



KM3NeT-BM

Date : 16 Février 2026

CSP : 07

Porteur Scientifique : George VASILEIADIS

Porteur Technologique : Stéphane RIVOIRE

Présentation Générale

Présentation scientifique

Le détecteur KM3NeT est un télescope à neutrinos de seconde génération installé dans les abysses de la Méditerranée, conçu grâce au retour d'expérience du détecteur ANTARES.

Une première version de détecteur, baptisé ARCA, installé au large de la Sicile, est dédiée à la recherche de neutrinos de grande énergie provenant de cataclysmes de l'Univers tels que des supernovæ ou la formation et l'évolution de trous noirs. Un second détecteur, baptisé ORCA, est en construction au large de Toulon. Il permettra une détermination de la hiérarchie de masse des neutrinos, en étudiant précisément le flux des neutrinos atmosphériques traversant la Terre.

Objectifs initiaux et évolution

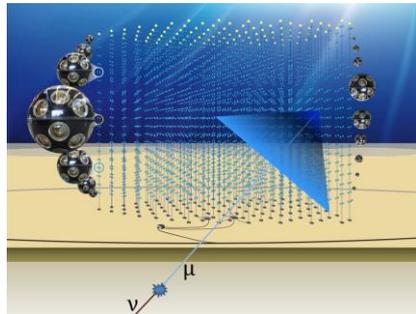
Le LUPM (Stéphane RIVOIRE/Service Instrumentation) aura la responsabilité de réaliser une partie de l'intégration des Bases Modules (BM) destinés pour ORCA. La suite se fera au CPPM (ajout aux châssis optique et électronique de la partie AC/DC et interconnexion du BM complet à la ligne de détection).

Le Base Module (BM) est un équipement d'interface optique, électronique et électrique entre la ligne (DU) composée de 18 groupes de détecteurs (18 DOMs) et le dispositif appelé Noeux (Node ou Junction Box) qui lui sera relié à la terre ferme (Station de contrôle de la Seyne-sur-Mer située à environ 40 km du site d'expérience).

Les BM ont 2 fonctions principales, l'alimentation électrique des lignes de détections (DU) en 385V DC et la récupération, la mise en forme (multiplexage) et la transmission des données vers la station de contrôle de la Seyne-sur-Mer. Cette communication entre les détecteurs et la shore station est bien sûr bi-directionnelle.

Ce travail se fait en étroite collaboration avec le CPPM (Marseille).

Présentation Générale

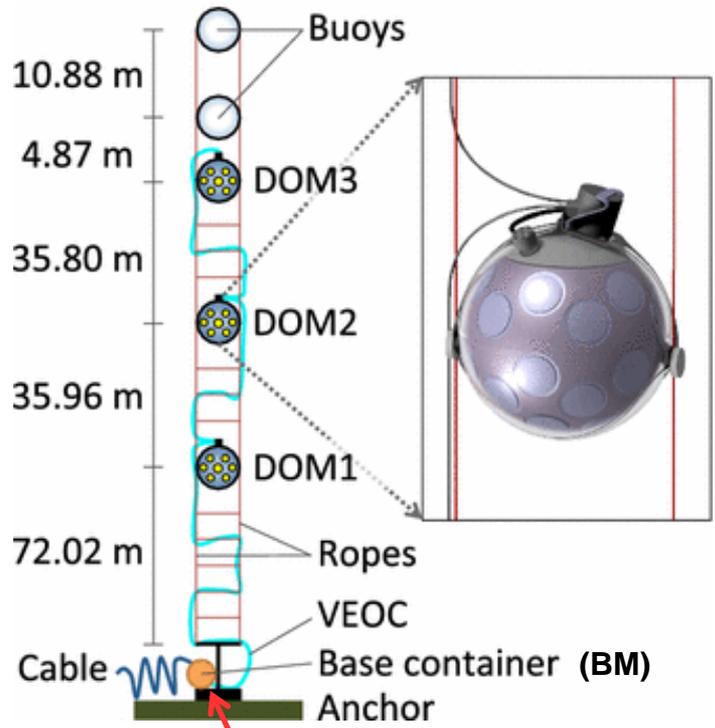
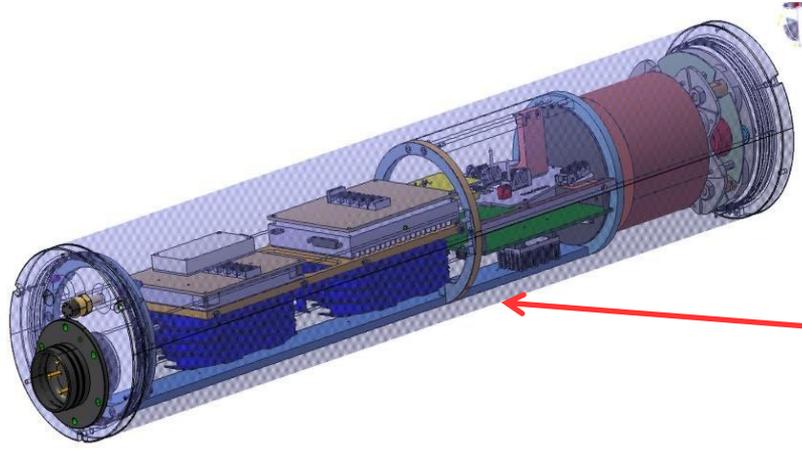


KM3NeT
(Cubic Kilometre Neutrino Telescope)

ORCA/ARCA

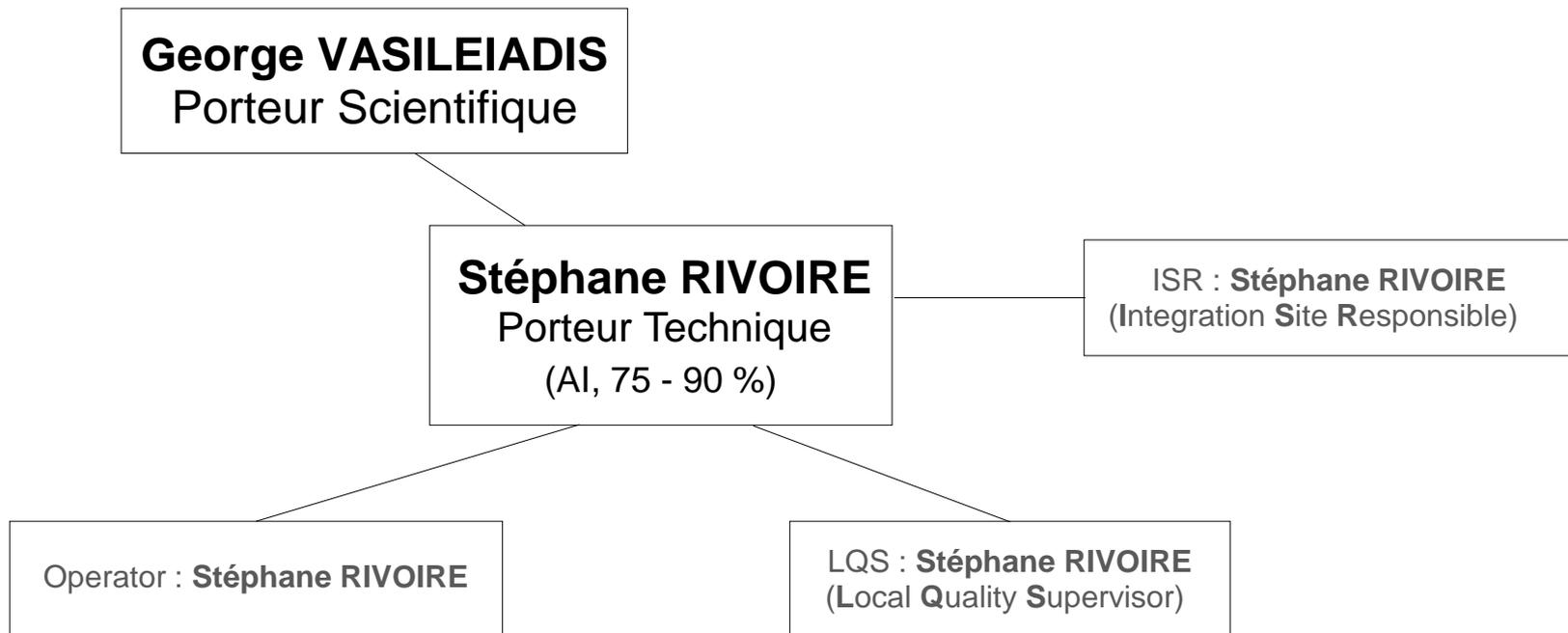
DU (18 DOM)

Base Module (BM)



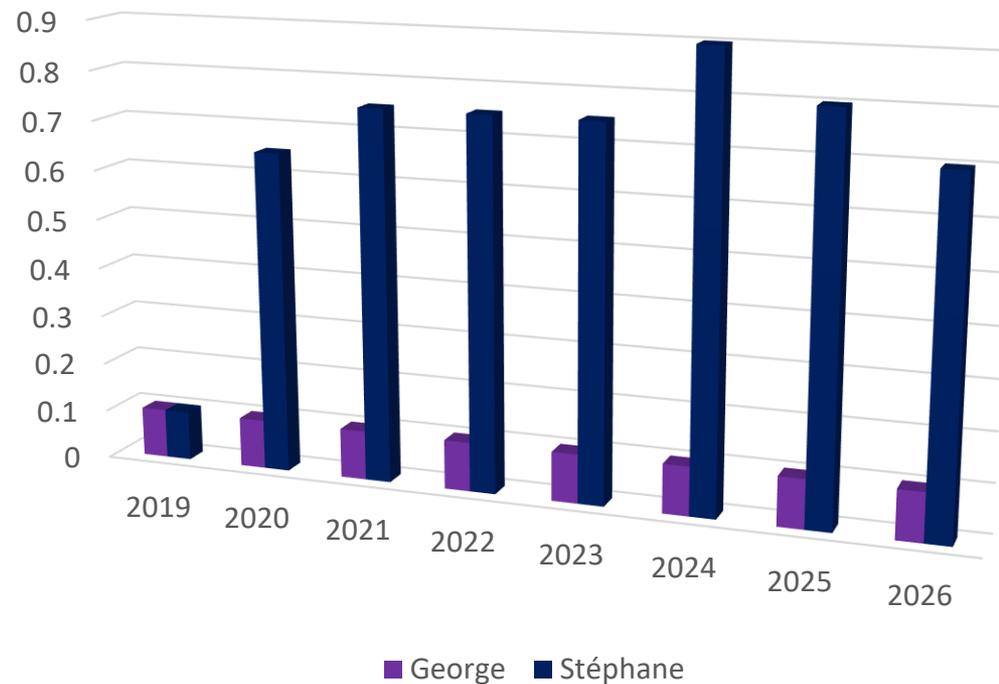
Management

- Organigramme du projet dans le laboratoire



Ressources humaines du LUPM

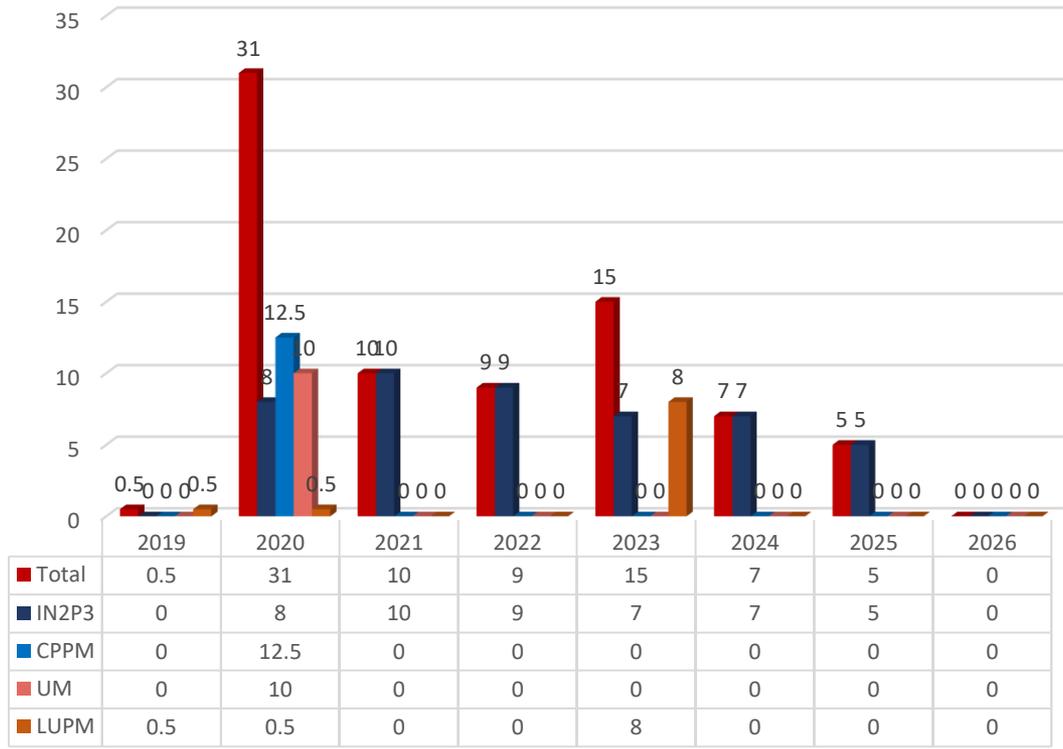
Equivalent Temps Plein (ETP)
Enseignants & chercheurs / Ingénieurs & techniciens



Remarque:

Stéphane RIVOIRE: ETP-2025 estimé à 80% pour l'activité BM-KM3Net

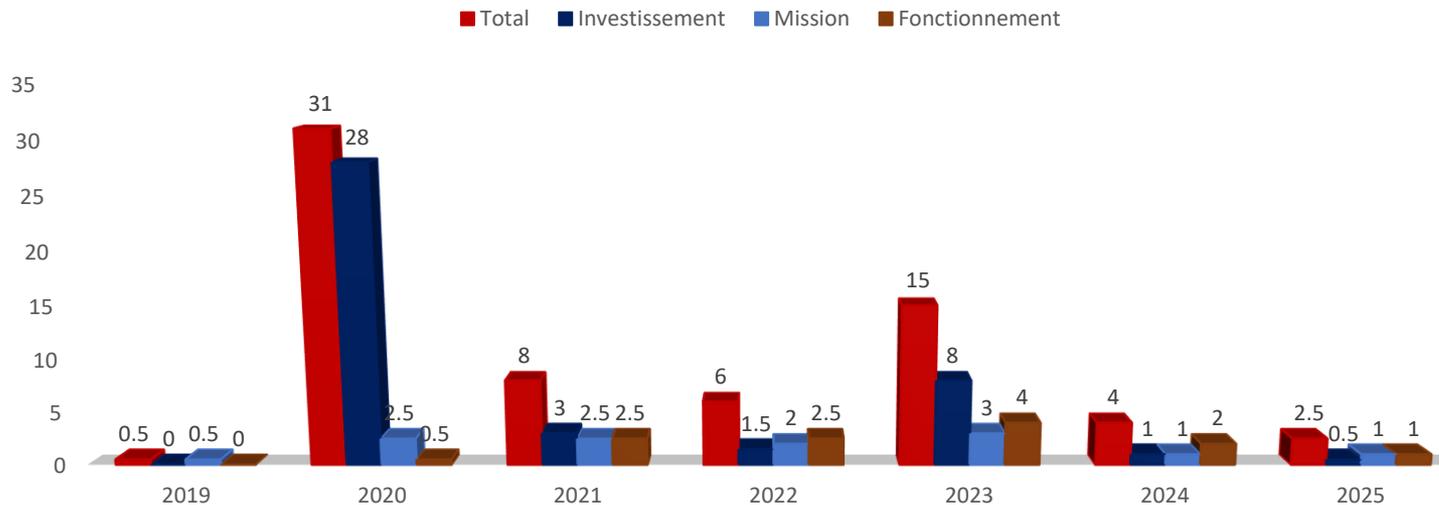
Financements (en k€)



Remarque:

✓ Dotation en baisse mais cela reste suffisant

Dépenses (en k€)



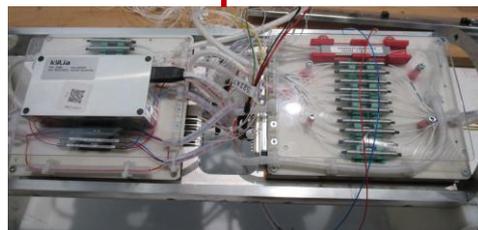
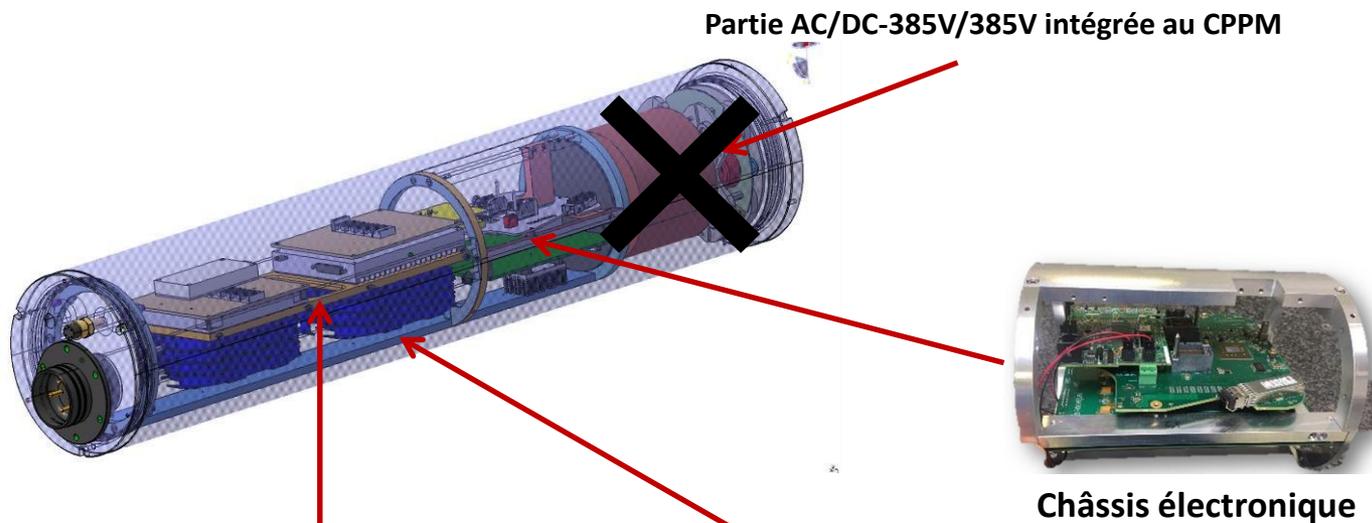
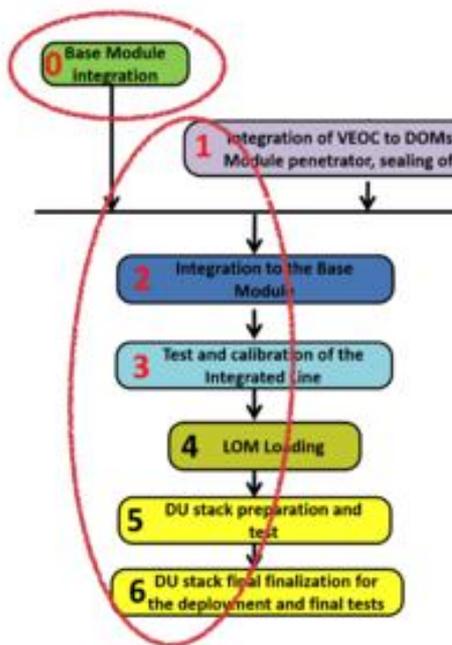
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Total	0.5	31	8	6	15	4	2.5
Investissement	0	28	3	1.5	8	1	0.5
Mission	0.5	2.5	2.5	2	3	1	1
Fonctionnement	0	0.5	2.5	2.5	4	2	1

Remarque:

- ✓ En 2021 environ 8k€ ont été dépensés sur un budget de 10k€.
- ✓ En 2022 environ 6k€ sur 9k€
- ✓ En 2023 environ 7k€ sur 7k€ + 8 k€ de la part du LUPM (micro-OSA)
- ✓ En 2024 environ 4k€ ont été dépensés sur 7k€
- ✓ **En 2025 environ 2,5k€ ont été dépensés sur 5k€**

Liste des taches (principales)

✓ **Intégration/Production/Tests des « Base Module » (BM) pour ORCA - Process 0 -**



Châssis optique

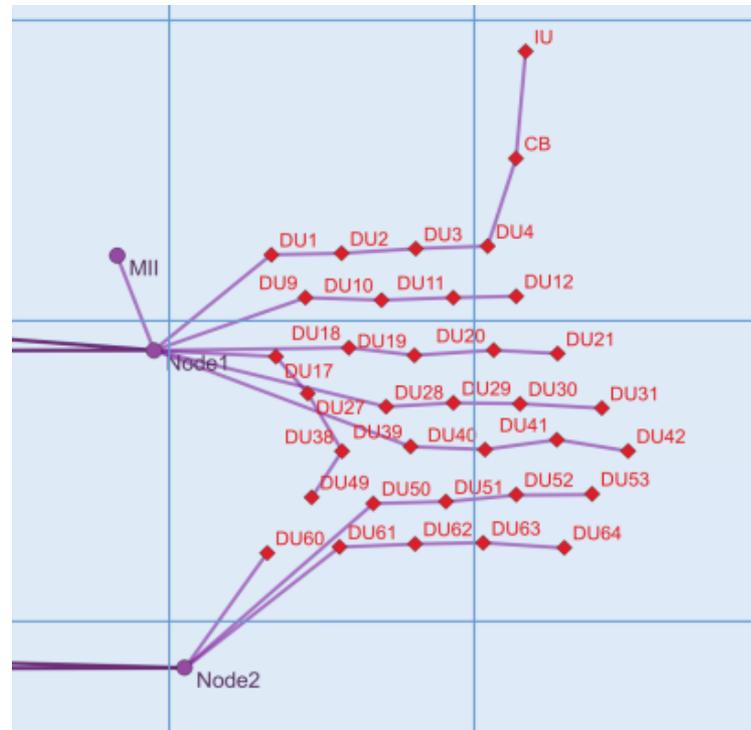
Liste des taches réalisées à ce jour (1/3)

- **Formation au CPPM**, commencée en mars 2020 avant d'être interrompue à cause de la COVID-19, puis reprise fin septembre et début octobre 2020 (3 missions de 3 jours).
- De mars à septembre 2020: période mise à profit pour l'achat du matériels nécessaires à l'équipement de la salle d'intégration des BM au LUPM (budget d'environ 30k€).
- **1^{er} BM** intégré sur le site de Montpellier en octobre et novembre 2020, livré au CPPM en décembre 2020.
- **Réalisation de la procédure officielle d'intégration des bases modules « ORCA ».**
- **Réalisation de tutoriels/vidéos pour la formation des 2 autres sites d'intégration de bases modules (Oujda et Valence).**
- De mars 2021 à fin 2022, **8 autres BMs** ont été intégrés au LUPM puis livrés au CPPM.
- **Réalisation d'un banc de tests et écriture de la procédure officielle « Acceptance Test Report » pour les tests finaux après intégration.**
- **Réalisation des upgrades des procédures d'intégration** des bases modules pour les sites « ORCA ».
- **Réalisation de documents pour la fabrication en sous-traitance des câbles pour les BM « ORCA ».**
- **Accueil à Montpellier de l'équipe de Valencia pour une formation (6 et 7 novembre 2023).**
- **En 2023, 7 BMs supplémentaires ont été produits puis livrés au CPPM.**
- ...
- **Formation d'Imad EL BOJADDINI Responsable Technique du site d'intégration d'Oujda (8 et 9 octobre 2024 à Montpellier).**
- 5 BMs ont été intégrés au LUPM en 2024.
- 2 BMs ont été intégrés au LUPM en 2025.

**Actuellement, 22 BMs ont été intégrés sur le site de MONTPELLIER
et 18 sont actuellement déployés en mer.**

Liste des taches réalisées à ce jour (3/3)

- Suite au déploiement du mois d'octobre 2024, le noeud 1 est complet (24 lignes "DUs" sont fonctionnelles). 12 BMs sur 24 ont été produits à Montpellier c'est à dire 50%.
- Suite au déploiement du mois d'octobre 2025, 33 lignes sont installées dans les fonds marins. Sur les 33 BMs déployés, 18 BMs ont été intégrés à Montpellier, soit un peu plus de 50%.



Liste des taches en cours

- ✓ **Résolution des problèmes de tests au niveau de la partie “hydrophone”**
 - Pb carte électronique ?
 - Pb cables ?
 - Pb software de tests ?
 - Autres ?

- ✓ **Mission au CPPM le 18 et 19 février 2026 à propos de ce dernier sujet**

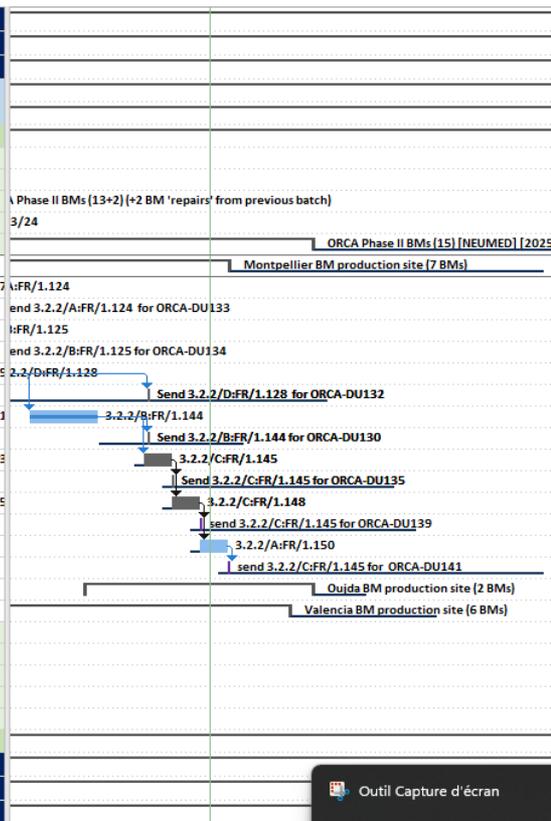
Liste des tâches à venir (Prévisions)

- ✓ **Suite de la résolution des problèmes de tests au niveau de la partie “hydrophone”**
- ✓ Prochainement je vais recevoir 2 BMs envoyés par Oujda pour réaliser des tests à Montpellier (d’ici fin février).
- ✓ Travail sur l’évolution du nouveau BM (changement de l’ampli optique) → changement dans la mécanique et cela impliquera des changements dans l’intégration de la partie « optique » et l’update des procédures d’intégration.
- ✓ Formation pour un nouveau site d’intégration à Nantes (Subatech) + formation d’une collègue au CPPM (avant l’été ?)
- ✓ **Suite de la production des BMs à Montpellier**

Avancement

Diagramme de GANTT – Planning officiel KM3NeT

► Procurements	2679,13 jours?	Mar 01/	Jeu 29/C	0 jour?	Oui	
► DOM integration	3336,5 jours?	Mer 10/	Mar 15/	122 jours?	Non	
► BM Integration	3249,5 jours?	Mer 04/	Ven 08/	144 jours?	Non	
▷ ARCA BM production	2259,5 jours?	Mar 22/0	Jeu 19/10	0 jour?	Oui	
▷ Total number of produced ARCA BMs	3098,5 jours	Mer 04/1	Jeu 19/10	0 jour	Oui	
▲ ORCA BM production	2410,5 jours	Mar 22/0	Ven 08/0	144 jours	Non	
▷ ORCA First Phase II BMs [7] [Marseille][Montpellier]	232,75 jours	Mer 22/0	Ven 11/00	0 jour	Non	3024
▷ ORCA Phase II BMs [7] [Marseille][Montpellier]	158,5 jours	Lun 13/00	Lun 16/00	0 jour	Non	2323;3024
▷ ORCA Phase II BMs [13+2] (+2 BM 'repairs' from previous batch)	450,38 jours	Lun 11/04	Mer 20/0	0 jour	Non	2324;2894
End of 27 ORCA Phase II DUs BMs	0 jour	Mer 20/0:	Mer 20/0:	0 jour	Oui	6140
▲ ORCA Phase II BMs [15] [NEUMED] [2025]	246,25 jours	Lun 19/00	Ven 28/00	189 jours	Non	2327;2312;1497;2333;2330
▲ Montpellier BM production site (7 BMs)	196,25 jours	Lun 19/00	Ven 06/1:	194 jours	Non	6141
3.2.2/A:FR/1.124	3,6 sem.	Lun 19/01	Mer 13/0:	0 sem.	Non	2988;6181;1456
Send 3.2.2/A:FR/1.124 for ORCA-DU133	2 jours	Lun 15/04	Mar 16/04	0 jour	Non	6186
3.2.2/B:FR/1.125	3,78 sem.	Lun 19/00	Mer 13/0:	0 sem.	Non	2988;6186;1456
Send 3.2.2/B:FR/1.125 for ORCA-DU134	2 jours	Lun 15/04	Mar 16/04	0 jour	Non	6188
3.2.2/D:FR/1.128	3,6 sem.	Lun 18/00	Mer 10/0:	0 sem.	Non	2991;1456
Send 3.2.2/D:FR/1.128 for ORCA-DU132	2 jours	Lun 16/05	Mar 17/05	118 jours	Non	6190
3.2.2/B:FR/1.144	10 sem.	Lun 20/00	Ven 26/00	0 sem.	Non	6190;1486;3000
Send 3.2.2/B:FR/1.144 for ORCA-DU130	2 jours	Lun 16/05	Mar 17/05	67 jours	Non	6192
3.2.2/C:FR/1.145	4 sem.	Jeu 12/09	Mer 09/1:	0 sem.	Oui	6192;3000;3010
Send 3.2.2/C:FR/1.145 for ORCA-DU135	2 jours	Jeu 10/10	Ven 11/10	142 jours	Non	6194
3.2.2/C:FR/1.148	4 sem.	Jeu 10/10	Mer 06/1:	0 sem.	Oui	2997;1456;6194
send 3.2.2/C:FR/1.145 for ORCA-DU139	2 jours	Jeu 07/11	Ven 08/11	137 jours	Non	6196
3.2.2/A:FR/1.150	4 sem.	Jeu 07/11	Mer 04/1:	0 sem.	Oui	2997;1486;6196
send 3.2.2/C:FR/1.145 for ORCA-DU141	2 jours	Jeu 05/12	Ven 06/12	194 jours	Non	6198
▷ Oujda BM production site (2 BMs)	141,75 jours	Lun 15/00	Ven 28/00	31,75 jours	Non	6163
▷ Valencia BM production site (6 BMs)	197,38 jours	Mar 02/0	Mer 05/0	99 jours	Non	6181
▷ ORCA 10 BMs [2026]	102 jours	Mer 08/0	Ven 25/00	0 jour	Oui	2652;2661FD-20 jours;2670
▷ ORCA 20 BMs [2027]	202 jours	Ven 06/1:	Lun 27/00	0 jour	Oui	560FD+9 m
▷ ORCA 20 BMs [2028]	202 jours	Ven 05/1:	Ven 22/00	0 jour	Oui	561FD+9 m
▷ ORCA 14 BMs [2029]	142 jours	Jeu 02/11	Ven 08/00	0 jour	Oui	562FD+9 m
End of ORCA BM production	0 jour	Mar 22/0	Mar 22/0	0 jour	Oui	
▷ Total number of produced ORCA BMs	2665,5 jours	Ven 26/0	Mer 06/0	0 jour	Oui	
► DU Integration	3416,5 jours?	Mer 04/	Mar 05/	0 jour?	Oui	
► Infrastructure	2350,13 jours?	Mar 22/	Ven 14/	0 jour?	Oui	
► Sea operations	2692,13 jours?	Ven 15/	Ven 01/	0 jour?	Oui	



Risques/Problèmes:

Besoins et demandes futures

Éléments valorisants et marquants

- Publications

- ✓ Architecture and performance of the KM3NeT front-end firmware ([hal-03210384](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03210384))
- ✓ The KM3NeT potential for the next core-collapse supernova observation with neutrinos
- ✓ Deep-sea deployment of the KM3NeT neutrino telescope detection units by self-actuated robots
- ✓ Event reconstruction for KM3NeT/ORCA using convolutional neural networks ([arXiv:2003.11511](https://arxiv.org/abs/2003.11511))
- ✓ gSeaGen: the KM3NeT GENIE-based code for neutrino telescopes ([arXiv:2003.11511](https://arxiv.org/abs/2003.11511))

- Conférences, Présentations, Posters

- ✓ Présentation du poster du service Instrumentation lors des journées des 20 ans de l'Instrumentation Instrumentalistes d'Occitanie (19 et 20 octobre 2021 à Font-Romeu)

- Participations aux réunions nationales et internationales

- ✓ Collaboration Meeting Genova 2020
- ✓ Collaboration Meeting Online (2 réunions en 2020, 2021, 2022, 2023 et 2024)

- Installation, livrables, ...

- ✓ **A ce jour 22 BMs ont été livrés au CPPM et 18 ont été déployés avec succès en mer**

- **Événement exceptionnel...**

- ✓ **Le télescope KM3NET détecte un neutrino d'une énergie encore jamais enregistrée (220 PeV - $220 \cdot 10^{15}$ eV)**
- ✓ **Ce résultat est paru dans la revue *Nature* le 12 février 2025**



Cities and Sites of KM3NeT

