

TRANSITION ÉNERGETIQUE DU TRANSPORT MARITIME TOURISTIQUE DE PASSAGERS

TERRITOIRE



Parc national des Calanques.
Réserve naturelle de Scandola
Cassis & Corse.

CONTEXTE / PROBLÉMATIQUE

L'**utilisation des moteurs thermiques** dans le cadre du transport maritime à passagers pose des défis majeurs en matière de pollution marine et de dégradation des écosystèmes marins, ceci en raison des émissions sonores et de gaz à effet de serre.

Les **objectifs européens de réduction des émissions de gaz à effet de serre** et leur transcription dans la loi française, impliquent que l'État et les entreprises envisagent des stratégies pour réduire leurs émissions et mettent en place des actions dans les domaines les plus impactants, avec la préoccupation de préserver la qualité de l'air.

Par ailleurs, la pression générée sur le milieu marin par les **nuisances sonores**, imputables au trafic maritime, constitue aujourd'hui un descripteur du bon état écologique pleinement pris en compte à la fois par le monde scientifique, mais également par la réglementation communautaire : la directive cadre « stratégie pour le milieu marin », (DCSMM). Le niveau de bruit moyen dans les mers les plus fréquentées a augmenté de près de 20 dB sur ces 50 dernières années, c'est-à-dire 100 fois plus de puissance sonore et une portée 10 fois supérieure. Le bruit rayonné par les navires de commerce et de plaisance est un facteur majeur de cette augmentation du bruit sous-marin. Il est aujourd'hui scientifiquement démontré que le bruit sous-marin anthropique a un impact sur la faune marine, aussi bien sur les mammifères marins que sur les poissons, les tortues, les invertébrés et les céphalopodes.

ENJEUX DÉTAILLÉS

Limiter les nuisances sonores et atmosphérique des navires à passagers pour se conformer au caractère de quiétude des espaces naturels et réduire l'impact sur le milieu naturel.

ACTIVITÉS / PRATIQUES FACTEURS D'INFLUENCES

Transport à passagers. Propulsion thermique, hybride et électrique.

PARTENAIRES ET GOUVERNANCE

L'**Office Français de la Biodiversité** est chargé de la mesure M041-MED02 (étude menée en 2020) visant à encourager l'utilisation de motorisations peu bruyantes pour les nouveaux navires de transport de passagers, en particulier ceux opérant dans les AMP. Dans le cadre de cette initiative, un marché a été lancé et Naviwatt a été choisi comme prestataire.

Le **Parc national des Calanques**, établissement public assure la connaissance scientifique, la protection et la surveillance du territoire terrestre et marin. Il assure également l'information et la sensibilisation des publics. Le Parc est l'AMP est celle qui concentre le plus de transport de passagers en Méditerranée française. La **Réserve naturelle de Scandola**, connaît également un fort trafic maritime liée au tourisme, pour la visite des Calanques. Cela a notamment occasionné des perturbation des petits balbuzards. Une Charte a été mise en place avec les bateliers pour y remédier.

L'**entreprise Naviwatt**, en 13 ans d'expérience, a développé un savoir-faire unique en termes de propulsion électrique. Naviwatt est à la fois un cabinet d'architecture navale, un bureau d'études et un chantier naval et conçoit tout type de bateaux électriques.

CONTACTS

OFB - Façade Méditerranée

Sandra Runde-Cariou Chargée de mission
« Natura 2000 et usages côtiers »
sandra.runde-cariou@ofb.fr

Naviwatt

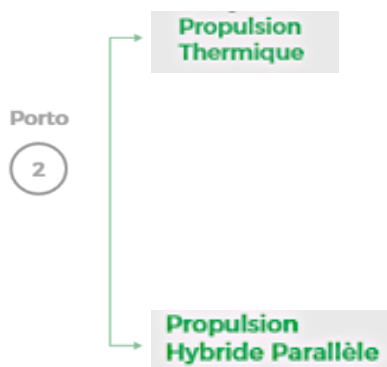
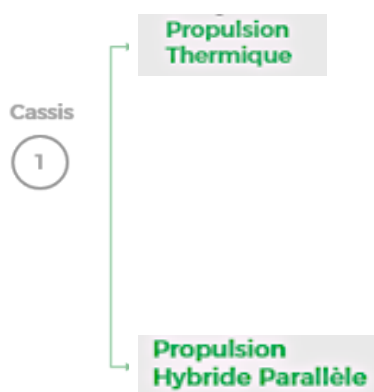
Yannick Wileveau
06 08 47 46 08
y.wileveau@naviwatt.com

Parc national des Calanques

Julien Tavernier
Chargé de mission "activités nautiques"
Parc national des Calanques
julien.tavernier@calanques-parcnational.fr

Coût total des travaux :

Attribution d'un marché
de 54 000 Euros TTC
par l'OFB



Comme étape préalable,

L'étude « motorisation peu bruyante »

L'OFB est chargé de la mesure M041-MED02 (étude menée en 2020) visant à encourager l'utilisation de motorisations peu bruyantes pour les nouveaux navires de transport de passagers, en particulier ceux opérant dans les AMP. Dans le cadre de cette initiative, un marché a été lancé et Naviwatt a été choisi comme prestataire.

Lors d'une 1ère phase, des campagnes de mesures ont été menées sur un navire à propulsion thermique et un navire à propulsion hybride (thermique-électrique), ceci dans les deux AMP retenues, à savoir le Parc national des Calanques et la Réserve naturelle de Scandola. Il s'agissait de réaliser :

- des bilans énergétiques,
- des études de niveaux sonores en fonction des différentes phases de navigation,
- des études de vibrations dans la coque,
- un bilan par trajet et par navire

Une 2ème phase concernait l'optimisation énergétique de navire thermique en vue de l'optimisation ou du remplacement de son système de propulsion. Cette étape a donné lieu aux travaux suivants :

- Étude d'optimisation à l'issue d'une visite technique du navire
- Dimensionnement d'un système de propulsion
- Rapport d'optimisation : dimensionnement, évaluation du coût, délai de rentabilité de l'investissement, durée d'immobilisation, identification du seuil au-delà duquel une adaptation n'est pas conseillée.

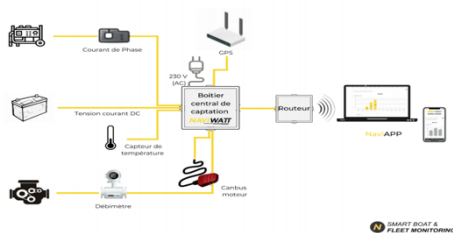
Un navire a été choisi sur lequel **2 scénaris de retrofit** ont été étudiés (scenario hybride parallèle et scenario hybride de série) suivant :

- une analyse des consommations,
- une étude de dimensionnement,
- une optimisation architecturale de la carène.

La Phase 3 était un retour d'expérience et a permis la mise en place d'un outil d'aide à la décision suivant 4 étapes :

- profil de navigation souhaitée avec une consommation de référence et la portion du trajet souhaitée en électrique
- définition du parc batterie avec phases de recharge à quai
- définition de l'évolution des masses sur le navire : contraintes d'intégration
- définition du coût d'exploitation et des émissions de CO2

DESCRIPTIF TECHNIQUE / DÉMARCHE



Monitoring EFM Naviwatt



Hydrophone Aditech (gauche) et Sonomètre RS pro

Dans le cadre de cette étude, l'entreprise Naviwatt a fait le choix d'utiliser les instruments de mesure ci-dessous :

Monitoring des moteurs de propulsion

Le monitoring est réalisé par un système de supervision développé par Naviwatt et appelé ENSO (Electric and Navigation System Observer). Ce système permet d'effectuer des mesures de tension et de courant sur différents parcs batterie (servitude et propulsion par exemple), de récupérer un signal GPS (longitude, latitude, cap et vitesse) ainsi que de lire les informations transmises sur la communication Canbus des parcs batteries.

Enregistrements sonores et mesures hydrophones

Des sonomètres de la marque RSPRO ont été utilisés pour évaluer les niveaux sonores associés aux événements suivants : navigation en configuration thermique/électrique, passage de la propulsion électrique à thermique, impact du bruit ambiant. Les conditions d'utilisation de référence de 94 dB à 1kHz ont été respectées. La pondération des niveaux sonores s'est effectuée en dB(A). Les mesures des niveaux sonores dans le milieu sous-marin ont été effectuées avec un hydrophone Aditech. L'hydrophone a une réponse en fréquence de 7Hz à 40 kHz. Les mesures ont été effectuées à une profondeur de 3 mètres.

RÉSULTATS / RETOURS

Hybride Série

- Coût estimé du retrofit : [740 - 860 k€]
- Travaux important et immobilisation du navire
- 74 % de l'énergie consommée est originaire du quai (électrique)
- Réduction de 75% des émissions de CO2 sur une journée de navigation type
- Respect des critères du parc des calanques
- Solution pouvant être utilisée pour des navires neufs et des projets de retrofit



Hybride Parallèle

- Coût estimé du retrofit : [204 - 250 k€]
- Adaptation de l'architecture actuelle du navire, travaux moins conséquents
- Navigation en électrique possible seulement dans les calanques
- Solution déjà installée sur des navires sur le parc des calanques
- Réduction de 21% des émissions de CO2 sur une journée de navigation type



Cette première étape de l'étude engagée par l'OFB, permet de comparer les consommations de carburant des moteurs thermiques de propulsion, ainsi que les conditions d'utilisation de la propulsion électrique des navires hybrides sélectionnés. La campagne de mesures sonores réalisée (sonomètre et hydrophone) sur les navires hybrides et en fonctionnement dans une configuration électrique nous permet de confirmer les tendances suivantes.

L'utilisation d'une propulsion électrique permet :

- une réduction des niveaux sonores enregistrés dans l'air et des bruits pour l'humain (mesures sonomètres).
- une réduction importante des perturbations et niveaux sonores engendrés dans le milieu sous-marin.
- une réduction importante des vibrations créées par le système de propulsion du navire.

Résultats en termes économiques

Une augmentation du confort des passagers.

Une analyse comparative des coûts d'exploitation des deux solutions a été réalisée sur une période de 10 ans. Il en ressort que la solution hybride série permet une économie d'exploitation de 90 885 euros, tandis que la solution hybride parallèle permet une économie d'exploitation de 9 342 euros.

APPEL À PROJET DU PARC NATIONAL CALANQUES

TRANSITION ÉNERGETIQUE DU TRANSPORT MARITIME

TOURISTIQUE DE PASSAGERS

Le Parc national des Calanques a la responsabilité d'engager une démarche territoriale multi-partenariale visant à réduire les pollutions générées par les navires les plus impactants du secteur du transport maritime de passagers pour la visite des Calanques.

CONTEXTE

Paysage emblématique à la fois terrestre et marin, de la Provence méditerranéenne, le site des Calanques est connu dans le monde entier pour sa valeur paysagère et sa biodiversité remarquable. Créé par décret en 2012, le **Parc national des Calanques est un établissement public d'État**, sous la tutelle du Ministère de la Transition Écologique.

Le **Parc national** s'étend entre Marseille, Cassis et La Ciotat, sur 8 500 hectares de « cœur terrestre » et 43 500 hectares de « cœur marin ». L'établissement public « Parc national des Calanques » assure la connaissance scientifique, la protection et la surveillance du territoire terrestre et marin. Il assure également l'information et la sensibilisation des publics.

Le **secteur du transport de passagers** pour la visite des Calanques représente environ **540 000 personnes transportées chaque année par 35 sociétés**. Ce secteur est en croissance, grâce à l'attractivité touristique des Calanques (Parc national le plus visité en France).

Le transport maritime de passagers pour la visite des Calanques constitue la principale activité économique directement exercée en cœur du Parc national (emplois, chiffre d'affaires...). Cette aire marine protégée constitue par ailleurs le premier pôle de concentration de cette activité sur le littoral français (60 navires de toute taille en exercice).

La flottille concernée est diverse, elle comprend des semi-rigides de 8m de long et d'une capacité de 12 places, jusqu'aux vedettes plus volumineuses de 33 m de longueur pouvant transporter plus de 270 passagers.



Carte du Parc national des Calanques

COÛTS

Appuyé par le Secrétariat d'État à la mer, via le Fonds d'Intervention Maritime, le Parc national a choisi de proposer à toutes les sociétés autorisées à exercer l'activité commerciale de transport de passagers pour la visite des Calanques de candidater à cet appel à projets qui permettra aux lauréats de cofinancer les coûts engendrés par le renouvellement ou la modification de navires, pendant la période 2023 - 2024.

Budget : 700 000 Euros



APPEL

Une attention particulière sera portée aux projets prenant en compte les éléments suivants - cette liste est non exhaustive :

- *Utilisation de matériaux biosourcés*
- *Prise en compte du cycle de vie du navire*
- *Réduction des émissions de carbone lors de la construction ou des opérations de modification du navire*

OBJECTIFS

Au travers de cet appel à projets, le Parc national des Calanques a pour ambition de proposer un outil incitatif pour toutes les sociétés de transport maritime de passagers ayant un navire autorisé à exercer en cœur de Parc national des Calanques. L'appel à projets soutiendra financièrement la transition énergétique de la flotte afin de réduire les consommations d'énergie (notamment fossiles), les émissions atmosphériques (CO2 et GES) et également les émissions sonores (aériennes et sous-marines).

L'appel à projets doit permettre d'accélérer l'évolution vers une flotte moins impactante sur le milieu, plus en adéquation avec un espace protégé de haute qualité environnementale. Il constituera une première étape vers une ambition visant à faire du Parc national des Calanques la première aire marine protégée du littoral français disposant d'une flotte durable pour la découverte de son espace naturel.

Les effets de cet appel à projets attendus sont :

- Réduire l'écart entre les nouveaux navires entrants (propulsion hybride) et les plus anciens navires ;
- Encourager les armateurs à faire évoluer leur flotte pour réduire les émissions atmosphériques et sonores ;
- Engager un maximum d'énergie décarbonée sur l'ensemble du trajet effectué par le navire (objectif visé : 25 %) ;
- Parcourir de la plus grande distance possible en cœur de Parc national grâce à l'énergie décarbonée (objectif entre 60 et 70 %) ;
- Transformer significativement la flotte de navires concernés d'ici 2024 et s'appuyer sur la forte visibilité des Jeux olympiques pour mettre en avant cette initiative exemplaire au sein du Parc et inciter d'autres territoires marins à s'engager dans cette voie.

Les objectifs de l'appel à projet

Les objectifs à long terme de l'AAP étaient :

- d'impulser une évolution majeure de la flotte historique,
- d'accélérer l'évolution vers une flotte moins polluante et moins bruyante,
- de générer un effet d'entraînement reproductible vers d'autres AMP.

Ses critères environnementaux : exigence de 25 % d'énergie totale engagée d'origine décarbonée, et cela sur 60-70 % de la distance parcourue.

DESCRIPTIF TECHNIQUE / DÉMARCHE

En complément de l'étude menée par l'OFB sur la motorisation et le bruit, le Parc national des Calanques a lancé un appel à projets visant à encourager la transition énergétique des navires transportant des passagers dans les Calanques.

La flotte des navires présente sur le Parc représente environ 60 unités destinées à la visite des Calanques.

État des lieux

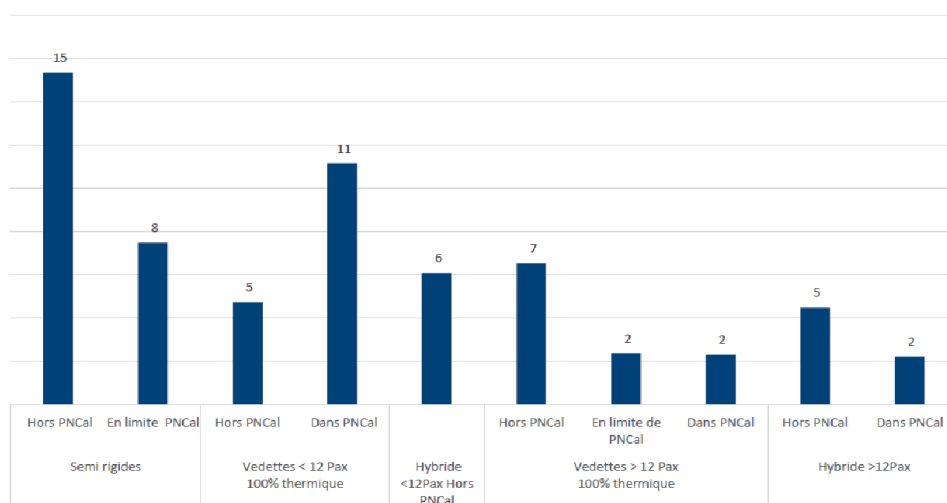
Des données initiales ont été recueillies auprès des armateurs avec la collaboration d'un cabinet d'études lors d'entretiens téléphoniques (19), par retour de questionnaires (ensemble des armateurs), et par des entretiens sur site (5). Elle a permis d'établir un état des lieux des impacts de la flottille sur le territoire et de définir sur quels navires il fallait concentrer les financements de l'appel à projet, afin d'obtenir les résultats les plus significatifs.

RÉSULTATS / RETOURS

Résultats bilan émissions atmosphériques

Cette étude a révélé que, bien que certains grands navires émettent plus de polluants en valeur absolue, les semi-rigides présents sur le territoire sont les plus impactant en termes de quantité de CO₂ et de bruit émis par passager. En effet, les grands navires ont une capacité de transport supérieure, ce qui réduit la quantité de CO₂ émise par passager.

CO₂ (kg/passager)



Durant les phases de "visite du Parc" des navires, ceux-ci semblent respecter les recommandations relatives aux niveaux sonores.

En phase de "transit" ou navigation, il y aura un navire au-dessus des recommandations et cinq en vigilance proches des limites. Cela semble surtout dû au montage rigide des moteurs de propulsion.

On rappellera que l'hélice est la principale source des bruits sous-marins générés par les navires et qu'il existe une corrélation linéaire entre la vitesse et le bruit généré.

Résultats de l'appel à projet

Suite à l'AAP, quatre armateurs ont été soutenus pour l'hybridation et refit de quatre navettes (en hybrides parallèles) pour un montant de 320 000 € investis via l'AAP. Un nouvel AAP a été lancé pour 2023 et est ouvert jusqu'au 7 mai 2023, à l'ensemble des navires du Parc national des Calanques.

TÉMOIGNAGE

"Pour comparer les résultats des 2 études sur les niveaux sonores sous-marin en phase électrique, il aura été utile d'avoir davantage de données en basse vitesse sur la seconde étude. Par ailleurs, la ligne d'arbre peut générer beaucoup de bruit même en phase électrique. Il suffit d'un mauvais alignement. L'installation et le réglage du moteur jouent aussi beaucoup. On pourrait imaginer un nouveau corps de métier qui consisterait à réduire le bruit à bord autour du moteur non directement généré par celui-ci. On notera le niveau de bruit généré par les navires hors-bord dont la régulation pourrait constituer une priorité."

Yannick Wilveau - Naviwatt

RÉSULTATS / RETOURS

Pour la suite du projet et les besoins des opérateurs, une réunion se tiendra fin septembre sur les points suivants :

- la prise en compte de l'augmentation tarifaire du prix énergie pour ajuster les coûts d'exploitation,
- le prolongement des AOT sur la durée d'amortissement de l'investissement en cas d'hybridation
- aide financière aux armateurs souhaitant modifier la motorisation
- une réflexion à mener sur les installations à quai pour assurer la possibilité de chargement à quai,
- la veille sur les technologies existantes, en raison de l'évolution permanente (exemple Cummins qui travaille sur la possibilité d'alimenter ses moteurs en hydrogène).
- **la baisse de la vitesse** serait à envisager mais cela implique un changement de profil de navigation, la réduction du nombre de rotations...

Type Navire	SPL,1 [dB] [re 1µPa@ 1 m]						Contribution Hélice à 1kHz
	Visite			Transit			
	125	1k	> 1k	125	1k	> 1k	
Catamaran	154	155	155	170	173	170	54%
Vedette	151	152	152	165	167	164	18%
Vedette	147	144	146	165	168	165	51%
RIB	144	141	146	156	166	160	94%
Vedette	151	149	150	165	172	167	80%
Vedette	157	161	162	166	172	168	5%
Vedette	148	148	149	164	164	161	28%
Vedette	146	144	145	163	162	160	41%
Vedette	150	148	149	163	170	165	78%
Vedette	145	141	142	158	159	156	69%
Vedette	156	160	161	173	176	173	2%
Vedette	148	149	149	163	161	159	45%
Vedette	148	146	155	166	169	167	12%
Vedette	149	147	148	163	169	164	98%
Catamaran	151	150	150	165	172	167	85%
Vedette	151	152	152	165	164	162	34%
Vedette	145	145	145	159	165	161	91%
RIB	146	145	153	158	169	162	70%
RIB	145	145	152	158	168	162	70%
RIB	146	147	153	161	171	165	49%
RIB	146	146	153	160	170	164	58%
RIB	145	145	152	159	170	163	58%
Vedette	151	155	158	166	164	164	27%
Vedette	152	147	149	166	168	164	49%
Vedette	149	149	149	162	163	160	70%
Vedette	144	143	152	158	168	162	66%
Catamaran	150	149	150	166	162	161	76%
Vedette	146	141	143	156	161	156	90%
Vedette	151	151	152	168	170	168	80%