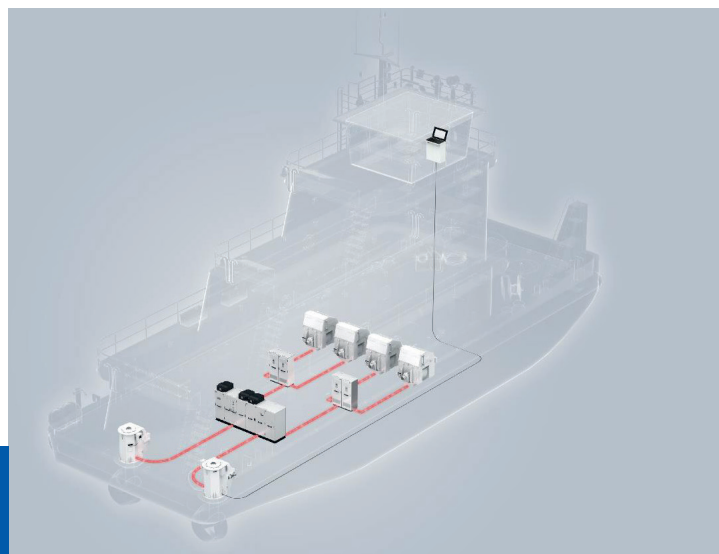




Les cahiers techniques de BATELIA



CAHIER TECHNIQUE N°1

Propulsion hybride pour bateaux fluviaux





◆ BATELIA (Bureau d'Assistance Technique & Logistique pour les Industriels & Artisans) est une entité informelle, portée par VNF. Elle s'inscrit dans un groupement européen, intitulé EIBIP (European Inland Barging Innovation

Platform), co-financé par la Commission européenne, chargé d'encourager l'innovation dans le transport fluvial (de marchandises, et accessoirement de passagers).

BATELIA encourage l'innovation sur les bateaux avec les deux objectifs suivants

- Verdir la flotte pour améliorer sa performance environnementale (réduire les consommations et émissions polluantes).
- Améliorer sa performance logistique (en lien avec les Services d'Informations Fluviales).

Ce groupement se compose de quatre partenaires, chacun chargé d'accélérer l'innovation dans le transport fluvial dans sa propre « région » fluviale :

- In-Danube, émanation de Pro Danube, actif sur l'ensemble du Danube.
- D-Zib, émanation de Mariko, chargé de l'Allemagne.
- Innovation Lab, émanation de EICB, basé à Rotterdam et chargé des Pays-Bas et de la Belgique néerlandophone.
- BATELIA, porté par VNF et chargé de la France et régions fluviales francophones.
- EICB est aussi « leadpartner » de EIBIP, chargé notamment de faire la liaison avec la Commission européenne.

Objectifs des centres d'innovation

1. Informer :

- Un site internet dédié (www.batelia.eu).
- Des événements spécifiques : colloque Batelia sur le déploiement du gaz dans le TF à Strasbourg le 21 juin 2017, table ronde innovation à Riverdating 2017, matinée technique le 7 avril 2018 à Conflans-Sainte-Honorine, ...
- Des réunions techniques : « task force EMNR » co-pilotée par la DGITM et VNF.

2. Écrire et partager une feuille de route (pour Batelia : partagée dans le cadre des travaux de la Conférence Fluviale de 2016) – EIBIP a notamment produit un document appelé « EU-wide strategy » sur lequel les transporteurs fluviaux ont donné leur avis (Chambre Nationale de la Batellerie Artisanale et Comité des Armateurs Fluviaux).

3. Encourager et partager l'expérimentation de technologies rejoignant cette feuille de route en France :





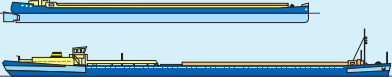



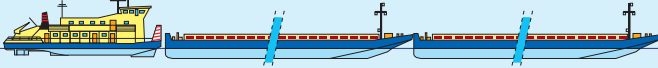

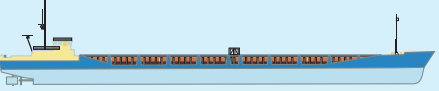


- L'essai d'une pompe-hélice en Seine (sur un RHK), et le partage sur l'expérimentation d'un moteur diesel routier euro VI aux Pays-Bas (par Vink Diesel sur un bateau de 55 m),...
- L'expérimentation de nouveaux carburants : GTL, solution hybride, GNV, GNL.

4. Assister les transporteurs dans le montage de projets innovants : les aider à trouver des financements, des relais auprès des administrations ou de fournisseurs possibles, ...

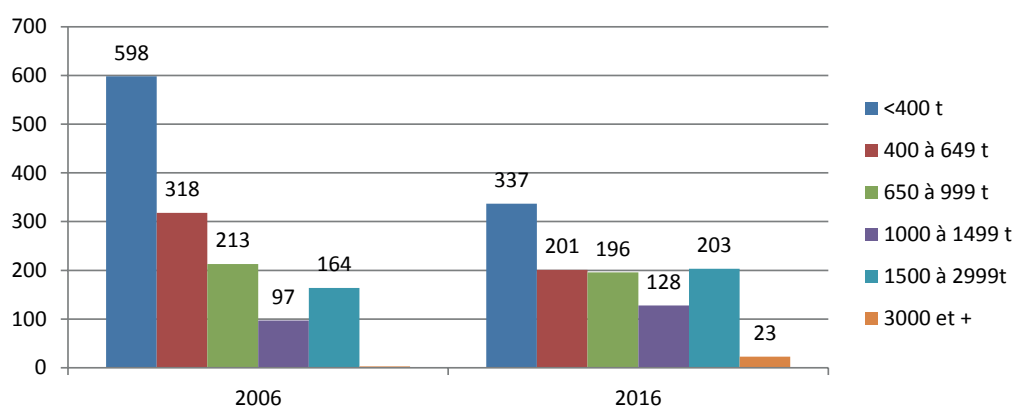
Les différents types d'unités



La flotte fluviale se compose des types d'unités suivantes :

Types de bateaux	Capacité de cale	Longueur	Largeur	Enfoncement	Voies navigables accessibles
Péniche dite de 38,50 m 	250 à 350 t	38,50 m	5,10 m	1,80 à 2,20 m	Canaux Freycinet et toutes voies navigables d'un gabarit supérieur
	 x 10 à 14				
Automoteur et petit convoi type canal du Nord 	750 t	90 m	5,705 m	2,50 à 3 m	Moselle canalisée, Dunkerque, Escaut, Rhin, Seine, Rhône...
	 x 30				
Automoteur type Rhein-Herne-Kanal (RHK) 	1.350 t	80 m	9,50 m	2,50 à 3 m	Moselle canalisée, Rhin, Rhône
	 x 54				
Automoteur rhénan 	1.000 à 4.000 t	135 m	11,45 m	2,50 à 3 m	Moselle canalisée, Rhin, Nord, Rhône
	 x 40 à 120				
Convoi moderne constitué d'un pousseur et de barges 	1.500 à 3.000 t	jusqu'à 180 m	11,40 m	2,50 à 3 m	Moselle canalisée, Rhin, Nord, Rhône
	 x 60 à 120				
Navire fluvio-maritime 	1.500 à 5.000 t	de 80 à 130 m	12 à 14 m	3 à 4,25 m	Saône, Rhône jusqu'à Marseille/Fos, Seine
	 x 60 à 200				
Automoteur Ro-Ro 					

Entre 2006 et 2016, la flotte fluviale a fortement évolué :





La flotte fluviale française doit faire face à de grands enjeux :

Améliorer la performance environnementale

- Réduire la consommation en carburant ;
- Réduire les émissions et rejets polluants ;
- Encourager le recours aux énergies renouvelables ;
- Optimiser la gestion des énergies à bord.

Mieux intégrer le maillon fluvial aux chaînes logistiques

- Capturer de nouveaux trafics ;
- Consolider la desserte fluviale des ports maritimes ;
- Améliorer la performance logistique de la flotte fluviale.

Respecter le règlement portant sur les émissions des Engins Mobiles Non Routiers (EMNR)

La Commission européenne a adopté ce règlement qui s'applique notamment aux bateaux de navigation fluviale, dont l'objectif est de réduire progressivement les émissions polluantes et d'éliminer graduellement les moteurs les plus polluants. La réglementation du contrôle des émissions est une succession de nombreuses étapes : le stade V remplacera les étapes I à IV.

De nouvelles limites sont imposées aux propriétaires de navire concernant les performances du moteur, lorsque celui-ci est installé après la date d'entrée en vigueur du règle-

ment (2019-2020). Ainsi, dans le cadre de la réglementation au stade V, les émissions du moteur doivent être considérablement restreintes. Les limites du stade V, conformément au tableau ci-dessous, sont applicables aux moteurs de propulsion (IWP) et auxiliaires (IWA) de plus de 19 kW, indépendamment du type d'allumage du moteur.

Normes d'émissions de niveau V pour les moteurs des bateaux de navigation intérieure (IWP et IWA)

Catégorie	Net Puissance [kW]	Date	CO [g/kWh]	HC ^a [g/kWh]	NOx [g/kWh]	PM [g/kWh]	PN 1/kWh
IWP/IWA-v/c-1	19 ≤ P < 75	2019	5.00	4.70 ^b		0.30	
IWP/IWA-v/c-2	75 ≤ P < 130	2019	5.00	5.40 ^b		0.14	
IWP/IWA-v/c-3	130 ≤ P < 300	2019	3.50	1.00	2.10	0.10	
IWP/IWA-v/c-4	P ≥ 300	2019	3.50	0.19	1.80	0.015	1x10 ¹²

^aA = 6.00 pour les moteurs à gaz
^bHC + NOx

CO : monoxyde de carbone ; HC : hydrocarbures ; NOx : oxydes d'azote ; PM : masse moyenne des particules ; PN : nombre de particules



Première solution proposée

La propulsion électrique ou hybride

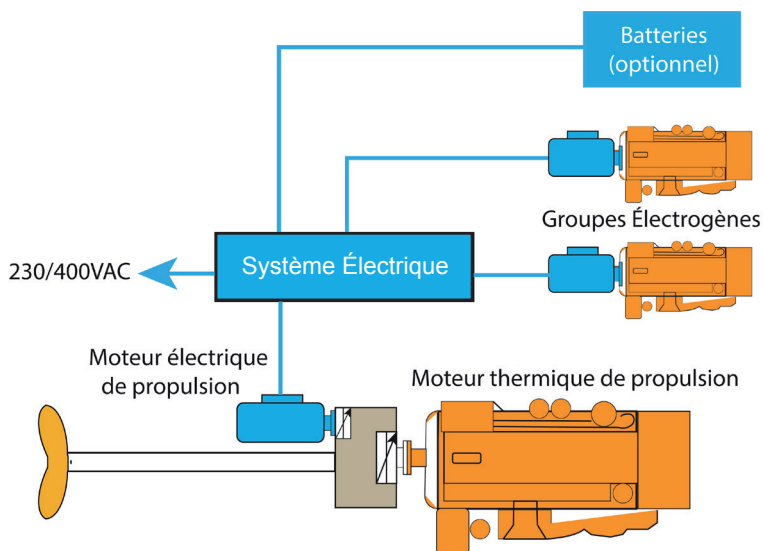


Les concepts électriques sont nombreux et doivent toujours être évalués en fonction du profil opérationnel du bateau, qui définit les besoins et la solution technique la plus adaptée.

IMPORTANT : quand on s'oriente vers une conception électrique, on réduit au strict nécessaire le nombre et la taille des cylindres sur les moteurs thermiques de la centrale énergie. Ceci permet d'obtenir un rendement moteur le plus élevé possible.

Il existe trois types de solutions électriques ou hybrides

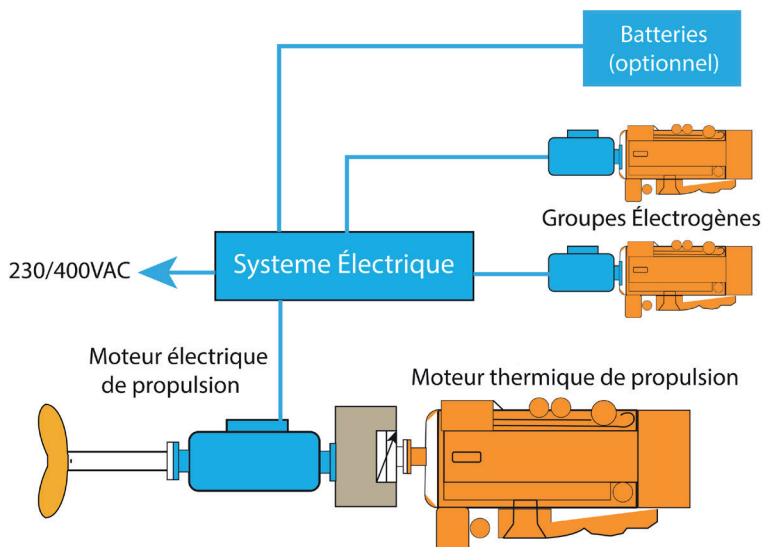
Le concept hybride parallèle



Le moteur électrique est monté en parallèle de la ligne d'arbre de propulsion. Selon le besoin (milieu urbain, manoeuvre....) on pourra utiliser alternativement le moteur thermique ou/et électrique.

AVANTAGE : le moteur électrique, ainsi monté sur le réducteur, sera de taille réduite.

Le concept hybride série

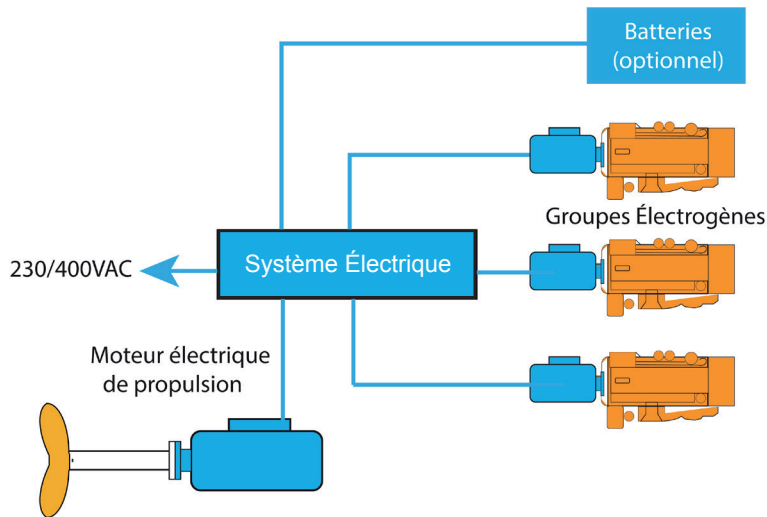


Le moteur électrique est monté en série sur la ligne d'arbre de propulsion.

AVANTAGE : pas de perte mécanique liée à l'absence de réducteur.



Le concept électrique

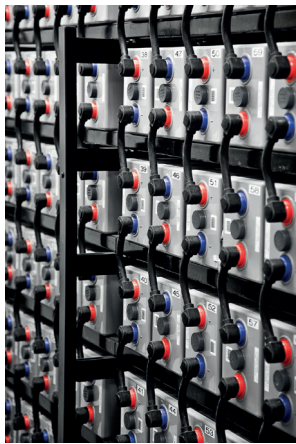


Les groupes électrogènes alimentent le moteur électrique qui propulse le bateau dans tous les cas.

AVANTAGES : gain d'espace en salle machine, moins de maintenance.

Tous les concepts peuvent en outre être conçus avec des batteries, au cas où le profil opérationnel ou le contrat du navire l'exige.

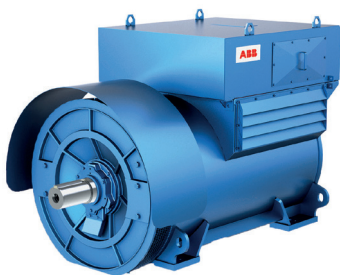
Description des composants



Batteries
© ABB



Convertisseur de fréquence
© ABB



Moteur électrique
© ABB



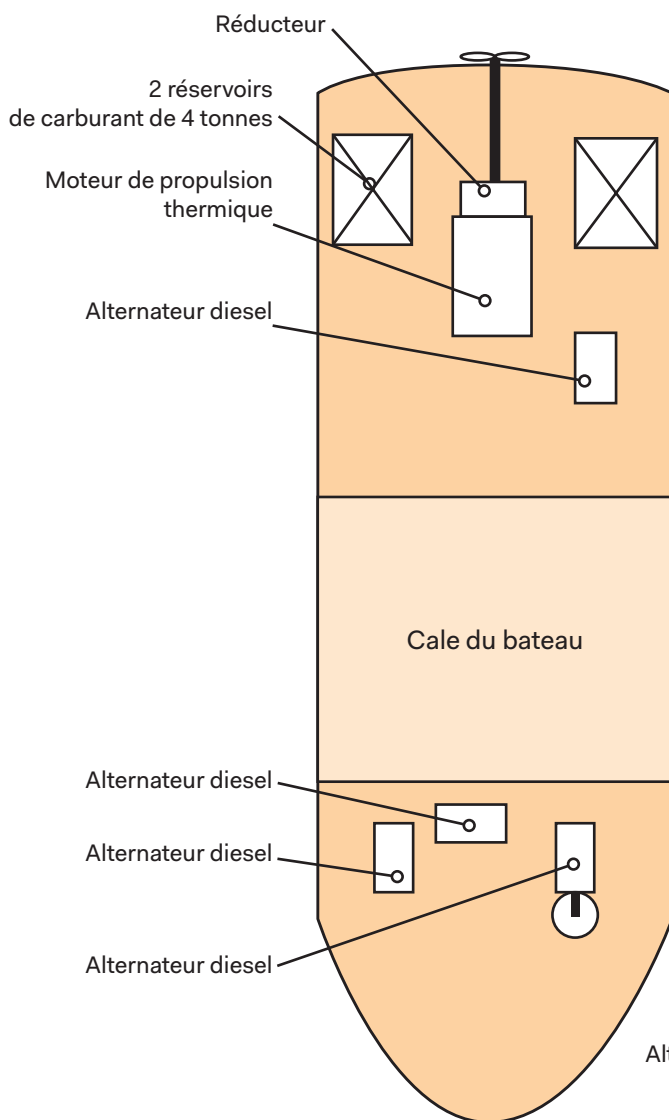
Système électrique
© ABB

Comparaison solution thermique / solution hybrique

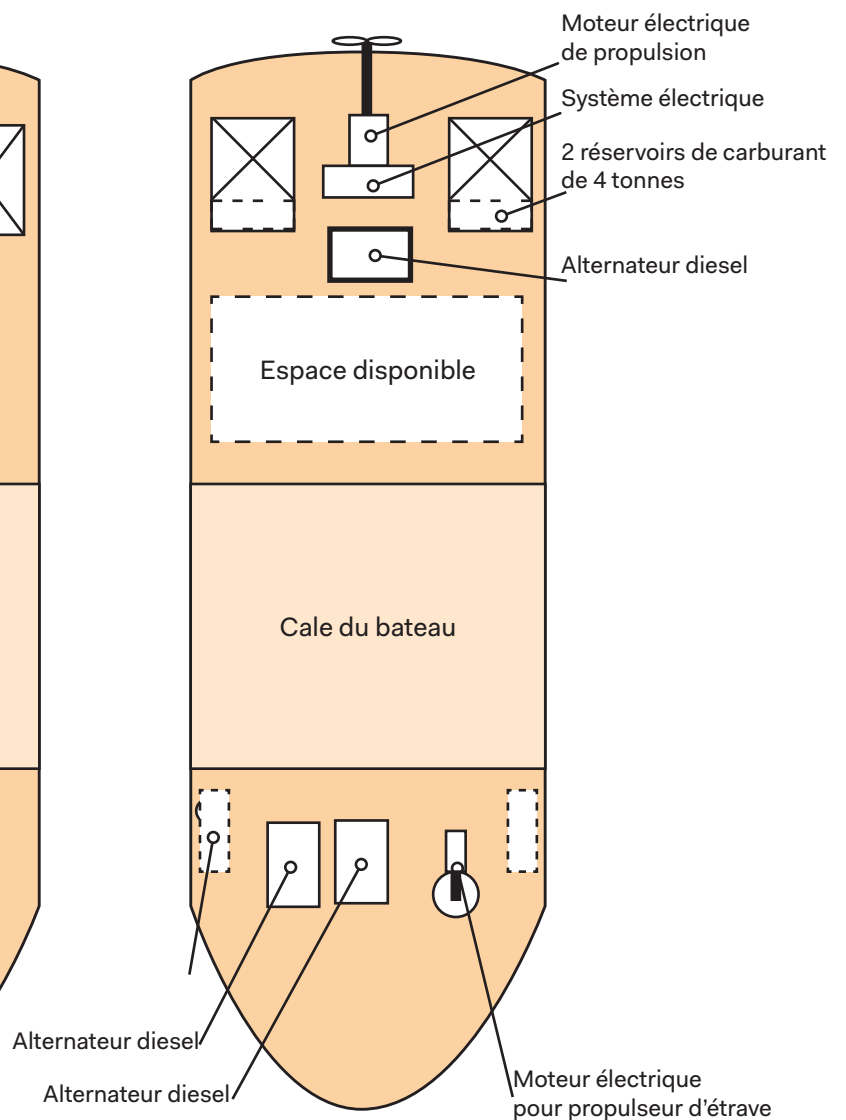


La solution hybride permet des gains de place en salle machine comme le montre la comparaison ci-dessous.

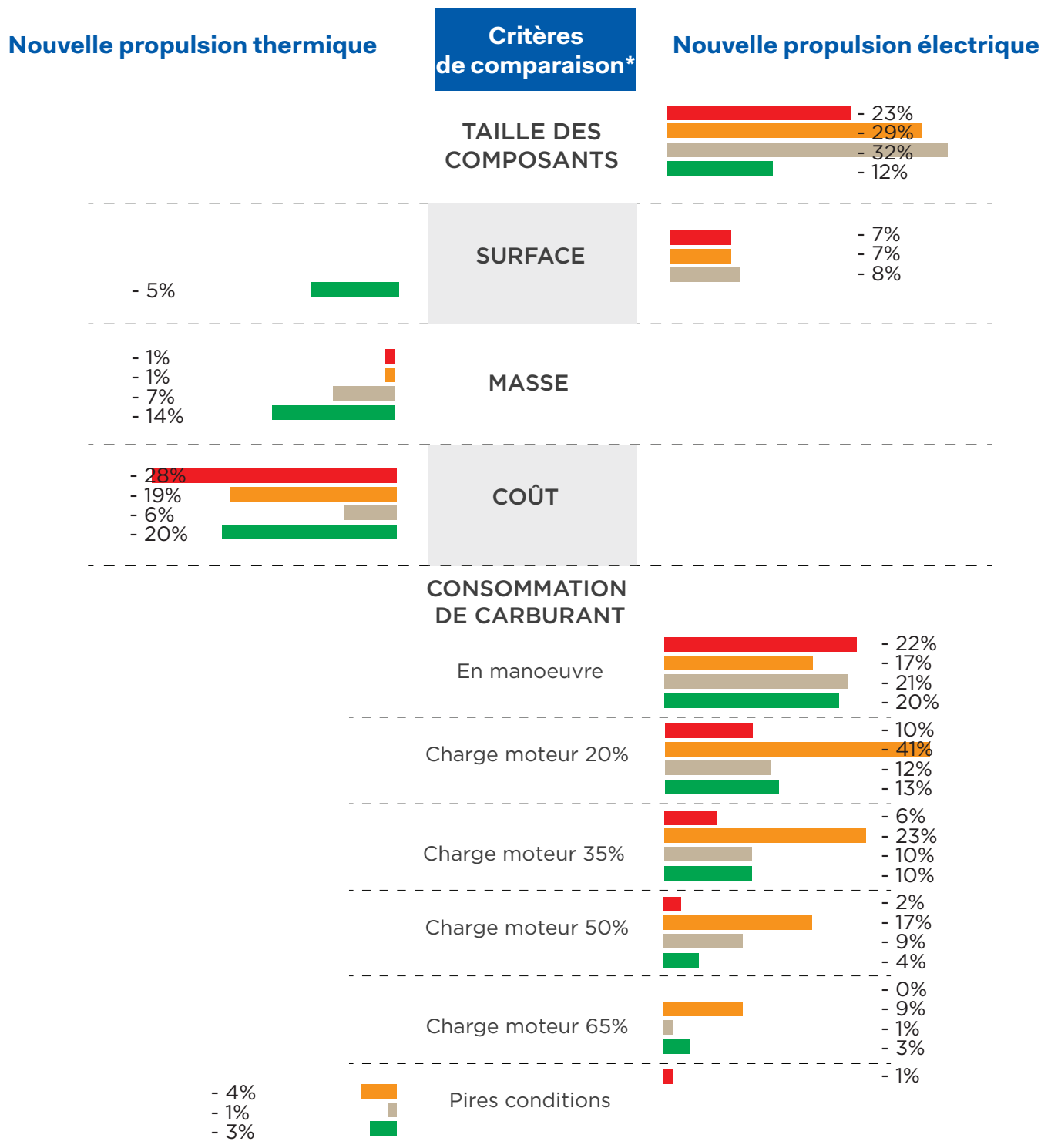
Propulsion mécanique



Propulsion électrique



Comparaison solution thermique / solution hybride



Légende :

Freycinet ■ Canal du Nord ■ RHK ■ Grand Rhéna ■

*Chiffres donnés à titre indicatif

Conclusions

Le surcoût d'installation d'une solution hybride par rapport à un moteur thermique est compensé par des économies de carburant. Ces gains de consommation varient en fonction de la charge du moteur : elles seront plus importantes lors de la phase de manoeuvres du bateau.

L'opportunité d'étudier les solutions électriques est d'autant plus grande que la part des manoeuvres dans les cycles d'exploitation de l'unité concernée est importante.



La propulsion électrique offre de nombreux avantages pour les bateaux fluviaux

Economique	Exploitation / navigation
<ul style="list-style-type: none"> • Économies d'exploitation. • Gain sur les coûts de maintenance. • Économie de carburant grâce à une meilleure charge du moteur. 	<ul style="list-style-type: none"> • La performance de propulsion et la protection de l'hélice. • Couple de rotation disponible à basse vitesse. • Protection de l'hélice en cas de choc. • Protection de décrochage d'hélice. • Augmentation du confort (bruit, chaleur et vibrations). • Répartition du poids entre l'avant et l'arrière librement configurable. • Limitation de couple dans le canal. • Pas de cavitation dans le fonctionnement de l'hélice. • Approvisionnement à terre 230VAC/400VAC possible à terme. • Réduction de la cavitation des hélices, protection contre les surcharges et protection contre les calages.
Instrumentation du bateau	Environnementaux
<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de puissance (au lieu du contrôle de vitesse). • Données de mesures précises. • Possibilité de commande de puissance du propulseur d'étrave. • Contrôle de puissance (automatique et manuel). 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction des émissions. • Capacité de répondre aux contrats avec des exigences environnementales. • Utilisation de la batterie dans les zones sans émissions.
Aménagement du bateau	
<ul style="list-style-type: none"> • Le poids est bien réparti entre les parties avant et arrière. • Des réducteurs peuvent être supprimés. • Possibilité d'utiliser l'espace de la salle des machines pour l'équipage / en appartement. 	

Restrictions

La propulsion mécanique se limite au seul moteur de propulsion, tandis que la propulsion électrique induit la fourniture d'un système complet conçu en tenant compte des dépendances entre les différents composants : il est ainsi vivement recommandé d'**acquérir le système électrique complet chez le même fournisseur.**

Les composants pouvant être installés sont définis par les caractéristiques des voies empruntées par le bateau : ainsi, un pied de pilote suffisant permettra de mettre en oeuvre des conceptions électriques ou hybrides plus élaborées.

La disponibilité du liquide ou de l'air de refroidissement est un deuxième paramètre. Cela concerne également les composants refroidis à l'eau, car ils sont souvent plus compacts.

Le système électrique augmente le poids de la machine. Cela peut être compensé par moins de carburant transporté et / ou une meilleure conception du moteur, qui est normalement plus léger que le moteur traditionnel.

Dans le cas où des batteries sont incluses dans le système, la conception implique également de prévoir de l'espace pour la batterie (20% de l'installation) et les éléments de sécurité (ventilation, contrôle de la température de la batterie, etc.).

La sécurité des passagers doit être considérée comme une priorité de l'installation.

Pour étudier la propulsion électrique sur votre bateau



Vous souhaitez étudier l'installation d'une propulsion électrique sur votre bateau existant ou à construire ?

VNF finance dès 2018 l'étude personnalisée pour votre bateau (intensité, 50 % plafonnée à 100 000 €)
contact@batelia.fr

Voici quelques exemples d'entreprise à contacter pour évaluer l'opportunité d'une propulsion électrique :

ABB MARINE

ZAC Saumaty Sèon
14 rue Jean-Jacques Vernazza
13 321 Marseille
Tél. : 04 96 15 82 00
Courriel : contact.center@fr.abb.com

ENAG

31 Rue Marcel Paul
29 000 Quimper
Tél. : 02 98 55 51 99

BARILLEC MARINE

1, Rue des sardiniers
Zone Industrielle du Moros
29 187 Concarneau Cedex
Tél. : 02 98 50 12 12
Courriel : marine@barillec.fr

ALTERNATIVES ENERGIES

52, rue Sénac de Meilhan
17 000 La Rochelle
Tél. : 05 46 50 29 87
Courriel : contact@alternativesenergies.com

MOTEURS LEROY SOMER

Boulevard Marcellin Leroy
CS 10015
16 915 Angouleme cedex 9
Tél. : 05 45 64 45 64

ECA EN

24 Rue Jan Palach
44 220 Couëron
Tél. : 02 40 92 39 19
Courriel : contact-europe@ecagroup.com

FORSEE POWER

240 Rue de la Motte
77550 Moissy-Cramayel
Tél. : 01 85 51 30 30

SAFT

26, quai Charles Pasqua
92300 Levallois-Perret
Tél. : 01 58 63 16 00
Courriel : saftpress@saftbatteries.com



Implantation de bornes électriques sur le réseau

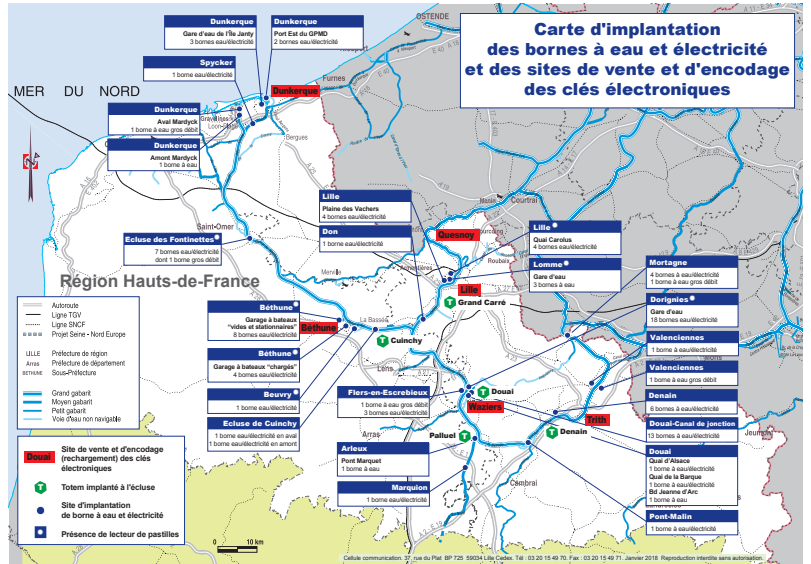


Implantation de bornes électriques sur le réseau

Nord

La Direction territoriale du Nord-Pas-de-Calais développe depuis 1999-2000 un parc de 95 bornes à eau et électricité à destination des usagers de la voie d'eau permettant aux plaisanciers, croisiéristes, mariners professionnels et bateaux stationnaires de s'alimenter en fluides (eau et électricité), en utilisant des badges rechargeables contenant les unités de fluides à acheter dans l'une des régions situées dans le Nord-Pas-de-Calais (Dunkerque, Lille, Douai, Trith, Quesnoy), aux horaires d'ouverture.

À partir du mois de mars 2018, une plateforme de vente de fluides dématérialisée permettra à l'utilisateur, de créer un compte personnel sur le site dédié « www.bornes.vnf.fr », d'acheter en ligne ses fluides via un règlement par carte bancaire sur un site de paiement sécurisé et enfin de récupérer ses unités sur l'un des totems disposés sur le réseau fluvial (actuellement écluse de Lille Grand Carré, écluse de Cuinchy, écluse de Douai, écluse de Palluel, écluse de Denain). Une fois les fluides récupérés sur son badge via le totem, l'utilisateur peut consommer ses fluides sur l'ensemble des bornes à eau et électricité du réseau Nord-Pas-de-Calais.



Seine

Présentation Bornes VNF-HAROPA - DTBS, février 2018



Pour renforcer son attractivité auprès des opérateurs, VNF a défini, en lien avec HAROPA et en concertation avec les navigants, un schéma directeur des services aux usagers sur la période 2018-2020 qui intègre un volet d'équipement en services de la « vie quotidienne » des navigants.

Dans ce contexte, VNF et HAROPA ont planifié le déploiement de neuf bornes eau-électricité. Ces solutions alternatives au fonctionnement des groupes électrogènes sont co-financées à 45% par l'ADEME au titre de « l'Appel à Projets Transition écologique » du CPIER Vallée de la Seine. Elles permettent de réduire les coûts d'exploitation des bateaux et les émissions de CO₂ des unités en stationnement.

Les bornes sont interconnectées et standardisées tout le long de l'axe Seine et le paiement directement par carte bancaire à la borne ou par abonnement entièrement dématérialisé.

Ce document est conçu par ABB pour Voies navigables de France dans le cadre de BATELIA pour aider les transporteurs qui le souhaitent à appréhender les spécificités de la propulsion électrique. Note : Nous nous réservons le droit d'apporter des modifications techniques ou de modifier le contenu de ce document sans préavis. Les parties impliquées dans la production de ce document (VNF, ABB ou Bergman Media Supply) déclinent toute responsabilité en cas d'erreurs éventuelles ou de manque d'informations dans ce document. Nous nous réservons tous les droits sur ce document et les illustrations qui y sont contenues. Toute reproduction, divulgation à des tiers ou utilisation de son contenu - tout ou partie - est interdite sans l'autorisation écrite préalable d'ABB ou de Bergman Media Supply.

Copyright©2017 VNF & ABB. Tous droits réservés.
Photographie Bergman Media Supply Oy.



VNF

Voies navigables de France
175, rue Ludovic Boutleux
CS30820
62408 Béthune cedex
Tél. : +33 (0)3 21 63 29 46

Direction du Développement
Édition avril 2018