



# Expérimentation d'un faisceau hertzien pour la collecte FttH entre le continent et l'île de Molène

JUIN 2025

---

MÉGALIS BRETAGNE

---

## Table des matières

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Contexte.....                                                                                           | 4  |
| 1. La solution technique retenue.....                                                                   | 5  |
| 2. Architecture globale de l'expérimentation .....                                                      | 6  |
| 2.1 Solution technique retenue :.....                                                                   | 6  |
| 2.2 Niveaux de qualité de transmission attendus .....                                                   | 7  |
| 2.3 Plans de tests et de mesures .....                                                                  | 8  |
| 2.4 Utilisation du lien hertzien en transport FttH et l'intégration des services de<br>télévision ..... | 9  |
| 2.5 Les partenariats avec les équipementiers et les opérateurs .....                                    | 9  |
| 2.6 Étude de la partie FttH .....                                                                       | 9  |
| 3. Journal de bord du projet.....                                                                       | 10 |
| 3.1 Phase A : Etudes et préparation .....                                                               | 10 |
| 3.1.1 Planning global .....                                                                             | 10 |
| 3.1.2 Étude de l'armoire extérieure .....                                                               | 10 |
| 3.1.3 Commande HEP Armoire extérieure .....                                                             | 10 |
| 3.1.4 Études faisabilités Pylônes TOTEM Plougonvelin et Molène.....                                     | 11 |
| 3.1.5 Commandes fermes Pylônes TOTEM Plougonvelin et Molène.....                                        | 12 |
| 3.1.6 Réservations des fréquences FH.....                                                               | 14 |
| 3.1.7 Commande de lien Business VPN pour FH.....                                                        | 15 |
| 3.1.8 Relevés terrains pour étude D1/D2/D3 FTTH .....                                                   | 15 |
| 3.2 Phase B : Mise en œuvre FH .....                                                                    | 17 |
| 3.2.1 Planning global .....                                                                             | 17 |
| 3.2.2 Commande du matériel FH NOKIA .....                                                               | 17 |
| 3.2.2 Lancement de la commande FTTE OCC vers THDB.....                                                  | 17 |
| 3.2.3 Travaux armoire extérieure FH Molène.....                                                         | 18 |
| 3.2.4 Déploiement FH NOKIA.....                                                                         | 19 |
| 3.2.5 Recettes ouvrages FH.....                                                                         | 21 |
| 3.2.6 Mise en service FH .....                                                                          | 21 |

---

|       |                                                                         |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.7 | Tests du système FH pour l'expérimentation et le premier mois de test   |    |
| FH    | 21                                                                      |    |
| 3.3   | Phase C : Mise en œuvre FTTH .....                                      | 22 |
| 3.3.1 | Planning Global.....                                                    | 22 |
| 3.3.2 | Etude de faisabilité HBNRO-RTO et OLT .....                             | 22 |
| 3.3.3 | Etude ferme HBNRO-RTO et OLT .....                                      | 23 |
| 3.3.4 | Commande de matériel FTTH.....                                          | 24 |
| 3.3.5 | Déploiement des services FTTH NRO + D3.....                             | 25 |
| 3.3.6 | Installation des OLT par FAI.....                                       | 27 |
| 3.3.7 | Recette ouvrages FTTH.....                                              | 28 |
| 3.3.8 | Mise en service FTTH .....                                              | 29 |
| 3.3.9 | Tests du système FTTH pour l'expérimentation et le premier mois de test |    |
| FTTH  | 30                                                                      |    |

---

# Contexte

Le présent document retranscrit le déroulé du projet mené actuellement à Molène qui vise à tester la possibilité d'une collecte hertzienne FTTH (Fiber to the Home).

Mégalis Bretagne, maître d'ouvrage du projet a retenu dans le cadre d'un marché public après mise en concurrence la société Orange Concessions pour réaliser cette expérimentation.

Ce projet s'inscrit dans une démarche de long terme : rendre le très haut débit accessible à tous les bretons, y compris sur les îles les plus éloignées et complexes à raccorder par des moyens traditionnels.

La mise en place de cette expérimentation vise à tester en situation réelle une collecte hertzienne activée entre l'île de Molène et le continent.

Le but est de démontrer la faisabilité du projet avec un niveau de service et de qualité suffisants pour collecter à terme une plaque FttH et ainsi assurer une continuité technologique à tous les administrés de la région.

Trois enjeux majeurs sont identifiés pour le succès de ce projet :

- Cette expérimentation doit permettre, si elle est fructueuse, d'être étendue et pérennisée dans le cadre de la future construction et exploitation de réseaux FTTH dans les 5 îles concernées (Molène, Ouessant, Sein, Houat et Hoëdic) ;
- Elle doit également obtenir l'adhésion du maximum d'opérateurs afin qu'ils proposent leurs services sur les îles concernées et que les habitants aient ainsi la possibilité de choisir leur opérateur internet dans les mêmes conditions que les continentaux.
- Enfin elle doit permettre d'identifier les possibles difficultés rencontrées, tirer un bilan technique, économique et environnemental de l'expérimentation.

---

# 1. La solution technique retenue

La solution technique retenue repose sur une liaison hertzienne à 1 Gbit/s sur 17,9 km, utilisant une bande de fréquence à 11 GHz. Ce choix permet de couvrir à termes les besoins pour toute l'île le cas échéant.

La liaison 1 Gbit/s est dimensionnée pour permettre de fournir en continu 4 Mb/s par logement sur la base de 75% de pénétration.

Le pylône Totem utilisé sur le continent est situé à Plougonvelin et le trafic est acheminé sur le Nœud de Raccordement Optique (NRO) localisé dans cette même commune par les liens optiques de type FTTE (Fiber To The Enterprise). Sur l'île, le pylône Totem utilisé est accolé au Nœud de Raccordement Abonné (NRA) d'Orange.

Pour le FttH, 2 Fournisseurs d'Accès à Internet (FAI) nationaux (Orange et SFR) ont accepté de rejoindre l'expérimentation, également dans la perspective de venir commercialiser leurs offres de façon pérenne sur les îles, si l'expérimentation s'avère fructueuse.

Ces deux FAI utilisent un réseau FttH passif.

Ces opérateurs commerciaux ont souhaité installer leurs mini OLT (Optical Line Termination).

Ces éléments permettront de proposer un test bout en bout du service FttH et d'en mesurer la qualité. Les flux TV seront notamment testés.

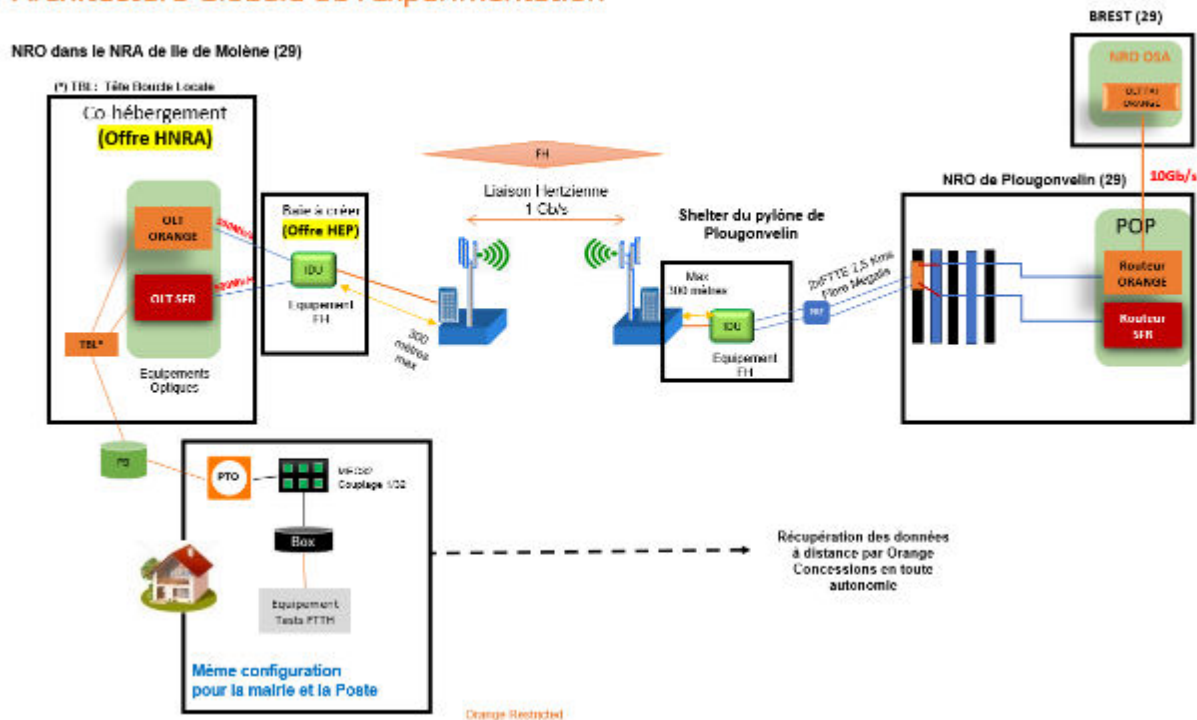
Les 2 box seront installées, l'une à la mairie et l'autre au bureau de la Poste.

L'architecture de cette collecte peut être évolutive (matériel et logiciel) pour des besoins plus importants, sur d'autres îles par exemple.

Orange Concessions a anticipé au maximum tout ce qui pouvait l'être (contrats de liens terrestres, pré-études terrain, hébergements, banc de test FttH...) afin de pouvoir déployer la solution rapidement, tenir les délais demandés et permettre d'instruire les éventuels aménagements nécessaires dans une logique d'amélioration continue.

## 2. Architecture globale de l'expérimentation

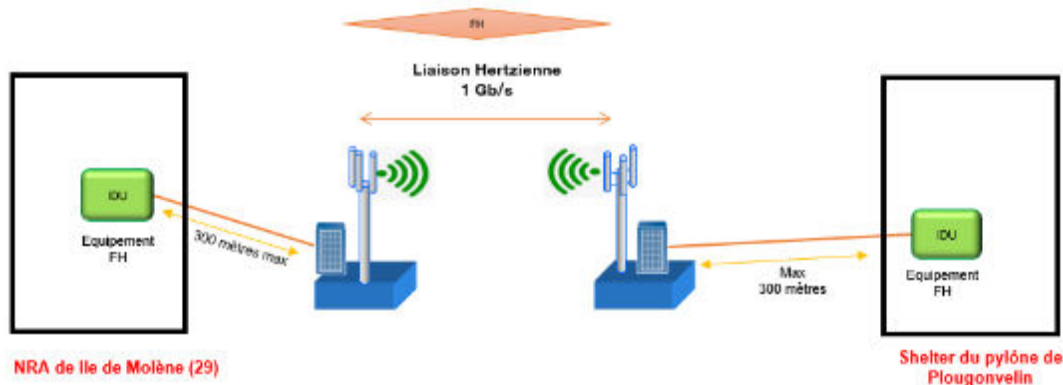
### Architecture Globale de l'expérimentation



### 2.1 Solution technique retenue :

L'ingénierie de la solution technique proposée sur la liaison FH est fournie dans la figure ci-dessous :

### Architecture de la liaison FH pour le POC



Les équipements de la liaison hertzienne sont composés des éléments suivants :

- Deux Indoor Unit (IDU), une sur le continent et une sur l'île de Molène, composées des éléments suivants :

1 MSS8-10G

2 cartes contrôleur pour la redondance

2 cartes d'accès pour les clients (1 carte par client)

1 cartes pour connecter la radio

- Outdoor Unit :

1 UBT à 11Ghz

Canalisation : 80MHz

Fonctionnalité : Modulation Adaptative

- Les caractéristiques des sites techniques sont les suivantes :

Plougonvelin – continent :

Localisation : 48°20'23" N / 4°43'51"O

Hauteur d'antenne : 15,50m

Diversité d'espace : Non

HSB : Non

Taille antenne : 90cm (3 pieds)

- Molène – île :

Localisation : 48°23'50" N / 4°57'24"O

Hauteur d'antenne : 14m

Diversité d'espace : Non

HSB : Non

Taille antenne : 60cm (2 pieds)

## 2.2 Niveaux de qualité de transmission attendus

Ci-dessous le niveau de qualité de transmission sur lequel le prestataire s'est engagé :

| Paramètres                     | Valeurs attendues par<br>Mégalis Bretagne | Engagement<br>du Titulaire | Commentaires               |
|--------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Débit de liaison (Full Duplex) | 1Gbps                                     | 1Gbps                      |                            |
| Taux erreur binaire (TER)      | 10E-13                                    | 10E-13                     | En conditions<br>nominales |
| Taux de perte de paquets (PER) | 10E-5                                     | 10E-5                      |                            |

|                      |                  |        |  |
|----------------------|------------------|--------|--|
| Temps de latence     | Non défini       | 100 ms |  |
| Temps de propagation | <1.2ms sur 100km | 100 µs |  |
| Gigue                | <5ms             | 5ms    |  |

#### Service Level Agreement (SLA)

| Paramètres                     | Valeurs attendues par<br>Mégalis Bretagne | Engagement<br>du Titulaire | Commentaires |
|--------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|--------------|
| Durée indisponibilité annuelle | <4H par an                                | <4h par an                 | à 1Gbps      |

Pour déterminer un niveau d'engagement de disponibilité annuelle d'une solution, plusieurs éléments sont à prendre en compte, comme particulièrement :

- Fiabilité et redondance des composants matériels et logiciels, avec des tests réguliers pour vérifier la résilience
- Supervision via un système de surveillance configuré pour détecter et alerter en cas de problèmes
- Pilotage de la performance pour assurer que la solution peut gérer la charge attendue
- Mise à jour régulière des systèmes à des intervalles définis
- Organisation de l'équipe de support technique et interventions, avec un haut niveau de réactivité
- Documentation et procédures claires pour la gestion des incidents et des problèmes
- Sécurité des sites

La solution proposée ici pour l'expérimentation n'intègre pas de redondance des équipements et de route secondaire, particulièrement pour la liaison hertzienne point à point entre le continent et l'île de Molène, sur laquelle les interventions sont dépendantes des horaires des navettes de liaison, système de supervision tel qu'habituellement utilisé sur des équipements opérateurs en production, équipements de spare, sécurisation électrique, organisation d'astreinte particulière pour gestion 24x7.

Aussi, dans le cadre de l'expérimentation, aucun engagement de disponibilité annuelle n'est défini.

## 2.3 Plans de tests et de mesures

Sur la partie FH des tests et mesures permettront de visualiser le comportement du débit face aux aléas climatiques que pourrait subir le faisceau hertzien.

Sur la partie FttH, des mesures de débits et de latence seront réalisées quotidiennement sur les deux box qui seront raccordées (1 à la mairie et 1 à la Poste), et permettront d'analyser la qualité du débit qui influera sur la qualité de service. Ces tests FH et FttH seront concaténés dans des livrables mensuels.

---

## 2.4 Utilisation du lien hertzien en transport FttH et l'intégration des services de télévision

Sur la potentialité d'avoir les services de télévision dans le cadre du FttH avec une liaison FH :

Les clients FttH SFR ou Orange bénéficient d'offres triple-Play présentes dans les catalogues de leurs FAI sans distinction particulière. Ces offres incluent l'accès à l'internet, les services conversationnels ainsi que le service TV que proposent ces FAI.

Il est également possible d'accéder, sur abonnement, aux contenus proposés par les fournisseurs de streaming Internet tels Amazon Prime Vidéo, Netflix, Disney+....

Au-delà des services fournis par les FAI, de par la connectivité Internet, tous équipements connectés dans le foyer (TV connectée, Chromecast, Console de jeux...) accèdent à l'ensemble des fournisseurs de contenus audiovisuel internet (YouTube, Prime Vidéo, MyCanal, Twitch ...) au travers de leur applications présentes sur leur store.

L'ensemble de ces services repose sur le protocole de diffusion Internet IP. Ce protocole est acheminé vers les clients FttH de façon transparente par le transport hertzien. Le délai de transmission du transport hertzien est négligeable et n'influe pas sur les services audiovisuels.

La technologie utilisée pour les clients FttH entre l'OLT et les box s'appelle le Gigabit Passive Optical Network (GPON) qui repose sur réseau optique passif.

La liaison hertzienne est, quant à elle, un réseau actif dans l'incapacité de transporter le protocole GPON et répond donc négativement à la problématique d'utiliser le support FH comme lien de Transport entre un NRO et une armoire.

L'offre proposée par Orange Concessions permet de tester la fonctionnalité TV avec la box TV d'orange qui sera branchée sur une télévision disponible à la mairie de Molène.

## 2.5 Les partenariats avec les équipementiers et les opérateurs

Deux FAI sont partenaires sur ce POC et ce qui permet de tester la complète fonctionnalité de leurs équipements et services : Orange et SFR

Les engagements de ces deux FAI ont été entérinés par des lettres d'engagements.

Orange Concessions s'appuie sur Nokia France pour la fourniture, l'installation, la configuration, le support technique et l'exploitation des équipements radios.

## 2.6 Étude de la partie FttH

L'étude de conception des liens NRO-PTO (Prise Terminale Optique) dont une partie sera simulée (voir détail dans la Phase C) est réalisée par le pôle Etudes & Travaux d'Orange SA, partenaire du titulaire du marché.

Il a été prévu de déployer le NRO dans le NRA d'Orange de Molène, dans le respect des conditions de l'offre d'hébergement des équipements en NRA Orange.

Pour la partie FttH, un Point de Branchement Optique (PBO) est prévu d'être déployé en souterrain, pour faciliter le raccordement client et les éventuelles opérations de maintenances curatives. L'annexe D1 de l'offre GCBLO (offre d'hébergement d'infrastructures) d'Orange Wholesale France (OWF) en vigueur décrit les règles d'implantation des boîtes en fonction de la taille des chambres.

## 3. Journal de bord du projet

### 3.1 Phase A : Etudes et préparation

[18/04/2024 – 30/08/2024]

#### 3.1.1 Planning global



#### 3.1.2 Étude de l'armoire extérieure

[29/04/2024 – 07/06/2024]

##### 3.1.2.1 Description

Les équipements de liaison hertzienne ne pouvant être hébergés à l'intérieur du NRA de Molène, l'expérimentation utilise l'offre d'Hébergement en Espace Protégé (HEP) d'OWF qui consiste à créer une armoire attenante au NRA.

L'étude de l'armoire tient compte des demandes et des besoins en matière de dimensionnement physique et électrique pour accueillir le matériel IDU NOKIA. Ensuite, il s'agit de vérifier auprès d'OWF la compatibilité de l'offre HEP avec ces besoins.

##### 3.1.2.2 Principales actions menées

Un mail a été envoyé à Nokia pour leur demander d'exprimer leurs besoins concernant leur IDU et le raccordement attendu entre les FH et le matériel. Une fois le retour reçu, la future commande HEP a été préparée.

Par ailleurs, un échange a été mené avec OWF pour clarifier les éléments à commander, afin de garantir un dimensionnement optimal dès le départ, tout en demandant la présentation de cette offre pour connaître les contours de cette prestation.

##### 3.1.2.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)

Il est nécessaire de vérifier ce qui est externe à l'IDU, notamment le besoin en fibre pour le raccordement entre les OLT et l'IDU.

#### 3.1.3 Commande HEP Armoire extérieure

[10/06/2024 – 19/07/2024]

### 3.1.3.1 Description

La commande HEP est une démarche administrative réalisée via le portail Web Opérateur (Web op) pour solliciter la mise à disposition d'une armoire extérieure ou intérieure, également désignée sous le nom d'Hébergement en Espace Partagé OWF.



Illustration portail Web Op FCI

### 3.1.3.2 Principales actions menées

Les principales actions menées incluent l'obtention des codes de connexion de Mégalis Bretagne pour effectuer les commandes.

Une étude de faisabilité a été lancée sous FCI (Frontal Commande Intégrée) et une vérification hebdomadaire du retour de cette étude dans FCI a été effectuée. Ensuite, une étude ferme sous FCI a été lancée et l'accord de cette étude sur le portail, ce qui signifie un feu vert pour les travaux OWF (FCI) a été vérifié.

### 3.1.3.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)

Il est essentiel de s'assurer d'avoir d'abord accès à l'offre HEP. Dans le cas contraire, il convient de demander à OWF la possibilité de souscrire à cette offre, sinon il n'y aura pas de visibilité dans FCI sur l'espace Web opérateur (Web op).

Il est également recommandé de :

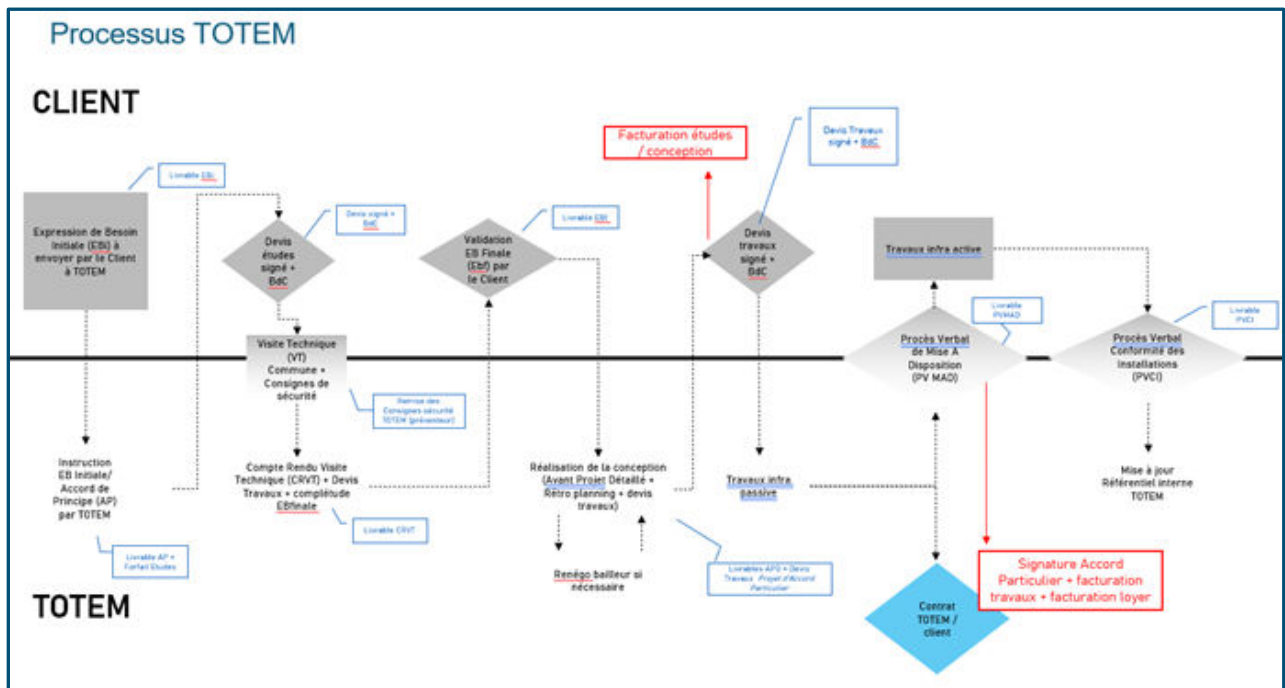
- Respecter le processus en gardant à l'esprit qu'il faut se connecter sur le portail chaque semaine pour suivre l'avancement, car il n'y a pas de notification de retour d'OWF durant les différentes phases.
- Se faire accompagner pour mieux appréhender FCI, car le parcours n'est pas toujours simple et intuitif.

## 3.1.4 Études faisabilités Pylônes TOTEM Plougonvelin et Molène

[22/04/2024 – 19/07/2024]

### 3.1.4.1 Description

Le processus TOTEM est jalonné de multiples étapes. Pour une compréhension plus aisée, ce chapitre, nommé étude de faisabilité, concerne l'ensemble du processus de commande TOTEM.



### 3.1.5.1 Description

La commande ferme TOTEM est la suite du processus à partir de l'acceptation du devis pour travaux de mise à disposition, il déclenche également la partie élaboration du contrat TOTEM/Mégalis Bretagne. Les travaux TOTEM vont jusqu'à la mise à disposition de leurs infrastructures.



*Pylônes TOTEM Plougonvelin et Molène*

### 3.1.5.2 Principales actions menées

Une demande de signature du devis travaux est adressée à Mégalis Bretagne, puis transmise à TOTEM.

TOTEM lance ensuite les travaux sur les différents éléments requis (pylône, shelter, électricité, etc.) avec ses sous-traitants.

Une visite de terrain est organisée sur chaque site une fois les travaux de TOTEM terminés pour procéder à la constatation et à la signature d'un Procès-Verbal de Mise à Disposition.

En parallèle, le titulaire du marché a accompagné Mégalis Bretagne dans la révision et la relecture des contrats TOTEM, avec des échanges réguliers avec le responsable de contrat de TOTEM.

Une fois les contrats signés entre TOTEM et Mégalis Bretagne, ainsi que les PV de Mise à Disposition (MAD) obtenus, l'installation du matériel FH Nokia peut être programmée.

### 3.1.5.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)

Il est nécessaire :

- D'assurer le pilotage de cette activité en relançant et en suivant l'avancement des travaux avec TOTEM.
- De disposer des compétences et de la disponibilité nécessaires pour échanger sur tous les sujets liés à TOTEM (techniques, juridiques, etc.).

### 3.1.6 Réservations des fréquences FH

[29/04/2024 – 21/06/2024]

#### 3.1.6.1 Description

Réservation des fréquences auprès de l'autorité compétente afin de pouvoir exploiter le Faisceau Hertzien.



Illustration portail DALI ARCEP

#### 3.1.6.2 Principales actions menées

Dans la recherche de l'organisme pour la réservation des fréquences, un premier contact a été établi avec l'Agence Nationale des Fréquences (ANFR), qui a répondu par mail après quelques semaines, indiquant que dans le cas présent, il fallait passer par l'Autorité de Régulation des Communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse (ARCEP). Après avoir contacté ce dernier par mail, un lien vers le site DALI (Portail de Déclaration d'Autorisation en Ligne) a été fourni pour procéder à la déclaration.

Lors de la première connexion et avant de pouvoir déposer une demande, il est nécessaire de créer un compte client (au nom de Mégalis Bretagne) incluant les coordonnées complètes et bancaires de l'établissement, afin de permettre la facturation. Le code d'acceptation de l'ARCEP a ensuite été reçu sur l'adresse mail de Mégalis Bretagne et transmis à l'attention de la Chefferie de projet Orange Concessions pour lancer la procédure.

La déclaration du faisceau hertzien a été établie, comprenant la description géographique des sites A et B, la hauteur des installations prévues, ainsi que le détail des antennes et de leurs configurations. Après acceptation de l'ARCEP de la demande (environ 10 jours), le document a été transmis à Mégalis Bretagne ainsi qu'à Orange SA (OSA)/NOKIA pour confirmer que les travaux pouvaient être lancés en conformité (évitant ainsi les risques d'amendes ou de poursuites en cas d'utilisation d'un faisceau non déclaré).

#### 3.1.6.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)

Il est recommandé de télécharger la documentation sur le site DALI afin de comprendre toutes les étapes du processus (de l'initialisation d'un nouveau compte client au dépôt d'une demande)

Le remplissage de la demande étant dans le détail de chaque antenne avec ses références, ses modes de sélection de bandes, de polarité, d'estimation de perte et d'autres éléments connus seulement du constructeur, il faut faire la demande en étant appuyé du constructeur de matériel.

NB : dans le cas présent, la demande a été saisie conjointement avec NOKIA en créant une réunion Teams de 30 minutes.

### 3.1.7 Commande de lien Business VPN pour FH

[29/04/2024 – 21/06/2024]

#### 3.1.7.1 Description

Dans le cadre de l'expérimentation, le lien FH NOKIA est supervisé directement par le constructeur qui a eu besoin d'un business VPN pour administrer et superviser son FH (permet de monitorer).

#### 3.1.7.2 Principales actions menées

Cette action étant entièrement gérée entre Orange SA et Nokia, le rôle du groupe projet a été de suivre l'avancement lors des réunions de projet, en vérifiant si la commande avait été lancée et en précisant les besoins fonctionnels et l'échéance prévue pour la mise à disposition du lien.

#### 3.1.7.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)

Le processus de demande et de validation de commande en fonction du besoin client, ainsi que la mise en œuvre du matériel et la programmation dans le Système d'Information (SI) étant assez longue (plusieurs mois), il est essentiel d'anticiper cette demande dès que possible.

### 3.1.8 Relevés terrains pour étude D1/D2/D3 FTTH

[29/04/2024 – 24/05/2024]

#### 3.1.8.1 Description

Déplacement terrain pour ouverture des chambres et vérification du parcours à réaliser en étude afin de desservir les points terminaux mairie et poste, avec notamment les parcours intérieurs pour visualisation de la pose des PTO futures.



*Rue principale de Molène avec la Mairie et le parcours vers le central téléphonique et le pylône*

#### 3.1.8.2 Principales actions menées

Un déplacement a été effectué sur l'île de Molène, incluant l'ouverture des chambres techniques. Une visite des installations intérieures chez les clients a permis de relever, par exemple, que la desserte de la poste passe par le faux plafond de la bibliothèque, tandis que celle de la mairie traverse un débarras avant d'arriver dans le bureau

---

du maire. Des études de parcours ont été menées pour visualiser les contraintes liées à la pose des PTO. Cela a permis de déterminer qu'il fallait prévoir du matériel additionnel si nécessaire (comme des goulottes). Des notes et des photos ont également été prises pour documenter le tout.

#### *3.1.8.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)*

Il faut veiller à disposer de tous les accès aux locaux en anticipant la communication avec les collectivités pour organiser les visites intérieures afin d'éviter les imprévus de dernières minutes et de vérifier les horaires de la mairie.

Les EPI nécessaires doivent être disponibles pour l'ouverture des chambres et la mise en sécurité sur le domaine public.

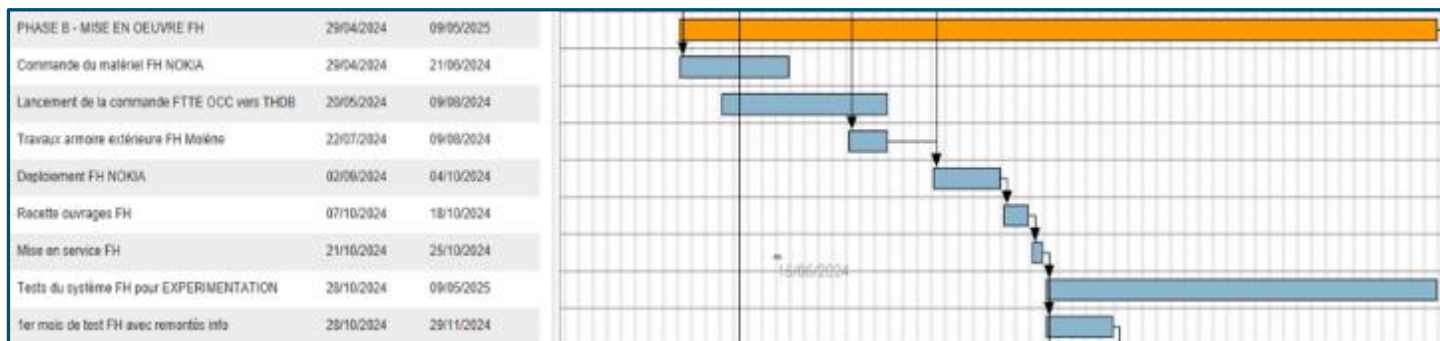
Il est important de disposer des compétences en études.

Il est fortement recommandé de prendre un maximum de photos pour pouvoir répondre aux éventuelles questions sans avoir besoin de retourner sur place.

## 3.2 Phase B : Mise en œuvre FH

[29/04/2024 – 09/05/2025]

### 3.2.1 Planning global



### 3.2.2 Commande du matériel FH NOKIA

[29/06/2024 – 21/06/2024]

#### 3.2.1.1 Description

Action réalisée afin de prendre en compte les délais de commande et de réception du matériel qui peut être conséquent (8 semaines en moyenne).

#### 3.2.1.2 Principales actions menées

La principale action consiste à valider auprès de Nokia le lancement de la commande matérielle, en tenant compte du risque potentiel d'un éventuel refus de l'APS, risque minimisé par le fait que le matériel proposé a déjà été décrit dans l'appel d'offre.

#### 3.2.1.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)

Ce matériel doit être commandé dès que possible, c'est-à-dire une fois que l'étude FH est finalisée à 99 % et après avoir obtenu l'assurance de l'accord futur de l'ARCEP, avec une vérification préalable de la disponibilité des fréquences.

### 3.2.2 Lancement de la commande FTTE OCC vers THDB

[20/05/2024 – 09/08/2024]

#### 3.2.2.1 Description

À la suite du choix de passer par du FTTE pour établir la liaison, Il a été passé une commande auprès de Très Haut Débit Bretagne (THD B) pour demander le raccordement de deux fibres FTTE, avec un point de livraison au shelter du pylône de Plougonvelin.



*Illustration portail Web Op FCI*

### *3.2.2.2 Principales actions menées*

Une action administrative a été menée pour passer la commande via le portail opérateur de THD Bretagne suivant un processus identique à celui utilisé sous Web op OWF avec FCI.

Une visite terrain a été organisée au shelter de Plougonvelin pour le FTTE, déclenchée comme un FTTE classique, afin de vérifier les points d'arrivée et les besoins du client.

Un suivi a été mis en place pour piloter l'avancement de la mise à disposition du FTTE, et une visite terrain a ensuite été réalisée pour valider et signer la mise à disposition de ce dernier.

### *3.2.2.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)*

A l'instar du processus de commande Web Op OWF, la première phase, avant toute commande, est de vérifier la création du compte client (cela peut prendre plusieurs semaines), ainsi que d'avoir l'accès à cette prestation.

Cette action demande d'être anticipée pour se prémunir de délais plus longs, notamment en cas d'absence de boîtier PRE à proximité, nécessitant des travaux d'extension.

## **3.2.3 Travaux armoire extérieure FH Molène**

**[22/07/2024 – 09/08/2024]**

### *3.2.3.1 Description*

Suite du processus initié par la commande de la baie HEP OWF pour accueillir coté Molène, le matériel IDU Nokia.



Armoire HEP installée

### *3.2.3.2 Principales actions menées*

Vérification de la date de mise à disposition de la baie prévue dans le portail Web op, avec une surveillance continue des éventuels changements, car aucune notification automatique n'est envoyée. Une fois les travaux terminés, le document de mise à disposition a été signé au nom de Mégalis Bretagne. Cette validation a déclenché, côté OWF, le processus de facturation pour les travaux de mise à disposition et le démarrage de la location mensuelle de la baie, facturée sur une base trimestrielle.

### *3.2.3.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)*

Comme toute commande d'hébergement, elle doit être lancée le plus tôt possible afin d'avoir une mise à disposition compatible avec le planning annoncé.

## **3.2.4 Déploiement FH NOKIA**

[02/09/2024 – 04/10/2024]

### *3.2.4.1 Description*

Installation du matériel NOKIA sur les deux sites, ainsi que la configuration et la mise en route du lien FH.



*Installation FH et Installation IDU FH sur Plougonvelin*



*Installation FH et Installation IDU FH sur Molène*

#### *3.2.4.2 Principales actions menées*

Il a été nécessaire de programmer les travaux FH en se projetant sur la mise à disposition des hébergements, car obligatoires pour l'installation des équipements Nokia. Cette planification a été effectuée avec le plus de précision possible en tenant compte de quelques aléas, pour garantir un planning réaliste tout en respectant les délais annoncés. Chaque acteur a dû valider la faisabilité d'un planning détaillé pendant la période d'installation.

Tout au long des installations, il a fallu confirmer la bonne exécution des tâches de chacun et communiquer à Nokia les éléments suivants :

- La mise à disposition des pylônes TOTEM
- La mise à disposition de l'armoire HEP et de son alimentation électrique
- L'accord (même si reçu et transmis très en amont) de l'autorité ANFR (via ARCEP) pour mise en route FH

---

#### *3.2.4.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)*

Au-delà du Gantt, il est essentiel de sécuriser la programmation des tâches en détaillant, semaine après semaine, les actions de chacun. Chaque acteur doit valider cette réalisation lors de réunions afin de s'assurer de sa faisabilité. Cela nous a permis de partir sereinement pour la période d'installation.

Informar Nokia de tout avancement ou risque de décalage des mises à disposition, cela étant crucial pour que son intervention se passe bien, surtout avec toute la logistique qu'il faut gérer afin d'aller sur l'île de Molène.

Le matériel a été livré sur l'île par conteneur, chargé au port de Brest. Les petits conteneurs peuvent être acheminés par Le Conquet, tandis que pour les plus gros conteneurs, le chargement doit être effectué une semaine à l'avance, ce qui nécessite d'avoir une personne sur place à Brest.

### **3.2.5 Recettes ouvrages FH**

[07/10/2024 – 18/10/2024]

#### *3.2.5.1 Description*

Document final d'installation de NOKIA décrivant l'ensemble du matériel installé, la check list avec tous les passages OK, les configurations des équipements et attestant du fonctionnement du FH (flux OK).

#### *3.2.5.2 Principales actions menées*

Cette action a été réalisée par Nokia sur place en présence d'Orange.

#### *3.2.5.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)*

Pas de point de vigilance particulier ou de bonne pratique, le retour de ce document est un des principes lors des installations FH dont un extrait avait été fourni lors de la réponse à l'appel d'offre.

### **3.2.6 Mise en service FH**

[21/10/2024 – 25/10/2024]

#### *3.2.6.1 Description*

Temps nécessaire aux collaborateurs pour administrer la configuration de la partie supervision Business VPN (BVPN).

#### *3.2.6.2 Principales actions menées*

Une action interne chez Nokia a été entreprise lors de la mise à disposition de son Business VPN.

#### *3.2.6.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)*

Une fois l'ensemble des éléments connectés et appareillés d'un point de vue SI, un délai est nécessaire afin que cela remonte dans le système Nokia. Malgré cela le planning a été tenu.

### **3.2.7 Tests du système FH pour l'expérimentation et le premier mois de test FH**

[28/10/2024 – 09/05/2025]

#### *3.2.7.1 Description*

La partie décrite ici comme tests du système FH, est la transmission hebdomadaire des éléments NOKIA sur le fonctionnement du faisceau Hertzien sur le premier mois de fonctionnement, ainsi que les rapports ensuite mensuels sur cette activité.

Dans le Gantt il a été modélisé le 1<sup>er</sup> mois de test, car c'est celui qui fait foi dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP).

### 3.2.7.2 Principales actions menées

Nokia a réalisé les tests et a formalisé les résultats dans un rapport destiné au groupe projet pour le dépôt du livrable.

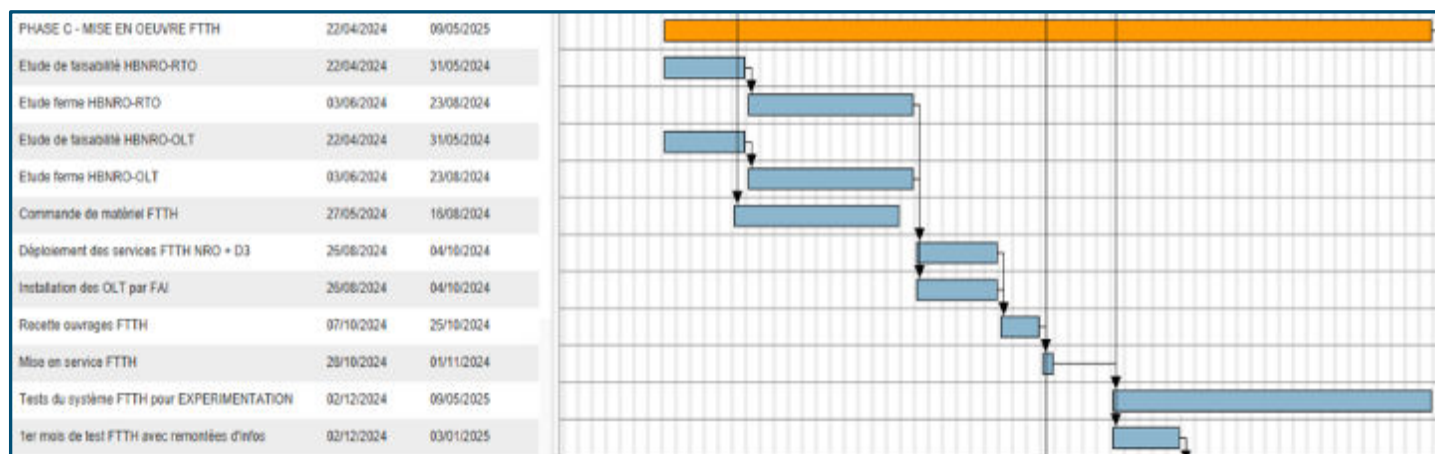
### 3.2.7.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)

Pas encore de recul sur cette activité.

## 3.3 Phase C : Mise en œuvre FTTH

### 3.3.1 Planning Global

[22/04/2024 – 09/05/2025]



### 3.3.2 Etude de faisabilité HBNRO-RTO et OLT

[22/04/2024 – 31/05/2024]

#### 3.3.2.1 Description

Les commandes de faisabilité HBNRO-RTO et OLT (Optical Line Termination) permettent de déclencher les hébergements afin d'installer les fermes qui recevront les têtes 144FO afin de faire la jonction entre la collecte du réseau et la partie boucle locale optique (FTTH), ainsi que et la demande de mise à disposition d'une baie pour l'OLT SFR (puis-ce que pris en charge par l'expérimentation pour recevoir le matériel de ce partenaire).

Ces commandes se réalisent sur le portail Web op OWF de Mégalis Bretagne.



*Illustration portail Web Op FCI*

### *3.3.2.2 Principales actions menées*

Les codes de connexion de Mégalis Bretagne ont été utilisés pour effectuer les commandes de faisabilité. L'étude de faisabilité a été lancée sous le système FCI (Frontal Commande Intégré) et un suivi hebdomadaire a été réalisé pour vérifier le retour de cette étude dans FCI.

### *3.3.2.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)*

Il est impératif de se connecter sur le portail toutes les semaines pour voir l'avancement. En effet, il n'est pas possible de recevoir des notifications de retour d'OWF tout au long des phases.

## **3.3.3 Etude ferme HBNRO-RTO et OLT**

[03/06/2024 – 23/08/2024]

### *3.3.3.1 Description*

L'étude ferme HBNRO-RTO et OLT est la suite logique du processus de commande OWF pour les hébergements, il s'agit ici de finaliser le parcours de commande.



*Fermes RTO installées*



*Baie pour OLT en place*

---

### 3.3.3.2 Principales actions menées

L'étude ferme a été lancée sous le système FCI, et une vérification a été effectuée pour confirmer l'accord de cette étude sur le portail, ce qui a signifié un GO travaux OWF (FCI).

### 3.3.3.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)

A l'instar de l'étude de faisabilité, il faut se connecter au portail pour suivre l'avancement.

## 3.3.4 Commande de matériel FTTH

[27/05/2024 – 16/08/2024]

### 3.3.4.1 Description

Tout comme la commande en avance du matériel FH Nokia, le matériel nécessaire à la réalisation de la simulation du Transport (MEC 32 pour Orange), l'installation des fibres à partir du RTO jusqu'à la pose des PTO et ainsi réaliser toute la partie FTTH doit être commandé et sécurisé.

### 3.3.4.2 Principales actions menées

L'ensemble du matériel, incluant les types de fibres, les longueurs nécessaires et les boîtiers, a été défini lors de la fourniture pour la validation de l'étude APS FTTH, qui a été approuvée en juin 2024. Une commande a ensuite été déclenchée pour obtenir le matériel conforme aux spécifications du réseau RIP de Mégalis Bretagne (exemple : utilisation de boîtiers Corning). Ce matériel a été réceptionné puis acheminé par bateau en août 2024 sur l'île de Molène, afin qu'il soit déjà sur place lors des travaux prévus au début de septembre 2024.

### 3.3.4.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)

Il est nécessaire de prévoir quelques éléments complémentaires en matériel, comme plusieurs boîtes de tailles différentes, tout en évitant d'en avoir trop pour ne pas avoir à rapatrier un excès de matériel par la suite.

De plus, faire l'inventaire de tous les petits accessoires (speed clips par exemple), fastidieux mais nécessaire pour éviter un retour sur l'île.

Enfin, anticiper l'acheminement du conteneur une fois arrivé sur l'île de Molène, où il n'y a pas de voitures. Il est donc essentiel de planifier la logistique avec des ressources humaines pour transporter le matériel à la main ou d'organiser un accord avec le personnel du port afin que le conteneur soit livré au plus près de l'installation, ce qui n'est pas prévu par la compagnie maritime.

### 3.3.5 Déploiement des services FTTH NRO + D3

[26/08/2024 – 04/10/2024]

#### 3.3.5.1 Description

Installation de la partie FTTH du NRO, installation des têtes optiques sur les fermes RTO, tirage, raccordement des fibres et des boites jusqu'aux Prises Terminales Optiques (PTO) de la Mairie et de la Poste par les techniciens.



*Tirage/raccordement fibre et PTO à la mairie*



#### 3.3.5.2 Principales actions menées

- Pose des têtes 144FO au RTO
- Tirage / raccordement d'un câble 72 FO modulo 12 jusqu'à un boîtier PEP (Point d'Epissurage et de Piquage)
- Préparation / Installation de la boîte PEP avec ses speed clips
- Tirage / raccordement d'un câble 12 FO modulo 6 du PEP à un PBO (Point de Branchement Optique) devant la mairie
- Préparation / Installation de la boîte PBO avec ses speed clips
- Soudures des fibres dans les boîtiers
- Réalisation des tests d'étanchéité
- Pose des étiquettes d'identifications sur le parcours des fibres
- Passage des câbles de Distribution D3 en façade pour alimentation de la mairie et de la Poste
- Passage dans les parties privatives de la Mairie et de La Poste de ces fibres jusqu'aux emplacements prévus de pose de PTO
- Pose des PTO à la Mairie et à La Poste
- Tests de continuité des 2 PTO

---

### *3.3.5.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)*

Cette action nécessite une préparation en amont de l'arrivée du matériel sur l'île afin que les techniciens puissent être opérationnels dès l'arrivée.

Ensuite, vérifier les différents accès possibles (clés Abloy) afin d'assurer la réalisation des travaux une fois sur place.

Il faut prévoir une soudeuse supplémentaire en cas de panne et le matériel de test (pression + continuité optique).

Veiller à la bonne organisation du logement de l'équipe sur place ainsi que des repas. Il faut également se coordonner avec la mairie pour garantir l'accès aux locaux nécessaires.

Pour la partie pose en façade, cela demande d'établir, (ce qui a été fait lors de l'étude FTTH) au préalable, avec la Mairie, une convention pour la pose des câbles ou boîtiers sur façade.

### 3.3.6 Installation des OLT par FAI

[26/08/2024 – 04/10/2024]

#### 3.3.6.1 Description

La phase d'installation des OLT est portée par les deux partenaires de l'expérimentation.

Cette action physique d'installation est réalisée par les FAI mais demande de valider au préalable les dates d'installations par rapports aux dates de livraison des hébergements.



OLT FAI Orange



OLT FAI SFR

#### 3.3.6.2 Principales actions menées

Cette étape nécessite de valider les besoins techniques des FAI et de valider certaines faisabilités techniques (exemple sur le raccordement des OLT sur IDU).

Par la suite, il faut programmer, avec les partenaires FAI, les dates pour l'installation de leurs équipements et se tenir informé, comme pour Nokia, de l'avancement des travaux d'hébergement. Enfin, il ne faut pas hésiter à faire savoir à tous les acteurs les difficultés d'accès et logistique.

#### 3.3.6.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)

Programmer des réunions de projets afin d'animer les deux FAI, de pouvoir répondre à leurs questionnements et les incorporer dans le projet à part entière.

Faciliter au besoin la partie logistique (test de leurs clés d'accès par équipe sur place pour éviter de se retrouver bloquer la semaine suivante, etc...).

### 3.3.7 Recette ouvrages FTTH

[07/10/2024 – 25/10/2024]

#### 3.3.7.1 Description

Cette phase a permis à l'équipe projet de vérifier les installations, de prendre les photos afin de clôturer les dossiers de fin de travaux FTTH (GC-BLO sous portail Web op) et de finaliser quelques éléments (étiquetage par exemple).



*Photos pour clôture du Dossier Fin de Travaux OWF (DFT)*

#### 3.3.7.2 Principales actions menées

Lors du déplacement sur l'île de Molène, les actions menées ont inclus l'ouverture des chambres, la réalisation de tests de continuité optique, et la vérification des installations. Des photos des chambres et des masques ont été prises, et la finalisation des étiquetages a également été effectuée.

#### 3.3.7.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)

Pour gagner du temps, il est conseillé de réaliser cette étape directement lors de l'installation du déploiement FTTH.

### 3.3.8 Mise en service FTTH

[28/10/2024 – 01/11/2024]

#### 3.3.8.1 Description

Action au planning permettant de brancher, de paramétrer les Box lors de la mise en place, et de faire les premiers tests et réglages avant la mise en route nominale.



*Installation Box Orange à la mairie et installation Box SFR à La Poste*

#### 3.3.8.2 Principales actions menées

Cette action comprend l'installation terminale des Box Orange et SFR, le branchement aux PTO et MEC 32, ainsi que l'installation de la box TV dans un bureau de la Mairie. Des tests ont ensuite été effectués pour vérifier le bon fonctionnement de la TV, incluant les chaînes nationales, la VOD (Vidéo à la Demande), le replay, ainsi que les services YouTube et Netflix.

#### 3.3.8.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)

Être prévoyant quant à l'apport de petit matériel, comme des multiprises, ainsi que du matériel en doublon pour éviter des retours sur l'île, que ce soit pour finaliser l'installation soit pour la phase SAV.

Cette action demande également de se poser les questions de ce qu'il est nécessaire d'avoir sur place lors des premières visites (exemple : apport d'un meuble au frais de l'expérimentation pour poser la Box dans le bureau du maire et poser le matériel en double).

Ces éléments sont également à partager avec la collectivité afin de valider les travaux qui seront faits.

---

### 3.3.9 Tests du système FTTH pour l'expérimentation et le premier mois de test FTTH

[02/12/2024 – 03/01/2025]

#### 3.3.9.1 Description

A l'instar de la partie nommée *Test du système FH*, cette étape est la mise en place de rapport mensuel attestant des résultats relevés sur les BOX Orange et SFR.

Ces tests sont décrits consistent à avoir, de manière automatique, des mesures type *speed test* journalier au niveau des box : débits montants / descendants / latence, via la programmation d'un boîtier électronique installé derrière chaque box, et de concaténer les résultats dans un fichier Excel exploitable faisant office de rapport de test.

Dans le Gantt, le premier mois de test a été modélisé, conformément aux exigences du CCTP. Cela permettra d'attester du fonctionnement, qu'il soit bon ou mauvais, de l'expérimentation FTTH, afin de pouvoir mettre en facturation cette Phase C.

#### 3.3.9.2 Principales actions menées

En amont, achat de matériel pour tester la solution technique.

La répliquabilité de l'outil a été vérifiée sur plusieurs boîtiers, avec des tests effectués avec les boxes des FAI.

Enfin, l'installation des boîtiers a été faite lors du déplacement du 10 octobre 2024 sur l'île de Molène :

- Raccordements aux Box Orange et SFR
- Administration des deux Box FAI (via compte admin) pour ouverture des ports
- Validation de prise en main à distance des boîtiers
- Récupération des données brutes et montage d'un fichier Excel récapitulatif
- Livraison du rapport de test mensuel à partir du 2 décembre 2024, à la suite de la demande de l'assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) et Mégalis Bretagne lors de la soutenance de démarrer les tests FTTH un mois après les tests FH.

#### 3.3.9.3 Enseignements (points de vigilance et bonnes pratiques)

Avant de trouver la solution technique qui fonctionne, il a fallu effectuer quelques recherches. Ce type de solution est donc à envisager le plus en amont possible.

Cela demande d'avoir une équipe projet qui couvre l'ensemble des sujets, notamment de programmation, compétence qui n'était pas identifiée à l'origine.

---

# Bilan de l'expérimentation

Les mesures de données et le bilan de l'expérimentation ont été réalisées jusqu'en avril 2025.

Cette expérimentation a permis de démontrer que l'ingénierie répondait pleinement au cahier des charges.

En effet, la qualité de service sur le Faisceau Hertzien et par voie de conséquence sur le FttH, constatée durant l'expérimentation, a offert un service équivalent à ce qui est réalisé sur le continent.

Les périodes de tempêtes n'ont pas impacté les débits ni la qualité de service, démontrant ainsi la robustesse du dispositif.

Il est à noter toutefois que, sur la durée de l'expérimentation, quelques pertes de paquets de données ont été constatées et corrigées directement par le système (renvoi des éléments erronés), sans conséquence directe ou indirecte pour l'utilisateur final. Pour se prémunir de cela, il serait possible d'avoir une diversité d'antennes (ajout d'un deuxième Faisceau Hertzien) afin de réduire par 3 le taux d'indisponibilité. La pertinence technico-économique de cette solution reste toutefois à démontrer au regard de l'absence d'impact final.

Quelques éléments extérieurs ont perturbé ponctuellement le fonctionnement du dispositif Faisceau Hertzien / FttH mais ils sont imputables surtout aux problématiques de livraison de l'énergie sur l'île.