

INNOVER POUR  
RÉDUIRE NOTRE  
EMPREINTE  
ENVIRONNEMENTALE

# INNOVATION ET AMÉLIORATION DE L'EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE DE NOS NAVIRES

# 90%

des marchandises transportées  
dans le monde le sont  
par voie maritime

L'énergie renouvelable  
issue de l'éolien représente

# 4,8%

de la production mondiale  
d'électricité en 2018

Les câbles sous-marins de fibre  
optique permettent

# 99%

des télécommunications  
mondiales

Les activités maritimes, de transport et de service, constituent aujourd'hui un maillon essentiel de l'économie de nos sociétés modernes.

**Qu'il s'agisse de transporter les matières premières, des produits finis, des colis XXL, ou d'installer les câbles sous-marins indispensables à l'interconnexion des populations, les navires sont au cœur de la mondialisation. Aujourd'hui, c'est une grande partie de l'énergie verte que l'on produit en mer avec le formidable essor des énergies marines renouvelables.**

Ces missions rendent l'enjeu de décarbonation de la filière d'autant plus prégnant. À l'échelle mondiale, le transport maritime international représente 2,5 % des émissions de gaz à effet de serre. En juin 2021, dans le cadre du 76<sup>e</sup> Comité de la protection du milieu marin (MEPC), l'Organisation Maritime Internationale (OMI) a fixé l'objectif de réduction de l'intensité carbone du transport maritime à 11% entre 2020 et 2026. L'enjeu de décarbonation est fort pour l'atteinte des objectifs de développement durable fixés par l'Accord de Paris à l'horizon 2030.

**Louis Dreyfus Armateurs attache une attention particulière à la protection de l'environnement. Ce souci se traduit par une politique d'innovation dynamique, un engagement en faveur de la réduction de la vitesse des navires et la certification de l'entreprise ISO 14001 depuis 2018.**

Nos équipes d'ingénierie et d'innovation travaillent à la décarbonation de tous les navires de notre flotte : rouliers, navires de service offshore, navires de transfert de personnel, câbliers, vraquiers... Elles ont tissé des relations étroites avec les acteurs porteurs d'innovation en France et en Europe et ont su établir des partenariats leur permettant de mettre en œuvre des solutions innovantes et vertueuses en matière environnementale.

**Nous organisons nos recherches selon deux axes :**

À court terme :

- Recherche de la sobriété énergétique : réduire rapidement les besoins en énergie.
- Optimiser l'exploitation des navires sur le plan environnemental.

À moyen terme : recherche de solutions totalement décarbonées.

**Découvrez dans cette brochure un aperçu de nos initiatives en matière d'innovation.**



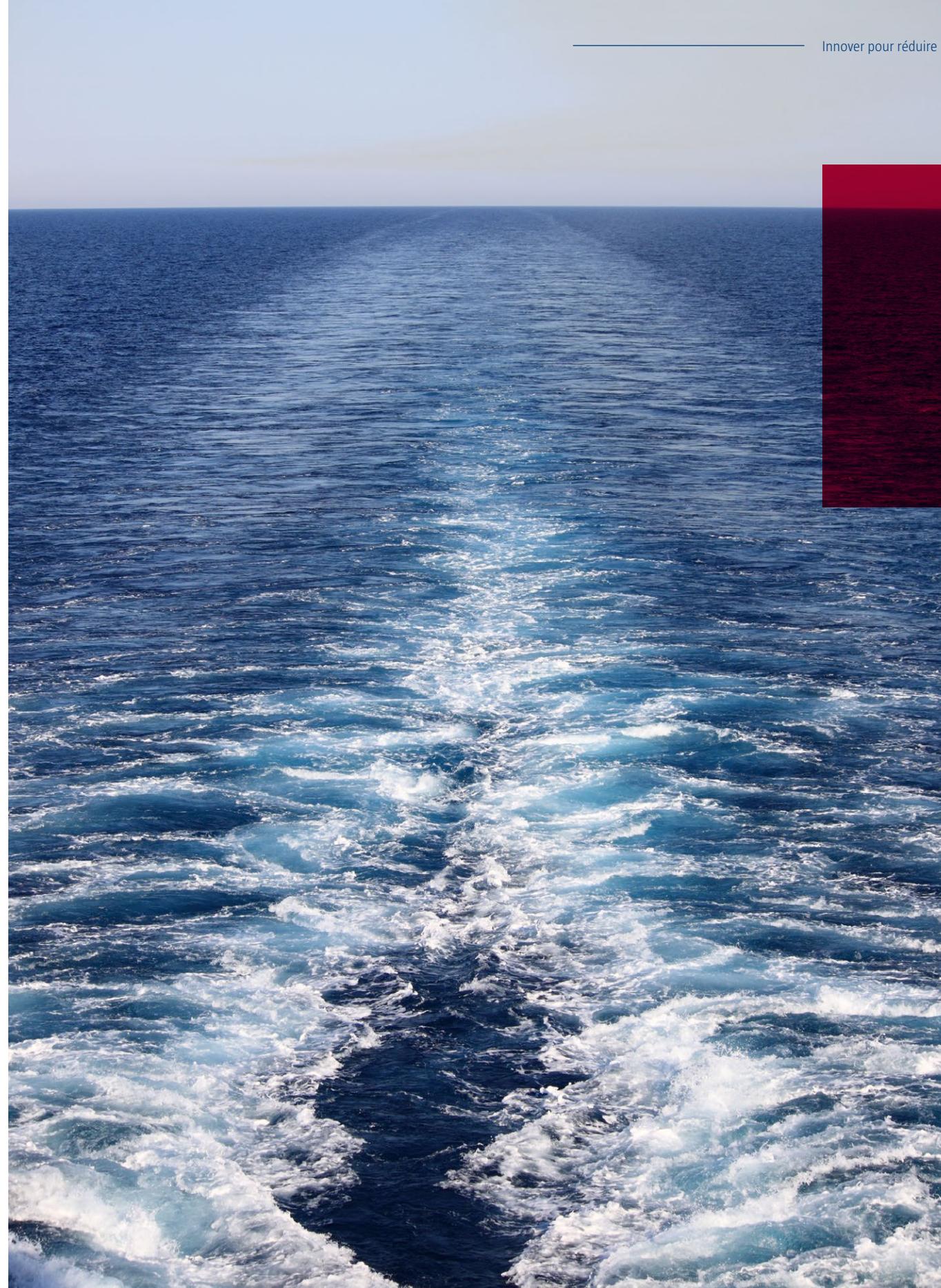
01

Sobriété : pour une réduction  
du besoin en énergie

# RÉDUIRE LA VITESSE DE NAVIGATION

EN FONCTIONNEMENT

La consommation en carburant d'un navire évolue approximativement selon le cube de sa vitesse. Ainsi, **une réduction de 25% de la vitesse maximale des navires permet une réduction d'environ 60% de sa consommation, et donc de ses émissions de polluants atmosphériques** (CO<sub>2</sub>, oxydes d'azote et de soufre, particules). Il s'agit d'une mesure immédiate, qui ne requiert pas de modification significative de la flotte mondiale en service. Il s'agit du premier moyen à employer pour réduire la consommation en carburant et les émissions de Gaz à Effets de Serre (GES) des navires. Cela ne nécessite pas d'investissement et les effets sont immédiats. Une attention accrue est cependant à porter à la maintenance. Nous avons établi des recommandations en la matière.



une réduction de 25% de la vitesse  
maximale des navires permet  
une réduction d'environ

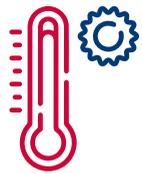
# 60%

de sa consommation



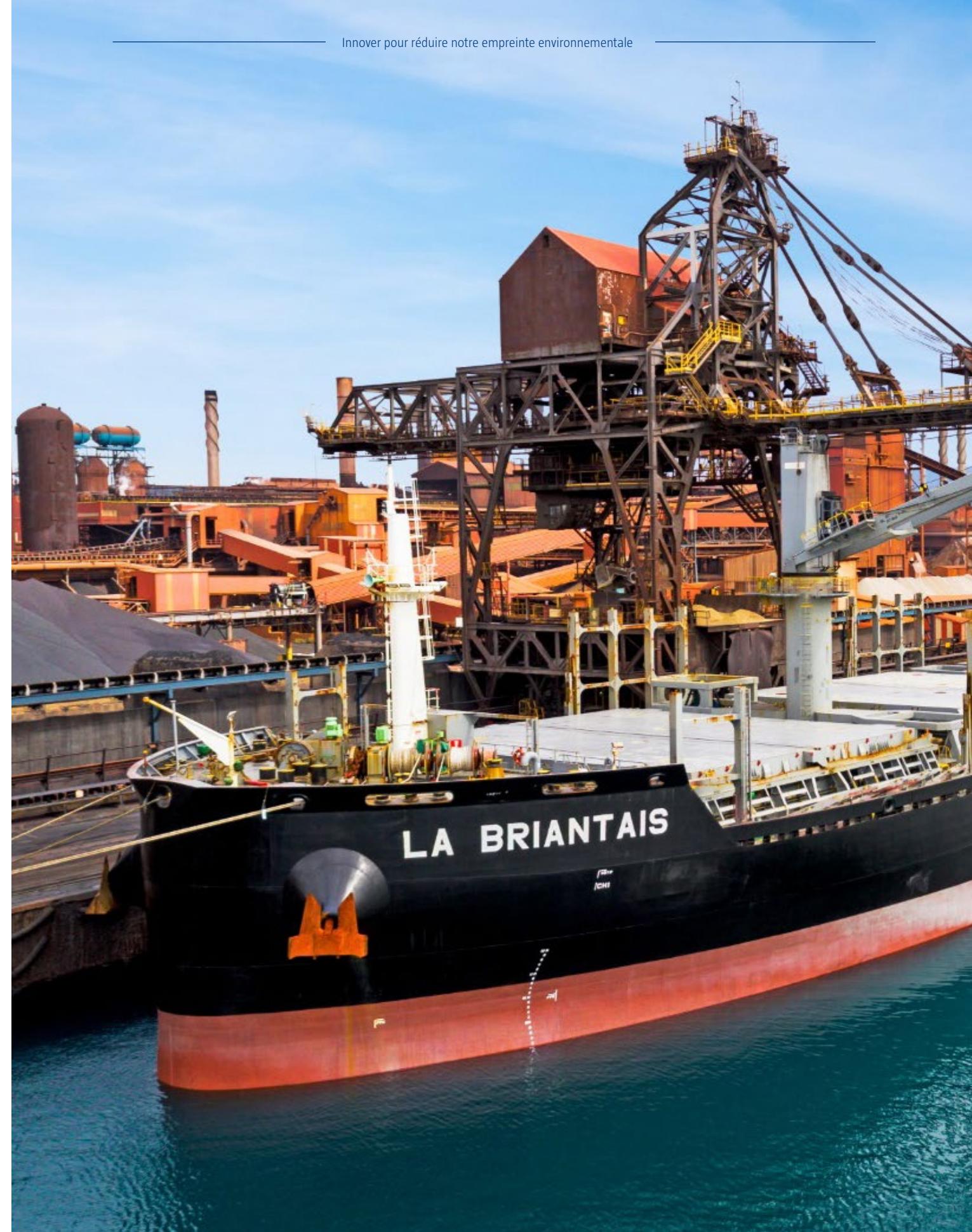
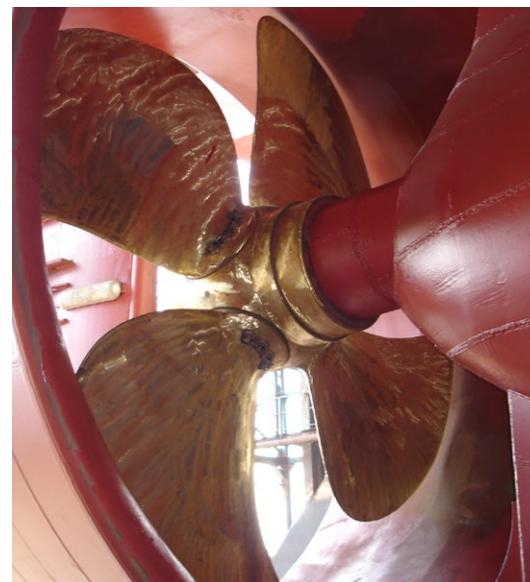
# RÉCUPÉRER LA CHALEUR DES MOTEURS OU D'AUTRES SOURCES CHAUDES

EN FONCTIONNEMENT



La chaleur produite par les moteurs peut être convertie en électricité à l'aide d'une mini centrale- électrique.

Fonctionnant sur le principe du cycle organique de Rankine (ORC), ce dispositif permet de valoriser une énergie jusqu'alors inutilisable, pour la convertir en électricité exploitable. Cette technologie augmente l'efficacité énergétique des installations et réduit la consommation de carburant.



# 03

Sobriété : pour une réduction du besoin en énergie

## AMÉLIORER L'HYDRODYNAMIQUE

EN DÉPLOIEMENT



La réduction de la traînée de la coque engendre

# 7 à 10%

d'économie de carburant

Innover pour réduire notre empreinte environnementale



Le principe consiste à réduire la résistance à l'avancement du navire.

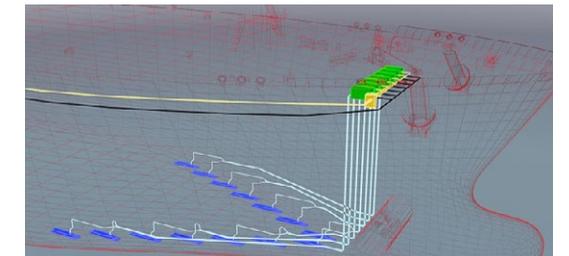
**En diminuant la traînée du navire, la demande de puissance décroît et permet l'atteinte de la vitesse cible avec une consommation de carburant optimisée.**

**Ce gain peut se chiffrer entre 7 et 10 %** d'économie de carburant pour les navires de la flotte de notre groupe mais cela dépend des profils opérationnels et de la possibilité ou non de cumuler les gains générés par les différents dispositifs. Le profil opérationnel des câbliers ou des SOV dont la phase de transit à vitesse commerciale est inférieure à 30% du temps, étant très différents par exemple de celui des vraquiers ou des rouliers dont la phase de transit à vitesse commerciale est beaucoup plus élevée.

Nos équipes ont identifié 3 dispositifs :

### Le bullage sous coque

Consiste à créer une sorte de tapis sur lequel le navire glisse grâce à l'injection de bulles d'air sous l'eau à l'aide de compresseurs d'air installés dans le navire et de buses réparties intelligemment sous la coque. Cette technique permet la réduction du frottement sous la coque.



### La réduction du tangage

Constitué d'ailerons rétractables au niveau de l'étrave sous la quille, le plan porteur contribue à réduire les mouvements de tangage induits par la houle et ce faisant réduit, voire annule la traînée additionnelle liée à ce tangage. Cela confère une plus grande stabilité au navire, réduit ses mouvements, son enfoncement et la consommation énergétique associée.

### Le nettoyage de la coque avec un robot

Un nettoyage à flot de la coque tous les 6 mois ou 1 an afin d'enlever les salissures permet de réaliser une économie de l'ordre de 5% d'énergie.

# AJOUTER UNE PROPULSION VÉLIQUE

EN DÉPLOIEMENT



“On profite du vent réel et du vent apparent pour générer une poussée supplémentaire.”

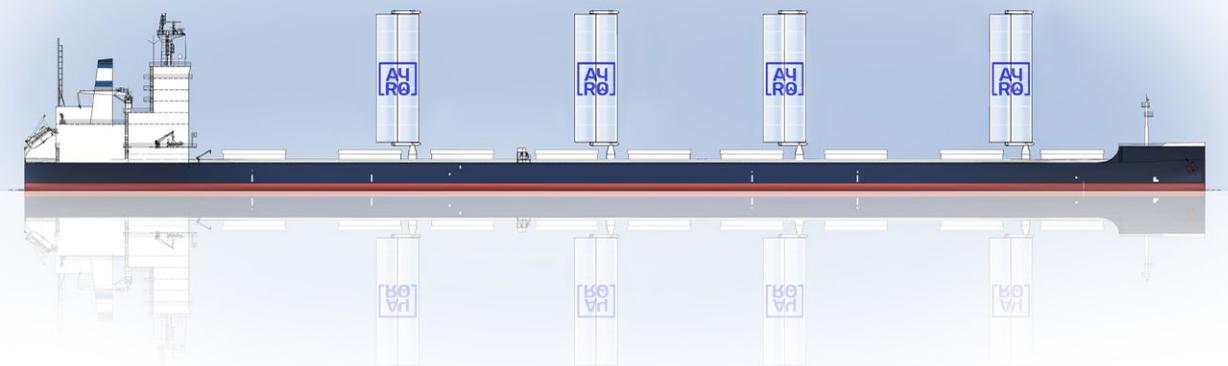


## L'ajout d'une propulsion vélique permet de créer une force de portance sur le navire.

On profite du vent réel et du vent apparent pour générer une poussée supplémentaire à travers le système de propulsion vélique.

Ce dispositif vient généralement en complément de la propulsion mécanique, en assistance aux moteurs de propulsion et engendre ainsi une moindre consommation de carburant.

**La propulsion vélique peut prendre plusieurs formes : cylindres verticaux tournants (rotor Flettner fonctionnant sur l'effet Magnus), voiles souples, voiles rigides, ailes.**



**Le gain obtenu varie selon les systèmes, les navires et les routes mais on estime entre 5 et 15% l'économie de carburant réalisée grâce à ces technologies, voire au delà de 15% en moyenne si on cumule les dispositifs.**

Ces dispositifs peuvent être installés en retrofit sur des navires existants adaptés et dont les profils opérationnels s'y prêtent bien (Rouliers, Ropax, RoRo, LoLo, vraquiers, tankers) mais généralement de façon peu optimisée. Le gain peut être plus important pour des navires neufs conçus spécifiquement autour de la propulsion vélique. Beaucoup d'acteurs français et européens ont émergé ces dernières années dans la filière et continuent d'émerger. [Cet environnement se structure autour de l'association « International Windship Association » (IWSA).]

**Louis Dreyfus Armateurs est engagé aux côtés d'AirSeas, une entreprise spin-off d'Airbus, pour l'intégration de Seawing, une solution innovante.**

L'économie en carburant attendue réduira d'autant l'empreinte environnementale en

**CO<sub>2</sub>**

pour le navire qui sera équipé de ce kite.



SeaWing est un cerf-volant (kite) automatisé, basé sur la technologie parafoil, utilisé pour remorquer des navires commerciaux. Seawing analyse également une multitude de données complexes en temps réel et s'adapte de manière autonome aux conditions du moment afin d'optimiser les performances du navire tout en garantissant une sécurité maximale. L'économie en carburant attendue réduira d'autant l'empreinte environnementale en CO<sub>2</sub> pour le navire qui sera équipé de ce kite.

**Le groupe est également en contact régulier avec de nombreux développeurs de concepts véliques.**

on estime entre

**5 et 15%**

l'économie de carburant réalisée en moyenne grâce à l'assistance vélique.

# BIOMIMÉTISME : LES PROPULSEURS TROCHOÏDAUX

une amélioration  
d'environ

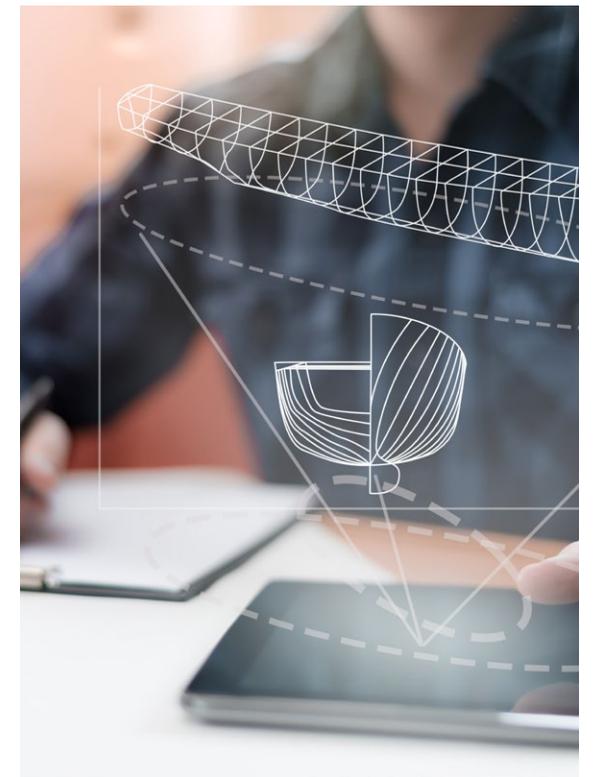
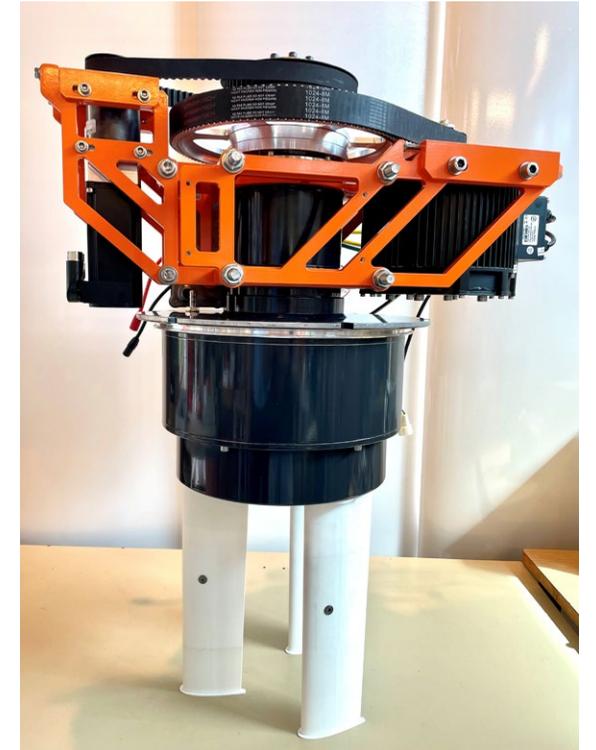
# 20%

du rendement propulsif  
par rapport aux hélices  
classiques.



Les propulseurs trochoïdaux à axe vertical permettent une amélioration d'environ 20% du rendement propulsif par rapport aux hélices classiques.

Le mouvement de ces pales est biomimétique, comme une queue de poisson. Il s'agit d'une couronne en rotation autour de 500 tours/min. Sur cette couronne, sont montées des pales verticales qui sont orientées par un mécanisme d'engrenage tout au long de leur rotation de manière à décrire un mouvement trochoïdal. Ces propulseurs ont un rendement supérieur et permettent des vitesses élevées.



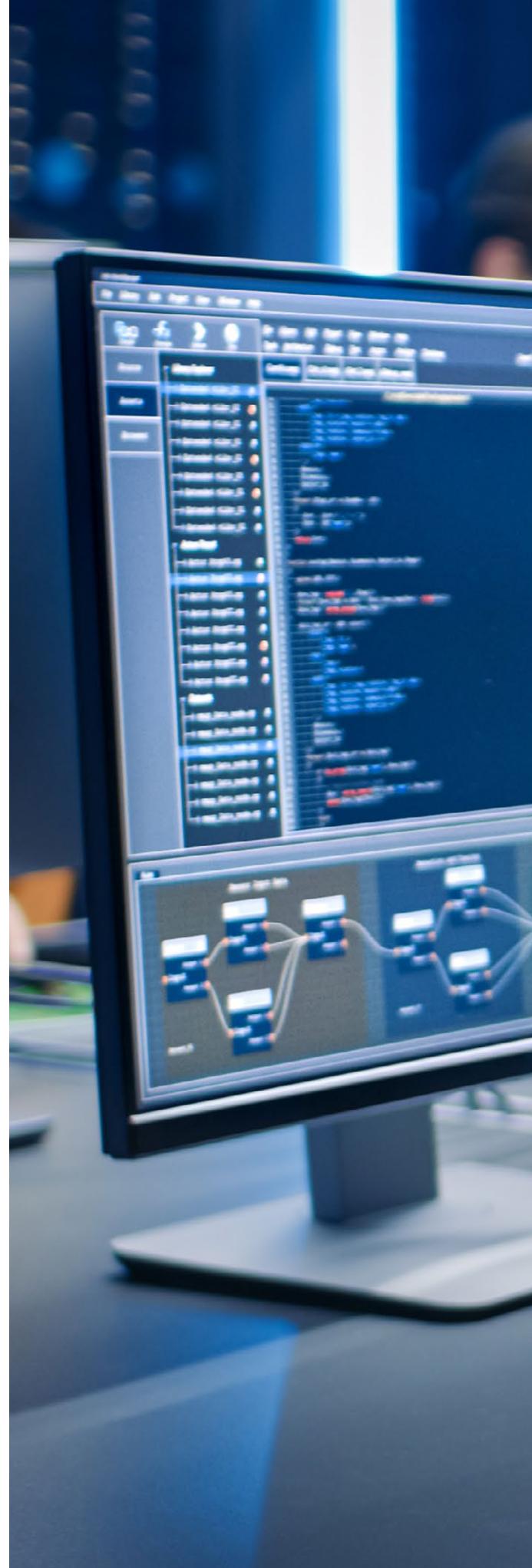
# LE MONITORING

EN FONCTIONNEMENT

**Outre le monitoring des consommations de carburant et le suivi des émissions de CO<sub>2</sub> selon les règles internationales, nous travaillons à l'amélioration continue de nos consommations et de la maintenance.**

Après de nombreuses années d'observation et d'étude, Louis Dreyfus Armateurs a su développer, au travers de sa Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO), une maintenance optimisée et adaptée à chacun des types de navire de sa flotte.

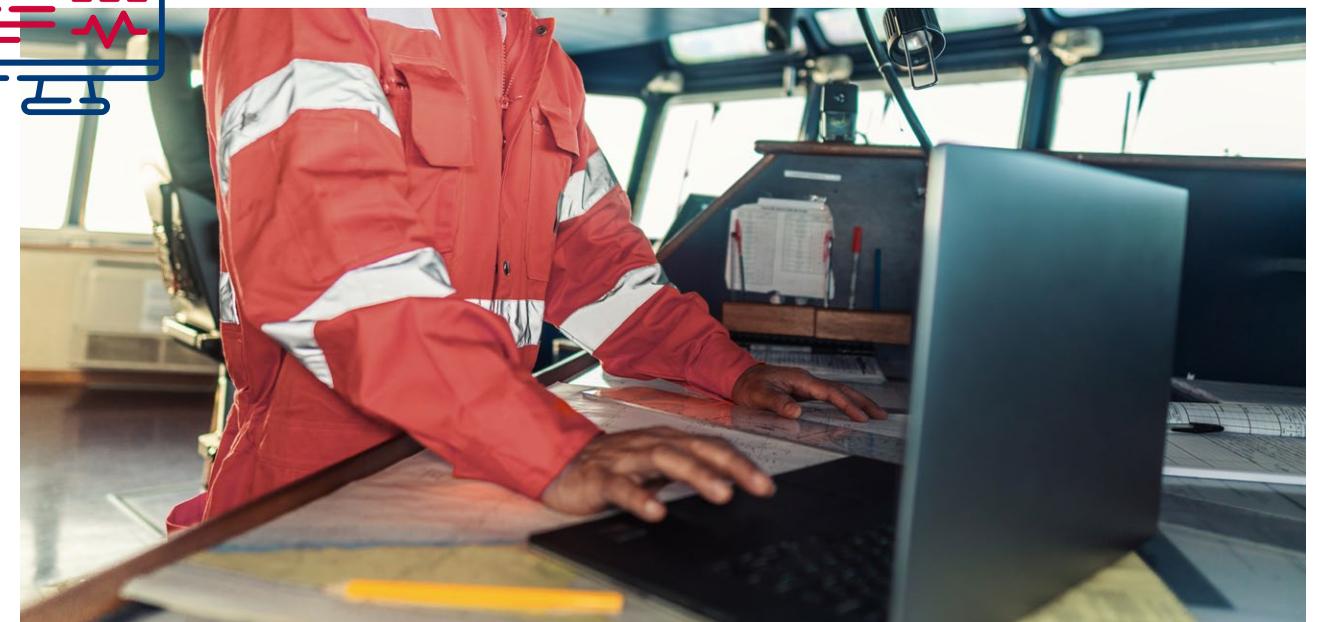
Basée sur le retour d'expérience, la collecte d'informations, l'enregistrement des paramètres machines et leur suivi rigoureux, cette nouvelle approche permet d'atteindre deux objectifs qui sont une plus grande maîtrise des coûts et la réduction de notre consommation (pièces, consommable et service) contribuant ainsi à la réduction de l'impact carbone.



Pour ce faire, nous avons notamment participé au développement et au déploiement, de deux logiciels MyOpteLog et MyOpteMar grâce auxquels nous suivons les paramètres machine et moteurs et dont l'une des fonctions est d'alerter les bords en cas de déviation anormales selon des paramètres prédéfinis.

Enfin, les navires SOV sont équipés d'un Vessel Monitoring System avec le logiciel embarqué Octopus, permettant d'accéder aux données opérationnelles du navire à partir d'une plateforme internet, ce qui permet de mieux visualiser l'utilisation réelle du navire dans une démarche d'amélioration continue.

**“En une année, nos navires ont économisé près de 4300 tonnes de CO<sub>2</sub>.”**



02

Une exploitation des navires optimisée

# LA SÉCURITÉ

EN FONCTIONNEMENT

**Afin de détecter tout fonctionnement anormal,**

nos équipes techniques ont mis en place des équipements de mesure vibratoire, des équipements de mesure de l'état des moteurs électriques, des caméras thermiques pour détecter des points chauds à travers des tableaux électriques, des cloisons ou des tuyauteries.

Tous ces investissements apportent plus de sécurité aux équipages.



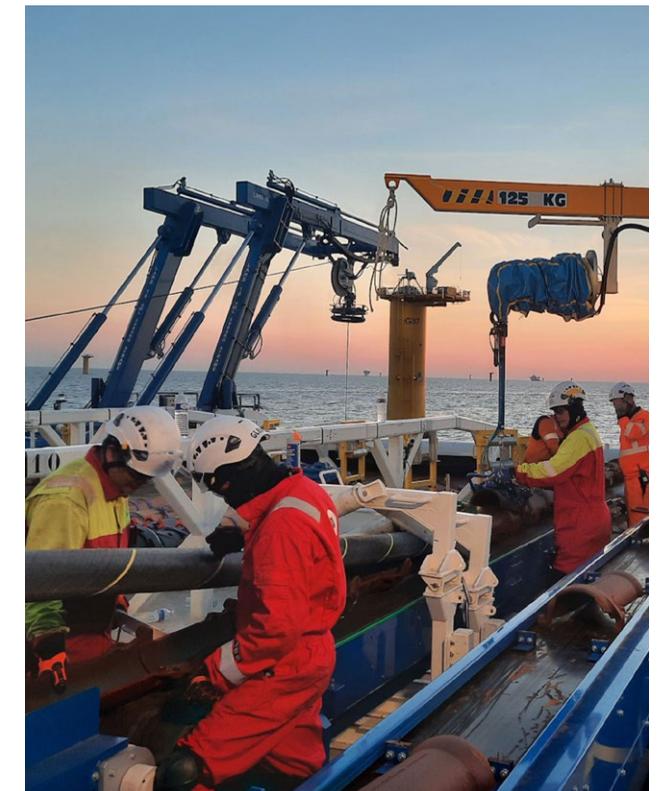
**“Tous ces investissements apportent plus de sécurité aux équipages.”**

**LDA**

03

Une exploitation des navires optimisée

**La recherche de gain de poids par une utilisation étendue des matériaux composites ou aluminium**



# L'ERGONOMIE ET LA VERSATILITÉ DES BATEAUX

EN FONCTIONNEMENT



**Pour notre flotte de vraquiers Handysize, nous avons été le premier armateur à commander la génération de vraquier BDelta 40k et 43k dwt.**

Ces navires à haute performance permettent de réduire les émissions de soufre et de CO<sub>2</sub>.

Nos équipes techniques ont également modifié le design des pâles des hélices des navires Ville de Bordeaux, Lodbrog et Île de Ré pour améliorer leur efficacité. Nos spécialistes optimisent aussi le stockage des pièces dans nos navires rouliers afin d'offrir le meilleur service à nos clients.

**“Les vraquiers BDelta permettent de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>.”**

**“Optimisation du stockage des pièces dans nos navires rouliers afin d'offrir le meilleur service à nos clients.”**



# L'AMÉLIORATION DES OPÉRATIONS DE TRANSFERT DES PERSONNELS ET DE POSE DE CABLES

EN FONCTIONNEMENT

La passerelle compensée télescopique « walk-to-work », entièrement électrique, Horizon™ résulte d'un choix du groupe en faveur d'une technologie innovante « full electric » développée par l'entreprise MacGregor/TTS. La passerelle à mouvements compensés permet de créer une liaison fixe, stable et sécurisée entre le navire et la plateforme située au pied d'une éolienne afin que le personnel et les colis soient transférés en sécurité lors de ses déplacements, quels que soient les mouvements du navire, y compris dans des conditions de mer dégradées.



“Notre capacité collective à porter le risque permettra de faire émerger les futures solutions.”

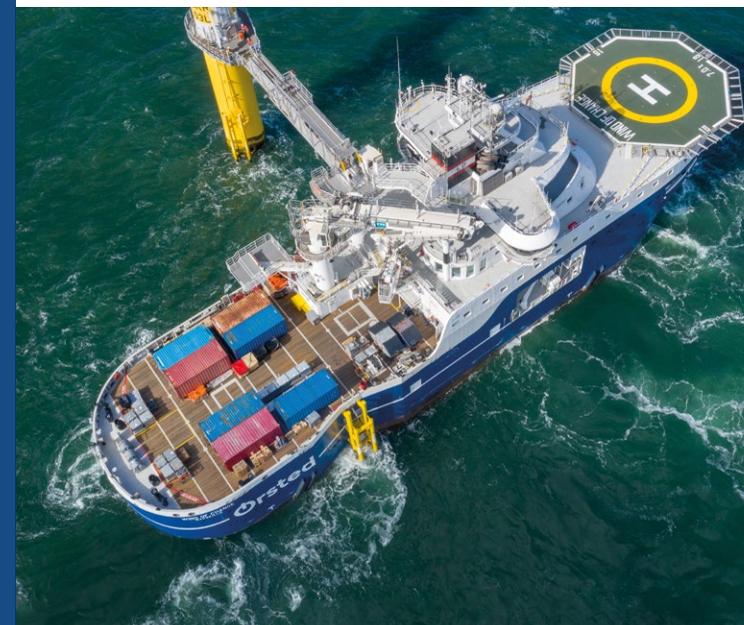
**La passerelle Horizon™ est conçue autour d'une architecture entièrement électrique, utilisant une technologie reconnue et configurée de manière innovante.**

Un poids modéré, des performances attendues élevées, une réduction du niveau de bruit sont les éléments clés de ce développement.

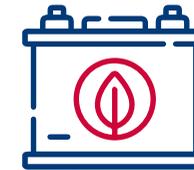
**La grue Colibri™, installée à bord des navires WIND OF CHANGE et WIND OF HOPE est une solution innovante de grues 3D (horizontale et verticale) adaptées aux conditions météorologiques difficiles afin de permettre le transfert de colis en toute sécurité.**

Conçue et fabriquée par Louis Dreyfus TRAVOCEAN, TM05 est une machine à chargement de câbles sans assistance de plongeurs, opérée depuis la surface, qui selon le type de sol, peut être équipée de différents outils.

Ces solutions peuvent demander plus de maintenance ou d'équipements, une période de test pour éprouver leur fiabilité... Innover est une démarche exigeante qui demande des investissements et une prise de risque. Louis Dreyfus Armateurs a toujours cru dans la nécessité d'établir des partenariats, de mutualiser le risque et de faire supporter les coûts de développement par plusieurs acteurs. Notre capacité collective à porter le risque permettra de faire émerger les futures solutions.



Le plan de transition énergétique du transport maritime exige une décarbonation de l'énergie utilisée. Encouragés par les institutions sectorielles françaises et internationales, les efforts portent sur l'électrification des navires, la viabilisation de carburants tels l'hydrogène, l'ammoniac, le méthanol et des biocarburants y compris bio-méthane à partir de déchets ou d'algues.



## DES NAVIRES HYBRIDES

EN FONCTIONNEMENT

**L'hybridation consiste à utiliser une batterie électrique, ou un autre dispositif de stockage d'énergie électrique, en complément de la motorisation classique.**

Nos deux navires Service Operation Vessel Wind of Hope et Wind of Change disposent de systèmes de propulsion hybride électrique. Un navire hybride permet de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> du fait de l'utilisation optimisée du ou des moteurs à combustion interne. Le niveau d'économie de carburant réalisé est très variable car très lié au profil opérationnel du navire et au niveau de l'hybridation. L'effort d'hybridation participe également à la réduction des bruits et vibrations sous-marines émis par le navire.



Pour les navires opérant sur champs éoliens, l'hybridation rend également possible d'opérer le navire en mode zéro émission pendant un temps court. Il est également possible d'envisager la recharge du navire en mer grâce à une bouée permettant l'alimentation en énergie produite sur le champ éolien, donc verte. À terme, si une possibilité de rechargement de capacité suffisante est disponible à tout moment sur le champ, un fonctionnement tout électrique et sans émission est envisageable.

**“En s’associant aux fournisseurs les plus innovants du secteur, LDA a été en mesure de fournir des solutions commerciales fiables et efficaces répondant aux besoins croissants du marché.”**

# LE NAVIRE DE TRANSFERT DE PERSONNEL « ZERO EMISSION & SAFE TRANSFER » (ZEST)

**Louis Dreyfus Armateurs et ses partenaires : Mauric, Barillec Marine, SEAir et ADV Propulse s'associent pour développer un navire de transfert de personnel (Crew Transfer Vessel) Zero Emission & Safe Transfer (projet « ZEST »)**



**“Il proposera une solution plus adaptée et sécurisée aux opérations de transfert en mer, sera plus maniable et mieux adapté aux opérations de maintenance.”**

Grâce au projet ZEST, un nouveau type de CTV innovant et plus performant au niveau énergétique verra le jour en 2025. Ce CTV offrira un transfert de personnel de maintenance d'éoliennes plus sûr et efficace en particulier du fait d'excellentes caractéristiques de tenue à la mer et de l'intégration de systèmes de surveillance de l'état de mer. En comparaison au marché actuel des navires de transfert de personnel de maintenance d'éoliennes, il proposera une solution plus adaptée et sécurisée aux opérations de transfert en mer, sera plus maniable et mieux adapté aux opérations de maintenance.

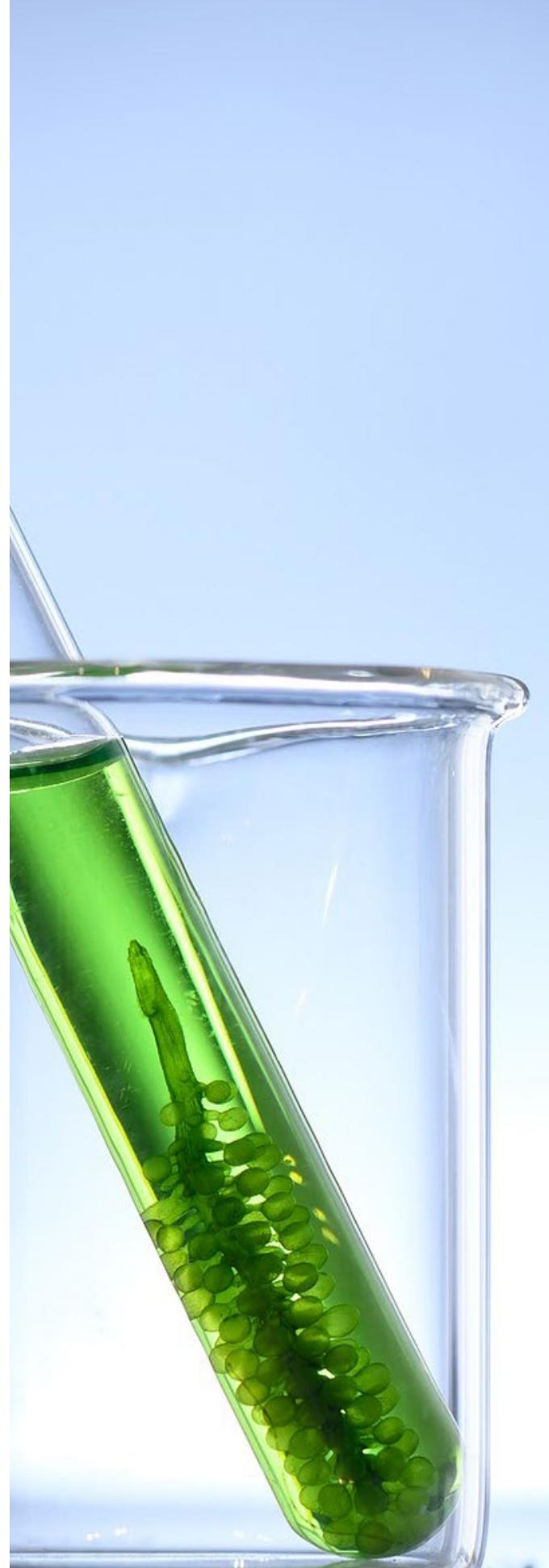
**ZEST fonctionnera à faible consommation énergétique et émission de Gaz à Effet de Serre (GES) grâce à l'association des briques technologiques innovantes et d'une architecture optimisée.**

L'utilisation de matériaux composites recyclables améliorera l'impact environnemental de la construction du navire jusqu'à son démantèlement. L'ensemble de ces impacts sera évalué via une Analyse du Cycle de Vie. En se rapprochant d'une émission nulle de GES tout en gagnant en capacités opérationnelles et en sécurité, le CTV ZEST aura donc une place privilégiée sur un marché en pleine croissance.

# LES SOLUTIONS ALTERNATIVES AU DIESEL

EN DÉPLOIEMENT

Ces combustibles sortant du cadre réglementaire des règles de l'OMI et des spécifications standards des motoristes, nous collaborons avec les constructeurs, les assureurs, le pavillon français, les sociétés de classification, à l'utilisation de ces nouveaux combustibles visant à réduire les émissions de CO<sub>2</sub>.



Actuellement, l'**e-methanol** nous paraît être la piste la plus prometteuse à court et moyen terme en remplacement du diesel. Il s'agit de méthanol synthétisé à partir d'Hydrogène (H<sub>2</sub>). Cet Hydrogène est lui-même produit grâce à l'hydrolyse de l'eau en utilisant de l'électricité décarbonée (éolien, solaire, hydro-électricité, nucléaire) et du CO<sub>2</sub> récupéré à la sortie des process industriels très émetteurs. Nous discutons avec certains fournisseurs d'énergie concernant la production d'e-methanol.

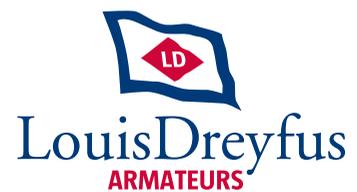
L'**hydrogène** présente l'avantage de ne générer aucun gaz à effet de serre lors de sa combustion. Cependant sa production décarbonée est aujourd'hui balbutiante et uniquement sous forme de projet pilote. L'hydrogène peut être utilisé soit comme carburant dans des moteurs à combustion interne spécifique soit en alimentation de piles à combustibles (PAC) qui génèrent de l'électricité à partir de l'oxydation de l'hydrogène.

Cependant, au-delà de sa production, de sa disponibilité et de sa distribution, le stockage de l'hydrogène à bord en quantité suffisante est un défi majeur. Il existe plusieurs technologies : stockage gazeux en réservoirs très haute pression ; stockage sous forme liquide à -253°C ; stockage sur des fluides ou des solides capables de stocker et de libérer de l'hydrogène à la demande. Aucune de ces solutions n'est mature à l'heure actuelle pour une utilisation embarquée efficace.

L'**ammoniac** permet également de ne générer aucun gaz à effet de serre lors de sa combustion dans un moteur ou une pile à combustible. L'ammoniac est plus facile à stocker et à manipuler en grande quantité. Mais il s'agit d'un liquide très toxique dont l'utilisation soulève des interrogations sur la sécurité. La combustion de l'ammoniac dans une machine à combustion interne génère d'importantes quantités de NOx qu'il faut pouvoir traiter avant émission dans l'atmosphère.

Les **bio-carburants** posent la question du cycle de vie d'un carburant avec l'analyse du coût environnemental et social de l'utilisation des matières premières nécessaires jusqu'au retraitement des résidus. C'est la raison pour laquelle nous portons notre attention sur les solutions à base de microalgues et, dans une logique circulaire, à partir de déchets organiques, d'huiles de frites usagées etc. Le coût de ces bio-carburants nécessite un engagement et un investissement de la part de l'ensemble des acteurs de la filière et des grands donneurs d'ordre.

“La quête de performance, et la prise d'initiative, marque de fabrique du groupe Louis Dreyfus Armateurs, nous permettent d'identifier des solutions exclusives. Des tests ont été réalisés avec succès à bord du navire Wind Of Change en 2020. Nous avons pu constater la stabilité et la performance énergétique de la solution testée.”



Headquarters  
21 Quai Gallieni  
92158 Suresnes Cedex  
France

T. +33 1 7038 6000  
info\_marine@lda.fr  
WWW.LDA.FR



Crédits photos : Louis Dreyfus Armateurs, Silverstream Technologies, Blound4blue, Airseas, ADV Populse, Nicolas Job et Shutterstock.