Marché 261000129 – Cahier des clauses techniques particulières

NE-2026-1327 : Électrification à quai et stockage d'énergie embarqué du Pourquoi Pas ?

Maxime BONIN



Révisions

Indice	Rédigé	Vérifié par	Approuvé par
	17/08/2026 Maxime BONIN Ingénieur Naval	17/08/2026 Lucas LEON Ingénieur Naval	17/08/2026 Lucas LEON Ingénieur Naval
A			

Suivi des modifications

Version	Modifications	Date
V1	Première version	17/08/2026

Sommaire

Table des matières

1. Contexte du projet 4
1.1. Présentation du projet 4
1.2. Objectifs de l'étude 4
1.3. Calendrier prévisionnel et déroulé du projet 5
1.4. Visite 5
2. Présentation du navire 6
2.1. Présentation générale du navire 6
2.2. Installation électrique existante 6
3. Prestation attendue 7
3.1. Objet de la prestation 7
3.2. Tranche 1 - Etudes techniques attendues 8
3.3. Tranche 2 – Budget prévisionnel 9
4. Expression des besoins et contraintes 9
4.1. Intégration électrique 9
4.2. Espaces disponibles 10
5. Livrables attendus 11
5.1. Tranche 1 – Dossier technique 11
5.2. Tranche 2 – Budget prévisionnel 12
6. Documents mis à disposition 12

1. Contexte du projet

1.1. Présentation du projet

L'IFREMER est un institut Français de recherche en sciences marines créé en 1984. C'est un Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) Au sein de l'IFREMER, la Flotte Océanographique Française (FOF) pilote l'organisation des campagnes de recherche en mer. Les navires de la FOF sont exploités par la filiale GENAVIR, armateur de droit privé depuis 1976.

Le propriétaire IFREMER et le gestionnaire GENAVIR souhaitent réduire l'emprunte environnementale du navire POURQUOI PAS ?

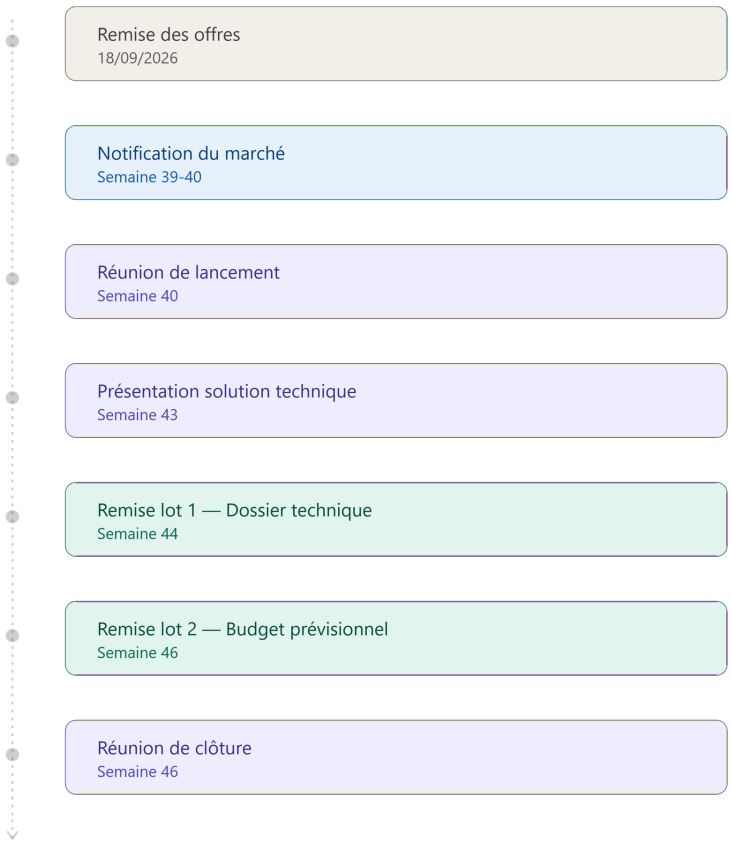
Cette démarche s'inscrit dans un contexte de volonté forte de décarbonation des campagnes de recherche, et dans le cadre dimensionnant des contraintes réglementaires internationales. L'un des axes d'amélioration envisagé est le redimensionnement de l'installation d'alimentation électrique à quai du navire, conjointement à l'intégration d'un parc de batteries.

1.2. Objectifs de l'étude

Les principaux objectifs sont les suivants :

- Redimensionner l'installation d'alimentation électrique à quai du navire pour qu'elle couvre l'intégralité des besoins du navire lors des escales. Celle-ci comprenant :
  - Un branchement quai basse tension
  - Un parc de batteries
- Etudier d'éventuels cas d'usages additionnels du parc de batteries en analysant les profils de consommation électrique du navire en opérations (cf. §6 – [7]). Ils concernent notamment la redondance de la production électrique, permettant d'éviter le démarrage d'un deuxième groupe électrogène en sécurité lors des missions où des équipements sensibles sont mis à l'eau (sismiques, ROV…), ainsi que la couverture des pics de charge de la puissance propulsive en manœuvre, par exemple.
- Budgétiser les couts d'investissement et d'exploitation d'une telle installation.

1.3. Calendrier prévisionnel et déroulé du projet



Une réunion de lancement sera organisée au démarrage du projet afin de présenter les objectifs et d'apporter les clarifications nécessaires. À l'issue de la tranche 1, une réunion sera consacrée à la présentation du rapport technique. Enfin, si la tranche 2 est commandée, une réunion de présentation des résultats sera également prévue.

1.4. Visite

Si le prestataire le souhaite, une visite du navire peut être organisée afin de valider les différents choix techniques.
Le bateau sera disponible à quai au Port de Brest entre le 06/10/2026 et le 10/10/2026.
L'intégralité des coûts inhérents à cette visite doit être incluse dans l'offre.

2. Présentation du navire

2.1. Présentation générale du navire

Le Pourquoi pas ? est un navire océanographique construit à Saint-Nazaire en 2005. Il sera exploité par la Flotte océanographique française jusqu'en 2045. En tant que navire hauturier de la FOF, il est amené à conduire des campagnes scientifiques multidisciplinaires à travers la majorité des océans du globe. Son programme de navigation est donc très varié, en fonction des missions à réaliser.

Les principales caractéristiques du Pourquoi pas ? sont les suivantes :

Numéro IMO :	9285548
Date de construction :	05 July 2005
Armateur :	IFREMER
Gestionnaire du navire :	GENAVIR
Pavillon :	French 1st Register
Numéro d'immatriculation BV :	03871K
Notation :	I HULL MACH, SPECIAL SERVICE, AUT-IMS (SS), AUT-PORT (SS), SYS-NEQ-1 (SS), MON-SHAFT, COMF 1, CLEAN-AIR, ALP (SS), DYNAPOS-AM/AT-R
Longueur hors tout :	107,60 m
Longueur entre perpendiculaires :	94,00 m
Largeur max :	20,00 m
Hauteur pont principal :	27,10 m
Tirant d'eau :	5,75 m (+ 1 m Gondole)
Jauge brute :	7854
Jauge nette :	2356
Port en lourd :	2300 t

En plus de ces données, le plan d'arrangement général du navire sera également fourni (cf. §6 – [1])

Une visite virtuelle du navire est disponible sur ce lien :

https://ifremer.vis-on.fr/fr-fr/explore/watch?pid=7&token=MjYvMTcwL%2F4yU9DimDbVpni59oigfTdj4ez2

2.2. Installation électrique existante

Le réseau électrique du navire comporte trois niveaux de tension : 690 V, 400 V et 230 V, distribués via trois tableaux électriques principaux. La production est assurée par quatre groupes électrogènes diesel de 1 825 kVA chacun, permettant d'alimenter l'ensemble des consommateurs du bord (propulsion, auxiliaires, services hôteliers). Le synoptique de l'installation et le bilan de puissance sont fournis en

annexe (cf. §6 – [4]). Ce bilan de puissance a toutefois été établi lors du neuvage du navire, il y a environ 20 ans, et ne prend pas en compte les différentes modifications apportées à l'installation depuis lors.

L'alimentation électrique à quai actuelle a une capacité de 400 A. Elle permet de couvrir les besoins du navire en arrêt technique, mais ne permet pas d'alimenter l'ensemble de la charge hôtelière et des apparaux lors des escales.

Une cellule disponible dans le tableau principal 690 V pourrait être utilisée pour le raccordement d'une nouvelle installation ; cette possibilité a été vérifiée lors d'une précédente étude préliminaire relative à une connexion Haute Tension, fournie en annexe (cf. §6 – [6]).

Le système de gestion de l'énergie du bord (PMS) vient d'être récemment remplacé.

La propulsion du navire est assurée par une propulsion électrique de fourniture General Electric.

3. Prestation attendue

3.1. Objet de la prestation

Le prestataire sera en charge de la réalisation des études techniques et économiques visant à évaluer la faisabilité d'une solution permettant d'améliorer l'alimentation électrique du *Pourquoi Pas ?* lors des escales et d'optimiser sa consommation énergétique en phase d'exploitation.

Les prestations seront réparties en deux tranches :

- **Tranche 1 – Études techniques (rapport)** : il comprendra l'analyse de la faisabilité technique, de l'intégration à bord et des principaux impacts sur le navire et son exploitation. Les résultats seront présentés dans un rapport technique caractérisant les solutions étudiées et leurs principales contraintes.
- **Tranche 2 – Budget prévisionnel** : il comprendra l'établissement du budget associé aux solutions étudiées, incluant le chiffrage des équipements, des travaux et adaptations nécessaires à leur intégration à bord, ainsi que des études d'intégration associées.

Les deux tranches permettront ainsi de disposer des éléments nécessaires à l'évaluation de la faisabilité du projet et à l'estimation de son coût.

3.2. Tranche 1 - Etudes techniques attendues

Le dossier technique devra inclure :

- **Analyse de l'existant** : Prise de connaissance de l'installation électrique existante, ainsi que des profils de consommation (fournis en annexe (cf. §6 – [7])). Cette analyse identifiera les contraintes spécifiques d'exploitation et les interfaces avec les équipements existants.
- **Définition de la solution** : Proposition d'une ou de plusieurs architectures correspondant aux besoins exprimés au §1.2. Chaque solution sera argumentée et comparée aux autres sur ses performances, sa facilité d'intégration, sa maintenabilité, son évolutivité et son coût global
- **Dimensionnement des équipements** : Les principaux équipements de l'installation devront être dimensionnés, notamment :

    - Le système de stockage de l'énergie, avec argumentaire sur le dimensionnement, la masse et les technologies de batteries proposées
    - Les équipements d'interface et de raccordement entre le quai, le système de stockage et le réseau électrique du navire, notamment le bus DC, les câbles et les équipements auxiliaires associés.

- **Cas d'usage supplémentaires :** Propositions d'utilisation dans des cas d'usage autres que les escales
- **Ergonomie et procédure de branchement à quai** : Le branchement à l'alimentation électrique à quai devra pouvoir être réalisé par l'équipage de façon simple, rapide et sûre. Cela concerne aussi bien la manœuvre des câbles que le processus de branchement et débranchement lui-même. Le prestataire décrira le déroulé qu'il propose, la durée nécessaire, et veillera en particulier à limiter le nombre d'opérations à effectuer
- **Intégration électrique** : Le prestataire détaillera la manière dont la nouvelle installation sera intégrée au réseau existant et à son environnement à bord. Il vérifiera enfin que la nouvelle installation reste compatible avec le réseau électrique existant, sans risque d'interférence pouvant générer des instabilités, et s'assurera notamment de l'absence d'impact de la solution sur la régulation de la propulsion électrique General Electric du navire.
- **Intégration réseau bord** : Le prestataire analysera les besoins de la nouvelle installation vis-à-vis des réseaux et services disponibles à bord (eau, climatisation/refroidissement, ventilation, protection incendie, caméras) et définira comment s'y intégrer. Il précisera les caractéristiques des interfaces nécessaires, les capacités requises, et les adaptations éventuelles à apporter aux installations existantes
- **Conformité réglementaire et sécurité** : Le prestataire identifiera l'ensemble des contraintes réglementaires et de sécurité applicables : cloisonnement et protection incendie, zones ATEX, ventilation, entre autres. La solution proposée devra, plus largement, respecter l'ensemble des règles et règlements en vigueur applicables au navire.

3.3. Tranche 2 – Budget prévisionnel

À l'issue de la tranche 1, sur décision d'IFREMER, la réalisation de la tranche 2 pourra être lancée. Celle-ci portera exclusivement sur la solution technique unique retenue à l'issue de la tranche 1. Aucune comparaison entre plusieurs architectures n'est attendue à ce stade.

Le prestataire réalisera une analyse économique de cette solution sur une durée de 20 ans, sous forme de plans d'amortissement intégrant notamment :

- **Les coûts d'investissement (CAPEX)** : fourniture des équipements, études d'intégration électrique (incluant plans navire mis à jour, plans de l'installation, bilan de puissance et prise en compte des commentaires du BV), et coûts de travaux et d'intégration en chantier
- **Les coûts de fonctionnement (OPEX) :** consommations d'énergie, maintenance et coûts de renouvellement des équipements. Le prestataire proposera notamment son approche vis-à-vis du remplacement des batteries au cours de la période étudiée

Le prestataire pourra proposer tout scénario économique complémentaire qu'il jugera pertinent.

Sur cette base, le prestataire fournira une proposition financière détaillée et chiffrée, incluant :

- Une liste détaillée des équipements et de leurs coûts estimatifs
- Une estimation non engageante des coûts d'intégration et de travaux en chantier

4. Expression des besoins et contraintes

4.1. Intégration électrique

La puissance électrique disponible à quai constitue la principale contrainte du projet : les études devront être conduites sur la base d'une puissance maximale de 500 kW disponible depuis le réseau à quai.

Deux campagnes de mesure ont été réalisées afin de quantifier les besoins réels du navire à quai : une première en 2022, avant la jouvence du navire réalisée en 2025, et une seconde en 2026, après cette jouvence. Lors de cette seconde campagne, les groupes froids (d'une puissance max de 175 kW) et la chaudière électrique du navire (d'une puissance max de 160 kW) n'étaient pas en service, ce qui devra être pris en compte dans l'interprétation des mesures. Le compte-rendu de la première campagne ainsi que les fichiers natifs de la seconde seront fournis en annexe (cf. §6 – [5] & [8]).

L'alimentation à quai et l'usage des batteries devront permettre de couvrir la totalité des besoins électriques du navire lorsque celui-ci est à quai, ainsi qu'alimenter le tableau principal 690V.

Le branchement à l'alimentation électrique à quai devra pouvoir être réalisé par l'équipage de façon simple, rapide et sûre (sans passer par un arrêt de l'usine électrique du navire). Cela concerne aussi bien la manœuvre des câbles que le processus de branchement et débranchement lui-même. Le prestataire décrira le déroulé qu'il propose ainsi que la durée nécessaire, et veillera en particulier à limiter le nombre d'opérations à effectuer.

L'installation devra accepter à minima du 400 V à 50 Hz, et si possible des tensions de 440 V et 690 V, et 60 Hz en fréquence. Il devra par ailleurs être conforme aux normes et standards en vigueur.

La solution proposée devra par ailleurs prendre en compte plusieurs contraintes d'intégration à bord, notamment :

- Les contraintes liées à l'implantation des équipements dans le navire (enrouleurs de câbles, convertisseurs de puissance, racks batteries…), y compris l'éventuelle création d'une ouverture dans le bordé pour le passage du câble d'alimentation électrique à quai, ainsi que le dimensionnement des câbles et passages de câbles entre les différents équipements
- Les modifications à apporter au schéma unifilaire et l'intégration des équipements électriques au tableau principal
- Les adaptations éventuelles du système de gestion de puissance du navire (PMS), sachant que cette évolution a été anticipée par le fabricant lors de son récent remplacement et pourra être mise en œuvre à l'occasion de son déploiement
- Les répercussions possibles sur les autres équipements embarqués

4.2. Espaces disponibles

Deux espaces sont identifiés comme pouvant accueillir les batteries, les convertisseurs et les tourets motorisés :

- L'espace disponible à tribord de la mezzanine du hangar, actuellement occupé par des équipements stockés à cet emplacement. Cet emplacement est visible pont 4 dans la visite virtuelle, sur la vue ci-dessous :

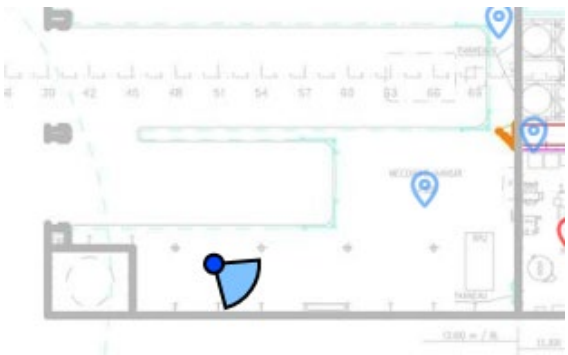


Figure 1 – Vue du pont 4 (Visite virtuelle)

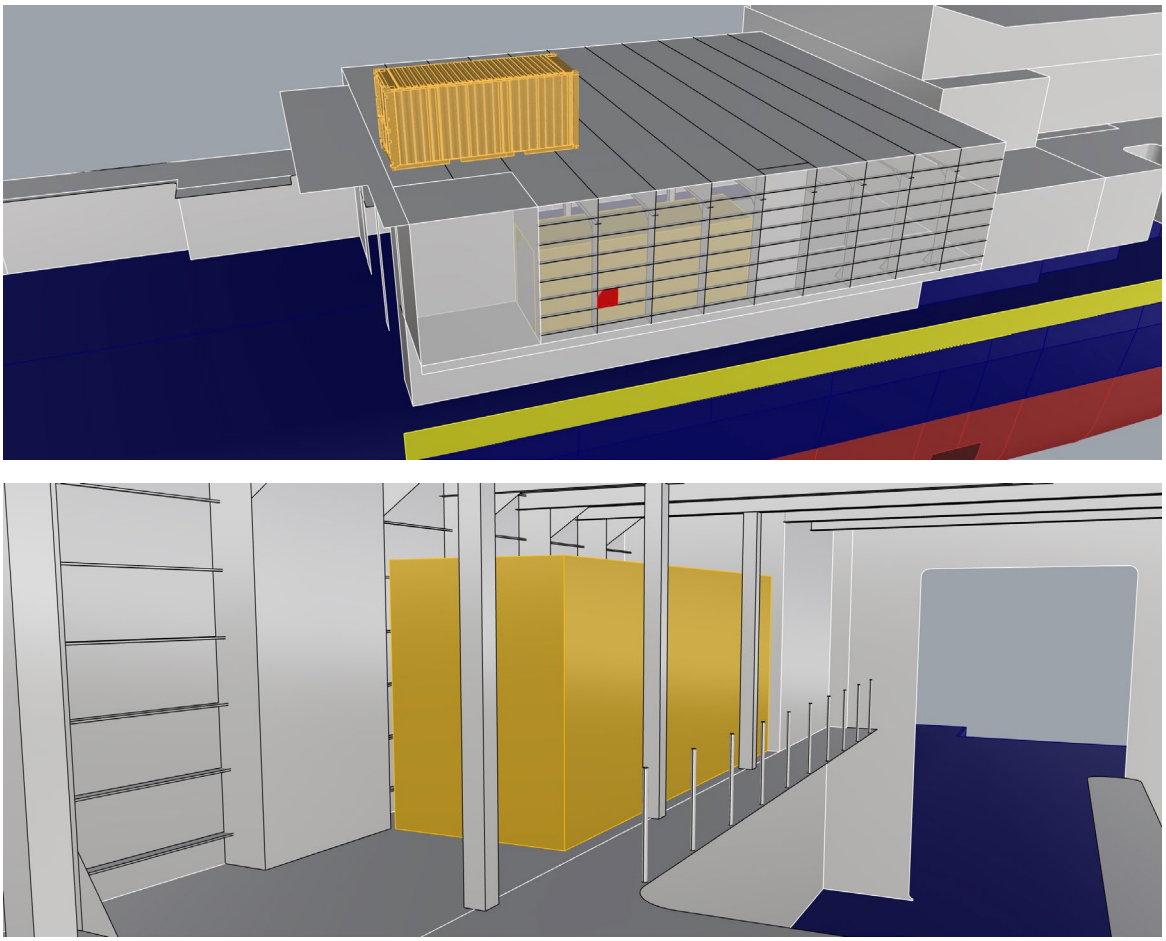


Figure 2 – Vues 3D de l'espace disponible

Le pont 6, où le pack batterie pourrait, selon ses dimensions, être containerisé. Cette configuration « mobile » présenterait l'avantage de s'affranchir du poids des batteries dans le devis de masse du navire, tout en simplifiant leur remplacement à dix ans ou leur évolution vers des technologies plus matures.

5. Livrables attendus

5.1. Tranche 1 – Dossier technique

Le prestataire fournira :

- Un rapport technique de synthèse comprenant tous les points mentionnés dans ce document. Il formulera une recommandation claire et argumentée sur la solution retenue, incluant les principaux avantages, contraintes et risques techniques
- Le schéma unifilaire mis à jour
- Le plan d'arrangement général (GA) du navire, avec les zones impactées mises à jour

5.2. Tranche 2 – Budget prévisionnel

Le prestataire fournira :

- Les résultats de l'analyse économique : plans d'amortissement et principaux indicateurs économiques (CAPEX et OPEX)
- Une proposition financière détaillée, incluant le chiffrage des études d'intégration électrique, de la fourniture des équipements, des coûts d'intégration et de travaux en chantier.

6. Documents mis à disposition

[1]	Plan d'arrangement général (GA) du navire	4519-DZ-0110-01R0 General Arrangement
[2]	Visite virtuelle du navire	Site Flotte Océanographique Française
[3]	Synoptique de l'installation électrique existante	500E0002-D- SCHEMA DE PRINCIPE DISTRIBUTION GENERALE ELECTRIQUE
[4]	Bilan de puissance	500E0003-2bis-F- BILAN DE PUISSANCE SOURCE PRINCIPALE 690V 50HZ
[5]	Besoins électriques identifiés lors des escales	Besoin électrique - Escale
[6]	Étude préliminaire — connexion HT	Etude de faisabilité shoreCO PQP V1
[7]	Profils de consommation	Operation Profile POURQUOI PAS
[8]	Campagne de mesure	NO Pourquoi Pas -- CR Etude consommation (rev. 0)