

Etude sur les potentialités de transition énergétique dans les ports de plaisance d'Occitanie



Etude réalisée en collaboration avec



INVESTISSEURS
DIRIGEANTS
EXPERTS
ASSOCIÉS

Avec la participation financière de



Serge PALLARES, Président de l'Union des Villes Portuaires d'Occitanie



Le changement climatique nous impose désormais des défis environnementaux sans précédent, nous devons agir résolument pour réduire notre dépendance aux énergies fossiles.

Les ports de plaisance, symboles de liberté et de loisirs, doivent devenir des modèles de transition écologique. Ils ont un rôle à jouer dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre et dans l'adoption de pratiques plus respectueuses.

Il est donc impératif d'engager une transformation profonde de nos ports de plaisance afin de les rendre plus durables et responsables, le chantier a déjà commencé

La première étape de cette transition est d'encourager les ports de plaisance à intégrer des solutions basées sur les énergies renouvelables. Ces technologies doivent être adaptées aux spécificités locales de chaque port.

Outre l'adoption des énergies renouvelables, nous devons nous concentrer sur l'efficacité énergétique des infrastructures portuaires.

Les ports ne peuvent pas agir seuls : la collaboration entre les gestionnaires portuaires, les collectivités locales, les entreprises et l'ensemble des usagers du territoire portuaire est essentielle.

Nous devons promouvoir une nouvelle culture du nautisme, dans laquelle chaque usager prend conscience de son empreinte écologique et adopte des pratiques plus durables.

Chaque port qui s'engage dans cette voie devient un exemple à suivre, non seulement pour ses pairs, mais aussi pour l'ensemble de la communauté maritime.

Réduire la dépendance aux énergies fossiles tout en adoptant des solutions basées sur les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique est à notre portée.

Ce qu'il nous reste à faire, c'est d'avancer ensemble, avec détermination et engagement, pour un avenir plus respectueux de nos territoires et de nos écosystèmes marins.

Serge PALLARES

TABLE DES MATIÈRES

Contexte et objectifs de l'étude	Page 5
Contexte	Page 5
Objectifs de l'étude	Page 6
Quelques chiffres généraux sur l'étude	Page 7
Analyse de l'existant	Page 8
Bilan énergétique et environnemental des ports	Page 8
<i>Bilan énergétique</i>	Page 8
<i>Bilan carbone</i>	Page 9
Consommations de la propulsion	Page 12
<i>Les carburants vendus</i>	Page 12
<i>Répartition temporelle de la consommation</i>	Page 13
<i>Bilan énergétique de la propulsion</i>	Page 14
<i>Bilan carbone de la propulsion</i>	Page 15
Consommations électriques des quais et bâtiments	Page 16
<i>Consommation des bâtiments</i>	Page 17
Situations rencontrées hors d'Occitanie	Page 18
Identification des solutions existantes pour réduire l'impact carbone et énergétique des ports	Page 24
Analyse du tarif d'achat de l'électricité par les ports	Page 27
Analyse des comportements de consommation en électricité des plaisanciers	Page 28
<i>Part de l'énergie dans le prix d'une place</i>	Page 30
<i>Analyse des comportements individuels</i>	Page 32
Préconisations impliquant des typologies de ports et explorations de solutions adaptées	Page 37
Réduction des consommations de carburants fossiles	Page 37
Outils de production d'électricité	Page 44
<i>Cadre légal et réglementations</i>	Page 44
<i>Autoconsommation</i>	Page 48
<i>Pertinence du photovoltaïque</i>	Page 50
<i>Etude de cas d'un port</i>	Page 51
Réduction des consommations énergétiques à quai	Page 58
<i>Bornes connectées : interview de fabricants</i>	Page 58
<i>Utilisation des bornes connectées</i>	Page 60
<i>L'utilisation des bornes connectées dépend des bornes actuelles</i>	Page 68
<i>Bilan des solutions disponibles</i>	Page 70
<i>Utilisation d'un bateau de servitude électrique</i>	Page 76

TABLE DES MATIÈRES

Réduction des consommations énergétiques des bâtiments et équipements du port	Page 79
<i>Réduction des consommations de chaud-froid de la capitainerie</i>	Page 79
<i>Réduction des consommations énergétiques d'ECS</i>	Page 82
<i>Réduction de l'impact des véhicules terrestres stationnés</i>	Page 82
<i>Utilisation de moyens de levage électriques</i>	Page 83
<i>Améliorations possibles de l'éclairage des ports</i>	Page 84
Propositions d'actions par type de ports	Page 85
<i>Définition de types de ports</i>	Page 85
<i>Préconisations par type</i>	Page 86
<i>Bilan et questionnements à opérer par port</i>	Page 90
Utilisation d'outils de production et d'économie d'eau	Page 91
<i>Bilan de l'utilisation de l'eau dans les ports de l'UVPO</i>	Page 91
<i>Les solutions rencontrées dans les ports d'Occitanie</i>	Page 92
<i>Les solutions rencontrées en dehors de l'Occitanie</i>	Page 94
<i>Recommandations</i>	Page 95
Fiche synthèse par solution	Page 97
Les aides mobilisables	Page 103



CONTEXTE



Depuis 2019, l'Union des Villes Portuaires d'Occitanie (UVPO), en partenariat avec l'État et la Région Occitanie, encourage la transition écologique et numérique de la filière plaisance. Cela s'est traduit par des appels à projets, tels que celui nommé "Tourisme, mer, littoral" pour le verdissement des ports de plaisance et celui concernant la "Transition numérique" pour la digitalisation de plusieurs projets de ports en 2022 et 2023.

Le troisième volet de cet accompagnement concerne la transition énergétique des ports de plaisance, avec pour objectif de réduire leur empreinte carbone et d'utiliser davantage d'énergies renouvelables.

Les ports de plaisance d'Occitanie ont déjà commencé leur transition écologique depuis de nombreuses années en se certifiant "Ports Propres" et "Ports Propres actifs en Biodiversité". Cependant, leurs gestionnaires souhaitent aller plus loin dans leur démarche.

Les ports de plaisance accueillent des bateaux de différentes tailles nécessitant une alimentation électrique, mais aussi différents types d'activités commerciales ; d'associations. Ils cherchent ainsi les meilleures solutions pour gérer l'eau et réduire leur consommation d'énergie.

Les ports de plaisance d'Occitanie sont également situés dans des zones où les conditions météorologiques et géographiques offrent des opportunités. Certains disposent de surfaces non exploitées en termes de récupération et de production d'énergie.

Les membres de l'UVPO ont pu prendre conscience de leur potentiel et du chemin qu'il restait à parcourir lors de la visite d'un port en Espagne, en Catalogne Sud, qui produit aujourd'hui environ 50% de l'énergie qu'il consomme sur l'année.

L'ambition des ports d'Occitanie à 10 ans est de mettre en place les mesures nécessaires afin de se rapprocher d'un modèle de « Port autonome en énergie ».

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Afin d'accompagner au mieux les directeurs des ports de plaisance d'Occitanie, cette étude mandatée par l'UVPO a deux objectifs : le premier est de faire un état des lieux de la situation énergétique des ports. Le second est d'identifier les pistes d'amélioration et les potentiels.

La phase d'état des lieux devait permettre à l'équipe réalisant l'étude de faire un bilan énergétique de chaque port grâce à un audit. Celui-ci s'est basé sur une rencontre avec les directeurs et la transmission d'un questionnaire en amont. Les consultants impliqués ont tâché de comprendre les postes de dépenses par sources d'énergies, l'évolution des dépenses de ces dernières années ainsi que les volumes de consommation des diverses énergies consommées dans les ports.

Le recueil de ces données a permis de tirer des conclusions sur des moyennes de consommation suivant le type d'unité et ainsi d'aider les directeurs à comprendre le niveau de consommation de leur port.

Cette phase de l'étude a été aussi l'occasion d'étudier les achats en énergie et éventuellement d'identifier des différences notables permettant à certains gestionnaires de faire des économies.

Les consultants ont analysé également les méthodes de facturation utilisées par les ports envers les plaisanciers et les outils de régulation mis en place.

Outre cette phase d'audit, l'étude a aussi été l'occasion de lister et de présenter les solutions existantes d'énergies renouvelables (ENR) marines et terrestres mises en œuvre dans les ports d'Occitanie. Il était question d'identifier et de comparer d'autres solutions mises en place en France ou en Europe, qui seraient pertinentes à déployer sur le territoire.

Dans la seconde phase d'identification de pistes d'amélioration, l'équipe a pu proposer pour chaque type de port, un scénario avec un panel de solutions à déployer afin de réduire la consommation d'énergie et ainsi d'intégrer la dimension « ENR ».

Ce scénario a été défini suivant les différentes typologies de ports rencontrés et a fait l'objet d'une validation avec l'équipe de l'UVPO en Comité Technique.

QUELQUES CHIFFRES GÉNÉRAUX SUR L'ÉTUDE

Dans le périmètre de cette étude, les bureaux d'étude ont pu analyser **42 ports** dont 29 ports maritimes et 13 ports fluviaux pour un total de **23 820 places**.

Sur 25 ports ayant transmis leurs informations, c'est près de **14 680 000 kWh / an** d'électricité consommée. Cependant, on note une tendance à la diminution des consommations électriques des ports ces dernières années.

Après analyse des consommations, nous avons constaté **une consommation moyenne électrique de 765 kWh par an par bateau** (toutes catégories confondues) soit 200 € HT d'électricité environ.

Le tarif d'achat de l'électricité achetée par les ports est en moyenne de 26 cts € HT /kWh.

Concernant l'eau : 189 000 m³ / an ont été utilisés par 21 ports ayant transmis leurs informations, **soit une consommation moyenne de 9,5 m³ / an par bateau**. Il s'agit de **226 000 m³** par an à l'échelle de l'ensemble des ports de l'étude. Concernant l'eau, la tendance de consommation est également à la baisse.



ANALYSE DE L'EXISTANT

Bilan énergétique et environnemental des ports

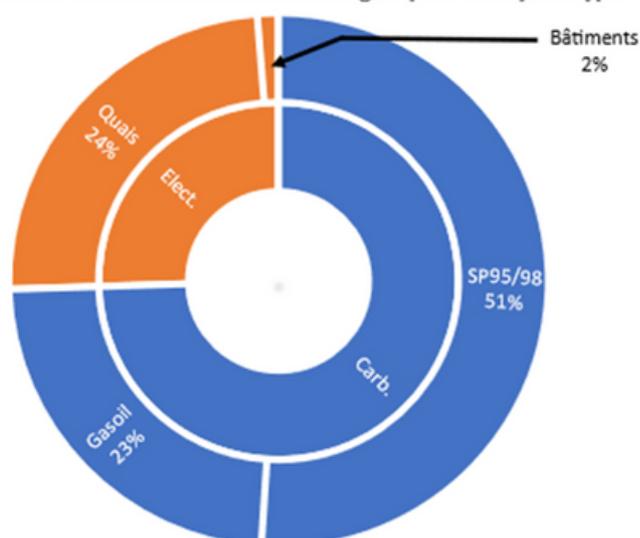
Bilan énergétique

Sur un port, les consommations énergétiques s'articulent autour de trois postes :

- La propulsion des bateaux, avec l'emploi de carburants fossiles tels que le sans-plomb et le diesel. Très peu de bateaux (quelques dizaines au plus) fonctionnent avec une motorisation électrique ;
- Les bateaux à quai, utilisant l'électricité du port via les bornes de recharge afin de faire fonctionner les divers équipements à bord ;
- Les bâtiments, équipements et véhicules liés à l'activité portuaire de la plaisance. Ces consommations sont essentiellement électriques.

En analysant les données transmises par les ports visités, nous avons pu établir un bilan énergétique d'un port-type en les convertissant en kWh suivant leur contenu énergétique. Chaque carburant possède un contenu énergétique par litre différent. Le bilan est alors le suivant :

Répartition des consommations énergétiques d'un port type



ANALYSE DE L'EXISTANT

Bilan énergétique et environnemental des ports

Bilan énergétique

Les consommations énergétiques se scindent en 2 blocs :

- **Les consommations énergétiques pour la propulsion : $\frac{3}{4}$ du bilan.**

Cette rubrique correspond à l'énergie consommée pour faire avancer les bateaux via l'utilisation de SP95 ou 98 et de gazole.

- **Les consommations énergétiques pour les quais, les bâtiments et équipements : $\frac{1}{4}$ du bilan.**

Il s'agit ici des consommations électriques des bateaux à quai (24% du bilan total) ainsi que des bâtiments et équipements du port pour seulement 2% du bilan énergétique du port.

Ces données sont issues d'un petit échantillon de l'étude : 7 ports. En effet, les données fines des consommations électriques sont difficiles à obtenir puisque les compteurs sont généralement associés à des zones comprenant à la fois des bâtiments et des pontons.

Il en résulte une répartition des consommations énergétiques d'un port parfois méconnue par certains directeurs de ports. Dans cet objectif, les consommations issues des différents postes énergétiques vont être détaillées plus bas dans ce rapport.



ANALYSE DE L'EXISTANT

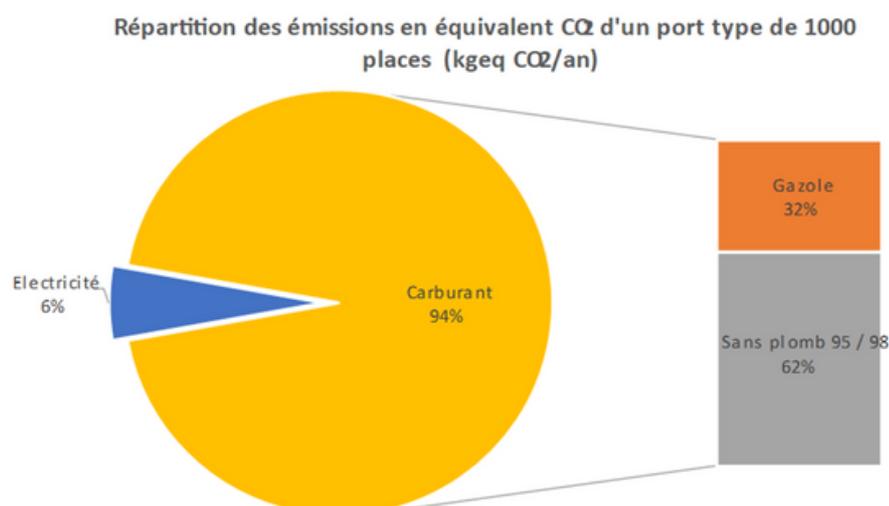
Bilan énergétique et environnemental des ports

Bilan carbone

Le bilan des émissions carbone d'un port est une démarche essentielle pour évaluer et réduire l'impact environnemental des activités portuaires. Le bilan carbone est exprimé en équivalent CO₂ permettant de quantifier les émissions des différents gaz à effet de serre (GES) en une seule unité de mesure. De ce fait, l'utilisation de l'équivalent CO₂ pour le bilan des émissions carbone d'un port est un outil essentiel pour la gestion durable des activités portuaires et la réduction de leur impact environnemental.

Les facteurs d'émission de chacune des sources d'énergie sont issus de la base Empreinte de l'ADEME. Il s'agit de la base de données publique officielle des facteurs d'émission. Par simplification et en ce qui concerne l'électricité, il s'agit de la donnée provenant du mix électrique moyen français, tout moyen de production confondu.

Le graphique suivant représente la répartition des émissions d'un port type possédant une station d'avitaillement. Ces proportions ont été déterminées à partir de 7 ports de l'étude.



ANALYSE DE L'EXISTANT

Bilan énergétique et environnemental des ports

Bilan carbone



Le bilan carbone d'un port reflète de manière similaire le bilan énergétique avec une distinction : **l'impact du carburant représente 94% du bilan carbone contre 6% pour l'électricité.**

Les émissions liées à la propulsion peuvent se scinder en deux parties :

- 66 % d'entre elles sont issues de la combustion du Sans Plomb ;
- 34 % proviennent de la combustion du gazole.

Bien que le Sans Plomb possède un impact environnemental plus faible, sa proportion plus importante de vente en fait le carburant **le plus émetteur** dans le bilan du port.

Sur un port type de 1 000 places, le bilan carbone est le suivant :

Émissions en équivalent CO2 d'un port type de 1000 places	
Carburant (T éq. CO2/an)	684
Electricité* (T éq. CO2/an)	41

ANALYSE DE L'EXISTANT

Consommations de la propulsion

Les carburants vendus

Parmi tous les ports de l'UVPO, seuls 12 d'entre eux disposent de stations de carburant administrées par le port. Ces stations se trouvent principalement dans les ports maritimes.

Divers types de carburants y sont proposés à la vente, notamment le Sans Plomb 95, le Sans Plomb 98 et le gazole B7, vendus dans des proportions différentes.

Suite aux visites, nous avons pu récupérer des données chiffrées de 8 de ces ports afin d'établir des valeurs moyennes des litrages vendus et d'en extraire les tendances. Une mise en parallèle est envisageable pour les ports de l'étude de même taille et de modèle similaire.

Au total, sur l'ensemble de ces 8 ports, ce sont 1 720 m³ de Sans Plomb et 715 m³ de gazole qui sont vendus. Ces volumes ont été ramenés à une place de port afin d'établir une moyenne. Ainsi nous obtenons :

- 165 L/ unité du port de Sans Plomb – 70 % du volume ;
- 76 L/ unité du port de Gazole – 30% du volume.

Des disparités sont tout de même à noter, avec une répartition parfois plus homogène entre ces deux types de carburants.

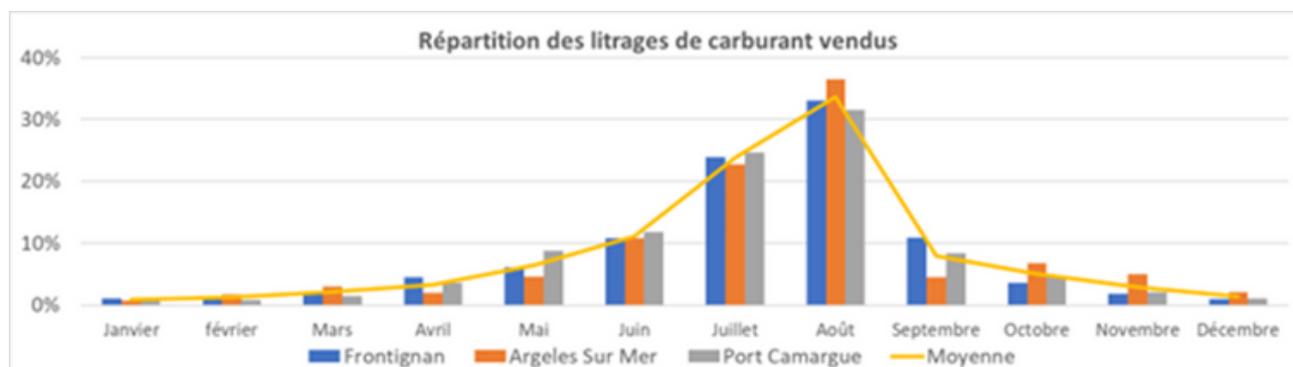


ANALYSE DE L'EXISTANT

Consommations de la propulsion

Répartition temporelle de la consommation

Le graphique suivant représente la répartition des litrages vendus pour tout carburant confondu au cours de l'année, concernant 3 ports de l'étude ayant transmis un suivi mensuel de leurs ventes.



On observe des profils de ventes similaires, avec peu de carburant vendu en période hivernale. Inversement, à la période estivale, l'activité nautique et la fréquentation des ports est maximale.



ANALYSE DE L'EXISTANT

Consommations de la propulsion

Bilan énergétique de la propulsion



Chaque type de carburant possède une teneur énergétique spécifique différente qui influence la performance pour 1L consommé :

- SP 95-E5 et SP 98 : 8,74 kWh / L ;
- Gazole B7 : 9,68 kWh / L.

Ces valeurs sont des données indicatives qui dépendent de la composition du carburant. Pour ceux à base d'essence, il est ajouté en proportion différente de l'éthanol :

- SP95-E5 et SP98 : jusqu'à 5% en volume d'éthanol ;
- SP95-E10 : jusqu'à 10% en volume. Dans la majorité des sources consultées, ce taux semble se rapprocher de 8%.

Les données relatives au carburant permettent d'obtenir une valeur de consommation moyenne ramenée au bateau. Nous n'avons pas de données assez précises pour établir une consommation moyenne par taille de bateau, ni par type de bateau.

Ainsi, un bateau consomme en moyenne **2 181 kWh / an** pour la propulsion.

ANALYSE DE L'EXISTANT

Consommations de la propulsion

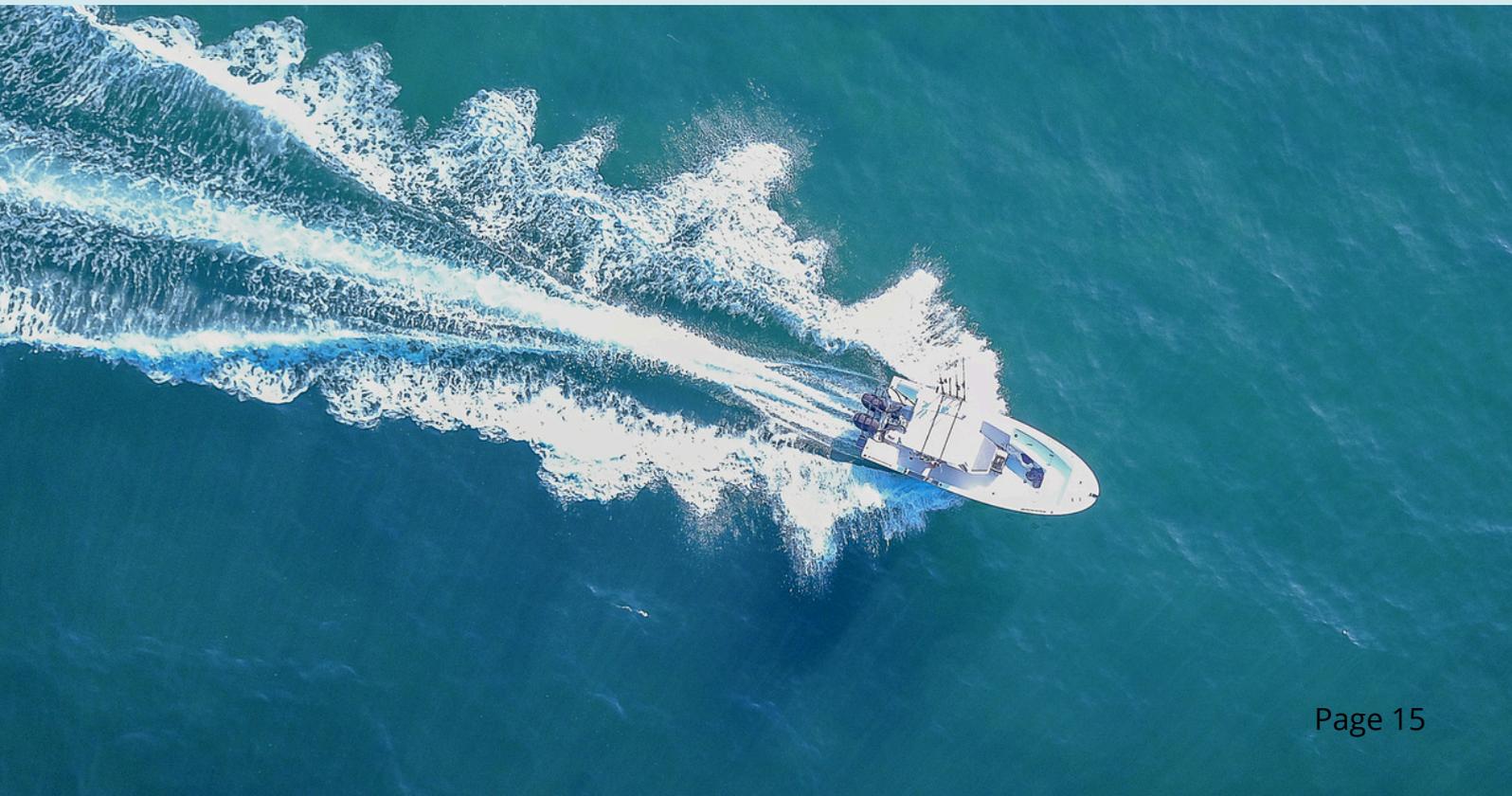
Bilan carbone de la propulsion

L'impact environnemental de la propulsion peut être réalisé à partir des facteurs d'impacts des différents carburants issus de la Base Empreinte ADEME. Ces coefficients sont les suivants :

- SP95-E5 et SP98 : leur impact est relativement similaire et il a été considéré un facteur d'émission identique d'une valeur de 0,311 kg éq. CO₂ / kWh ;
- Gazole B7 : son impact est évalué à 0,319 kg éq. CO₂ / kWh.

En prenant en compte la précédente valeur de consommation moyenne par bateau et par an, l'impact environnemental de la propulsion a été estimé à 684 kg éq. CO₂ / bateau / an.

Sur un port de 1 000 places, l'impact environnemental est estimé à **684T éq.CO₂ / an.**



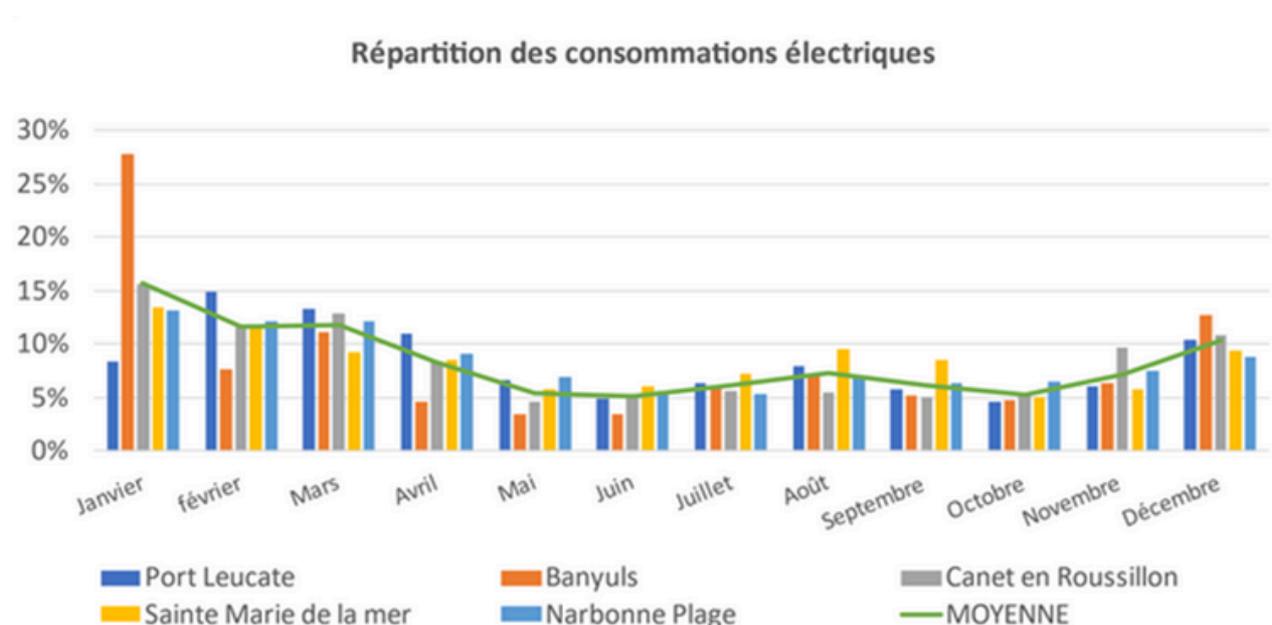
ANALYSE DE L'EXISTANT

Consommations électriques des quais et bâtiments

Peu de données transmises nous permettent de distinguer les consommations des bâtiments et des quais. Pour autant, nous avons réussi à extraire les informations de 5 ports de l'étude.

En moyenne, $\frac{1}{4}$ des consommations du bilan énergétique du port sont électriques avec une majorité provenant des quais.

Dans la majorité des ports d'Occitanie (hors ceux ayant un fonctionnement saisonnier), les dépenses les plus importantes en énergie électrique ont lieu en hiver (avec des pics en décembre, janvier et février).



Cette consommation électrique hivernale est supérieure à celle de la période estivale où l'activité nautique est la plus forte. Cette consommation semble provenir essentiellement d'un mauvais usage du système de chauffage par les plaisanciers afin d'éviter l'humidité dans leur habitacle.

Cet usage est facilité du fait que l'électricité soit incluse dans le forfait et par conséquent ne coûte pas plus cher de consommer de l'électricité en continu.

ANALYSE DE L'EXISTANT

Consommations électriques des quais et bâtiments

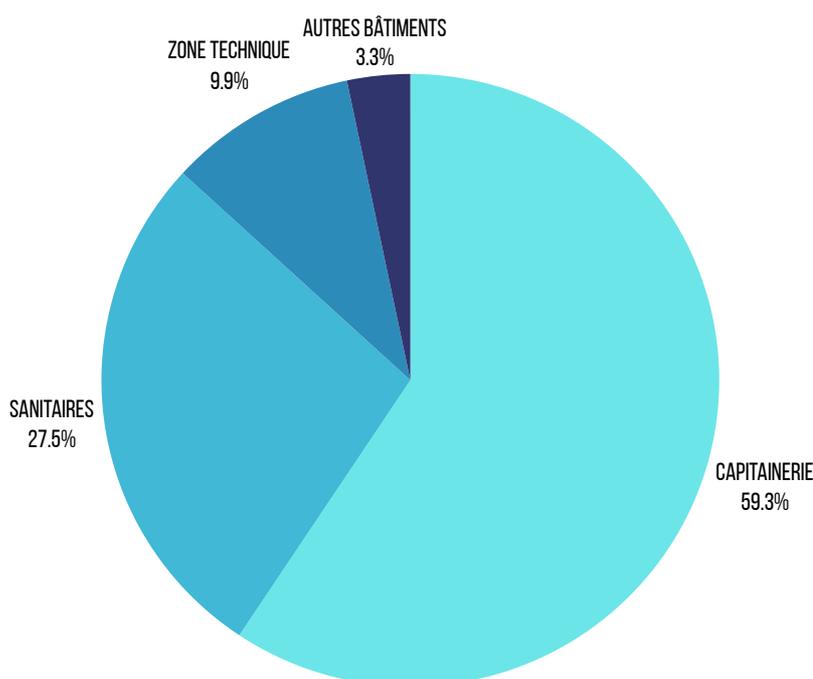
Consommation des bâtiments

L'étude des données de seulement 4 ports de l'UVPO permet d'obtenir des informations sur la consommation des différents bâtiments compris dans l'enceinte du port. Cette moyenne n'est pas forcément transposable en raison du faible échantillon de données.

Dans le graphique ci-dessous, la capitainerie concentre la majorité des consommations des bâtiments électriques, suivie des sanitaires. Sur cet échantillon, la zone technique n'est pas un facteur lourdement impactant pour le bilan énergétique du port.

Pour rappel, les bâtiments et équipements sont responsables de près de 2% du bilan énergétique des ports.

Répartition de la consommation électrique des bâtiments - issue de 4 ports



ANALYSE DE L'EXISTANT

Situations rencontrées hors Occitanie

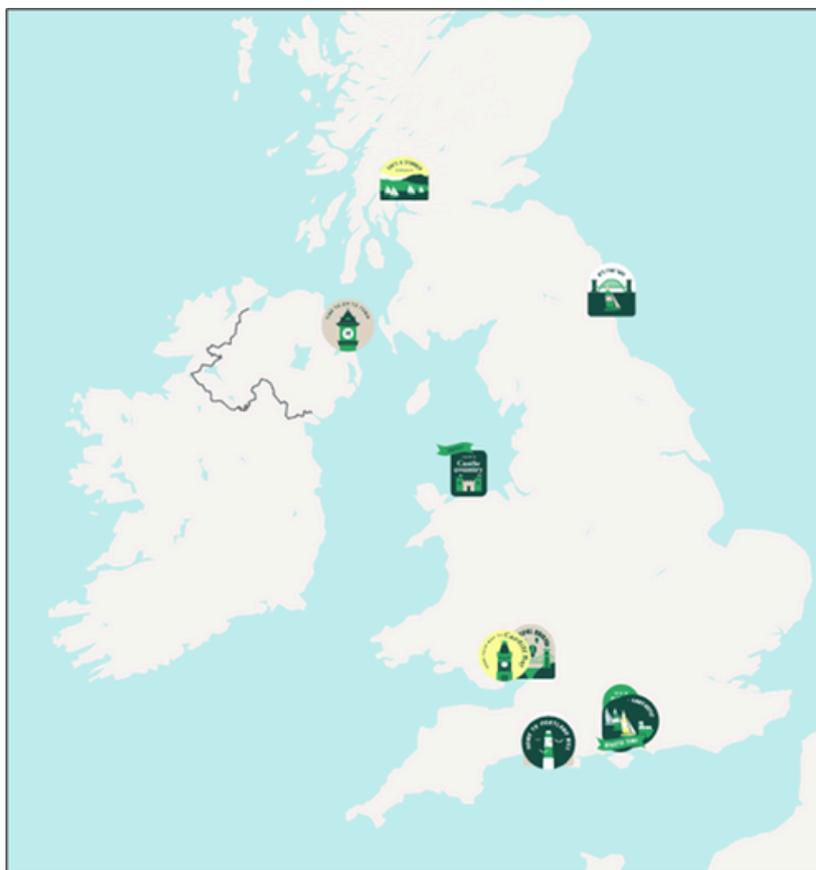
La crise rencontrée par les ports d'Occitanie a été ressentie dans d'autres ports français mais également dans des ports européens.

Dans cette première phase de l'étude, nous avons donc analysé les réactions d'autres ports afin d'identifier de potentielles idées transposables en Occitanie.

Hors de France, cette phase de benchmark nous a permis de constater des réactions différentes suivant le positionnement géographique.

Au Royaume-Uni

La société Boatfolk gérant 11 ports de plaisance au Royaume-Uni a fait un constat similaire à celui des ports de l'UVPO : l'augmentation des tarifs de l'électricité ainsi que l'augmentation globale des consommations, avec un pic de consommation en période hivernale à cause des radiateurs et des systèmes anti-humidité laissés en marche.



ANALYSE DE L'EXISTANT

Situations rencontrées hors Occitanie

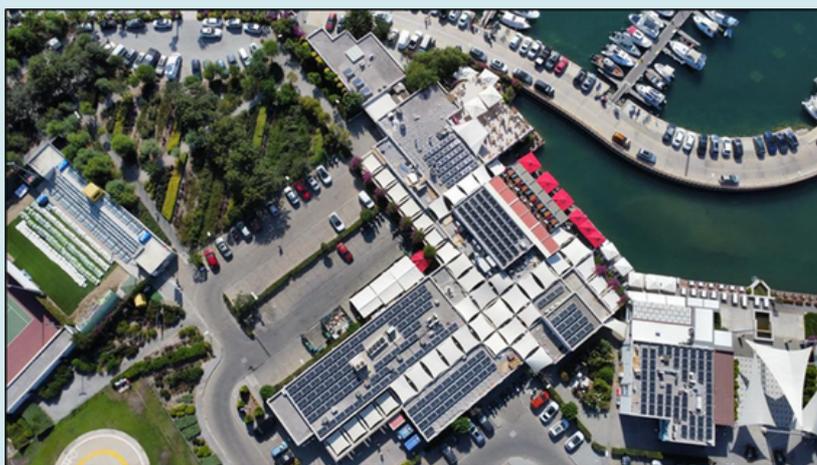
La direction a décidé de mettre en place des solutions pragmatiques pour comprendre et maîtriser la consommation des plaisanciers.

Dans un premier temps, apporter une communication sur les recommandations «basiques» afin de limiter la consommation en tant que plaisancier. Puis, intégrer l'installation de compteurs électriques par place pour une facturation individuelle. Celle-ci est opérée sur la base d'un relevé mensuel par les équipes du port. Cette facturation est effectuée suivant un tarif affiché qui correspond au tarif d'achat.

Les équipes du port ont été amenées à communiquer sur le fait que les tarifs d'achat d'électricité ne sont pas les mêmes que les tarifs domestiques que les plaisanciers peuvent connaître.

En Méditerranée

La société D-Marine, qui gère 23 ports autour de la Méditerranée a fait un constat similaire mais a trouvé des solutions plus orientées vers la production de l'électricité moins chère via la pose de panneaux photovoltaïques. La société étant multi-activités, elle dispose d'espace sur le port mais également sur d'autres installations.



Elle a ainsi pu réaliser une implantation massive de panneaux photovoltaïques. La production prévue est de 4,9 GWh d'énergie par an, ce qui correspond à 71 % de l'énergie utilisée par D-Marine dans cinq marinas.

ANALYSE DE L'EXISTANT

Situations rencontrées hors Occitanie



En Espagne

Le port de L'Estartit a une place spécifique dans cette étude sur la transition énergétique. Il a l'objet d'une visite de la part de plusieurs directeurs de port en Occitanie et de l'équipe de l'UVPO.

Le directeur du port a pu livrer sa vision de la plaisance de demain et sa gestion de l'électricité ainsi que des carburants d'aujourd'hui.

Dans un premier temps, le port prévoit une évolution lente vers des carburants liquides plus verts ainsi que le passage à l'électrique dans un second temps. Pour s'y préparer, il a fait mettre en place des cuves de carburant divisées pour plus de polyvalence. Il estime que les bateaux de moins de 8 mètres passeront à la propulsion électrique sous 3 à 4 ans, tandis que les grosses unités y passeront d'ici 10 à 15 ans pour des questions d'autonomie.

En 2019, L'équipe du port a installé des petits compteurs électriques d'une valeur de 30€ sur chaque borne afin d'effectuer des relevés manuels. Seules 50 places pour les plus grandes unités ont été équipées de compteurs connectés.

Le directeur du port a fait le constat que les consommations élevées commençaient à 15 mètres, et surtout à 18 mètres. La politique mise en place ne fait payer qu'à la consommation les bateaux de plus de 18 mètres dont la place est équipée d'une borne connectée. Aussi, le prix de vente de l'électricité a été fixé à 0,48 €HT / kWh.

Pour lutter contre le chauffage hivernal contre l'humidité, le port utilise un analyseur de réseau électrique. Les plaisanciers ont, comme en Occitanie, l'interdiction de laisser branché leur unité s'ils ne sont pas à bord.

ANALYSE DE L'EXISTANT

Situations rencontrées hors Occitanie

Comme la société D-Marin, le port de l'Estartit a fait le choix d'installer du photovoltaïque sur les toitures. L'électricité est autoconsommée sur quais, mais aussi pour les bâtiments ainsi que pour la charge des véhicules. La couverture actuelle est approximativement de 23% des besoins électriques du port (la consommation électrique moyenne par unité est de 360 kWh / an), avec comme objectif de 30% fin 2028.

En outre, la direction a décidé l'installation massive de bornes de recharge pour les automobiles sur les parkings, avec pour objectif d'introduire 5% des places d'ici fin 2025.

Au cours de l'étude, nous avons également identifié le Club Nautic de l'Escala. Ce port dispose de 944 places. Le constat sur les consommations et l'augmentation des tarifs d'électricité est équivalent au port de l'Estartit.

L'équipe du port s'est orientée vers des solutions simples mais pragmatiques, comme une sensibilisation accrue des plaisanciers suivie d'un débranchement obligatoire des unités. Les climatisations devaient être réglées entre 24 et 26°C pour les unités en possédant.

Enfin, des économiseurs d'eau ont été installés sur les robinets.



ANALYSE DE L'EXISTANT

Situations rencontrées hors Occitanie

En France

Le port de La Rochelle est le second port français avec une capacité de 5 127 places et revient régulièrement sur le devant de la scène lorsqu'il est sujet d'économies d'énergies. Il est en effet inclus dans un bilan carbone à l'échelle de son territoire, c'est-à-dire à l'échelle de l'agglomération.

La direction du port a fait un constat similaire à celui des ports d'Occitanie :

- Forte hausse des coûts de l'énergie électrique ;
- Incapacité pour le budget de la Régie de rester à l'équilibre ;
- Nécessité de mettre en place une logique de facturation individualisée et correspondant aux usages de chaque plaisancier ;
- Importance de trouver une fourniture d'électricité équitable et identique sur l'ensemble des emplacements du domaine portuaire ;
- Impossibilité de déployer à court terme un système permettant la facturation à l'usage ;
- Consommations allant jusqu'à 1200 kWh par mois et par bateau ;
- Impossibilité de conserver le mécanisme de répartition actuelle qui aurait impliqué une augmentation générale des tarifs portuaires bien au-delà des 5%.

Le port de la Rochelle a lui aussi connu une hausse du prix d'achat de l'électricité avec un passage de 0,13 € / kWh en 2021 à 0,21 € / kWh en 2022, soit une dépense supplémentaire en électricité de 240 k€ en 2022 et 500 k€ en 2023.

Après analyse de leurs consommations, le port de la Rochelle a constaté que 15% de la consommation électrique venait des installations portuaires et des bâtiments, quand 85% était issue de la consommation des usagers à quai.

ANALYSE DE L'EXISTANT

Situations rencontrées hors Occitanie



Pour répondre aux problématiques mentionnées en amont, le port de La Rochelle a un projet de remplacement des bornes en 2025-2026, avec l'installation de bornes intelligentes, une refonte des infrastructures de transport d'électricité ainsi que la réalisation d'un réseau de télécommunication et intégration aux outils de gestion informatique du port.

Jusqu'à la mise en place de ce projet, le port a souhaité numéroter des bornes par emplacement avec interdiction de les fermer par un cadenas et la mise en place d'une temporisation de 24 h.

Du côté de la production, la mise en place de panneaux solaires est en projet, tout comme la pose d'ombrières photovoltaïques. Pour tenter de faire baisser le coût d'achat de l'électricité, le port s'est tourné vers un groupement.

En plus de ces mesures, la direction du port a choisi d'expérimenter des solutions techniques électriques comme un **travelift électrique** en service depuis 2022 et un bateau de servitude électrique depuis l'année passée.

Le retour d'expérience du directeur fait partie d'un point particulier dans cette étude.

Le constat de ces retours de ports d'autres régions nous indique qu'ils ont rencontré des problèmes similaires à ceux des ports d'Occitanie. Certains de ces ports ont tenté de baisser leur coût d'achat en électricité en investissant dans des panneaux photovoltaïques. D'autres ont identifié des solutions plus communes mais efficaces ; comme le débranchement des unités à quai et la pose de compteurs simples sur les bornes, afin de pouvoir surveiller, voire refacturer les plaisanciers.

ANALYSE DE L'EXISTANT

Identification des solutions existantes pour réduire l'impact carbone et énergétique des ports

Dans le cadre de la réduction de l'impact énergétique et carbone du port, plusieurs solutions ont été adoptées par certains membres de l'UVPO.

1. **CUVE E85**

Le port de Palavas-les-Flots dispose d'une station pour l'E85. Ce carburant possède une part importante de bioéthanol. Ce taux se situe entre 60 et 85% selon la saison. En été, ce taux se rapproche des 85% alors qu'il n'est que de 60% l'hiver. Au-dessous de 12°C, l'éthanol ne produit pas suffisamment d'évaporation de liquide pour s'enflammer. Ce seuil de température est beaucoup plus bas pour le sans plomb. Ainsi, ajouter une part plus importante de sans plomb permet de diminuer le seuil à partir duquel la combustion peut se produire. La majorité des ventes de carburant ont lieu en été quand le taux de biocarburant est le plus haut. Comme développé plus bas dans ce rapport, l'E85 possède un impact environnemental nettement inférieur au sans-plomb 98 ou 95 (E5 et E10).

Il est encore trop tôt pour tirer un bilan mais l'installation de cette station permet aux plaisanciers de se renseigner sur cette solution et de préparer leur conversion. L'installation d'une telle cuve est envisagée à Port-Camargue.



Station E85 - Palavas les Flots

ANALYSE DE L'EXISTANT

Identification des solutions existantes pour réduire l'impact carbone et énergétique des ports

2. MISE EN PLACE D'UNE NAVETTE ÉLECTRIQUE

Port-Camargue a mis en place une navette électrique de 20 places assises afin de transporter les passagers de part et d'autre du port. Sa propulsion s'effectue par une puissance de $2 \times 5 = 10$ kW.

Navette électrique et prise pour le chargement - Port-Camargue



Sa recharge s'effectue via une prise monophasée en 63A.

3. VÉHICULES DE SERVITUDE ÉLECTRIQUES ET BORNES ÉLECTRIQUES

Sur l'ensemble des ports, 24 d'entre eux possèdent des véhicules légers utilisés par le port. Certains de ces ports ont opté pour des véhicules électriques pouvant être rechargés par les bornes présentes sur le port. Parmi les retours de questionnaires transmis, 13 ports disposent de bornes de recharge, dont 2 ports fluviaux.



Bornes et voitures électriques - La Grande Motte

ANALYSE DE L'EXISTANT

Identification des solutions existantes pour réduire l'impact carbone et énergétique des ports

4. SOLAIRE THERMIQUE

Lors des visites sur site, il a été constaté la mise en place de solaire thermique pour le chauffage de l'eau chaude des différents blocs sanitaires sur les ports de Beaucaire, Canet en Roussillon, Mèze, Palavas-les-Flots et La-Grande-Motte. Le port de Lattes en fait également un projet. Cette solution est relativement intéressante puisque les apports solaires maximum coïncident avec la fréquentation maximale du port en été.



Solaire thermique sur bloc sanitaire - La Grande Motte

5. PHOTOVOLTAÏQUE

Les ports de Canet-en-Roussillon, Colombiers, Port-Camargue, Port-Vendres et Sainte-Marie-La-Mer ont équipé certaines de leurs toitures avec des panneaux photovoltaïques. Cette solution renouvelable présente un fort intérêt pour les ports afin de réduire l'impact environnemental mais également de réduire les coûts liés à l'achat d'électricité. En effet, le prix de revient de l'électricité photovoltaïque est nettement plus intéressant que son tarif actuel d'achat. Cette solution sera développée plus tard dans ce rapport.

ANALYSE DE L'EXISTANT

Identification des solutions existantes pour réduire l'impact carbone et énergétique des ports

6. GÉOTHERMIE-THALASSOTHERMIE

Un port de l'étude dispose d'une installation de géothermie ou plutôt de thalassothermie, au moins pour le chauffage de l'eau chaude sanitaire. Il s'agit du port d'Agde avec un raccordement à un vaste réseau de thalassothermie, mis en place pour alimenter des logements proches, réseau dont le port profite. La solution de **la thalassothermie et sa pertinence** sont évoquées dans ce rapport à la **page 80**.

Analyse du tarif d'achat de l'électricité par les ports

Cette question cruciale faisait partie des questions posées lors des rencontres avec les directeurs de port. Suite aux augmentations de tarifs de 2022 et 2023, les tarifs d'achat ont eu un impact fort sur les finances des ports de plaisance en Occitanie.

Suite à l'ensemble des rendez-vous avec les directeurs, nous avons pu établir **le tarif moyen d'achat à hauteur de 0,265 €/kWh HT**. Ces chiffres sont issus des données de 26 ports de l'étude.

La valeur d'achat la plus haute est de 0,45 €/kWh HT* (en groupement). La valeur d'achat la plus basse est 0,17 €/kWh HT* dans le cadre d'un groupement public. Cette forte disparité fait apparaître une potentielle amélioration pour un certain nombre de ports qui pourraient se tourner vers des courtiers spécialisés pour faire baisser leur tarif d'achat.

Suite aux entretiens, nous avons pu collecter des données sur les consommations des ports, notamment les consommations globales en électricité. L'objectif de l'étude étant de comprendre comment maîtriser les consommations d'un port, nous avons besoin d'avoir des informations précises sur celles des plaisanciers. Quatre ports de l'étude ont été en mesure de nous fournir des données de consommation allant jusqu'au ponton. Les autres ne disposent que de consommations par zones de port ne permettant pas d'isoler la consommation des quais, de la capitainerie et de la zone technique lorsqu'il y en a une.

ANALYSE DE L'EXISTANT

Analyse des comportements de consommation en électricité des plaisanciers



Les ports ayant fourni des informations sont les ports de Banyuls-sur-Mer, Argelès-sur-Mer, Sète et d'un port de plus de 1000 places souhaitant rester anonyme. Ces données croisées avec la composition des quais en termes de taille d'unités, ont permis de déterminer des consommations moyennes par taille d'unités. Nous avons choisi des classes qui nous paraissaient homogènes : moins de 7 mètres, de 7 à 10 mètres (inclus), de 10 à 14 mètres et plus de 14 mètres.

Après retraitement des chiffres de chacun des quatre ports, nous avons pu obtenir les moyennes dans le tableau ci-dessous :

	Consommation électrique annuelle moyenne (kWh/u.an)				
	Banyuls-sur-mer	Port de 1000 places	Argeles-sur-mer	Sète SDF	Moyenne pondérée
7 m et moins	50	64	44	129	70
De 7 m à 10 m inclus	70	435	345	345	390
De 10 à 14 m inclus	930	968	1694	765	950
Au-dessus de 14 m	1860	4257	5751	3015	3900

La moyenne issue des données de quatre ports a été pondérée par rapport au nombre de places de ces derniers. En analysant les moyennes de chaque port et leurs différences, on note une variabilité importante du fait de la consommation hors norme d'une petite partie des unités. (voir étude du cas du port de Sète ci-dessous).

ANALYSE DE L'EXISTANT

Analyse des comportements de consommation en électricité des plaisanciers

En utilisant un tarif d'achat de l'électricité à 26 cts € HT/kWh et en arrondissant les chiffres, nous obtenons les chiffres suivants pour les différentes tailles d'unités :

	Consommation électrique moyenne par an	Coût moyen de la consommation électrique
 < 7 m	70 kWh/an	20 €HT/an
7 m <  < 10 m	390 kWh/an	100 €HT/an
10 m <  < 14 m	950 kWh/an	250 €HT/an
 ≥ 14 m	3 900 kWh/an	1 015 €HT/an

Ces données, en plus de nous donner un enseignement précieux sur le coût réel en énergie de chaque type d'unité, vont aider les directeurs de port à établir des niveaux de consommation par type d'unité s'ils souhaitent facturer par tranches et non à la consommation.



ANALYSE DE L'EXISTANT

Analyse des comportements de consommation en électricité des plaisanciers

Part de l'énergie dans le prix d'une place

Afin de comprendre au mieux l'importance de la place de l'électricité dans les finances d'un port, nous avons souhaité présenter visuellement un modèle issu de l'exploitation des données des quatre ports identifiés précédemment.

Dans les présentations ci-dessous, nous avons estimé le tarif moyen d'une place de port par longueur par rapport aux tarifs de 5 ports de l'étude situés en zone sud de l'Occitanie.

Nous avons ensuite positionné le pourcentage du coût de l'électricité en orange et celui de l'eau en bleu. Nous avons ensuite ajouté les données extrêmes des consommations en électricité (hachures oranges).

Place de 7m et moins :



En pourcentage, base 100

Tarif moyen de la place 1 600€

Moyenne : 70 kWh/an soit
20 € de consommation électrique
(1,1%)
Maxi 2 200 kWh soit 570 € (36%)

3 € de consommation en eau
(0,2%)

Place de 7 à 10m :



En pourcentage, base 100

Tarif moyen de la place 2 100€

Moyenne : 390 kWh/an soit
100 € de consommation électrique
(4,8%)
Maxi 3 170 kWh soit 820 € (39%)

6 € de consommation en eau
(0,3%)

ANALYSE DE L'EXISTANT

Analyse des comportements de consommation en électricité des plaisanciers

Part de l'énergie dans le prix d'une place

Place de 10 à 14m :



En pourcentage, base 100

Tarif moyen de la place 3 500€

Moyenne : 950 kWh/an soit
250 € de consommation électrique
(6,9%)
Maxi 3200 kWh soit 800 € (23%)

9 € de consommation en eau
(0,3%)

Place de plus de 14m :



En pourcentage, base 100

Tarif moyen de la place 6 000€

Moyenne : 3 900 kWh/an soit
1020 € de consommation électrique
(17%)
Maxi 11 000 kWh soit 2 750 € (46%)

30 € de consommation en eau
(0,5%)

Nous constatons ainsi que suivant les situations, l'électricité peut représenter une part non négligeable du prix d'une place. Dans certains cas, comme pour les ports achetant un kWh d'électricité à plus de 30 centimes, il est possible que le tarif de l'électricité couvre l'intégralité du prix de la place.

ANALYSE DE L'EXISTANT

Analyse des comportements de consommation en électricité des plaisanciers

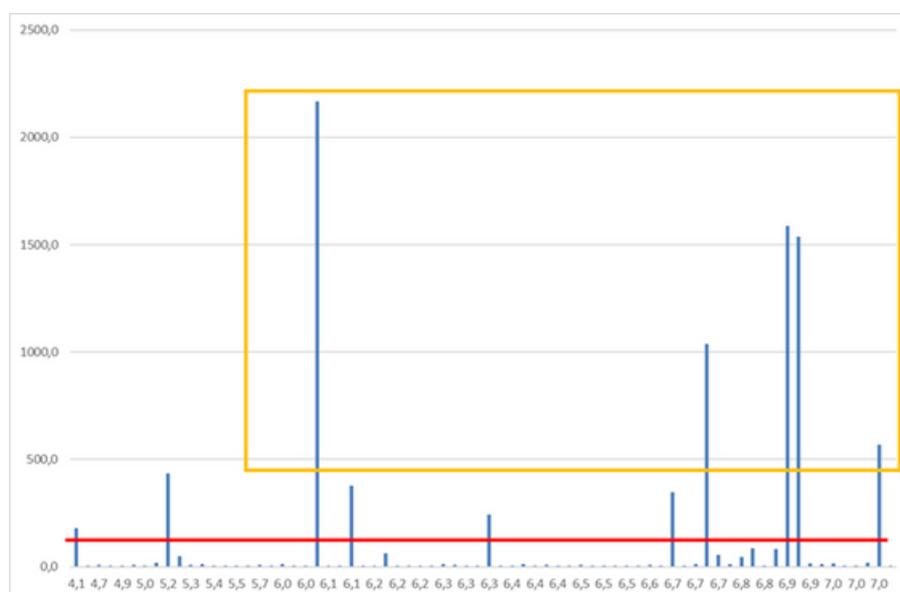
Analyse des comportements individuels

Au cours de cette étude, nous souhaitons également récolter plus d'informations sur la consommation individuelle des plaisanciers. Durant la phase d'interviews, plusieurs directeurs de ports nous ont indiqué ne pas savoir réellement si la taille des unités avait un impact sur leur consommation et si des unités de petite taille pouvaient avoir des consommations supérieures à des unités de grande taille habitables. La compréhension de la consommation individuelle est aussi un élément majeur pour définir le meilleur moyen de faire baisser la consommation globale.

Un seul port a été en mesure de nous fournir des données sur des consommations individuelles. Il s'agit du port de Sète. Son directeur, Fabien Luais, a pu fournir ces données grâce à un système mis en place avec la société FALCO. Ce système communique à la capitainerie des données de consommations relevées par des pinces ampèremétriques situées sur les bornes.

Les consommations annuelles de 443 unités de taille variée (données continues sur l'année, unités dont la taille est connue) nous ont été transmises. Nous avons analysé ces consommations par classe et obtenu les graphiques suivants.

Pour les unités de moins de 7 mètres :



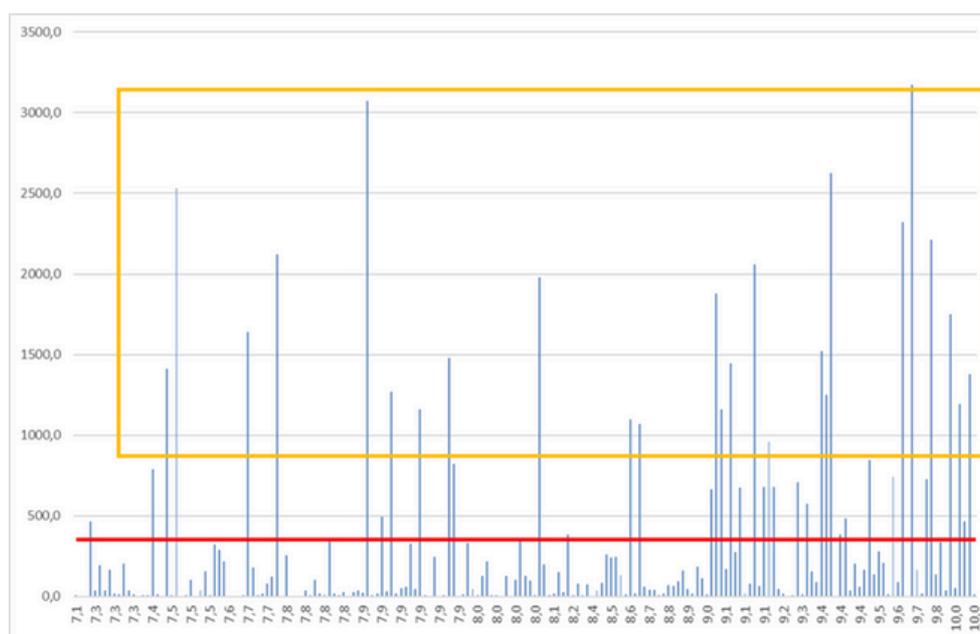
ANALYSE DE L'EXISTANT

Analyse des comportements de consommation en électricité des plaisanciers

Analyse des comportements individuels

Pour cette classe, nous avons étudié un échantillon de 72 unités. La consommation maximale est de 2 166 kWh / an (soit près de 570€ à un tarif de 26 cts€ / kWh ou 957 € au tarif actuel d'achat du port de Sète).

Nous pouvons positionner une moyenne raisonnable de 130 kWh / an qui inclut l'ensemble des consommations de la classe. On note ainsi que cinq unités se trouvent hors zone de tolérance : 5 unités consommant plus de 500 kWh / an.



Sur la classe des unités de 7 à 10 mètres (voir graphique ci-dessus), nous avons étudié un échantillon de 189 unités. Nous avons relevé une consommation moyenne de 345 kWh/an pour une consommation maximale de 3 172 kWh/an

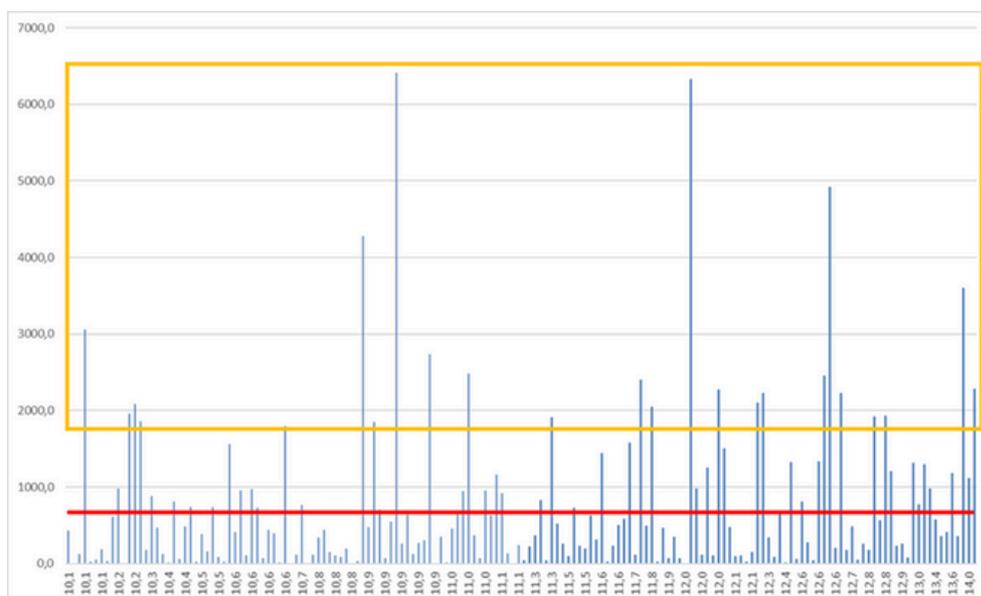
Nous pouvons constater que 25 unités se trouvent hors zone de tolérance, c'est-à-dire à plus de 1 000 kWh/an soit trois fois la consommation moyenne.

ANALYSE DE L'EXISTANT

Analyse des comportements de consommation en électricité des plaisanciers

Analyse des comportements individuels

Pour la classe de 10 à 14 mètres, nous avons pu étudier un échantillon de 164 unités.



Dans cette classe, la consommation maximum enregistrée a été de 6329 kWh pour une consommation moyenne de l'ensemble des plaisanciers de 765 kWh.

Sur 164 unités étudiées, 23 pouvaient être considérées comme hors zone de tolérance avec plus de 2 000 kWh par an.

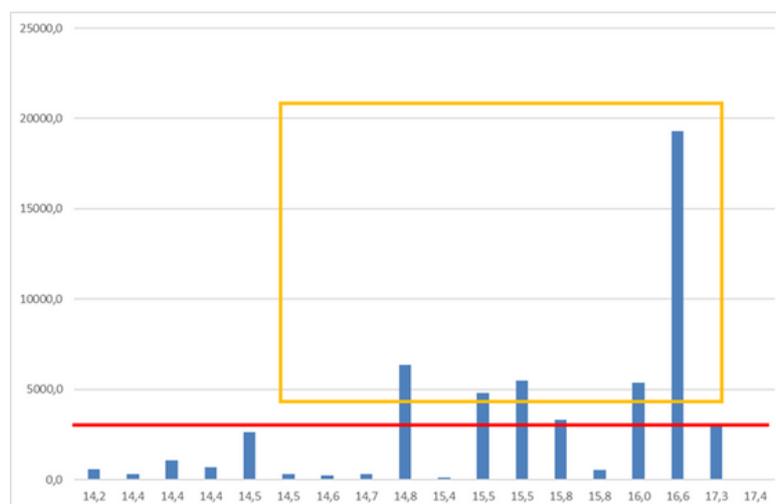


ANALYSE DE L'EXISTANT

Analyse des comportements de consommation en électricité des plaisanciers

Analyse des comportements individuels

Pour les unités de plus de 14 mètres, nous avons pu étudier les consommations de 18 unités. Nous avons analysé les consommations des unités allant jusqu'à 17 mètres. Le port de Sète abrite des unités de plus grande taille, relevant selon nous de la grande plaisance. La prise en compte pourrait de ce fait fausser les résultats.



Si nous faisons le bilan des consommations des différentes classes vues précédemment, nous pouvons admettre qu'une minorité de plaisanciers réalisent une part importante, voire une majorité, de la consommation.

De ce fait, pour les unités de moins de 7 mètres, 8 unités sont responsables de 86% de la consommation (soit 11% des unités). Pour les unités de 7 à 10 mètres, 26 unités sont responsables de 69% de la consommation (soit 14% des unités), pour les unités de 10 à 14 mètres, 18 unités sont responsables de 36% de la consommation (soit 11% des unités) enfin, pour les plus de 14 mètres, 5 unités sont responsables de 67% de la consommation (soit 24% des unités).

ANALYSE DE L'EXISTANT

Analyse des comportements de consommation en électricité des plaisanciers

Analyse des comportements individuels

Cette compréhension plus détaillée des comportements de consommation des plaisanciers en électricité, nous permet d'indiquer que **la priorité des directeurs de port ne devrait pas être de faire baisser l'ensemble des consommations, mais plutôt d'identifier ces plaisanciers pour comprendre la raison de leur forte consommation.**

Ces dépassements peuvent avoir plusieurs raisons : une vie à bord non déclarée, une activité AirBnB régulière, des équipements électriques défectueux...

Seulement 3% des places dans les ports sont déclarées en “vie à bord” dans les ports maritimes contre 18% dans les ports fluviaux.

L'identification pourrait permettre de faire basculer ces plaisanciers vers un autre tarif. Par exemple, le tarif “vie à bord” ou bien, de régulariser et faire cesser ces situations anormales.

Un système de relevé des consommations, qu'il soit par pinces ampèremétriques ou par compteurs, avec un suivi des équipes, permettrait donc de faire changer les comportements et de faire baisser la consommation globale rapidement.



PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations de carburants fossiles

Comme mentionné précédemment dans l'analyse de l'existant, les carburants impactent lourdement le bilan énergétique et carbone de la plaisance.

Une stratégie pourrait se concentrer sur **deux axes principaux** :

1. Proposer d'autres carburants avec une partie biosourcée plus importante :

Les carburants actuellement vendus dans les ports (SP95, SP98, Gazole B7) contiennent d'ores et déjà une part de biocarburants, mais en faible quantité.

Ce taux d'incorporation est en constante progression en raison de directives européennes sur l'incorporation des biocarburants.

Des mesures fiscales comme une taxe incitative relative à l'utilisation d'énergie renouvelable dans le transport (TIRUERT). Elle établit un objectif d'utilisation d'énergie renouvelable dans le secteur des transports. Lorsque ce seuil est atteint, la valeur de la taxe est nulle. Il s'agit d'une mesure incitative visant à encourager le changement de comportement principalement pour les dépôts pétroliers. Le montant de cette taxe varie en fonction du taux d'énergie renouvelable contenue dans les carburants.

Ces taux d'incorporation évoluent chaque année :

	2024	2025
Filière gazole	9,2 %	9,4 %
Filière essence	9,9 %	10,5 %

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations de carburants fossiles

Cette intégration pour la filière essence se présente sous la forme de bioéthanol ou d'ETBE (fabriqué à partir d'éthanol d'origine agricole et d'isobutène actuellement d'origine chimique). Leur intégration est limitée par le taux maximal d'éthanol admissible, soit 5% pour le SP95-E5 (idem pour le SP98), 10% pour le SP95-E10 et entre 60 et 85% de bioéthanol.

De manière similaire, l'intégration de biogazole se fait par un ajout d'EMAG (Esters méthyliques d'acides gras). Ces esters sont obtenus à partir d'huiles végétales extraites de plantes, d'huiles alimentaires usagées, de graisses animales et de déchets graisseux. Les gazoles B7, B10, B30 et B100 peuvent en intégrer avec une valeur maximale de 7%, 10%, 30% et 100% respectivement.

Les informations sur les taux exacts de biocarburant pour chaque carburant vendu à la pompe sont incertaines. Une marge d'erreur est donc à prendre en compte quant à l'exploitation de ces résultats. Un contrôle qualité de l'ADEME (2015) nous apporte les informations suivantes :

	SP 98	SP 95-E5	SP 95-E10	E85
Taux d'incorporation énergétique	4,8 %	4,3 %	6,8 %	63,7 %

L'écart entre le E5 et le E10 est relativement faible et proche. L'impact environnemental n'est que très faiblement réduit en ayant recours au E10.

L'E85 comprend entre 60 et 85% d'éthanol ou de bioéthanol selon la saison. En été ce taux se rapproche des 85%, alors qu'il n'est que de 60% l'hiver. L'éthanol, au-dessous de 12°C ne produit pas suffisamment d'évaporation de liquide pour s'enflammer. Ce seuil de température est bien inférieur pour le sans plomb. De ce fait, **ajouter une part plus importante de sans plomb permet de diminuer le seuil à partir duquel la combustion peut avoir lieu.**

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations de carburants fossiles

Ces mêmes données pour la filière gazole, ne figurent pas dans les données publiques. Nous avons donc fait l'hypothèse du taux maximal de biocarburant intégré.

	Filière essence					Filière gazole		
	SP98	SP95	SP95 - E10	E85	B7	B10	B30	B100
Emissions (kg éq.CO2/kWh)	0,311	0,311	0,306	0,175	0,319	0,311	0,274	0,133
						Réservés aux professionnels		

A l'heure actuelle, il nous paraît plus pertinent d'agir en priorité sur la filière essence pour plusieurs raisons :

- **Le SP95 et SP98 sont les carburants les plus vendus dans l'enceinte des ports.**
- **Les carburants de la filière gazole les moins émetteurs (B10, B30 et B100) ne sont pas encore disponibles aux particuliers.**

Ainsi, l'adaptation des moteurs Sans Plomb pour naviguer au E85 peut se faire à l'aide de kit à installer sur le moteur, sans effectuer de modifications conséquentes.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations de carburants fossiles

Dans ce sens, il pourrait être intéressant de proposer aux plaisanciers des solutions en lien avec des professionnels concernant la pose de boîtiers d'adaptation à l'E85 (de 700 € à 1 600 € environ). Certaines régions soutiennent la conversion au E85 des véhicules sous forme d'aides forfaitaires.

Outre l'aspect environnemental, **l'E85 présente à ce jour un avantage économique**. Le tableau ci-dessous intègre les coûts moyens du kWh en € TTC selon les moyennes de prix de 2023.

	SP98	SP95	SP95 - E10	E85
Contenu énergétique (kWh/L)	8,74	8,74	8,64	6,44
Coût moyen 2023 (€TTC/L)	1,939	1,883	1,858	1,055
Coût moyen 2023 (€TTC/kWh)	0,222	0,216	0,215	0,164

2. Faciliter la transition vers l'électrique

Faciliter la transition vers l'électrique est une priorité, en ciblant particulièrement les petites unités hors-bord. La plupart de ces unités fonctionnent à l'essence, carburant impactant le plus largement le bilan carbone d'un port. **L'objectif est de promouvoir l'adoption de moteurs électriques pour ces embarcations, réduisant ainsi significativement le bilan carbone des ports à long terme.** Ce changement aura cependant un impact sur l'approvisionnement électrique à quai, notamment en été, lorsque les besoins de propulsion sont les plus élevés. À cette période, la production photovoltaïque atteint son maximum. En lien avec les obligations de solarisation des toitures, cette transition pourrait ainsi permettre d'accroître le taux d'autoconsommation des installations photovoltaïques.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations de carburants fossiles

Torqueedo, fabricant largement implanté dans la propulsion électrique, indique les prix suivants :

Moteurs				Batteries		Total
Désignation	Puissance	Prix	Puissance équivalente	Batterie associée	Prix 1 batterie associée (ou supplémentaire)	Prix total moteur + nb batteries recommandées
Motorisation Torqueedo						
ULTRALIGHT 403	0,40 kW	1 600 €	1 CV	Batterie incluse - 320 Wh	500 €	2 100 €
TRAVEL 503 S500	500 kW	1 500 €	1,5 CV	Batterie incluse - 320 Wh	500 €	2 000 €
TRAVEL 503 L500	500 kW	1 550 €	1,5 CV	Batterie incluse - 320 Wh	500 €	2 050 €
TRAVEL 1003 S	1 kW	1 800 €	3CV	Batterie incluse - 520 Wh	600 €	2 400 €
TRAVEL 1003 L	1,0 kW	1 850 €	3CV	Batterie incluse - 520 Wh	600 €	2 450 €
CRUISE 2. 0 TS	2 kW	2 900 €	5 CV	1 x 2685 Wh	3 000 €	5 900 €
CRUISE 2. 0 TL	2 kW	2 950 €	5 CV	1 x 2685 Wh	3 000 €	5 950 €
CRUISE 4. 0 TS	4 kW	3 300 €	8 CV	2 x 2685 Wh	3 000 €	9 300 €
CRUISE 4. 0 TL	4 kW	3 350 €	8 CV	2 x 2685 Wh	3 000 €	9 350 €
CRUISE 2. 0 RS	2 kW	2 900 €	5 CV	1 x 2685 Wh	3 000 €	5 900 €
CRUISE 2. 0 RL	2 kW	2 950 €	5 CV	1 x 2685 Wh	3 000 €	5 950 €
CRUISE 4. 0 RS	4 kW	3 300 €	8 CV	4 x 2685 Wh	3 000 €	15 300 €
CRUISE 4. 0 RL	4 kW	3 350 €	8 CV	4 x 2685 Wh	3 000 €	15 350 €

Cette transition s'accorde particulièrement bien au niveau du fluvial puisque cette propulsion est davantage silencieuse et nécessite moins d'entretien qu'un moteur thermique. Par ailleurs, la remotorisation en propulsion électrique ou hybride d'un bateau naviguant en eaux intérieures, est éligible aux certificats d'économies d'énergie (CEE), tout comme l'acquisition. Le montant d'aide dépend de la puissance de la motorisation et du nombre d'heures d'utilisation du bateau. Plus d'informations sont accessibles sur les fiches d'opérations *CEE TRA-EQ-126 et TRA-EQ-127*.

Ces deux stratégies ont des impacts environnementaux et énergétiques différents : d'une part, les moteurs électriques et les moteurs essence ont des rendements différents. Ainsi, on estime que pour une même distance parcourue, la consommation est 3 fois plus petite avec un moteur électrique. Cette différence de consommation impacte par ailleurs le bilan environnemental.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations de carburants fossiles

D'autre part, les émissions électriques ont un impact beaucoup moins important que celles de l'essence.

Pour rappel, le Sans Plomb est le carburant le plus vendu dans les ports et son remplacement par des carburants moins émetteurs nous semble une priorité.

Ainsi, le tableau suivant montre l'impact des stratégies 1 et 2 sur la motorisation essence uniquement sur une échelle de temps à l'horizon 2050.

		Objectif 2030	Objectif 2040	Objectif 2050
Conversion vers E85	Remplacement du SP95 par du E85 à hauteur de :	25%	50%	100%
	Evolution du bilan carbone des ports	-7%	-14%	-27%
Conversion vers l'électrique	Remplacement des bateaux SP95 par de l'électrique à hauteur de	5%	10%	20%
	Evolution du bilan carbone des ports	-3%	-6%	-12%

L'impact environnemental est le même si 25 % des moteurs sont équipés de boîtiers E85 ou si 11% de la motorisation est électrique. Cet impact concerne uniquement l'utilisation et n'intègre pas le bilan carbone de la construction des batteries et des moteurs. L'impact lié à la construction est plus important pour un véhicule électrique mais l'impact de l'utilisation et de la maintenance est nettement minoritaire.

Ainsi, la motorisation électrique s'adapte particulièrement bien aux bateaux de servitudes électriques des capitaineries et péniches pour le fluvial puisqu'il s'agit en majorité de location par des professionnels avec des heures de navigation généralement plus importantes que pour des bateaux de particuliers.

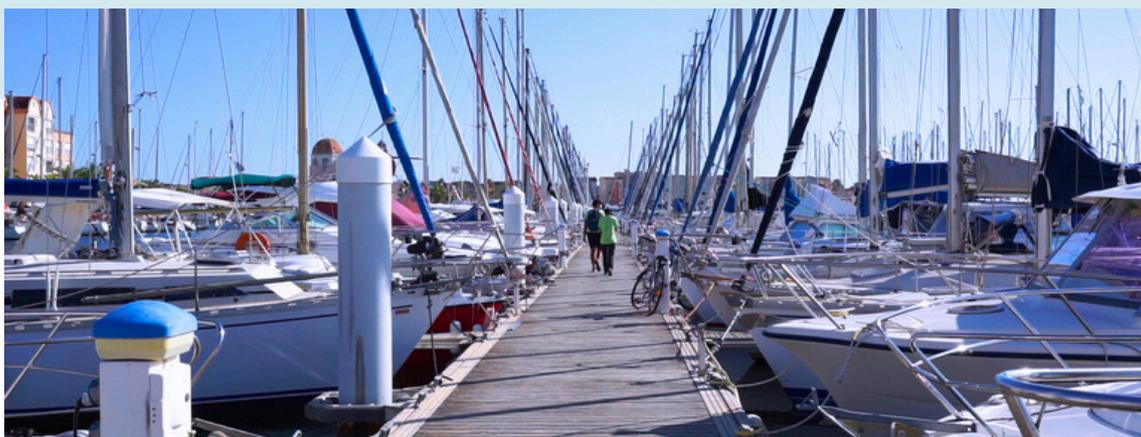
PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations de carburants fossiles

Le coût de la propulsion peut également être déterminant dans ces objectifs de transition. Le tableau représente les coûts selon les différents carburants de la propulsion, intégrant des hypothèses d'augmentation des coûts, estimées en fonction des tendances et des projections actuelles.

	Aaugmentation du tarif	Tarif - Moyenne 2023 (€TTC/kWh)	Coût annuel		
			Année 2023	Année 2030	Année 2040
SP 98	3%	0,222	484	595	800
SP 95	3%	0,216	470	578	777
SP 95 - E 10	3%	0,215	469	576	775
E85	2%	0,164	357	410	500
Electricité - Mix énergétique français	5%	0,312	211	296	483

Sur ces projections, le coût de la propulsion devient intéressant pour la transition vers l'E85 et l'électricité, à l'image du bilan environnemental. Le coût de l'électrique peut également être diminué si le port a la possibilité d'auto consommer de l'électricité produite sur place, (ce sujet sera prochainement manifesté dans ce rapport ainsi que les préconisations en lien).



PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

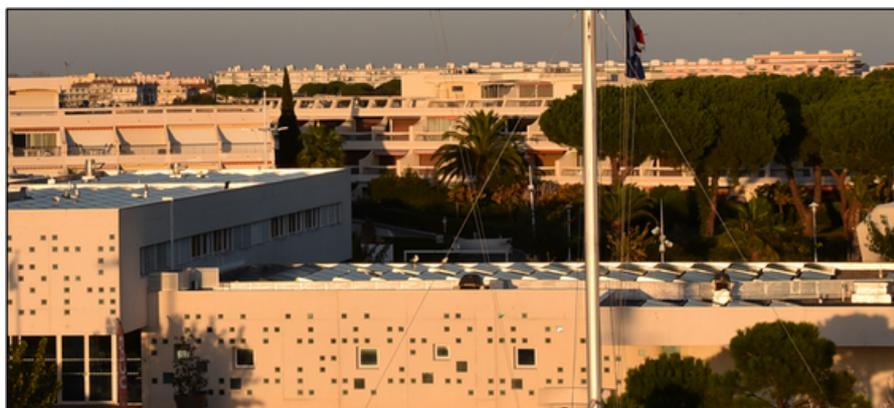
Outils de production d'électricité

Cadre légal et réglementation

Il existe différentes lois, ainsi que différentes réglementations relatives à l'installation de panneaux photovoltaïques sur les toitures, les ombrières des bâtiments neufs et sur les parcs de stationnement.

Cependant, ces réglementations peuvent parfois sembler peu claires pour les gestionnaires de ports. En effet, la complexité et l'évolution constante de ces textes rendent leur interprétation et leur mise en application délicate, ce qui peut engendrer des défis supplémentaires dans la gestion et dans la planification de projets photovoltaïques au sein des infrastructures portuaires.

Toujours est-il que certains ports ont relevé le défi en procédant à l'installation de panneaux photovoltaïques. Actuellement, cinq ports de l'UVPO bénéficient de systèmes photovoltaïques opérationnels, démontrant leur engagement en faveur des énergies renouvelables, comme le montre cette photo de l'installation sur l'école de voile du port de Port-Camargue :



Cependant, d'autres ports ont d'ores et déjà réalisé des études de faisabilité pour évaluer le potentiel et les bénéfices de telles installations, préparant ainsi le terrain pour une transition énergétique réussie.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Outils de production d'électricité

Cadre légal et réglementation

La capacité d'accueil des installations photovoltaïques varie considérablement d'un port à l'autre, en fonction des infrastructures disponibles. Cela inclut les bâtiments tels que les hangars, les parkings, les bassins, et d'autres structures portuaires. Cette diversité des infrastructures influe directement sur le potentiel de production d'énergie solaire de chaque port, rendant certains sites plus adaptés que d'autres pour l'intégration de panneaux photovoltaïques.

Au total, sur l'ensemble des ports, nous avons évalué une surface de parking disponible d'environ 100 000 m². Une place représentant environ 25 m² bande de roulement incluse, près de 4 000 places de stationnement se trouveraient à proximité directe des ports de l'UVPO.

Lors des visites, nous avons remarqué que pour les ports fluviaux, le nombre de bâtiments et de toitures disponibles pour l'installation de panneaux photovoltaïques est souvent limité. Cette contrainte réduit les opportunités de déployer des systèmes photovoltaïques à grande échelle, comparé aux ports maritimes qui disposent quant à eux généralement de plus vastes infrastructures adaptées à cet usage.

Les obligations relatives au photovoltaïque sont définies dans les textes suivants :

- Les textes d'application (article L. 171-4 du code de la Construction et de l'Habitation) afin de définir la rénovation lourde d'un bâtiment et d'un parc de stationnement.
- L'obligation codifiée (article L. 171-5 du code de la construction et de l'habitation) concernant les bâtiments existants à compter de 2028.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Outils de production d'électricité

Cadre légal et réglementation

Il y est indiqué l'obligation d'intégration d'un procédé de production d'énergies renouvelables (ou d'un système de végétalisation).

Ces obligations et leurs échéances sont récapitulées dans le tableau suivant :

	2024	2025	2026	2027	2028
Bâtiments / Parcs couverts					
Pourcentage minimal de toiture à couvrir	30%		40%	50%	X %
Typologies	Constructions neuves, extensions et rénovations lourdes				Bâtiments existants
Bureaux	> 1 000 m ²	> 500 m ²			> 500 m ²
Bâtiment commercial	> 500 m ²				> 500 m ²
Bâtiment industriel, artisanal ou entrepôt	> 500 m ²				> 500 m ²
Hangars non ouvert au public faisant l'objet d'une exploitation commerciale	> 500 m ²				> 500 m ²
Parc de stationnement couvert – accessible au public	> 500 m ²				> 500 m ²
Hôpitaux		> 500 m ²			> 500 m ²
Equipements sportifs, récréatifs, de loisirs		> 500 m ²			> 500 m ²
Bâtiment scolaire ou universitaire		> 500 m ²			> 500 m ²
Parcs de stationnement non couverts					
Pourcentage de la surface à couvrir			50%		
Parcs hors DSP ou concession			> 10 000		> 1 500 m ²
Parcs en DSP ou concession, Si renouvellement ou conclusion avant le 01/07/2026			> 1 500 m ²		
Parcs en DSP ou concession, Si renouvellement ou conclusion après le 01/07/2026					> 1 500 m ²

Ces obligations peuvent ne pas s'appliquer pour les raisons décrites à la page suivante.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Outils de production d'électricité

Cadre légal et réglementation

Architecture et patrimoine :

L'implantation peut nécessiter une autorisation d'urbanisme si le site est dans une zone à dimension patrimoniale. Autrement dit, s'il est près d'un monument historique, dans un périmètre d'un site classé ou s'il est classé ou inscrit dans un parc national, etc. Si l'avis s'avère défavorable, le bâtiment / parc pourra s'affranchir du photovoltaïque.

Ce point concerne une part importante des ports fluviaux et certains ports maritimes : 13 ports d'après les réponses au questionnaire qui leur a été transmis.

Le photovoltaïque présente un grand intérêt économique. Même si, dans certains cas, le port peut s'affranchir de l'installation de photovoltaïque, l'aspect économique peut prédominer. Désormais, il existe des panneaux discrets qui s'intègrent parfaitement en toiture. En mettant en avant cet avantage esthétique et économique, il est possible d'obtenir un avis favorable à leur installation de la part des Architectes des Bâtiments de France (ABF).

Conditions économiques :

Cet aspect est défini par :

- **Surcoût excessif** : L'exonération peut être demandée si le coût HT de l'installation dépasse 15% du coût HT des travaux de construction, d'extension ou de rénovation. Pour les toitures végétalisées et les installations de production d'énergies renouvelables, les coûts comprennent les équipements, l'installation, les raccordements, et les éventuels renforts de structures nécessaires.
- **Coût actualisé de l'énergie produite** : L'exonération économique peut être demandée si le coût actualisé de l'énergie produite est supérieur à 1,2 fois le tarif d'achat pour le photovoltaïque ou 200 €/MWh pour la chaleur renouvelable. Cette demande d'exonération doit être justifiée au moyen d'une note explicative détaillée, de devis et étude technico-économique d'une entreprise spécialisée.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Outils de production d'électricité

Cadre légal et réglementation

Difficultés techniques insurmontables :

Dans le cas d'une rénovation lourde, cette exonération concerne les cas suivants :

- Présence d'une sur-toiture ventilée ;
- Impossibilité technique de renforcer la structure ou les fondations ;
- Présence d'équipements techniques en toiture empêchant l'installation ;
- Pente de toiture supérieure à 20% pour une toiture végétalisée.

Des justificatifs devront être ajoutés en complément de la demande.

Sécurité :

Si l'installation compromet les objectifs de sécurité définis par le Code de la construction et de l'habitation, le photovoltaïque n'est pas indispensable.

Autoconsommation

En lien avec l'obligation de solarisation des toitures, l'énergie produite peut être revendue ou autoconsommée. Ce dernier mode permet de sécuriser son coût de l'électricité non-achetée et réduire son coût.

D'autre part, elle permet de maîtriser l'origine d'une partie de sa consommation électrique.



Il existe deux types d'autoconsommation photovoltaïque : l'autoconsommation individuelle directe et l'autoconsommation collective.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Outils de production d'électricité

Autoconsommation

- Autoconsommation individuelle :

L'autoconsommation individuelle consiste à consommer tout ou partie de sa production. L'installation photovoltaïque est ainsi raccordée directement sur l'installation électrique intérieure. Le surplus est vendu et réinjecté sur le réseau public.

- Autoconsommation collective :

Aussi appelée autoconsommation virtuelle, elle organise la fourniture d'électricité pour une même personne morale. Ce dispositif peut rassembler plusieurs bâtiments et sites de production éloignés de moins de 2 km. Par dérogation, cette distance peut même être étendue. Bien qu'une taxe d'utilisation du réseau public augmente légèrement le coût de revient du kWh, son coût reste tout de même largement inférieur à celui acheté à son fournisseur d'énergie.

Cette solution s'adapte bien aux ports soumis à des obligations patrimoniales et notamment ceux gérés par des collectivités territoriales, ce qui est le cas pour la plupart des ports. La production peut s'effectuer sur des bâtiments ou terrains communaux éloignés du port, soumis à des contraintes moins importantes.

Pour les installations en toiture, le prix de revient de l'électricité produite est très nettement inférieur au prix moyen d'achat (9 cts/kWh contre 26 cts/kWh);

Sur ombrières, le prix est sensiblement inférieur la première année (15 cts/kWh contre 26 cts/kWh), mais sera nettement inférieur sur les 25 ans à venir.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Outils de production d'électricité

Pertinence du photovoltaïque

Le tableau ci-après présente la quantité d'électricité non achetée pour 1€ investi, intégrant :

- Pour le photovoltaïque : l'investissement initial et les divers frais annuels sont associés. Il a également été pris en compte un taux d'autoconsommation de 80%.
- Pour les bornes : l'investissement et l'entretien correspondant à une provision de 100€/an relative au changement de carte électronique tous les 10 ans selon le retour d'expérience de directeurs de ports sur leurs équipements. La quantité d'électricité non achetée se base sur une hypothèse de réduction des consommations de 15%.

Photovoltaïque sur toiture		Photovoltaïque sur ombrières	
Investissement	1,1 €/Wc	Investissement	1,9 €/Wc
Productible	1300 Wh/an	Productible	1300 Wh/an
Autoconsommation	80%	Autoconsommation	80%
PV autoconsommé	1040 Wh/an	PV autoconsommé	1040 Wh/an
Maintenance / TURPE / Assurances - sur 25 ans	0,820 €/Wc	Maintenance / TURPE / Assurances - sur 25 ans	1,125 €/Wc
Quantité d'électricité non achetée pour 1€ investi	0,54 kWh/an	Quantité d'électricité non achetée pour 1€ investi	0,34 kWh/an

Bornes pour les unités + de 14m		Bornes pour les unités de 10 à 14m	
Réduction des consommations	15%	Réduction des consommations	15%
Consommation moyenne + de 14m	3900 kWh/an	Consommation moyenne + de 14m	950 kWh/an
Coût d'une borne 4 branchements	5 500 €	Coût d'une borne 4 branchements	5 500 €
Qté annuelle d'élec non achetée pour 1 borne	2340 kWh/borne	Qté d'élec non achetée pour 1 borne	570 kWh/borne
Entretien (sur 25 ans)	2 500 €	Entretien (sur 25 ans)	2 500 €
Quantité d'électricité économisée pour 1€ investi	0,29 kWh/an	Quantité d'électricité économisée pour 1€ investi	0,07 kWh/an

La quantité d'électricité non achetée pour 1€ investi permet donc de mettre en évidence le réel intérêt économique du photovoltaïque.

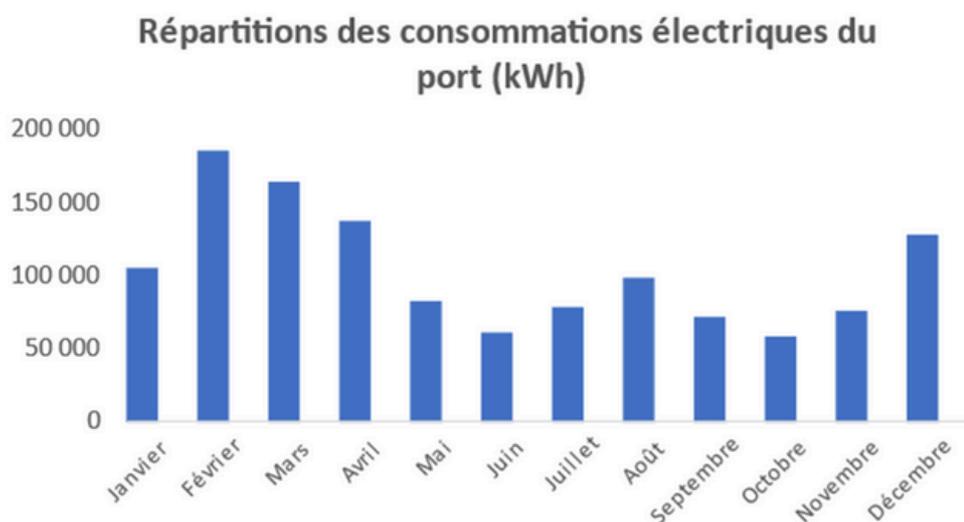
PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Outils de production d'électricité

Etude de cas d'un port

Afin d'illustrer l'installation photovoltaïque d'un port, nous pouvons nous inspirer de l'exemple de Port-Leucate. Il s'agit d'illustrer succinctement une implantation possible et de pré-dimensionner des installations afin d'obtenir des ordres de grandeur.

De ce fait, sur une année, le port fait état de 1 250 MWh électriques consommés répartis au cours de l'année :



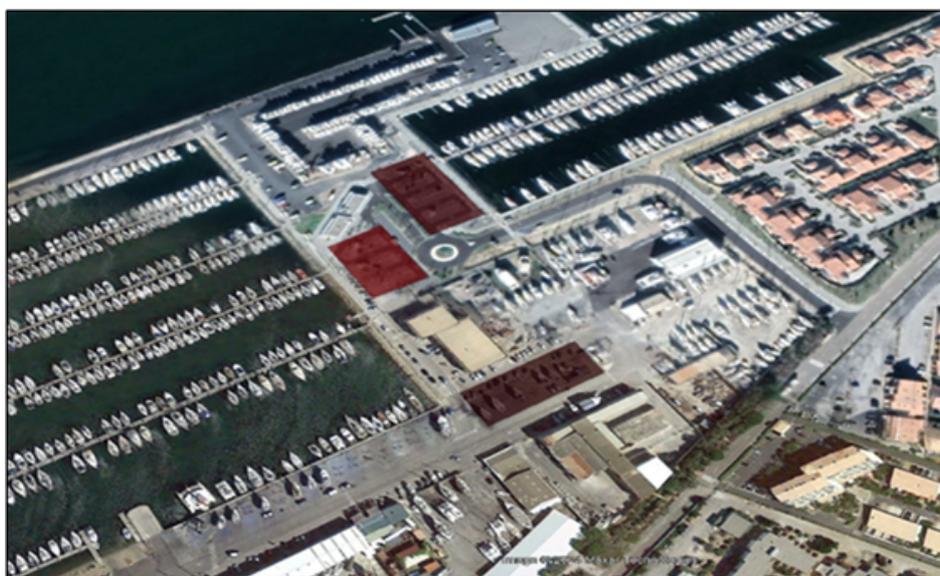
Aussi, comme évoqué dans l'analyse des consommations des ports, la majorité des consommations apparaissent en période hivernale.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Outils de production d'électricité

Etude de cas d'un port

- La place disponible sur les parcs de stationnement est repérée en rouge sur l'image aérienne suivante :



Pour cette étude de cas, nous avons mis en évidence les parcs de stationnement où il est possible d'implanter des ombrières doubles, couvrant deux rangées de stationnement. Cette disposition est économiquement plus intéressante.

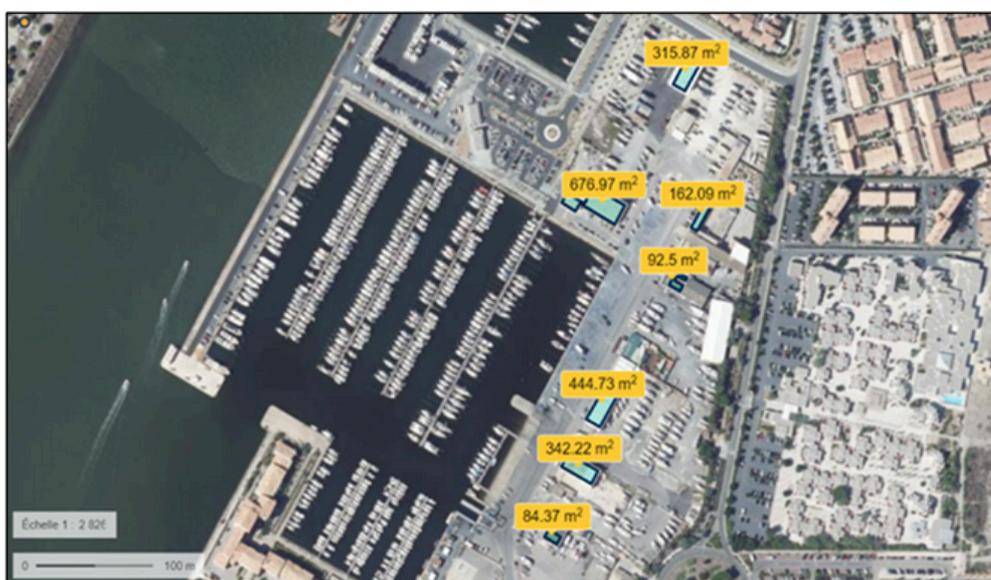


PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Outils de production d'électricité

Etude de cas d'un port

- Les bâtiments de l'enceinte du port repérés en bleu :



Au total, ce sont près de 2 120 m² disponibles en toiture et 2 800 m² sur les parcs de stationnement.

Caractéristiques de l'installation :

Ces surfaces peuvent permettre d'installer les puissances-crête suivantes en considérant une puissance installée de 200 Wc/m² de surface disponible :

- Sur toiture : 424 kWc ;
- Sur ombrières : 561 kWc.

La perte de performance des panneaux PV est estimée à 0,5 % / an, valeur conservative.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Outils de production d'électricité

Etude de cas d'un port

Hypothèses financières :

L'investissement peut être estimé avec les ratios de prix suivants : 1,1 €HT/Wc pour les installations en toiture et 1,5 €HT/Wc pour l'installation d'ombrières double-peigne couvrant deux rangées de stationnement et 1,9 €HT/Wc pour une ombrière simple-peigne.

Afin d'étudier la rentabilité d'une telle installation sur 25 ans, la pré-étude intègre les hypothèses suivantes :

- Pourcentage d'augmentation annuel de l'électricité : 5 % ;
- Coût de l'électricité en année 1 : 0,26 €HT/kWh (moyenne des ports).

Aussi, nous avons étudié une solution d'autoconsommation individuelle avec revente du surplus aux tarifs suivants :

- Pour une puissance < 100 kWc : 0,0778 €HT/kWh ;
- Pour une puissance > 100 kWc : 0,1171 €HT/kWh.

L'étude se base sur un ratio de production annuelle pour Port-Leucate, ayant été extrait du site PVGIS. Cette valeur est de 1 273 kWh/kWc / an.



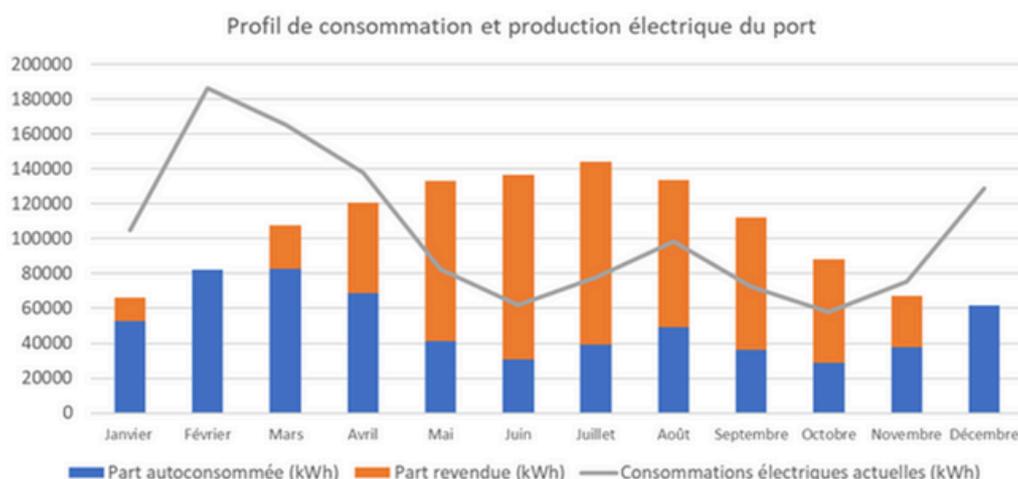
PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Outils de production d'électricité

Etude de cas d'un port

Profil de consommations :

A partir des hypothèses formulées précédemment, nous pouvons estimer le profil de production / consommation suivant :



La production photovoltaïque est représentée par la somme de l'énergie autoconsommée (en bleu) et de la part revenue (en orange).

La courbe de production évolue inversement à celle des consommations électriques du port, mais **une telle installation permet de couvrir près de la moitié de la consommation avec une production en année 1 de 612 MWh.**

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Outils de production d'électricité

Etude de cas d'un port

Analyse financière

En intégrant des frais annuels d'assurance, de taxe d'utilisation du réseau public d'électricité et de maintenance, nous accédons aux chiffres suivants :

INSTALLATION / OMBRIÈRES + TOITURE	
Tarif du kWh moyen sur 25 ans, avec photovoltaïque	0,26 € HT
Tarif du kWh moyen sur 25 ans, sans photovoltaïque	0,43 € HT
Temps de retour de l'installation	7 ans
Economie sur 25 ans	6 374 000 € HT
- Dont économie sur toiture	2 742 000 € HT
- Dont économie sur parking	3 632 000 € HT
Economie annuelle moyenne	255 k€ HT
Prix de revient du kWh de l'installation sur 25 ans	0,08 € HT
Charges d'exploitation annuelles moyennes	36 970 € HT
TOITURE UNIQUEMENT	
Prix de revient du kWh sur 25 ans toiture	0,07 € HT
Charges d'exploitation annuelle moyennes	14 697 € HT
OMBRIÈRES UNIQUEMENT	
Prix de revient du kWh sur 25 ans ombrières	0,83 € HT
Charges d'exploitation annuelle moyennes	22 273 € HT

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Outils de production d'électricité

Etude de cas d'un port

Analyse environnementale

L'ADEME, via la plateforme Base Empreinte, définit les seuils d'impact carbone de l'énergie en fonction du mode de production :

- Electricité provenant du mix moyen français : 0,052 kg éq. CO₂ / an ;
- Electricité issue du photovoltaïque en France : 0,025 kg éq. CO₂ / an.

Le gain environnemental sur l'énergie autoconsommée est alors de 15T eq CO₂ par an, soit l'impact moyen de 25 bateaux par an.



PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Bornes connectées : interview de fabricants

1. Quelles solutions ?

Différentes solutions de bornes connectées sont présentes sur le marché afin de correspondre au mieux aux attentes de chaque port :

- Une solution « basique » : avec présentation du badge sur la borne et bouton pour démarrer et stopper l'arrivée d'électricité ;
- Pré paiement : le paiement s'effectue pour charger le badge, avant d'utiliser l'électricité ou l'eau à la borne. Les recharges peuvent se faire sous forme de jetons (1 jeton = 1h d'électricité), de forfait, etc. La borne décompte du badge l'énergie ou l'eau consommée ;
- Post paiement : le badge prend l'information des quantités consommées et les additionne pour un paiement après utilisation ;
- OSCAR : Sans badge ni coupure, il s'agit d'un comptage relié à la capitainerie. Il fonctionne en radio et peut se rajouter sur des bornes existantes.

Le pré et post paiement implique de badger au début et à la fin de l'utilisation de la borne.

Plusieurs connexions sont possibles afin de relier les bornes à la capitainerie :

- Fibre : bornes reliées par des câbles jusqu'en tête de ponton avec un coffret et boîtier fibre :
 - Online : en lien permanent avec la capitainerie, la carte sert uniquement d'identifiant et la capitainerie est virtuellement interrogée en permanence sur chaque opération. La capitainerie peut agir à distance en coupant l'électricité, l'eau et rechargeant les crédits.
 - Offline : Les crédits sont sur la carte, la capitainerie n'est pas interrogée à chaque action.
- Radio : Grâce à une antenne avec des récepteurs sur chaque borne, la liaison se fait uniquement en offline.

Des bornes indépendantes peuvent également être installées et fonctionnent par carte ou par badge.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Bornes connectées : interview de fabricants

2. En cas de bornes existantes ?

Il est possible d'intégrer des boîtiers dans certaines bornes, néanmoins :

- Certaines d'entre elles ne disposent pas de suffisamment de place pour rajouter un boîtier à l'intérieur et intervenir lors de pannes. Des entreprises ajoutent un boîtier extérieur moins esthétique.
- Le coût de la main d'œuvre peut être plus élevé car les techniciens doivent installer ces systèmes sur le port, contrairement aux bornes neuves qui sont directement assemblées dans les locaux de l'entreprise.

3. Les avantages des bornes connectées selon les vendeurs de bornes

Dans les ports avec peu de personnel disponible, il est possible de limiter l'interaction avec la capitainerie grâce à l'achat de crédits avec le terminal de paiement et d'agir à distance. Selon eux, elles permettent également un gain financier et surtout une maîtrise des consommations.

4. Pannes et maintenance

Les vendeurs de bornes sont conscients que la possibilité de coupures électriques puissent perturber le fonctionnement. En cas de coupure de connexion pour des bornes connectées en mode « online », le fonctionnement peut se faire en marche forcée sans moyen de contrôler la consommation.

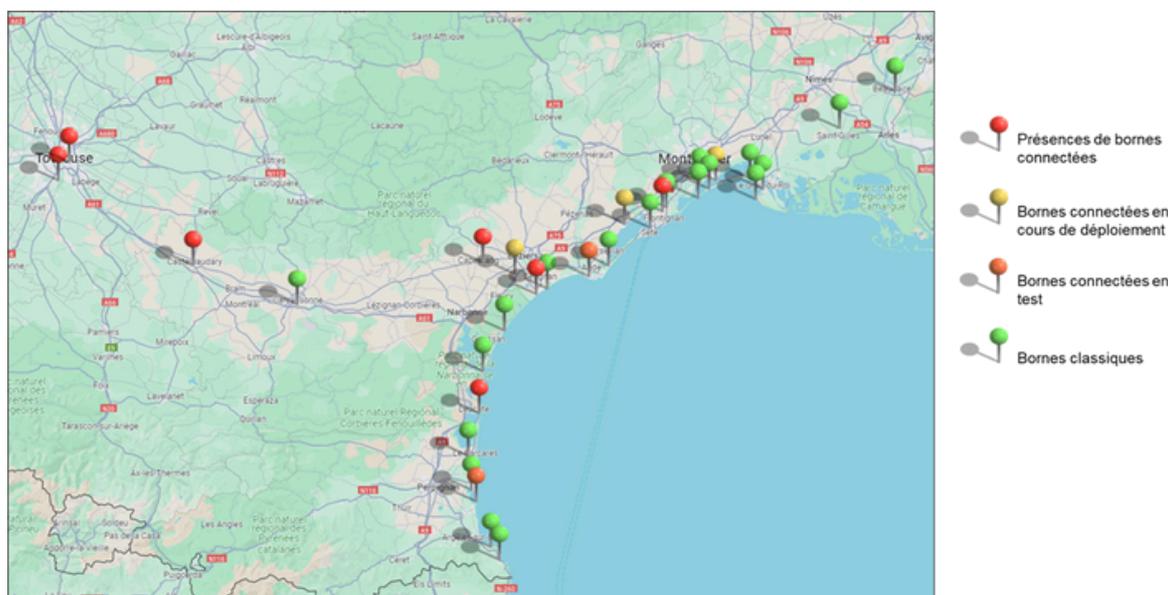
La panne la plus fréquente provient des électrovannes notamment lorsqu'il n'y a pas de filtres en amont de celle-ci. En effet, étant sensibles au calcaire, elles ne doivent pas rester ouvertes en permanence. C'est une situation que l'on rencontre régulièrement sur le fluvial avec des électrovannes ouvertes en quasi-permanence pour la vie à bord. Selon le témoignage d'une entreprise, hormis les électrovannes, il n'y aurait pas d'autres pièces à changer régulièrement.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Utilisation des bornes connectées

Après les hausses des coûts d'achat de l'électricité en 2022 et 2023, les gestionnaires des ports de l'UVPO se sont interrogés sur la nécessité de mettre en place des bornes connectées. Certains se sont déjà équipés, et d'autres en possèdent afin de réaliser des tests sur certains pontons.



Comme nous pouvons le constater sur la carte précédente, **les ports fluviaux ont en majorité pris les devants.**

Cinq ports fluviaux sont déjà équipés en bornes connectées (Capestang, Castelnaudary, Toulouse Saint Sauveur, Ramonville, Frontignan), un sixième est actuellement en cours d'équipement : Colombiers.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Utilisation des bornes connectées



Bornes connectées - Capestang

Dans ces ports, la tarification de la place est distincte de celle de l'alimentation en électricité et en eau.

On note également que cette anticipation des ports fluviaux vient des usages différents de ceux des ports maritimes : il y a un grand nombre d'unités utilisées comme habitation à l'année avec logiquement une consommation très importante par bateau et/ou des recharges en eau et en électricité conséquentes lors des escales.

Ces bornes sont dites connectées, car elles permettent aux agents du port de connaître en temps réel la consommation en électricité voire en eau des plaisanciers. Elles communiquent avec la capitainerie grâce à différents systèmes : Wifi, Low Ra, filaire, etc.

Les agents du port peuvent avoir une connaissance fine de la consommation de chaque plaisancier et ainsi la piloter ; c'est-à-dire, ouvrir ou fermer l'alimentation.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Utilisation des bornes connectées

Un des enjeux principaux de l'étude est la bonne gestion pour le port, afin d'assurer un comptage et un suivi de la facturation aux plaisanciers. Afin de réellement piloter leur consommation, les gestionnaires de ports ont besoin de connaître les consommations individuelles pour pouvoir agir sur celles-ci. Mais, en raison de l'équipement électronique de ces bornes, de leur connexion et du logiciel, leur coût est nettement supérieur à une borne « classique ».

Afin de savoir si l'intelligence d'une borne est amortissable, nous avons pris en compte les hypothèses suivantes :

Tout d'abord, **le coût des bornes connectées** : plusieurs ports nous ont indiqué avoir des devis de bornes connectées (pose comprise) entre 4 500 et 5 000 euros HT (pour une borne de quatre branchements posés). C'est notamment le cas du port de Mèze qui est actuellement en train de s'équiper. D'autres ports, comme Agde, nous ont indiqué des tarifs nettement plus élevés dépassant les 6 000€ HT. Afin de proposer un calcul « probable », nous retiendrons l'hypothèse d'une borne connectée à 5 500€ HT.

Afin de définir un surcoût par rapport à une borne classique, nous retiendrons comme hypothèse de tarif, une borne classique de 3 000€ HT. Nous avons également pris comme hypothèse un amortissement sur 25 ans.

Pour ce calcul, il fallait également prendre en compte le changement de la carte électronique à réaliser tous les 10 ans pour une valeur d'environ 1000€ HT par borne, ainsi que le coût administratif d'une refacturation aux plaisanciers de 20 € / client.

Nous avons enfin pris deux hypothèses d'économie générées par cette mesure des consommations : 15% ou 30% d'économie. Nous avons également ajouté la possibilité d'une refacturation supplémentaire de 10 cts / kWh. Cette répercussion des coûts induite par le pilotage de la consommation, semble probable et acceptable par un conseil portuaire.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Utilisation des bornes connectées

Dans une première simulation, nous avons retenu un coût de l'électricité de 26 cts / kWh pour le port. Dans ce cas, avec 15% d'économie, **les bornes ne sont intéressantes financièrement qu'à partir des unités de 14 mètres.**

Si le port souhaite établir **un coût de service de 10 cts / kWh**, la pose sur les bornes des places de 10 à 14 mètres devrait elle aussi s'avérer pertinente financièrement. La situation est similaire dans le cas où la pose et la refacturation générerait une économie de 30%.

A 50% d'économie, les bornes connectées deviennent rentables également sur la tranche des 7 à 10 mètres. Mais ce niveau d'économie reste très hypothétique à atteindre. Même si de gros consommateurs réalisent une part non négligeable des consommations. Il n'est pas garanti de pouvoir leur faire baisser les consommations de moitié.

Dans le cas où les ports paieraient le kWh plus cher que la moyenne, nous avons réalisé deux simulations avec un tarif d'achat du kWh de l'ordre de 50 cts HT / kWh avec des économies générées de 15 et 30%.

Cette simulation a été faite bien qu'elle ne concerne qu'une minorité de ports actuellement. En effet, Seuls trois ports de l'étude nous ont indiqué acheter leur électricité plus de 40 cts le kWh. Néanmoins, cette simulation pourrait être pertinente d'ici quelques années en cas d'augmentation des tarifs de l'électricité. Le bilan que nous pouvons observer est que **les bornes connectées deviennent pertinentes à partir d'unités de 10 mètres surtout en cas de refacturation de 10 cts / kWh par le port aux plaisanciers.** L'autre point important de cette simulation est que les économies générées par l'installation de bornes sur les unités de plus de 10 mètres pourraient contrebalancer l'investissement sur les unités de moins de 10 mètres. Ceci rendrait ainsi une installation totale et financièrement viable.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Utilisation des bornes connectées

Nous avons traité ici, un cas où les ports devraient faire le choix de remplacer leurs bornes. Bien que dans bon nombre d'entre eux, les bornes sont encore en fonctionnement et peuvent être refitées. **Le refit est le fait de remplacer des composants internes d'un système pour le moderniser.**

Dans le cas des bornes, le prestataire vient ajouter une carte électronique dédiée au pilotage et à la communication de la borne. Il faut pour cela, que la borne soit suffisamment moderne et qu'il y ait suffisamment d'espace dans la partie supérieure.

Le refit a un intérêt financier net pour les ports car il reste moins onéreux. Nous avons retenu un tarif de 1 500€ HT par borne. Ce qui fait une différence de 1 000€ HT avec la situation précédente.

Comme avec l'achat d'une borne neuve, dans le cas d'un tarif d'électricité à 26 cts / kWh **le refit est financièrement viable à partir d'unités de 14 mètres et viable à partir d'unités de 10 mètres en cas de refacturation de 10 cts / kWh**, ou si les économies réalisées sont de 30%.

Dans le cas d'une électricité achetée à 50 cts / kWh par les ports, le refit serait viable dès des unités de 10 mètres.

Si l'on opère un bilan de l'utilisation actuelle des bornes connectées, on peut dire que **l'intérêt économique de l'installation de bornes** dépend directement du coût de l'électricité vendue aux plaisanciers, qui **dépend d'au moins 4 facteurs** :

1. **Le coût d'achat de l'électricité par le port ;**
2. **La possibilité de ne pas acheter de l'électricité, mais de la produire ;**
3. **La mise en place ou non, d'une marge commerciale sur l'électricité revendue ;**
4. **Le mode de facturation choisi : au kWh consommé ou au forfait.**

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Utilisation des bornes connectées

1) Coût d'achat de l'électricité :

Sur 10 ans, la hausse moyenne est de 10,2% / an et sur 5 ans, de 21% / an (source Pégase, jusqu'à juin 2023, pour la tranche 500-2000 MWh / an).

Une part importante des ports interrogés dans l'étude nous ont indiqué enregistrer une baisse de leur tarif d'achat de 2024 par rapport à 2022 et 2023.

Exemple de Port-Barcarès : 2022 = 13 cts / kWh, 2023 = 23 cts / kWh et 2024 = 20 cts / kWh.

Exemple du Port de Lattes : augmentation des tarifs par 2,7 en 2023, baisse en 2024 de 1,5 par rapport à la valeur de 2022.

Pour conclure, nous proposons de prendre l'hypothèse d'une hausse annuelle de 5% par an sur les prochaines années.

Nb : les ports publics payent la TVA sur l'électricité achetée sans la récupérer.

Sur l'hypothèse d'une hausse annuelle de 5% sur les prochaines années, le coût futur serait le suivant :

On voit que pour un port public, le coût de 50 cts / kWh est atteint dès 2034, dans 10 ans, et 40 cts en 2029 dans 5 ans.

Année	Coût d'achat du kWh électrique (EHT)	Coût d'achat du kWh électrique (ETC)
	Ports récupérant la TVA	Ports publics
hypothèse 5%/an		
2024	0,26	0,31
2025	0,273	0,328
2026	0,287	0,344
2027	0,301	0,361
2028	0,316	0,379
2029	0,332	0,398
2030	0,348	0,418
2031	0,366	0,439
2032	0,384	0,461
2033	0,403	0,484
2034	0,424	0,509
2035	0,445	0,53
2036	0,467	0,560
2037	0,49	0,59
2038	0,515	0,62
2039	0,541	0,649
2040	0,568	0,682
2041	0,596	0,715
2042	0,626	0,751
2043	0,657	0,788
2044	0,69	0,83

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Utilisation des bornes connectées

2) La possibilité de ne pas acheter de l'électricité mais de la produire :

Voir partie sur autoconsommation. Le coût de revient serait entre 9 (autoconsommation directe depuis toiture) et 15 cts / kWh (autoconsommation collective ou directe depuis ombrières).

Nb : investir dans la production d'électricité PV réduit la nécessité d'investir dans des bornes connectées, puisque cela maintient le coût moyen d'achat à un niveau où seules les bornes sur unités de plus de 14 mètres sont rentables.

3) La mise en place, ou non, d'un complément de rémunération (correspondant notamment à des coûts de services) sur l'électricité revendue :

L'hypothèse d'une refacturation aux plaisanciers de coûts de service de 10 cts HT / kWh rend rentables les bornes connectées à partir des bateaux de plus de 10 mètres. Mais de tels compléments seront-ils votés par les Conseils portuaires ? Si l'on ajoute aux 26 cts du coût d'achat les 10 cts refacturés, nous obtenons un tarif de 36 cts HT soit 43,2 cts TTC / kWh payés par le plaisancier.

4) Le mode de facturation choisi : au kWh consommé ou au forfait :

La mise en place de tranches forfaitaires impacte la probabilité de réalisation des pourcentages de gain pris en compte pour le calcul de l'intérêt économique. La facturation au forfait a tendance à inciter les consommateurs à baisser leur consommation pour passer dans la tranche inférieure et a l'avantage pour le port de facturer un tarif souvent plus élevé que la consommation du plaisancier qui se situe au milieu de la classe.

Si des ports souhaitent mettre en place des bornes connectées pour être en mesure de refacturer leurs clients, il paraît être nécessaire de préparer en amont la grille tarifaire des ports. Le modèle actuel qui inclut l'ensemble des consommations de la place de port ne permet pas de responsabiliser les plaisanciers et n'aide pas le port à afficher clairement la part des énergies.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Utilisation des bornes connectées

L'électricité et l'eau restent inclus dans les forfaits pour la majorité des ports. La quasi-totalité des ports maritimes incluent l'usage de l'électricité et de l'eau dans ses forfaits sans limite de quantité.

Seul un port maritime est actuellement « en transition » (le port de Pérols) et met en place une limite de quantité grâce à des badges et des bornes adaptées.

La situation est différente dans les ports fluviaux tels que les ports de Toulouse Saint Sauveur, Capestang, Carcassonne, etc. Les tarifs eau et électricité sont différenciés du tarif d'occupation de la place pour les escales et pour les contrats annuels dans les ports disposant de bornes connectées. La facturation à la consommation en prépaiement (recharge de badge avec des unités ou du temps) ou post paiement (paiement de la consommation réalisée).

Il paraît donc nécessaire de décorrélérer dans la tarification l'occupation de la place et la consommation en électricité et en eau.

Certains ports comme les ports de Canet en Roussillon, Carnon ou Leucate, utilisent déjà ce type de mode de tarification avec pour objectif de mettre en place une tarification à la surface. Il est tout à fait envisageable pour un port de mettre en place une redevance d'occupation liée à la longueur totale ou à la longueur hors tout. Cette mesure permettra d'ajuster au mieux les niveaux de facturation pour chaque plaisancier et de rendre celle-ci compréhensible.

En cas de contrat pour un bateau électrique, qui consommerait logiquement plus d'électricité que son homologue thermique, il y aurait la nécessité d'afficher une redevance d'équipement spécifique.



PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

L'utilisation des bornes connectées dépend des bornes actuelles

Les hypothèses formulées précédemment prennent en compte une situation dans laquelle les ports auraient à renouveler leurs bornes.

Nous sommes conscients que ce n'est pas le cas dans tous les ports. Nous proposons donc, ci-dessous, trois scénarios prenant en compte des états différents pour les bornes actuelles.

Le premier cas est celui d'un port disposant de bornes non compatibles avec un refit. Ces bornes seraient fonctionnelles mais trop petites pour qu'une carte électronique soit installée. Dans cette situation la pose de nouvelles bornes connectées est toujours possible mais le remplacement de bornes fonctionnelles ne paraît pas pertinent.

Un scénario intermédiaire pourrait être la mise en place de compteurs individuels sur les bornes. Celle-ci serait accompagnée par la réalisation d'un relevé trimestriel par les équipes du port.

Ce relevé permettrait la surveillance des unités et l'identification des plus gros consommateurs. L'équipe du port pourrait ensuite leur demander de diminuer leur consommation ou de passer en forfait vie-à-bord. La direction du port pourrait également faire le choix de mettre en place des seuils de consommation par catégories tels que définis dans l'étude, 7/10/14 mètres et une facturation en cas de dépassement.

Nous proposons la pose de compteurs individuels mais la solution d'utiliser des pinces ampèremétriques est tout à fait envisageable moyennant un surcoût limité. Voir étude de la solution des pinces ampèremétriques ci-dessous.

Dans le cas où le refit des bornes serait possible, nous conseillons au port de **mettre en place progressivement en commençant par les plus de 14 mètres jusqu'à celles de 10 mètres avec une surveillance accrue des unités non-équipées.** Cette solution pour les unités de plus de 10 mètres pourra être accompagnée par la pose de pinces ampèremétriques ou de compteurs individuels sur les unités de taille inférieure.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

L'utilisation des bornes connectées dépend des bornes actuelles

La facturation pourra se faire suivant des tranches définies en amont ou à la consommation si l'ensemble des bornes a été équipé.

Dans le dernier cas, le port est équipé de bornes qu'il est nécessaire de remplacer. Comme indiqué précédemment, l'intérêt de l'installation des bornes dépend du tarif d'achat de l'électricité par le port, du nombre d'unités de grande taille (plus de 10 mètres) et de la volonté de mettre en place, ou non, d'une marge commerciale sur l'électricité revendue.

Dans cette situation, la direction du port peut faire un choix identique à la situation précédente et équiper en priorité les unités de plus de 14 mètres en bornes connectées et compléter cette solution par des pinces ampèremétriques ou des compteurs sur les unités de taille inférieure.

La facturation des unités pourrait se faire en cas de dépassement des tranches définies suite à la réalisation d'un relevé trimestriel pour celles de moins de 14 mètres et à la consommation pour les unités de plus de 14 mètres.

Ainsi, la mise en place de bornes connectées, de compteurs ou de pinces ampèremétriques dépendent de multiples facteurs qu'il conviendra de prendre en compte avant de se positionner sur un scénario plutôt qu'un autre.



PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Bilan des solutions disponibles

Dans ce rapport, un focus particulier sur les bornes connectées et leur viabilité financière a été réalisé au vu de l'intérêt des gestionnaires de ports pour ce type de solution et leur questionnement quant à leur intérêt.

Nous avons listé ci-dessous un ensemble de solutions qui peuvent être utilisées progressivement, avec leurs avantages et leurs inconvénients.

Solution	Avantages	Inconvénients
Débranchement systématique de la borne par les équipes du port	Simplicité de la mise en place Aucun investissement	Mobilisation du temps des équipes Peu de visibilité sur la raison du branchement Mécontentement du plaisancier Attention au risque de désamorçage du bateau si débranchement de la prise Nécessité de prévenir le plaisancier pour qu'il puisse le réamorcer en amont afin de charger ses batteries
Temporisation à 24 ou 48 h	Effet immédiat sur les gros consommateurs	Mécontentement du plaisancier Nécessité de trouver une solution en marche forcée pour les VA Investissement dans un système de temporisation nécessaire
Paiement d'un abonnement VAB (vie à bord) pour rester branché en continu	Diminution de l'impact des gros consommateurs	Pas de baisse de consommation globale Nécessité d'identifier les gros consommateurs en amont
Pose de compteurs individuels	Identification simple des gros consommateurs Refacturation possible Investissement nécessaire mais moindre	Investissement nécessaire Pas de communication donc nécessité d'effectuer des relevés plusieurs fois par an, ni d'identification en temps réel
Pose de pinces ampèremétriques	Solution connectée à tarif raisonnable Identification possible des gros consommateurs Refacturation théoriquement possible	Nécessité de connecter les bornes Pas d'impact sur les consommateurs ayant une consommation normale si pas de refacturation Pas de pilotage possible à distance
Mise en place de bornes connectées	Identification simple de gros consommateurs Refacturation possible Pilotage possible à distance	Travaux de connexion à prévoir Fiabilité de certaines solutions ou de certains modes de communication Investissement très fort pouvant rendre sa rentabilité insuffisante pour les plus petites unités

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Bilan des solutions disponibles

Utilisation des pinces ampèremétriques

Comme indiqué précédemment, une des solutions utilisables pour avoir l'information sur les consommations individuelles des plaisanciers est la pose de pinces ampèremétriques.

C'est grâce à ce système installé dans le port de Sète, que nous avons pu avoir des informations détaillées nous permettant de mieux comprendre les comportements des plaisanciers.



Ce système pourrait être une solution intermédiaire pertinente pour les ports ne souhaitant pas investir dans la solution des bornes connectées ou de compléter une installation de bornes sur des unités de moins de 10 mètres.

Les pinces ampèremétriques ne permettent pas de contrôler à distance l'ouverture ou la fermeture d'un compteur mais sont en mesure de donner une information fiable sur la consommation d'une prise. C'est donc un excellent moyen d'identifier les gros consommateurs afin de les sensibiliser ou de leur proposer de passer à un tarif VAB.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Bilan des solutions disponibles

Un installateur possible de cette solution est la société Falco. C'est elle qui a installé les pinces sur le port de Sète.

Il n'est pas encore possible de facturer directement le plaisancier à sa consommation pour le moment, cette fonctionnalité sera disponible début 2025. Pour le moment, le logiciel de la société Falco est compatible avec le logiciel de gestion des ports Alizée.

Comme pour les bornes connectées, nous avons essayé de déterminer la viabilité financière d'un tel système. Nous nous sommes procuré auprès de la société Falco les tarifs pour une implantation dans un port moyen, c'est-à-dire de 500 à 1 000 places. Elle propose des possibilités d'installation, soit en investissement soit en location.

Dans les deux cas, il est nécessaire d'équiper le port en antennes et relais afin que les capteurs puissent communiquer entre eux. Il faut compter une dizaine de milliers d'euros pour cette opération. Ce tarif pourra varier en fonction de la configuration du plan d'eau, si celui-ci est simple et restreint ou si celui-ci s'étend sur plusieurs bassins éloignés.

Dans l'éventualité d'un achat de la solution, le capteur pour quatre branchements coûte 190 euros auxquels il faut ajouter 25 euros d'installation et 5 euros par mois pour l'abonnement et l'entretien.



PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Bilan des solutions disponibles

Falco propose également une interface entre le port et les capteurs pour 300 € par mois quelle que soit la taille du port (obligatoire) et une interface plaisancier au même tarif quel que soit le nombre d'utilisateurs (facultative).

Si l'on prend en compte ces paramètres et que l'on réalise le même exercice qu'avec les bornes connectées, on se rend compte que ces pinces ampèremétriques sont viables financièrement dès 10 mètres si l'on se base sur une économie de 15% et le prix d'une refacturation, et dès 7 mètres dans le cas d'économie de 30%. Ces calculs prennent en compte un coût de refacturation de l'ordre d'une vingtaine d'euros correspondant à l'administratif.

Nous constatons plus globalement que trouver une solution viable financièrement et qui permette de refacturer la consommation pour les unités de moins de 7 mètres nous paraît très compliqué. En effet, le montant consommé, et donc potentiellement économisé, est très faible, de l'ordre de 5 à 6 euros par plaisancier par an.



PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Bilan des solutions disponibles

Même si la facturation au réel devrait être possible en 2025 selon les déclarations de l'entreprise, il ne nous semble pas pertinent d'utiliser les pinces ampèremétriques avec cet objectif. Compte tenu du comportement des plaisanciers vu précédemment, nous pensons que le système de pinces doit être utilisé dans un premier temps pour identifier les gros consommateurs et agir sur eux puis éventuellement de les facturer suivant des tranches de consommation. Cette méthode paraît plus adaptée et plus simple en termes d'administratif pour les projets. Si l'on compare cette solution à celle des bornes connectées, il est évident qu'elle n'offre pas les mêmes potentialités en termes de maîtrise et de pilotage.

Dans les deux cas, la vraie inconnue est la baisse engendrée par la mise en place de tels systèmes. Le schéma de consommation des plaisanciers en électricité se caractérise par une majorité de plaisanciers ayant une consommation basse que l'on peut qualifier de raisonnable et une minorité qui surconsomme. Il est peu probable que la mise en place de systèmes de bornes ou de pinces permettent de faire baisser significativement la majorité de plaisanciers qui consomment peu. Même dans le cas d'une consommation au réel, il s'agit pour la plupart des plaisanciers de quelques dizaines d'euros par an.

En revanche, il est évident que l'identification des gros consommateurs permettra de faire baisser leur consommation et aura un impact important sur la consommation globale. Il reste complexe d'évaluer cet impact sans connaître précisément les raisons de cette surconsommation (VAB, chauffage branché, problème électrique du bateau).

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Bilan des solutions disponibles

Si l'on doit faire **le bilan de l'outil pinces ampèremétriques, nous pouvons dire qu'il s'agit d'une solution efficace pour permettre au port de régler leur problème principal vis-à-vis de la consommation électrique des plaisanciers à quai c'est-à-dire détecter les gros consommateurs et d'agir sur eux.** Ainsi, avec un investissement plus contenu, les ports pourraient faire baisser de façon significative leur consommation.

En plus de solutions de maîtrise des consommations à quai, il paraissait pertinent d'étudier des outils qui permettraient au port de réduire son propre impact carbone. Ceux qui vont être étudiés ci-dessous n'ont pas pour ambition de faire baisser fortement les consommations électriques d'un port qui les utiliseraient. Il s'agit toutefois de marquer l'engagement des ports dans une démarche plus respectueuse de l'environnement.



PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Utilisation d'un bateau de servitude électrique

Même si l'activité des équipes du port a un poids limité au regard de l'ensemble des émissions d'un port, il paraît pertinent de s'interroger sur l'**utilisation d'une unité électrique comme bateau de servitude**. Cette utilisation pourrait permettre de baisser modestement les émissions de CO2 d'un port et **aurait également valeur d'exemple pour les autres plaisanciers**.

Les ports maritimes possèdent en moyenne 2 bateaux de servitude alors que cette moyenne se situe entre 0 et 1 pour les ports fluviaux.

Pour comprendre les capacités de ce type d'unités, nous avons pris contact avec la société Naviwatt. Cette dernière nous paraît être la plus avancée en France sur ce type d'unités.

Elle a déjà mis sur le marché et éprouvé des unités auprès d'autres ports de plaisance depuis 2019. C'est le cas pour La Ciotat Shipyards, le Yacht Club de Monaco, un traiteur à Cannes, Greenpeace à Amsterdam et le PNR du Golfe du Morbihan.

Des unités sont également utilisées dans le port d'Arzal, de Port-La-Forêt dans le Finistère, dans le port de la réserve naturelle de Port-Cros et dans le port de l'île de Porquerolles.



PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Utilisation d'un bateau de servitude électrique

Les unités proposées ont une autonomie comprise entre 4 h et 30 h suivant le type et la vitesse (3 ou 5 nœuds) et se rechargent en une nuit (12 h) ou en 2 h si utilisation du triphasé. Quant au matériel utilisé, il s'agit de batteries BMW ou Torqueedo et de motorisations Torqueedo.

Ce niveau d'autonomie et de temps de recharge paraît suffisant pour une majorité des ports en Occitanie. Contrairement aux craintes de certains directeurs, le couple [ca1] du moteur (définissant sa force de traction) est bien présent voire supérieur à celui d'une motorisation électrique équivalente.

En revanche, comme les directeurs de port l'avaient identifié, c'est au niveau des tarifs que les choses se compliquent. Les unités proposées par Naviwatt commencent à 75 000 €HT jusqu'à plus de 110 000 €HT. Ainsi **le tarif est, en moyenne, 40 à 50% plus cher qu'une solution thermique équivalente**. Ce surcoût peut être partiellement compensé sur la durée par des dépenses d'entretien inférieures.

Il paraît donc indispensable que les ports de plaisance soient accompagnés par des mesures incitatives à l'achat afin de pouvoir franchir le pas. La seule incertitude vient de l'évolution de la batterie sur le long terme.



PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques à quai

Utilisation d'un bateau de servitude électrique

Le retour des utilisateurs

À Porquerolles, la satisfaction est globalement au rendez-vous. Le port possède un bateau Naviwatt Zen Pro 580 de 2023 avec une motorisation équivalente à 50 ch thermiques (a priori 24 kW).

Le bateau de servitude Naviwatt nécessite de 4 à 5 heures de recharge sur une prise normale après 3 heures de travail quotidien, ce qui impose une recharge nocturne systématique. De plus, la puissance est à peine suffisante pour déplacer les grosses unités (jusqu'à 35 mètres à Porquerolles).



Bateau de servitude NaviWatt ZenPro 580 - Porquerolles

À Port-Cros, la capitainerie a rencontré des problèmes techniques avec son bateau. Bien qu'ils aient dépensé un peu plus de 100 000 € à l'achat, une carte électronique est tombée en panne récemment (achetée en mars 2022) et des problèmes d'oxydation sont apparus en raison du contact avec l'air marin. La puissance de 13 kW (équivalent 27 ch thermiques) est suffisante pour les besoins du port, ce qui est adéquat pour les activités portuaires (uniquement des bateaux au-dessous de 15 m). Le bateau possède 2 batteries qui lui procurent une autonomie suffisante pour charger le bateau tous les 3 jours, la nuit, sur une prise classique. Avec une vitesse maximale de 5 à 6 nœuds, la motorisation est cohérente avec l'activité du port mais insuffisante pour aller en mer.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques des bâtiments et équipements du port

Il convient de rappeler en préambule que lesdites consommations sont très faibles en valeur absolue et représentent une fraction infime des consommations énergétiques de l'activité portuaire.

Réduction des consommations de chaud-froid de la capitainerie

Ces opérations ont peu d'impact sur le bilan énergétique mais peuvent avoir un gros impact sur le confort ressenti par le personnel et par les usagers. C'est donc surtout à ce titre qu'il faut les envisager. Classiquement, **les actions à mettre en place sont d'abord la réduction du besoin thermique et ensuite la mise en œuvre d'équipements énergétiques performants.**

Pour la réduction du besoin thermique, rien de révolutionnaire : **façades et toitures doivent être très bien isolées**, si possible par l'extérieur. Une spécificité des capitaineries est souvent qu'elles doivent avoir une vue dégagée sur les mouvements portuaires. A ce titre elles ont souvent au moins un R+1, donc une plus grande exposition au vent, et de grandes baies vitrées sur un plan d'eau souvent réfléchissant. Les recommandations spécifiques sont donc :

- De réduire la surface de vitrage à ce qui est indispensable pour une bonne vision
- De ne pas lésiner sur la qualité dudit double vitrage : faible transmission thermique et surtout faible facteur solaire, souvent à l'aide de vitrage à contrôle solaire (incluant un film intérieur réfléchissant une partie du rayonnement)
- De mettre en place une protection solaire horizontale (casquette) au-dessus des baies orientées de Sud-Est à Sud-Ouest afin de réduire l'entrée du rayonnement dans la capitainerie sans réduire la visibilité.

Pour la mise en oeuvre d'équipements performants de chaud-froid, compte tenu de la faible surface généralement constatée des capitaineries, les solutions qui nous paraissent les plus adaptées sont les PAC réversibles air/eau. Ce n'est que lorsque la capitainerie est soit anormalement grande (> 300 m²) soit accolée ou incluse dans un bâtiment plus vaste, que des solutions de PAC eau-eau peuvent être plus pertinentes.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques des bâtiments et équipements du port

Réduction des consommations de chaud-froid de la capitainerie

Nous avons été questionnés sur **la pertinence de la thalassothermie pour alimenter les bâtiments portuaires en chaud-froid**. Rappelons que celle-ci consiste à prélever la chaleur de l'eau de mer (dont la température varie de 10 à 28°C dans un port), de la façon suivante : en hiver, on prélève de l'eau froide et on la rejette encore plus froide ; en été on prélève de l'eau chaude et on la rejette encore plus chaude. L'intérêt théorique par rapport à l'échange thermique sur air c'est que la source a moins d'amplitude thermique, ce qui améliore la performance : alors qu'une PAC sur air donne en moyenne 2 kWh de chaud ou froid pour 1 kWh électrique, une PAC sur eau de mer donnerait jusqu'à 4 kWh.

Il y a en Occitanie au moins 5 installations de thalassothermie :

- Depuis 2010 une installation de près de 90 kW pour une éclosérie d'huitres à Leucate
- Depuis 2011 celle de l'observatoire océanologique de Banyuls

Aussi, 3 installations d'une taille sans commune mesure avec les besoins d'un port de plaisance, qui sont à des stades divers d'avancement :

- La-Grande-Motte : boucle d'eau tempérée pour logements
- Sète : boucle d'eau tempérée
- Agde : réseau de chaleur et de froid

Les critères de pertinence d'une telle installation sont :

- L'existence d'un besoin énergétique élevé en valeur absolue, pour absorber le coût des démarches, des matériels et des études
- La facilité à pomper et rejeter l'eau de mer : fond supérieur à 5 mètres, pas de vase ni de sable, accès direct sans grand linéaire de tuyau, dont la pose a un coût prohibitif. Ce dernier paramètre élimine rapidement les petits projets sur site à fond sableux plat, majoritaires en Occitanie. Et les sites à fond rocheux se situent essentiellement dans les Pyrénées-Orientales, pour partie dans le Parc Naturel Marin du Golfe du Lion, ce qui doit rendre plus compliqué l'obtention de l'autorisation de prélèvement/rejet d'eau de mer.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques des bâtiments et équipements du port

Réduction des consommations de chaud-froid de la capitainerie

Par ailleurs, le retour d'expérience de l'exploitant de l'installation de thalassothermie de la Villa Méditerranée à Marseille, est très défavorable au point de vue de l'entretien et de la maintenance de l'installation, au niveau de l'échangeur, sur de l'eau portuaire très chargée.

Pour toutes ces raisons, nous ne recommandons pas aux ports de recourir à la thalassothermie, sauf circonstances exceptionnelles. Notons que le CEREMA, cofinanceur de la présente étude, a des travaux en cours pour évaluer les opérations de thalassothermie.

En revanche, **une autre solution peut être étudiée pour les bâtiments portuaires les plus grands : la géothermie sur sondes verticales**, qui permet de bénéficier de la performance d'échange thermique du sous-sol humide et du flux thermique de la mer, sans aucun inconvénient de maintenance du fait que le fluide caloporteur circule en circuit fermé dans des sondes en PEHD inaltérable. La seule limite à cette solution vient des cas où le sous-sol est sableux sur une grande partie des 150 mètres de sondes, ce qui renchérit les coûts de forage.

Ceci étant, nous maintenons que **pour la plupart des capitaineries que nous avons visitées, la solution de PAC sur air est un bon compromis.**



PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques des bâtiments et équipements du port

Réduction des consommations énergétiques d'ECS

Bien que les PAC air-eau ou eau-eau évoquées plus haut puissent fournir de l'eau chaude, le niveau de température exigé dans les installations sanitaires, notamment pour éviter la légionelle, les entraîne hors de leur zone de performance énergétique. Un complément est alors nécessaire.

Le solaire thermique est la solution énergétique qui a le meilleur rendement pour fabriquer de l'eau chaude à la bonne température. Cependant, l'intermittence des besoins des sanitaires des ports (semaine / week-end ; hiver / été) rend cette solution plus délicate, sauf à utiliser des systèmes, qui existent (autovidangeables), qui réduisent le risque de surchauffe des capteurs en les vidant en cas de besoin insuffisant. Il y en a par exemple un sur la base nautique de Carnon.

Le solaire thermique est un procédé efficace s'il est bien dimensionné, posé, maintenu. Hélas, ce n'est pas toujours le cas.

Une autre opportunité s'ouvre avec **la probable augmentation de la présence de photovoltaïque dans ou pour les ports de plaisance.** En effet, il est aussi possible d'alimenter soit des cumulus électriques, soit des ballons thermodynamiques un peu plus performants, avec de l'électricité photovoltaïque renouvelable. Si la régulation est faite pour que les ballons soient chargés en milieu de journée quand le soleil est au plus haut, ce procédé fonctionne et réduit les consommations d'électricité achetée.

Réduction de l'impact des véhicules terrestres stationnées

La réflexion globale sur l'impact énergétique du nautisme nous a amenés à considérer, au moins virtuellement, les consommations des véhicules des plaisanciers, garés sur les parkings du port pendant l'activité nautique. **Avec le développement des voitures électriques, les plaisanciers ont de plus en plus de véhicules électriques, et les parkings portuaires ont de plus en plus de bornes de recharge.** Leurs consommations ne représentent aujourd'hui qu'une faible partie des consommations électriques des ports, soit que les bornes soient gérées par des tiers, soit qu'elles soient peu nombreuses. A l'échelle de temps de l'étude, ceci devrait évoluer fortement.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques des bâtiments et équipements du port

Réduction des consommations énergétiques d'ECS

Notre recommandation aux ports pour ne pas subir un nouveau choc de dépenses énergétiques au fur et à mesure du développement des infrastructures de recharge sur leur patrimoine, est de mettre en place d'emblée une alimentation des bornes par du photovoltaïque, qu'il soit local ou distant (autoconsommation collective).

Utilisation des moyens de levage électriques

Peu de marques proposent des Travelifts électriques : Abi Trailers, Boat Lift et Cimolay Technology. Ces constructeurs mettent en avant les points suivants :

- Élimination des composants hydrauliques (filtres, huile, etc.) et des coûts d'entretien ;
- Recharge rapide avec charge batterie à bord de la machine ;
- Télésurveillance de l'état de la batterie ;
- Economie « annoncée » de 9,3 t de CO₂ par an.

Pour le moment en France, seuls deux ports sont équipés : La Rochelle depuis l'été 2022 et Royan depuis octobre 2023.

Nous avons donc sollicité un retour d'expérience de la part du Port de La Rochelle. Bertrand Moquay, Directeur du port, nous a livré ses impressions en tant qu'utilisateur du premier Travelift électrique en France. Il s'agit d'un Travelift de 15t réalisé sur-mesure par l'entreprise italienne Boat Lift. Il a nécessité un investissement de 210 k€ dans le cadre de la démarche La Rochelle Territoire Zéro Carbone. Il réalise 7 000 opérations de grutage annuelles.



PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Réduction des consommations énergétiques des bâtiments et équipements du port

Utilisation des moyens de levage électriques

Après un peu plus d'un an d'utilisation, le constat de Bertrand Moquay a été le suivant : la fiabilité et l'utilisation sur la partie électrique sont bonnes. L'autonomie et les phases de recharge sont suffisantes pour un travail de 8 à 17 heures. En revanche, la fiabilité a été moins bonne sur d'autres organes non liés à la propulsion.

Monsieur Moquay réfléchit à un passage à l'électrique pour la future grue de 35 tonnes mais s'interroge du fait qu'il n'y ait pas de subvention à ce sujet alors que le tarif est supérieur de 170 k€ à son équivalent thermique.

L'utilisation d'un Travelift électrique nous paraît pertinente pour des ports ayant mis en œuvre une démarche complète de diminution de leur bilan carbone. Ce n'est pas un vecteur important d'économie si on le ramène aux outils de gestion des consommations à quai. Certains ports ayant des habitations à proximité de leur zone technique pourraient être toutefois intéressés par leur silence de fonctionnement.

Améliorations possibles de l'éclairage des ports



Exemple du port de Palavas les Flots - Photo Plus de Vert

Quelques bonnes pratiques à ce sujet à rappeler : une coupure à partir de minuit jusqu'à 5/6 heures du matin et un passage en LED.

Une des sources de dépense en électricité sur les ports vient aussi de l'utilisation de l'éclairage. Bien que celle-ci représente un faible pourcentage de l'énergie dépensée chaque année dans les ports, ce sujet reste important. Suite aux interviews des directeurs dans la première phase de l'étude, nous avons compris que peu de ports avaient la maîtrise de leur éclairage, en majorité géré par la municipalité. Ceux gérant leur éclairage ont souvent déjà mis en place des mesures de réduction de l'éclairage la nuit.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Propositions d'actions par type de ports

Définition de types de ports

Pour aller plus loin dans cette étude, nous avons souhaité proposer des actions spécifiques par rapport aux différentes typologies de ports.

Ainsi, nous en avons retenu **quatre : deux concernant des ports fluviaux et deux pour les ports maritimes**. L'objectif est de faire des préconisations d'actions, sur les volets carburants, énergies consommées à quai et sur les bâtiments.

La première catégorie est celle des ports fluviaux accueillant des unités à l'année. Ces ports doivent gérer une consommation forte d'unités à quai une majeure partie de l'année. En revanche, il s'agit de ports ayant un nombre d'unités limité. Nous avons inclus dans cette catégorie les ports suivants : Aigues Mortes, Colombiers, Lattes, Béziers, Beaucaire et Castelnaudary.

Dans la seconde catégorie, nous retrouvons les ports fluviaux accueillant des unités principalement pour des escales. Ces ports doivent gérer des approvisionnements réguliers en eau et électricité et de ce fait, ont besoin de piloter leurs consommations. Dans cette catégorie, nous avons pensé aux ports de Capestang et Poilhes, Carcassonne, Ramonville, Saint Gilles et Toulouse Saint Sauveur.

La troisième catégorie est celle des ports maritimes avec pas ou peu d'unités de plus de 14 mètres, ces unités étant les plus consommatrices, comme nous l'avons démontré précédemment. Ils ont également, pour la majorité d'entre eux, un nombre d'unités supérieur à 10 mètres assez restreint. Ces ports devraient donc avoir des consommations par unité assez faible. Nous estimons que se trouvent dans cette catégorie les ports du Grau du Roi, de Bouzigues, de Cerbère, de Collioure, de Mèze, de Narbonne plage, de Pérols, de Sainte Marie La Mer (actuel) et de Port La Nouvelle.

Comme pour les catégories précédentes, il s'agit d'une estimation de notre part qui peut être discutée par les directeurs s'ils estiment que leur port appartient à une autre catégorie.

Notre objectif n'est pas de limiter un port à une catégorie mais d'essayer de définir au mieux les actions qui pourraient être pertinentes par rapport à sa taille, ses unités et son profil de plaisanciers.

La dernière catégorie est celle des ports maritimes avec une part significative d'unités de plus de 14 mètres. Il s'agit de la catégorie la plus exposée aux variations de consommations d'électricité de par la taille des unités et de leur nombre. En effet, c'est dans cette catégorie que se trouvent les ports de plus grande taille (plus de 1 000 unités).

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Propositions d'actions par type de ports

Définition de types de ports

Ces ports ont à gérer un mélange de consommations fortes et faibles nécessitant un pilotage à la borne mais rendant difficile l'utilisation de simples compteurs étant donné le nombre de relevés à réaliser une ou plusieurs fois par an. Nous avons identifié dans cette catégorie les ports suivants : Agde, Argelès sur Mer, Le Barcarès, Canet en Roussillon, Frontignan, Gruissan, La Grande Motte, Marseillan, Carnon, Palavas, Port Camargue, Port Vendres, Sète, Valras, Sérignan, Vendres Chichoulet et Banyuls.

Préconisations par types

1- Recommandations pour un port fluvial accueillant des unités à l'année

Concernant la partie carburants, il y a véritablement peu de moyens de faire évoluer ce point dans ces ports, hormis de sensibiliser et d'encourager les plaisanciers à l'utilisation de bateaux électriques (refit), qui présente de nombreux avantages (moins de bruits, de vibrations, et consommation plus durable).

Sur la partie bâtiment, l'intérêt d'une rénovation énergétique paraît faible au regard de leur place dans la dépense globale. De plus, il y a assez peu de place pour la mise en place de panneaux photovoltaïques sur les capitaineries des ports étudiés, qui sont souvent concernés par des mesures restrictives du fait de leur présence dans la zone du Canal du Midi. En revanche, il existe un intérêt fort pour les ports en régie municipale d'une autoconsommation collective comme expliqué précédemment.

Sur la partie des consommations à quai, ces ports ont des moyens d'agir grâce à la mise en place de compteurs individuels sur les bornes, avec relève une à deux fois par an par les équipes du port et la facturation à la consommation au réel par plaisancier. Ce système paraît possible au regard du nombre limité d'unités dans ces ports et du faible investissement nécessaire versus les économies potentielles sur ses unités ayant une forte consommation. Il est pertinent de mettre en place un système de bornes connectées avec lecture de carte Rfid et un système de post paiement. Le plaisancier peut donc "ouvrir" son compteur et procéder à son règlement à des échéances paramétrées par le port (mois, trimestre, année).

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Propositions d'actions par type de ports

Définition de types de ports

Préconisations par types

2- Recommandations pour un port fluvial accueillant des unités principalement pour des escales

Sur la partie carburants, là encore, les marges de manœuvres sont limitées. Il est possible pour les ports d'encourager les professionnels à faire évoluer leur flotte par des mesures incitatives de type subvention au refit, ou grâce à des avantages commerciaux comme des réductions pour les unités électriques lors des escales à la nuitée.

Sur la partie bâtiment, comme pour les projets précédents, l'intérêt d'une rénovation énergétique paraît faible au regard de leur place dans la dépense globale. De plus assez peu de place pour la mise en place de panneaux photovoltaïques sur les capitaineries des ports étudiés qui sont souvent également concernés par des mesures restrictives du fait de leur présence dans la zone du canal du midi. En revanche, il existe aussi un intérêt fort pour les ports en régie municipale d'une autoconsommation collective comme expliqué précédemment.

Sur la partie pilotage des consommations à quai, nous recommandons la mise en place de bornes connectées avec lecture de carte Rfid mais dans l'optique de l'utilisation d'un système de pré-paiement. Cette installation permettra de pouvoir piloter plus efficacement les approvisionnements en eau et électricité lors des escales.



PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Propositions d'actions par type de ports

Préconisations par types

3- Recommandations pour un port maritime avec pas ou peu d'unités de plus de 14 mètres

Dans cette catégorie, on retrouve des ports ayant une proportion importante d'unités de petites tailles à moteur hors-bord. Celles-ci fonctionnent aux carburants essence traditionnels, c'est-à-dire le SP95 ou SP98. Il paraît donc intéressant de sensibiliser et inciter des plaisanciers à l'utilisation d'unités électriques via une réduction du tarif ou un passage prioritaire en liste d'attente ou à l'utilisation de l'E85.

Comme pour les catégories de ports précédents, l'intérêt d'une rénovation énergétique des bâtiments reste faible au regard de leur place dans la dépense globale, même si l'on retrouve ici des capitaineries de plus grande taille.

Il paraît pertinent de souligner l'intérêt de solutions solaires thermiques pour les sanitaires lorsque ce n'est pas déjà le cas, ou de l'utilisation de ballons thermiques. Encore un fois, il y a un intérêt fort pour les ports en régie municipale à considérer la mise en place de moyens d'autoconsommation collective.

Il est préconisé l'utilisation de pinces ampèremétriques ou la mise en place de compteurs, en priorité sur les bornes accueillant des unités de plus de 10 mètres ou sur celles ayant une propulsion électrique. Le gestionnaire de port doit surveiller les unités de moins de 10 mètres restant branchées.

4- Recommandations pour un port maritime avec une part significative d'unités de plus de 14 mètres

Il s'agit ici de la catégorie de ports ayant le plus de possibilités d'agir sur leurs consommations.

Concernant les carburants, la mise en place d'une proposition E85 dans la station carburant du port et la sensibilisation à la conversion et à l'utilisation de l'E85 pourrait permettre d'agir fortement sur le bilan carbone des ports.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Propositions d'actions par type de ports

Préconisations par types

4- Recommandations pour un port maritime avec avec une part significative d'unités de plus de 14 mètres (suite)

Le port pourrait sensibiliser et inciter des plaisanciers à l'utilisation d'unités électriques par une réduction du tarif ou par un passage prioritaire en liste d'attente.

Sensibilisation et incitation des grandes unités à voile à la mise en place de panneaux photovoltaïques pour leur autonomie.

- 3 770 t de CO2 par an*

*50% des bateaux essences convertis au E85
et 20% de bateaux à propulsion électrique

Mise en place de solutions solaires thermiques pour les sanitaires lorsque ce que ce n'est pas déjà le cas ou de ballons thermiques.

Intérêt fort pour les ports en régie municipale d'une autoconsommation collective.

Production possible via PV sur bâtiments ou parking.

- 8 t de CO2 par an (pour un parking de 100 places)

Utilisation possible de matériel électrique : travelift et bateau de servitude.

Pour les consommations à quai :

- Installation de bornes connectées pour les unités de plus de 14 m et pour les unités converties à l'électrique ;
- Facturation individuelle au prix de revient.

Pour unités de 10 à 14 mètres : mise en place de compteurs normaux ou pinces ampèremétriques pour surveillance des consommation ou facturation par seuil.

Pour moins de 10 mètres : chasse aux utilisations abusives, possibilités de consommation annuelle pour les plaisanciers se manifestant mais forfait plus élevé.

- 97 t de CO2 par an*, émissions de 140 bateaux en un an

*Hypothèse : de 15% de réduction des consommations - valeur pour l'ensemble des ports de la catégorie.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Proportions d'actions par type de ports

Bilan et questionnements à opérer par port

Selon nous, **la priorité des ports doit être l'identification des unités consommatrices** pour maîtriser la consommation d'un port et ses dépenses et non pas de chercher à facturer directement les plaisanciers à la consommation.

Ainsi, la chasse aux prises branchées doit permettre une réduction notable d'une partie des consommations, sans investissement. Cette action doit se faire, tout en restant prudent sur le fonctionnement du bateau. Certains ne pouvant pas être ré-armés lors du rebranchement sans action du propriétaire, celui-ci pourrait trouver une batterie vide lors de son retour sur le bateau. Il conviendrait donc de passer par une phase d'avertissement automatique du plaisancier (par mail par exemple).

Les bornes connectées représentent un très bon moyen de maîtrise des consommations. Elles permettent à la fois d'avoir une information en direct sur les consommations individuelles, de couper ou d'ouvrir l'alimentation à distance et de facturer. Le seul inconvénient vient de l'investissement nécessaire qui fait que ce système ne semble viable financièrement que pour les unités de plus de 14 mètres voire de plus de 10 mètres s'il y a une refacturation d'un surcoût pour chaque kWh vendu. Leur utilisation doit se faire au regard de l'état de l'équipement en place. A noter que le refit rend l'opération plus intéressante du point de vue financier.

Nous pensons que **les ports doivent envisager également des solutions moins onéreuses de type compteurs ou pinces ampèremétriques.** Celles-ci n'offrent pas autant de fonctionnalités que les bornes connectées mais sont en mesure de donner l'information aux agents sur le plus gros consommateurs et ainsi de pouvoir agir sur une part importante de la consommation. L'électricité pouvant faire l'objet d'une refacturation pour les bornes équipées soit à la consommation soit suivant les seuils définis dans l'étude. Refacturation impliquant une décorrélation dans les tarifs entre la redevance d'occupation de la place et la consommation des services (l'électricité, l'eau, autres).

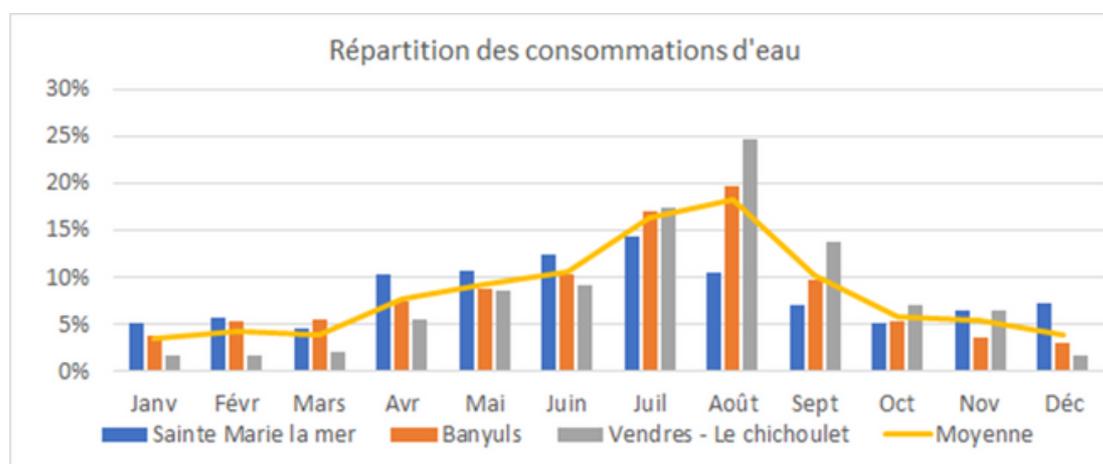
PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Utilisation d'outils de production et d'économie d'eau

Bilan de l'utilisation de l'eau dans les ports de l'UVPO

Sur 21 ports ayant transmis leurs informations, ce sont 189 000 m³ qui sont utilisés chaque année pour les activités de la zone technique, pour la consommation des plaisanciers à bord ainsi que pour l'usage des sanitaires et le fonctionnement de la capitainerie. A l'échelle des 42 ports de l'étude, c'est environ 226 000 m³ qui sont utilisés chaque année. Ramené à la consommation des plaisanciers eux-mêmes, il s'agit de **9,5 mètres cubes consommés par bateau et par an, en incluant le fonctionnement de la zone technique**. D'ailleurs, 70% des ports maritimes sont équipés de zones techniques, contre 15% pour le fluvial.

Les consommations en eau se répartissent de la manière suivante :



Sur ces 3 ports maritimes, la consommation en eau est plus importante l'été et évolue de manière identique à la fréquentation du port.

Certains ports nous ont fourni le détail pour les consommations de la zone technique, des quais et des bâtiments. Le trop faible échantillon ne nous permet pas d'obtenir un résultat applicable à tous les ports de l'étude. De même, certains ports ont été concernés par les restrictions d'eau dues à la "crise sécheresse" dans certains départements. Il en ressort tout de même une consommation des bâtiments largement impactée par les sanitaires.

Cependant et pour conclure, **la consommation en eau dans les ports de l'UVPO est en baisse.**

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Utilisation d'outils de production et d'économie d'eau

Les solutions rencontrées dans les ports d'Occitanie

Depuis l'obligation de mise en place de restrictions d'eau sur un certain nombre de ports en Occitanie et notamment dans les Pyrénées Orientales, la gestion de l'eau est devenue un enjeu majeur pour les gestionnaires de port.

Cette étude, qui devait initialement se focaliser sur les questions des énergies, a été élargie pour inclure la problématique de la gestion de l'eau. Nous avons donc sollicité les directeurs de port sur cette question lors de nos interviews.

Une part importante d'entre eux ont été impactés par des mesures de restrictions (notamment avec une consommation divisée par deux) et avait déjà mis en œuvre des procédures d'économie d'eau.

Récupération des eaux issues de la zone technique

Certains avaient d'ores et déjà des projets avancés. C'est le cas pour trois ports : Port Leucate, Le Barcarès et Canet-en-Roussillon. Leur objectif est la récupération des eaux issues de leur zone technique.

Le port de Canet-en-Roussillon a opté pour un système de **production d'eau**

douce par désalinisation en utilisant un système proposé par la société Geowash à Saint Cyprien (système déjà en essai dans le port de la commune). Ce système a été essayé pour limiter les rejets en mer à hauteur de 45 grammes par litre en moyenne. Il nécessite la mise en place de stockage avec une cuve aérienne ainsi qu'une unité de traitement. Il viendra compléter un système de récupération d'eau de surface déjà présent sur la zone technique.

L'objectif de production est de 5 mètres cubes par jour, qui seraient utilisés pour l'aire de carénage et le quai technique.



PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Utilisation d'outils de production et d'économie d'eau

Les solutions rencontrées dans les ports d'Occitanie

Équipement du port de Leucate :

Mise en place d'un système de retraitement des eaux de carénage similaire avec un système de récupération de la zone technique couplée avec un désalinisateur. La dilution est assurée par l'eau de la zone technique. Le choix de cette solution a été pris au regard de la nécessité de changer le débourbeur qui était en place auparavant. Mise en place de la solution car actuel débourbeur à changer.

L'objectif de production est de 4 m³ / heure pour un investissement total de 180 000 € HT.

Le port de Barcarès a lui aussi amorcé un projet de réutilisation de l'eau sur sa zone technique. Celui-ci devrait permettre de récupérer des eaux depuis le débourbeur avec un objectif 15 m³ / jour.

Ce système, dont le principe a été validé par la DREAL et l'ARS, nécessitera un traitement de l'eau par chlore : l'utilisation de l'eau sera uniquement autorisée aux agents du port. La revente aux professionnels pourrait être possible à hauteur d'une dizaine d'euros du mètre cube afin d'amortir les 6.5 K € du projet. Ce coût d'investissement demeure relativement faible parce que le système était déjà en majeure partie présent.

L'ensemble de ces mesures doivent permettre à ces ports de faire fonctionner leur zone technique.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Utilisation d'outils de production et d'économie d'eau

Les solutions rencontrées dans les ports d'Occitanie

Un laveur haute pression avec de l'eau de mer

Comme à Canet-en-Roussillon, certains ports optent pour des nettoyeurs à haute pression à l'eau de mer. Cela évite de puiser dans les ressources d'eau douce, qui peuvent être limitées dans certains départements.

Nettoyeur haute pression eau de mer - Hydro France



Les solutions rencontrées en dehors de l'Occitanie

Au cours de l'étude, nous avons également tenté d'identifier des solutions pertinentes mises en place par d'autres ports en France.

La première technologie que nous avons identifiée est celle de **l'eau atmosphérique**, utilisée dans le port de Hyères. Le principe est le suivant : un générateur d'eau atmosphérique extrait l'humidité de l'air, en aspirant l'air extérieur qu'il fait passer à travers plusieurs circuits et filtres qui le dépolluent pour le transformer en eau sans polluants. L'extraction d'eau peut être faite soit en refroidissant l'air soit en le séchant.

La capacité maximale journalière de production de ce type de système se situe entre 5 et 10 mètres cubes mais uniquement dans des conditions d'hygrométrie à 80%. Cette condition pourrait impacter très fortement les ports choisissant cette technologie, notamment en été ou par période de grand vent, qui ont tendance à faire baisser l'hygrométrie.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Utilisation d'outils de production et d'économie d'eau

Les solutions rencontrées en dehors de l'Occitanie

Le niveau d'investissement nécessaire pour cette technologie est élevé : entre 100 et 150 K€, auxquels doivent s'ajouter les frais d'entretien. La consommation en électricité est élevée : 17.5 kWh pour un volume de 2000L / jour.

Si l'on doit faire le bilan : il s'agit d'une solution permettant de produire des volumes intéressants mais eu égard aux coûts d'achat et de fonctionnement importants, il nous semble peu pertinent de l'employer. De plus, la nécessité d'avoir une hygrométrie élevée en fait une solution peu pertinente au moment où les ports en ont le plus besoin.

Dans nos recherches, nous avons également identifié une technologie en expérimentation sur le port de Saint-Raphaël. Il s'agit d'un système de production d'eau douce par distillation solaire. Des petits modules peuvent transformer de l'eau de mer en eau douce jusqu'à 10 L par module et par jour. Le prix unitaire est de : 8 490 € TTC. Il s'agit selon nous d'un système qui n'est pas pertinent pour les usages des ports. Le test est en effet réalisé dans un port, mais la quantité produite par rapport au coût fait que l'intérêt reste très faible pour le secteur de la plaisance.

Recommandations

L'étude des chiffres ainsi que l'ensemble des interviews nous ont permis de comprendre que **la priorité pour faire baisser la consommation d'un port est de limiter les fuites sur les réseaux.**

Les directeurs de ports nous ont parfois indiqué, en nous transmettant l'historique de leur consommation en eau, que des fuites peuvent être importantes et régulières. Certaines sont de l'ordre du millier du mètre cube. Elles s'expliquent par des réseaux parfois âgés qui nécessitent d'être remplacés. Notre première préconisation est donc sans surprise, **l'installation de vannes par quai avec détection de fuite.** La mise en œuvre de cette mesure est déjà en cours dans certains ports (par exemple à Port-La-Nouvelle).

En plus de limiter l'ampleur des fuites, cette mesure doit aussi aider les équipes du port à gérer les consommations lors des phases de restriction de l'usage en eau.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Utilisation d'outils de production et d'économie d'eau

Recommandations

Sollicités sur l'intérêt de la question de l'installation de bornes connectées pour le pilotage de l'eau, cette idée ne nous semble pas pertinente.

En effet, le coût d'installation paraît disproportionné par rapport aux dépenses des plaisanciers (30 euros d'eau par an soit 120 euros pour une borne avec quatre branchements). En outre, suite aux échanges avec les gestionnaires de ports et les représentants des principaux constructeurs de bornes, nous avons constaté que le système de pilotage de l'eau au sein des bornes connectées était responsable d'un nombre important de problèmes de maintenance sur la partie électrovanne.

Face à cette analyse, nous préconisons d'utiliser en priorité un système de pilotage de l'eau à l'échelle du quai, et non de la borne.

Concernant les problématiques liées aux quais, il paraît pertinent de remplacer les robinets sur les bornes par des raccords rapides, comme l'ont déjà effectué certains ports, afin d'éviter que certains plaisanciers ne les laissent ouverts.

Concernant les équipements du port, nous conseillons la mise en place d'économiseurs d'eau sur les douches et les robinets. Nous proposons également des limitations du temps d'utilisation des douches (exemple : 5 minutes).

Sur la zone technique, en plus de la récupération d'eau il paraît important pour les ports, régulièrement soumis à des restrictions d'eau, d'investir dans une solution de lavage à haute pression d'eau salée.

Plus généralement, il semble indispensable que les ports poursuivent leurs



efforts de sensibilisation avant chaque début de saison concernant la problématique de l'eau grâce à une communication par mail ainsi qu'à la capitainerie.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Fiche synthèse par solution

Synthèse	Bateau de servitude électrique
Descriptif de la solution - objectifs	Bateau destiné à un usage dans le cadre portuaire (surveillance du plan d'eau, remorquage)
Conditions minimales requises de fonctionnement	Aucune
Impératifs techniques d'implantation	Aucune. Rechargement sur une borne classique en 8 à 10 heures suivant les types de batterie. Possibilité de recharger en 2 à 4 heures sur des bornes triphasées.
Emprise foncière	Aucune
Exemple de ports équipés	La Ciotat Shipyards, le yacht club de Monaco, le port d'Arzal, de Port La Forêt, la réserve naturelle de Port-Cros et le port de Porquerolles
Retours des ports équipés	RAS, système fiable pour le moment. Possibilité de recharger dans la nuit pour repartir le matin.
Avantages	"Verdissement" de l'activité du port. Fiabilité de la motorisation électrique et coût d'entretien moins élevé que l'équivalent thermique.
Inconvénients	Tarif d'achat nettement supérieur à une unité thermique classique, potentiellement supérieur à deux fois.
Ratio du coût d'implantation	De 75 000€ HT jusqu'à plus de 110 000€ HT pour les unités spécialisées comme unité de servitude pour les ports de plaisance par la société Naviwatt (référente du secteur).
Coût d'entretien	Plus faible que l'équivalent thermique car pas besoin d'entretien du moteur (vidange etc..). Incertitude quant à la durée de vie de la batterie.
Gains prévisibles et seuil de rentabilité	Pas de rentabilité sur ce type d'unité étant donné la différence de tarif d'achat avec une unité à moteur thermique.
Impact carbone	Bateau thermique rejetant en moyenne 689 kg CO ₂ eq/an, bateau électrique - 37 kg eq CO ₂ /an. Soit une différence de plus de 650 kg eq CO ₂ /an (Données moyennes provenant des quantités de carburants vendus dans 8 ports, pour une quantité moyenne de 2 195 kWh/unité par an).
Ne pas envisager si	Pas de restriction particulière.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Fiche synthèse par solution

Synthèse	Installation de pinces ampèremétriques
Descriptif de la solution - objectifs	Système de pinces ampèremétriques installées sur chaque prise utilisée par les plaisanciers et connectée via des antennes et des relais. Information remontée à un logiciel utilisé par le port pour suivre les consommations. Possibilité d'une application informant les plaisanciers de leur consommation.
Conditions minimales requises de fonctionnement	Toutes les bornes peuvent être utilisées. Le système est compact et nécessite très peu d'espace. Voir photo.
Impératifs techniques d'implantation	Nécessité de mettre en place un système de communication entre les capteurs grâce à une antenne dans chaque bassin et des répéteurs.
Emprise foncière	Aucune
Exemple de ports équipés	Port de Sète Sud de France 
Retours des ports équipés	Fiabilité du principe, possibilité d'identifier les gros consommateurs.
Avantages	Identification simple des gros consommateurs Refacturation possible à partir de 2025 selon déclaration de l'entreprise FALCO. Investissements moins lourds que les bornes connectées.
Inconvénients	Travaux de connexion à prévoir Pas de possibilité de contrôler à distance l'alimentation en électricité.
Ratio du coût d'implantation	190€ par capteur (pour 4 branchements dans une borne) et 2€ d'installation initiale. 10 000€ en moyenne d'installation initiale des antennes et relais. 300€ par mois d'interface monitoring pour l'ensemble du port. Location possible.
Coût d'entretien	5 euros par mois et par capteur soit 60 euros par an.
Gains prévisibles et seuil de rentabilité	Réduction des consommations aléatoires suivant les profils de 0 sur les très petites consommations à 30/40% sur les très gros consommateurs identifiés. Pourcentage dépendant du système de facturation mis en place : par seuil ou à la consommation. Rentabilité financière sur des unités de plus de 10 mètres et sur plus de 7 mètres si port achetant le kWh d'électricité à plus de 26ct HT.
Impact carbone	Pour l'électricité provenant du mix énergétique français :-0,025 kg CO2eq/kWh économisé
Ne pas envisager si	Pas de restriction particulière.

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Fiche synthèse par solution

Synthèse	Refit des bornes actuelles
Descriptif de la solution - objectifs	Remplacement des composants internes du système pour le moderniser. Le prestataire vient ajouter une carte électronique dédiée au pilotage et à la communication de la borne
Conditions minimales requises de fonctionnement	La borne doit être suffisamment moderne
Impératifs techniques d'implantation	Il faut suffisamment d'espace dans la partie supérieure pour accueillir la carte électronique. Des travaux de connexion devront être réalisés pour permettre une connexion entre la capitainerie et les bornes
Emprise foncière	Aucune
Exemple de ports équipés	Pas de ports de l'UVPO
Retours des ports équipés	Fiabilité du principe, possibilité d'identifier les gros consommateurs.
Avantages	Identification simple des gros consommateurs Refacturation possible Pilotage possible à distance Investissements moins lourds que le changement de la borne
Inconvénients	Travaux de connexion à prévoir Fiabilité de certaines solutions ou de certains modes de communication
Ratio du coût d'implantation	Environ 1 500 €HT par borne (électricité)
Coût d'entretien	Comme pour les bornes connectées, avec l'air marin le remplacement de certains éléments est à prévoir - pas de retour d'expérience sur le coût de l'entretien
Gains prévisibles et seuil de rentabilité	Selon nos hypothèses : Réduction des consommations de 15%, soit 2340 kWh/borne.an sur les + de 14 m Temps de retour <25 ans pour bornes connectées à partir des bateaux de + de 10 m
Impact carbone	Pour l'électricité provenant du mix énergétique français :-0,025 kg eq CO2/kWh économisé
Ne pas envisager si	Pour les bateaux de - de 10 m pas d'intérêt économique (cf. étude rentabilité)

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Fiche synthèse par solution

Synthèse	Installation de bornes connectées
Descriptif de la solution - objectifs	Bornes intelligentes avec 4 branchements électriques pour les plaisanciers et connectée à la capitainerie via des antennes et relais fonctionnant avec la fibre ou par radio. Information remontée à un logiciel utilisé par le port pour suivre les consommations. Les bornes fonctionnent via des cartes servant d'identifiant et permettent de suivre la consommation de chaque plaisancier
Conditions minimales requises de fonctionnement	Les bornes actuelles sont vétustes et à remplacer
Impératifs techniques d'implantation	Des travaux de connexion devront être réalisés pour permettre une connexion entre la capitainerie et les bornes
Emprise foncière	Pas d'emprise plus importante que les bornes actuelles du port
Exemple de ports équipés	Capetang, Agde, Port Leucate, La Grande Motte, Ramonville, Saint Sauveur, etc
Retours des ports équipés	Meilleure connaissance des consommations mais des problèmes techniques apparaissent régulièrement
Avantages	Identification simple des gros consommateurs Refacturation possible Pilotage possible à distance
Inconvénients	Travaux de connexion à prévoir Fiabilité de certaines solutions ou de certains modes de communication Investissement très fort et difficile, voire impossible, à rentabiliser sur les unités de moins de 14 m
Ratio du coût d'implantation	Entre 4 500 et 6 000 €HT par borne (eau + électricité)
Coût d'entretien	Entretien régulier sur les électrovannes - cartes mères à changer tous les 10 ans selon le retour d'expérience de certains ports - 100€/an/borne
Gains prévisibles et seuil de rentabilité	Selon nos hypothèses : Réduction des consommations de 15%, soit 2340 kWh/borne.an sur les + de 14 m Temps de retour <25 ans pour bornes connectées à partir des bateaux de + de 14 m et pour les 10 à 14 m sous certaines conditions (cf. étude de rentabilité des bornes)
Impact carbone	Pour l'électricité provenant du mix énergétique français : -0,052 kg CO2eq/kWh économisé
Ne pas envisager si	Pour les bateaux de - de 10 m Si un refit est possible Si les bornes ont été remplacées récemment

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Fiche synthèse par solution

Synthèse	Solaire thermique
Descriptif de la solution - objectifs	Associé à un appoint (de préférence électrique pour autoconsommer l'énergie produite sur le port), l'installation capte l'énergie solaire pour préchauffer l'eau des sanitaires.
Conditions minimales requises de fonctionnement	Présence d'utilisateurs tout au long de l'année pour rentabiliser l'installation.
Impératifs techniques d'implantation	Les panneaux sont orientés Sud, Sud-Est ou Sud-Ouest idéalement. La structure des sanitaires doit être vérifiée.
Emprise foncière	2 à 3 m ² par panneau
Exemple de ports équipés	La Grande - Motte 
Retours des ports équipés	
Avantages	Diminuer les consommations électriques des sanitaires (1/4 des consommations électriques des bâtiments).
Inconvénients	Régularité du nettoyage indispensable à cause des embruns qui peuvent affecter la production. Des difficultés peuvent être rencontrées car de nombreux ports sont dans des zones protégées.
Ratio du coût d'implantation	Entre 1500 et 2000 €/m ² (hors aide) Subventions possible ADEME et Région
Coût d'entretien	1 visite par an - 250 € (Vérification des capteurs - nettoyage de la vitre en cas de salissure)
Gains prévisibles et seuil de rentabilité	Taux d'économie d'énergie de 30% minimal visé
Production d'énergie	Entre 450 et 600 kWh/m ² de capteurs
Impact carbone	A définir au cas par cas

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Fiche synthèse par solution

Synthèse	Photovoltaïque	
	Toiture	Ombrière
Descriptif de la solution -objectifs	Production d'énergie électrique via l'installation de panneaux photovoltaïques en toiture ou sur ombrières en autoconsommation individuelle ou collective.	
Conditions minimales requises de fonctionnement	Pas d'ombrages, possibilité d'en mettre une surface conséquente	
Impératifs techniques d'implantation	Les panneaux sont orientés Sud, Sud-Est ou Sud-Ouest idéalement. La structure du bâtiment devra être vérifiée.	Inclinaison des ombrières proche de 6° pour une exposition Est/Ouest, proche de 10° pour orientation Sud/Nord
Emprise foncière	1,5 à 1,8 m ² par panneau	1 à 2 rangées de stationnement de véhicule + poteau central pour la structure (privilégier les ombrières doubles)
Exemple de ports équipés	Port-Camargue	Pas de ports de l'étude équipés
Retours des ports équipés		
Avantages	Assure un coût de revient de l'électricité stable sur 25 ans minimum - aux alentours de 9 cts/kWh	Assure un coût de revient de l'électricité stable sur 25 ans minimum - aux alentours de 15 cts/kWh
Inconvénients	Régularité du nettoyage indispensable à cause des embruns qui peuvent affecter la production Des difficultés peuvent être rencontrées car de nombreux ports sont dans des zones protégées	
Ratio du coût d'implantation	1,1 €HT/Wc	Ombrière simple : 1,9 €HT/Wc Ombrière double : 1,5 €HT/Wc
Coût d'entretien	≈ 1,5% de l'investissement par an	
Gains prévisibles et seuil de rentabilité	Temps de retour de 6 à 10 ans si autoconsommation > 50%	Temps de retour légèrement plus long pour ombrières si autoconsommation > 50%
Production d'énergie	Entre 1100 et 1300 kWh/kWc.an	
Potentiel d'autoconsommation sur site	Objectif fixé à 50%	
Impact carbone	- 0,027 kg éq. CO ₂ /kWh (par rapport au mix énergétique français)	

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Les aides mobilisables

Nom	Modalités du financement	Conditions d'application
FEDER Installations photovoltaïques en auto-consommation et sans vente du surplus	Assiette éligible > 150 000 € Jusqu'à 20% des dépenses éligibles	Puissance ≤ à 500 kWc Les installations imposées par la réglementation ne sont pas éligibles Mise en place d'un télésuivi des installations exigées Fourniture d'une étude technico-économique Taux potentiel d'autoconsommation minimum de 90%
FEDER ou Région Géothermie y compris thalassothermie	Se référer à la fiche correspondante Le montant de l'aide accordée couvre généralement une très faible part du montant des travaux	Nombreuses fiches CEE dans lesquels sont présentés les conditions d'applications propre aux travaux envisagés, elles sont accessibles ici : https://calculateur- cee.ademe.fr/user/fiches/BAT
FEDER ou Région Géothermie y compris thalassothermie	Région : Assiette éligible < 150 000€ Jusqu'à 30% des dépenses éligibles, plafonnées à 45 000€ FEDER : Assiette éligible > 150 000€ Jusqu'à 50% des dépenses éligibles	Respect des exigences sur la ressources géothermale COP > 4 jours sondes et échangeurs compacts > 4,5 sur eaux Nombre d'heures équivalentes de fonctionnement à puissance nominale de la PAC supérieur à 1000heures/an
FEDER ou Région solaire thermique	Région : Assiette éligible < 150 000€ Jusqu'à 30% des dépenses éligibles, plafonnées à 45 000€ ou à 1200€ HT/m ² de capteur FEDER : Assiette éligible > 150 000€ Jusqu'à 50% des dépenses éligibles	Productivité minimale de 450 kWh/an m ² pour les sites ouverts à l'année et 300 kWh/an m ² pour les sites ouverts moins de 8 mois dans l'année
FEDER ou Région Installations de valorisation de la chaleur de récupération	Région : assiette éligible < 150 000€ Jusqu'à 30% des dépenses éligibles, plafonnées à 45 000€ FEDER : Assiette éligible > 150 000€ Jusqu'à 50% des dépenses éligibles	Le chaud ou le froid du réseau doit provenir à plus de 50% d'une source d'énergie renouvelable ou de récupération

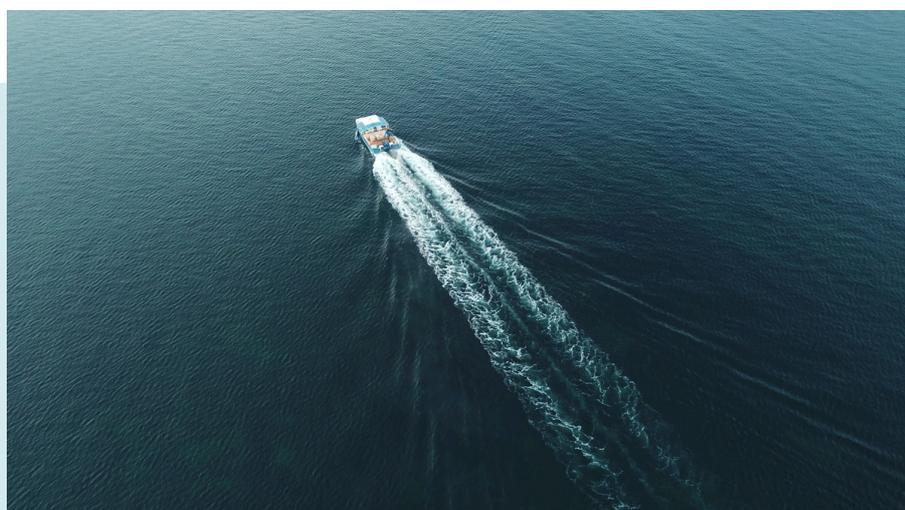
*Le FEDER soutient les investissements portés par des entités privées (de taille PME) ou des organismes publics

PRÉCONISATIONS IMPLIQUANT DES TYPOLOGIES DE PORTS ET EXPLORATIONS DE SOLUTIONS ADAPTÉES

Les aides mobilisables

LA PROPULSION DES BATEAUX

Nom	Modalités du financement (méthodes de calcul)	Conditions d'application
CEE TRA-EQ-126 Remotorisation en propulsion 100% électrique ou hybride en remplacement d'une propulsion thermique ou diesel-électrique	Pour la plaisance : $71,655 \times R \times W_i$ W_i : puissance de la motorisation initiale (kW) R : heures relevées sur la période d'utilisation	Applicable pour le transport en eau intérieure, éligible aux bateaux de plaisance. Plus d'infos sur : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/TRA-EQ-126.pdf Ex : pour un bateau de plaisance de 10 kW fonctionnant continuellement pendant la durée de relève l'aide sera de max 18,8 k€
CEE TRA-EQ-127 Acquisition d'un bateau neuf à propulsion électrique ou hybride	Plusieurs formules de calcul, se référer à la fiche CEE	Applicable pour le transport, en eaux intérieures, de marchandises ou de passagers, exploitation-maintenance, et plaisance en eaux intérieures https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/TRA-EQ-127%20vA54-1%20%C3%A0%20compter%20du%201-10-2023.pdf



PRÉSENTATION DES CABINETS AYANT RÉALISÉ L'ÉTUDE



INVESTISSEURS
DIRIGEANTS
EXPERTS
ASSOCIÉS

Contactez-nous

www.idea-associes.com

04 99 64 75 78

contact@idea-email.com

925 rue Louis Lumière - 34970 Lattes

Pourquoi IDEA ?

Créé en 2013, IDEA est un cabinet de conseil et un organisme de formation composé de plus de 30 consultants et partenaires experts dans leur domaine, formant une équipe complémentaire et expérimentée.

Notre métier

Nous proposons un accompagnement global et sur-mesure pour aider les TPE/PME à pérenniser leur performance

Ils nous font confiance



Consultant senior chez IDEA SAS.
clement.devaux@idea-email.com

PRÉSENTATION DES CABINETS AYANT RÉALISÉ L'ÉTUDE



Plus de Vert est un bureau d'études spécialisé en énergies renouvelables et en qualité énergétique et environnementale des bâtiments et des quartiers. Basé à Montpellier et travaillant surtout dans le grand Sud, il aide ses clients qui sont essentiellement des collectivités de toutes natures, à mettre en place concrètement la transition énergétique et écologique dans leur patrimoine bâti et leurs projets urbains. Travaillant en AMO ou en maîtrise d'œuvre, les 6 ingénieurs experts de Plus de Vert maîtrisent les consommations énergétiques de tous types d'équipements, et les productions d'énergie renouvelable. Parmi celles-ci, le cabinet a une expertise spécifique et rare en géothermie et photovoltaïque. Il est qualifié OPQIBI pour 4 énergies renouvelables dont le solaire thermique et le bois-énergie, ce qui en fait un référent régional.

Plus de Vert a à son actif des dizaines de chantiers toutes EnR, ce qui lui permet de conseiller ses clients sur une base solide. C'est aussi un des piliers des démarches plus globales Bâtiments Durables Occitanie et Quartiers Durables Occitanie.

Les deux ingénieurs ayant travaillé sur cette étude sont Laurent FARAVEL, gérant, et Elodie PEYSSI.

Contact : 06 07 39 69 54
09 51 00 48 09
plusdevert@plusdevert.fr
www.plusdevert.fr





MERCI POUR VOTRE
ATTENTION



Contact :
Union des Villes Portuaires d'Occitanie (UVPO)
1 avenue du Forum
11 100 NARBONNE
uvpo.contact@gmail.com