# Rapport de recherche concernant la gestion d’un réseau Maillé en vu du déploiement d’un essaim de drones hétérogènes et coopératifs.

Introduction :

Mes précédent travaux on mis en lumière des problèmes concernant l’utilisation des ESP32 ainsi que de la librairie ESP\_WIFI\_MESH. Bien que dans certain cas cette librairie et les modules ESP32, offrent une certaine facilité d’utilisation et des performances intéressantes, il est apparu nécessaire de modifier mon approche et mes développements, afin de palier a ces pronblèmes.

Problèmes de Connectivité ESP32

## Contexte

Une investigation a été menée suite à la découverte d'anomalies de connectivité sur un réseau mesh utilisant des cartes ESP32. Le problème principal concerne des nœuds qui ne parviennent pas à établir une connexion avec leur parent et les autres nœuds du réseau, alors que le code utilisé fonctionnait correctement auparavant. J’ai pris l’initiative de contacter Espressif (fabricant des cartes) à ce sujet, pour connaître les éventuelles améliorations matériel ou logiciel qu’ils envisage de mener.

## Tests et Observations

### Configuration Matérielle Testée

1. ESP32-WROOM-32D (avec antenne PCB intégrée)

2. ESP32-WROOM-32UE (avec antenne externe)

### Résultats des Tests

- \*\*ESP32-WROOM-32D (antenne PCB)\*\*

- Problèmes de connexion significatifs avec le parent

- Difficultés de connexion avec les autres nœuds

- Performance globale dégradée

- \*\*ESP32-WROOM-32UE (antenne externe)\*\*

- Connexion stable avec les autres nœuds

- Connexion fiable avec le parent

- Problème identifié : perte de connexion occasionnelle avec le routeur

## Solutions Mises en Place

### Modifications Architecturales

1. Abandon de la connexion TCP pour le routeur

2. Migration vers une connexion série

3. Utilisation de la configuration WiFi par défaut gérée par ESP\_WIFI\_MESH

### Architecture Réseau Actuelle

- \*\*Routeur Principal\*\*

- Connecté directement au centre de contrôle

- Sert de point d'entrée au réseau mesh

- \*\*Nœuds Enfants\*\*

- ESP32 connectés aux autopilotes

- Communication via le réseau mesh

### Système de Communication Inter-Drones

- \*\*Gestionnaire d'Événements\*\*

- Distribution automatique par le routeur de la liste de tous les nœuds connectés, à tous les autres nœuds du réseau

- Mise à jour dynamique de la liste lors de :

- Connexion d'un nouveau nœud

- Déconnexion d'un nœud existant

- \*\*Gestion Décentralisée\*\*

- Auto-gestion par les nœuds eux-mêmes

- Surveillance basée sur l'horodatage de la dernière connexion

- Détection automatique des nœuds inactifs

- Maintenance autonome de la topologie du réseau

### Protocole de Communication et Tests de Performance

- \*\*Échange de Données de Position\*\*

- Utilisation du message MAVLink 33 "GLOBAL\_POSITION\_INT"

- Données transmises :

- Position GPS

- Altitude

- Vecteurs de vitesse (3D)

- Calcul des distances inter-nœuds en temps réel

- \*\*Tests de Performance\*\*

- \*\*Configuration de Test 1\*\*

- 2 autopilotes

- 3 ESP32 WROOM 32UE

- Résultats : Communications stables, traitement des anomalies correcte

- \*\*Configuration de Test 2\*\*

- 3 autopilotes

- 4 ESP32

- Résultats : Communications stables, traitement des anomalies correcte

- \*\*Performances de Reconnexion\*\*

- Temps de déconnexion-reconnexion : quelques centaines de millisecondes

- Haute réactivité du système

- \*\*Limitations Actuelles\*\*

- Tests de portée > 100 mètres non encore réalisés

- Nécessité de tests supplémentaires pour la validation longue distance

### Évolution du Code

- Réécriture complète du code initial due aux instabilités observées

- Nouveau code démontrant :

- Stabilité accrue

- Meilleures performances

- Gestion robuste des connexions

## Conclusions et Recommandations

1. La qualité et le type d'antenne ont un impact significatif sur la performance du réseau

2. L'utilisation de la connexion série plutôt que TCP améliore la stabilité

3. La configuration par défaut d'ESP\_WIFI\_MESH offre une meilleure fiabilité

4. Le système de gestion décentralisée permet une adaptation dynamique du réseau

5. Les temps de reconnexion exceptionnellement rapides démontrent la robustesse du nouveau système

### Recommandations pour les Déploiements Futurs

- Privilégier l'utilisation d'ESP32 avec antenne externe pour les applications critiques

- Maintenir la configuration actuelle basée sur la connexion série

- Surveiller régulièrement la qualité des connexions entre les nœuds

- Implémenter des mécanismes de redondance pour la gestion des listes de nœuds

- Planifier des tests de portée pour valider le fonctionnement sur de plus grandes distances

- Documenter les performances sur le terrain pour différentes configurations de vol

- Implémenter la surveillance de la valeur de la puissance de transmission rssi.

- Implémenter la transmission de messages custom entre les nœuds du réseau.