (ou P1 Pro), jugé plus fiable qu'un montage artisanal (panneau solaire, régulateur, antenne et support achetés séparément), dont le coût total a fini par rejoindre celui d'un boîtier tout intégré (de l'ordre de 70 à 100). Concernant les compagnons individuels : le T1000, compact et pratique pour être transporté, souffre d'une autonomie limitée (environ deux jours) ; le Heltec T1, plus récent, offre une prise USB-C standard et une batterie un peu plus généreuse. Le CDL1 Pro, moins cher, se distingue par un connecteur d'antenne non standard (RP-SMA) mais peut être ouvert facilement pour le remplacer. Le T-Deck, avec écran tactile intégré, permet un usage totalement autonome sans smartphone.

Deux familles de puces équipent le matériel : le NRF52840, très économe (environ deux jours d'autonomie sur un petit boîtier), et l'ESP32, plus puissant (écran tactile, Wi-Fi) mais nettement plus gourmand en énergie (de l'ordre de dix fois plus). L'ESP32, via sa connexion Wi-Fi, est également utilisé pour faire remonter les informations du réseau vers Internet (passerelles alimentant les cartes de couverture visibles en ligne), un usage jugé secondaire en cas de coupure de courant.

9. Outils de planification et de suivi de couverture

Plusieurs outils ont été utilisés pour préparer et vérifier les déploiements : Géoportail, pour repérer les points hauts et consulter les courbes de niveau ; Radio Mobile (ou l'outil équivalent intégré à l'application MeshCore / `app.meshcore.nz`), pour simuler des lignes de vue entre deux points et ajuster des paramètres comme la fréquence ou la hauteur par rapport au sol ; un outil de type Wardriving (par analogie avec la pratique historique de repérage des réseaux Wi-Fi ouverts), qui permet, via un smartphone connecté en GSM, d'envoyer un signal test depuis un point donné et de savoir s'il a été capté par un répéteur, en constituant une carte de couverture terrain (avec une limite : les résultats anciens ne sont pas toujours mis à jour) ; et MeshMapper, qui permet de visualiser, pour un répéteur donné, quels autres points ont pu l'entendre.

10. Contraintes pratiques d'installation

Plusieurs points pratiques ont été évoqués : la mise à jour à distance du firmware peut se faire en filaire, en Bluetooth (testé jusqu'à 45-50 m), en Wi-Fi pour les modules ESP32, ou même via un drone équipé d'un petit module pour déclencher la mise à jour d'un répéteur difficile d'accès ; l'installation d'un bootloader alternatif, flashé une première fois en USB, permet de sécuriser une mise à jour en évitant de bloquer l'appareil en cas d'échec. Sur la question de la foudre, un paratonnerre installé entre l'antenne et l'appareil ne protège pas le matériel lui-même mais réduit le risque global en favorisant un point d'impact éloigné ; l'absence volontaire de mise à la terre sur les installations solaires autonomes (sans câblage intérieur accessible) est présentée comme un choix limitant les risques associés à un impact direct. Concernant l'accès aux points hauts (château d'eau notamment), les démarches se sont avérées plus simples que redouté une fois la réserve communale impliquée comme acheteuse officielle du matériel, même en l'absence de convention signée formellement.

11. Gestion des régions et pollution potentielle du réseau

Un point de vigilance a été souligné : sans configuration de région, un répéteur peut brutalement capter du trafic venu de loin (l'exemple donné est un répéteur du secteur ayant commencé à recevoir du trafic en provenance de Lorient, voire d'Angleterre), submergeant le réseau local sous des centaines de messages. Il est donc jugé important d'anticiper la configuration des régions dès le déploiement, sous peine soit de polluer le réseau des autres utilisateurs bien configurés, soit de voir son propre réseau bloqué par des répéteurs voisins qui filtrent tout trafic sans région définie, un mécanisme de protection permettant à une communauté locale ("bulle") de rester stable.

12. Retour d'expérience sur les feux de forêt et limites de la préparation

Une large partie des échanges porte sur les feux de forêt survenus dans le secteur, présentés comme un révélateur de l'importance (et des limites) de la communication en situation de crise. Contrairement à ce qui était redouté, ni le PC de crise (mairie et réserve communale) ni les réseaux électriques et de téléphonie n'ont subi de coupure prolongée. En revanche, les réseaux se sont retrouvés fortement saturés dans les échanges avec les secours : certains opérateurs du feu, ne pouvant plus répondre aux appels

vocaux, ont demandé aux relais civils de leur envoyer des SMS, un usage jugé peu adapté et parfois périlleux dans l'urgence.

Le réseau MeshCore local n'a pas pu être mobilisé efficacement lors de cet épisode, faute d'un nombre suffisant de terminaux (T1000) distribués aux personnes concernées et faute de formation préalable des utilisateurs. La coordination radio globale a reposé sur un mélange de moyens (VHF/PMR locaux, réseau Tetra jugé plutôt efficace, réseau RRF utilisé par les échelons de commandement supérieurs), avec des difficultés persistantes de liaison rapportées par les responsables locaux de la réserve (coordonnées de terrain mal transmises aux opérateurs radio, appels au 18/112 aboutissant au CODIS de Bordeaux avec des délais et une méconnaissance du contexte local).

Un point est longuement discuté : les radioamateurs bénévoles regroupés au sein de la DRASEC (association assurant notamment une mission officielle de suppléance en moyens radio pour la sécurité civile) n'ont, de leur propre aveu, jamais été mobilisés lors de cet épisode, alors que c'est précisément leur vocation. La raison avancée tient à la chaîne de commandement : personne ne peut directement solliciter le président d'une DRASEC sans passer par les canaux hiérarchiques officiels (SDIS, préfecture), ce qui rend la mobilisation rapide de bénévoles très difficile en pratique, y compris lorsque ceux-ci se tiennent prêts et disponibles.

La conclusion partagée par plusieurs participants est qu'en situation de crise, deux options sont réalistes : disposer sur place des moyens et des compétences pour gérer soi-même la situation, ou pouvoir compter sur des renforts capables d'intervenir en quelques heures, un appel classique à la préfecture n'étant pas jugé compatible avec l'urgence réelle d'une crise. Une piste évoquée pour améliorer la situation à l'avenir est de mieux intégrer les radioamateurs bénévoles dans les plans communaux de sauvegarde (PCS), qui se généreraient plutôt au niveau intercommunal, afin de contourner en partie la rigidité de la chaîne de commandement classique.