

Avec Solid Sail/AeolDrive, Chantiers de l'Atlantique hisse les voiles du futur.



Solid Sail/AeolDrive : la solution de propulsion vélique la plus mature et la plus innovante du marché des grands navires

Depuis une douzaine d'années, la recherche/développement de Chantiers de l'Atlantique s'est focalisée, à travers un programme intitulé *Ecorizon*, sur l'amélioration de l'efficacité énergétique et la diminution de l'impact environnemental des paquebots, en étudiant notamment l'amélioration de l'efficacité énergétique et **l'intégration de modes de propulsion et production d'énergie alternatifs : le GNL, les piles à combustible, l... et, de façon plus inattendue, la voile.**

De ce programme, sont nés dès 2009 **un premier concept de nouveau paquebot à voiles, nommé Eoseas, et celui de voile à panneaux de grande dimension**, point de départ des travaux de recherche et développement intensifs menés par Chantiers de l'Atlantique sur ce type de propulsion adaptée aux grands navires. Différents essais ont été menés, ne dépassant pas dans un premier temps le stade de maquettes testées en soufflerie et de travaux d'architecture navale.

La réflexion s'est ensuite accélérée avec le développement proprement dit de Solid Sail, cette voile de grande-dimension constituée de panneaux rectangulaires en composite assemblés entre eux. Cette option permet en effet de repousser très loin les limites pour la surface de voile mise en œuvre, par rapport aux voiles classiques qui sont beaucoup plus fragiles au-delà d'un certain seuil. Fin 2016, un premier test a été mené avec un modèle de voile Solid Sail de 20 m², installée sur un J80, un bateau de sport de 8m. Cette première expérience a confirmé la pertinence du concept.

Le projet s'est donc poursuivi avec un second jeu de voiles testées en deux phases :

- **une première série de tests menée sur l'Imoca Yes We Cam (bateau de course de 18 m) du skipper Jean Le Cam en 2017**, partenaire technique de Chantiers de l'Atlantique (bateau avec lequel il vient de finir 4^e du Vendée Globe 2020),
- et une seconde série menée **sur un paquebot à voile de 90 m, en condition d'exploitation commerciale pendant plus d'un an**, entre 2018 et 2019, avec notamment deux traversées de l'Atlantique.

Ces essais étant positifs, des études détaillées ont été entreprises sur les sous-ensembles et des fonctionnalités de la voile afin de parvenir à une première de série.

Restait à trouver un gréement efficace, qui sera mis en œuvre en 2019, sur **un démonstrateur à l'échelle 1/5 ème**, avec une voile Solid Sail de 50 m², fixée sur un mât de 15 m, dimensionné à l'échelle, fixé sur un balestron orientable à 360 °, a été installé sur une jetée du port de Pornichet (Loire- Atlantique). A partir de ce stade, l'ensemble voile/gréement est défini comme la solution Solid Sail/AeolDrive.

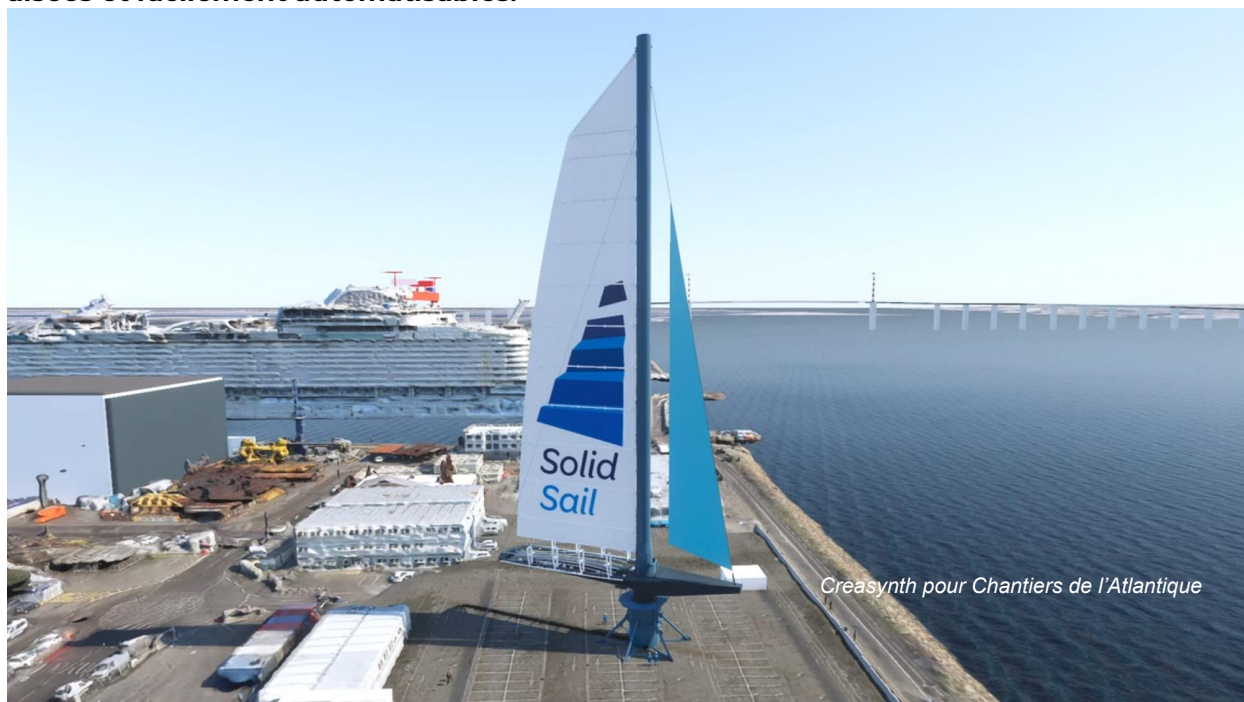


Avec l'installation **d'un gréement complet premier de série** sur le site industriel de Chantiers de l'Atlantique à partir de 2021, la phase de validation préalable à la commercialisation de Solid Sail/AeolDrive s'accélère pour achever prochainement la validation complète de la solution

L'ensemble de ces essais et validations font de SolidSail/ AeolDrive la solution de propulsion vélique pour les grands navires la plus innovante et la plus mature du marché.

Une solution de navigation simple, robuste et durable

Solid Sail est une voile rigide, de type membrane, composée de panneaux rectangulaires articulés entre eux en accordéon, ce qui rend **les opérations de pliage et dépliage très aisées et facilement automatisables.**



La membrane est en fibre de verre, le cadre est en carbone, et les liaisons textiles reliant les panneaux entre eux sont en Dyneema (une fibre jusqu'à 15 fois plus résistante que l'acier), ce qui confère robustesse et durabilité à l'ensemble du dispositif. **Solid Sail est d'une durée de vie estimée supérieure à cinq fois celle d'une voile classique** de même dimension. La voile peut être produite dans des dimensions non atteignables pour les voiles en tissu.

Elle est exploitable sous **deux modes de fonctionnement**

- Un mode de fonctionnement pliable quand elle est à incidence nulle par rapport au vent, ou autrement dit, bout au vent (face au vent). Dans ce mode, la voile est complètement plate et ne présente aucun volume. Grâce à son caractère rigide, elle ne faseye pas (elle ne bat pas au vent), ce qui est un avantage décisif en termes de sécurité et d'opérabilité.
- Dans un second mode, en créant une incidence au vent, la voile est soumise à un champ de pression aérodynamique, et elle se creuse, en prenant du volume. Le vent appuie sur chacun des panneaux rectangulaires, qui vont se comporter indépendamment les uns des autres et se plier selon la raideur des lattes. Plusieurs facettes rectangulaires se déforment dans un seul plan et, mises bout à bout, créent une surface très proche de celle offerte par une voile classique, alors même que Solid Sail est une voile rigide.



Solid Sail est complétée par un dispositif AeolDrive qui est un **gréement à balestron orientable à 360 °**. AeolDrive permet une désolidarisation de la trajectoire du navire avec le réglage de la voile. Ainsi, si le vent monte, le balestron s'oriente pour diminuer l'incidence et les efforts sur la voile, le navire conservant son cap. Si le vent devient trop fort, le balestron s'oriente bout au vent, la voile ne faseye pas et peut être facilement affalée de manière automatique grâce à son système de panneaux articulés, le navire gardant toujours son cap. Avec un gréement classique, cette manœuvre nécessiterait de changer le cap du navire pour le mettre face au vent pour affaler avec une opération de pliage fastidieuse et dangereuse pour l'équipage avec les grandes voiles en tissu souple actuelles, ce qui serait une contrainte forte en termes de navigation pour des navires de taille importante.

Enfin, le tirant d'air des mâts des navires équipés de Solid Sail/AeolDrive pouvant atteindre une centaine de mètres, Chantiers de l'Atlantique propose une fonctionnalité importante avec **des mâts pivotants et inclinables à 70 °**, qui permettront aux navires concernés de passer sous des ponts, comme celui de Verazzano à New-York ou ceux du canal de Panama.

Dans quelles conditions météorologiques la solution Solid Sail/AeolDrive peut-elle être exploitée ?

Solid Sail/AeolDrive concerne **des navires de commerce qui seront de toute façon équipés d'une propulsion hybride** (moteur thermique avec propulsion vélique). Quand la puissance engendrée par le vent sera insuffisante ou au contraire trop importante, le navire bénéficiera d'un appui moteur. Aujourd'hui, les projets sur lesquels Chantiers de l'Atlantique travaille prennent en compte des **forces de vent jusqu'à 35 à 40 nœuds de vent apparent maximum**. Les navires concernés évolueront à des vitesses d'exploitation d'environ 15 nœuds,

équivalentes à des limites de vents réels entre 20 et 25 nœuds au près et jusqu'à environ 35 nœuds au portant.

Quels débouchés pour la solution Solid Sail/AeolDrive ?

Les paquebots représentent bien entendu le marché cible de Chantiers de l'Atlantique pour la solution Solid Sail/AeolDrive. **Avec une réduction des émissions dans l'atmosphère, pouvant atteindre 50% tout en respectant le programme de croisière, cette solution va bien au-delà des exigences des réglementations actuelles et anticipe largement sur celles à venir.** Elle répond donc bien aux préoccupations actuelles des armateurs de croisière dans le domaine, mais comporte également des atouts économiques, grâce à sa robustesse, avec une durée de vie de la voile estimée à 20 ans, et sa simplicité de mise en œuvre, qui ne nécessite qu'un équipage réduit pour l'opérer.

Le marché le plus immédiatement accessible est principalement constitué de **paquebots d'une taille comprise entre 200 et 250 mètres.**

Un **concept de paquebot à voile, nommé Silenseas, un trois-mâts d'environ 200 m, fondé sur la technologie Solid Sail/AeolDrive, a été présenté une première fois en 2018, au Seatrade Cruise Exhibition, le salon mondial de la croisière de Miami, puis en 2019 dans une version améliorée, en suscitant toujours un grand intérêt des acteurs du marché de la croisière.**

La solution s'adressera également **au marché des super yachts** au-dessus de 50 mètres et pourra également convenir au **marché des navires de charge de taille moyenne, mais en utilisant des matériaux moins novateurs.**