



AIPCN Section française



Journées Méditerranéennes de l'AIPCN et Assises du port du futur du Cerema 25 au 27 octobre 2023 à Sete France

Déploiement d'un Smart Grid Portuaire bas Carbone
pour le Terminal de la pointe des Grives

Auteur: Jérôme MERCIER - ARTELIA

Déploiement d'un Smart Grid Portuaire bas Carbone pour le Terminal de la pointe des Grives

- Zone insulaire avec Mix Energétique de la Martinique fortement carboné (**$753 \text{ gCO}_2\text{eq/kWh}$**)
- Objectif de mise en place d'une alimentation à quai des navires

=> Besoin d'une production locale et renouvelables d'électricité pour une alimentation bas carbone des navires

Mobilisation du potentiel Solaire

- Espace très contraint
⇒ Mobilisation de potentiel en toiture, ombrières et couverture des digues
- Terrain de type Remblais qui implique des fondations de surface dans un contexte cyclonique et sismique

Un potentiel de 1400 kWc

mais

avec des LCOE production photovoltaïque très variés : 85 à 280 €/MWh



Analyse de la variabilité solaire

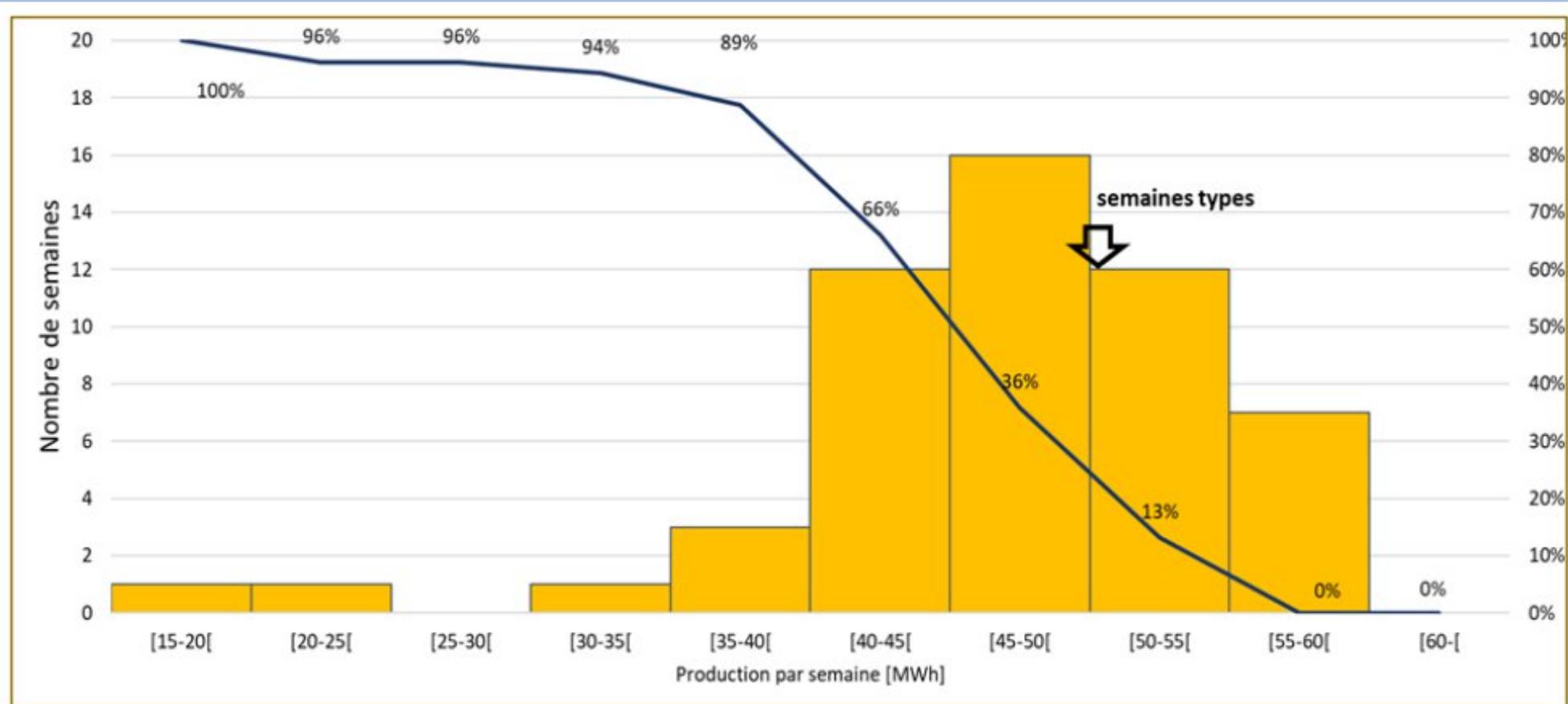


Figure 6 - Histogramme de la production PV hebdomadaire sur une année

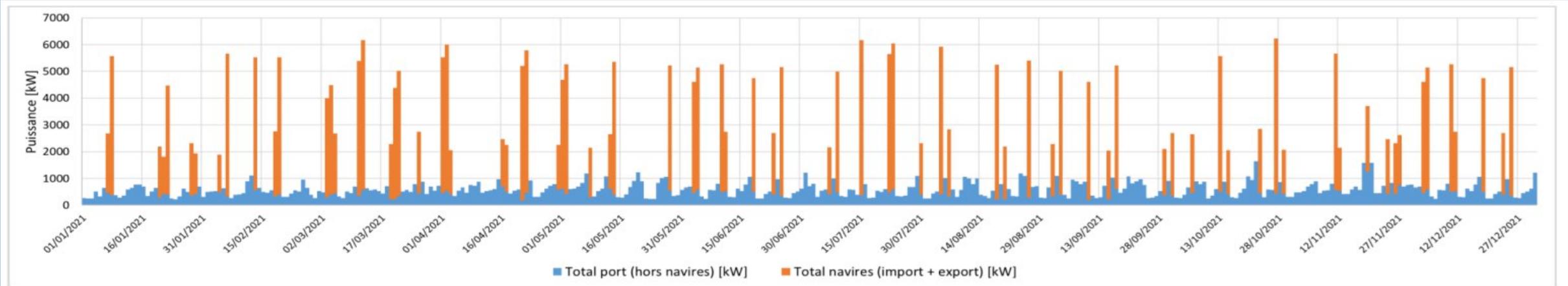


Figure 3 - Profil de consommation totale reconstituée (port et navires inclus)

Reconstitution de la demande avec alimentation à quai des navires
 =>Très forte variabilité

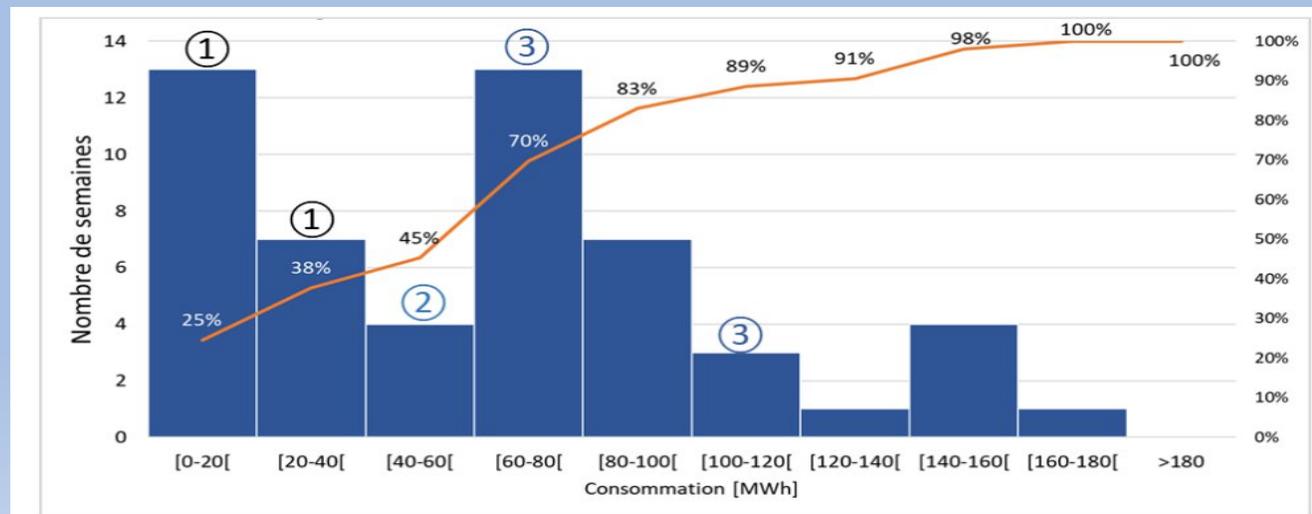


Figure 5 - Histogramme de la demande hebdomadaire des navires sur une année (2021)

Constat:

- Un réel potentiel photovoltaïque mais variable
- Une puissance de production photovoltaïque supérieure à la demande en base du Port
- Une demande très variable
- Enjeux économique du prix du kWh produit

Besoin d'une optimisation du Mix Energétique

- Dimensionner un système de stockage
- Réduire le poids carbone du mix fourni au navire tout en recherchant un optimum économique
- Sélectionner les potentiels photovoltaïques compatible avec l'objectif économique et sans injection sur le réseau public

Mise en place d'une optimisation sous contrainte

Données d'entrée

- Caractérisation des usages et fonctions des services portuaires
- Contraintes d'exploitation
- Consommations énergétiques et tarifications - historiques et campagnes de mesure
- Organisation contractuelle entre les acteurs du port
- Potentiels photovoltaïques
- Plans masse et plan des réseaux
- Autres contraintes techniques

Scénarisation

- Formulation des objectifs visés
- Identification des variables de dimensionnement à optimiser
- Elaboration de jeux de paramètres cohérents et représentatifs de différents futurs possibles portant sur les usages, les conditions d'exploitation et les coûts.

Sensibilité

- Identification des paramètres incertains
- Quantification des plages de variation de ces paramètres
- Evaluation de l'impact des incertitudes sur le résultat de l'optimisation

Optimisation

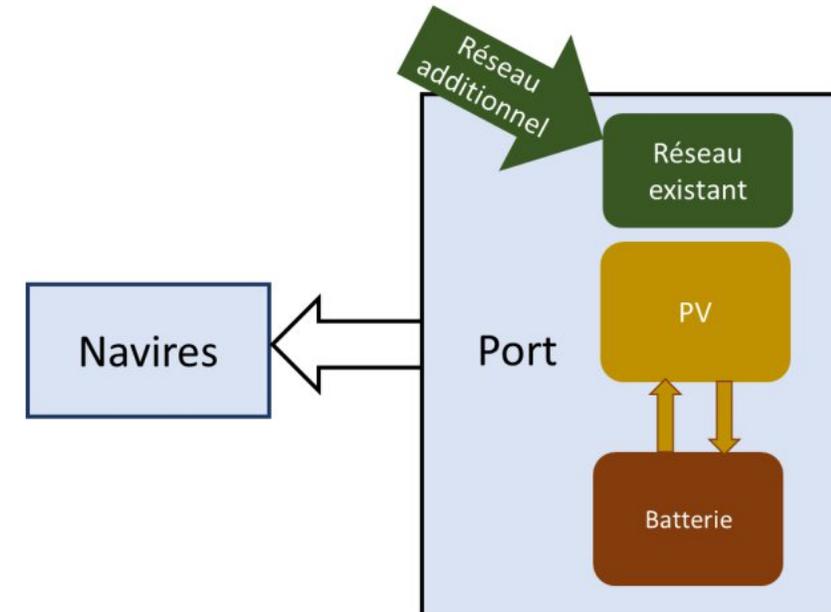
- Recherche de la configuration de moindre coût pour chaque scénario
- Dimensionnement de chaque composant
- Fonctions et services rendus
- Mode de pilotage et de gestion
- Analyse Coûts/Risques/Bénéfices des solutions obtenues
- Arbitrage sur la stratégie visée : Meilleur compromis pour le GPM

Marché Global de Performance

- Description des fonctions/services à fournir
- Indicateurs de performance
- Formulation des critères d'évaluation des offres
- Production de la documentation technique du MGP

Illustration de typologies d'indicateurs

- Garantie de production photovoltaïque
- Garantie d'autoconsommation
- Disponibilité des services rendus
- Coûts
- Disponibilité des données



Différents scénarii étudiés

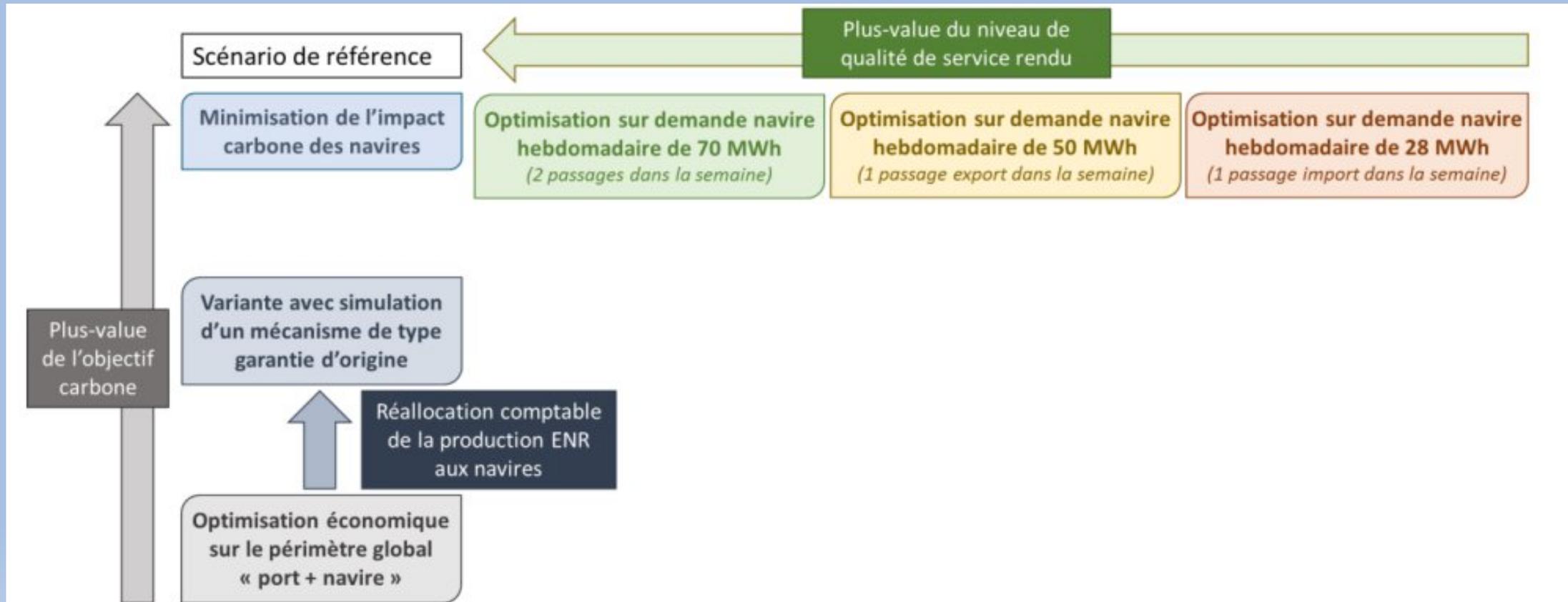


Figure 4 – Synoptique des scénarios étudiés

AIPCN Section française

SCENARIO DE REFERENCE : OPTIMISATION DE L'IMPACT CARBONE

Capacité Batterie : 54 MWh

LCOE : 190 €/MWh

Mix fourni aux navires : 380 g/kWh

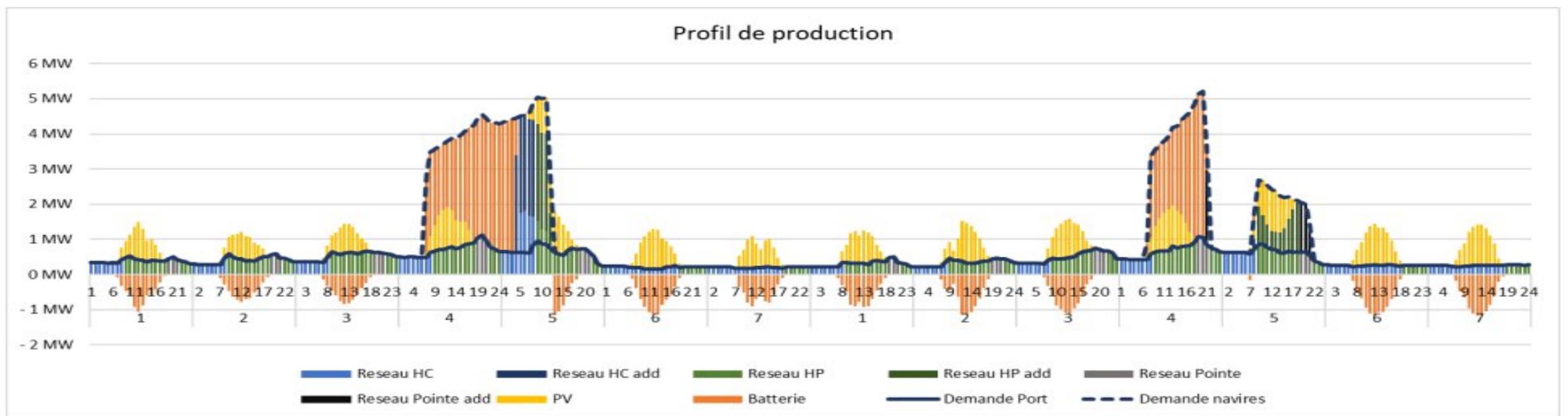


Figure 7 - Illustration de profil de production sur 2 semaines sélectionnées (Scénario de référence)

AIPCN Section française

SCENARIO 1 : OPTIMISATION ECONOMIQUE SUR UN SEMESTRE

Capacité Batterie **4,9 MWh**

LCOE **86 €/MWh**

Mix fourni aux navires : **659 g/kWh**

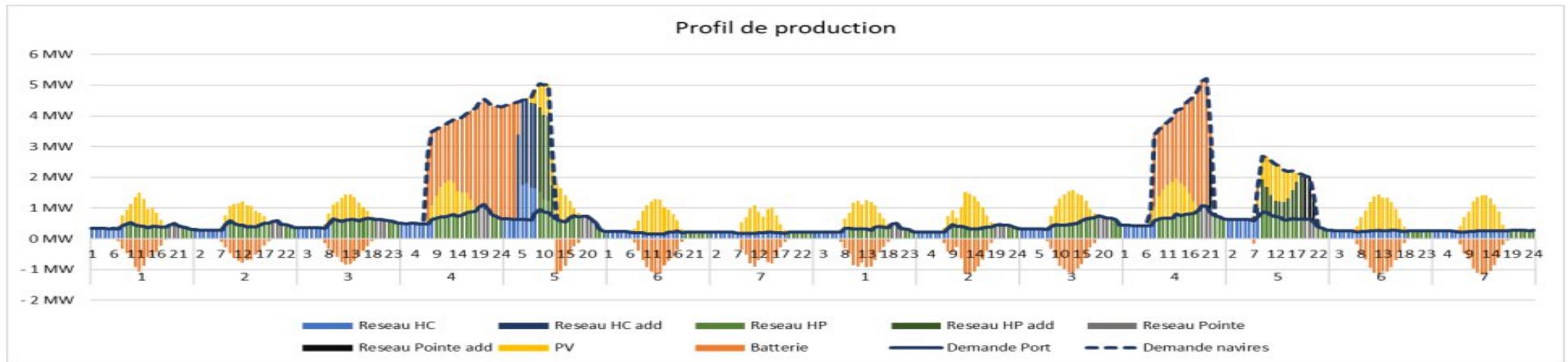


Figure 7 - Illustration de profil de production sur 2 semaines sélectionnées (Scénario de référence)

AIPCN Section française

SCENARIO 1 bis : OPTIMISATION ECONOMIQUE SUR UN SEMESTRE AVEC MECANISME ALLOCATION DE PRODUCTION

Capacité Batterie **4,9 MWh**

LCOE **86 €/MWh**

Mix fourni aux navires : **268 g/kWh**

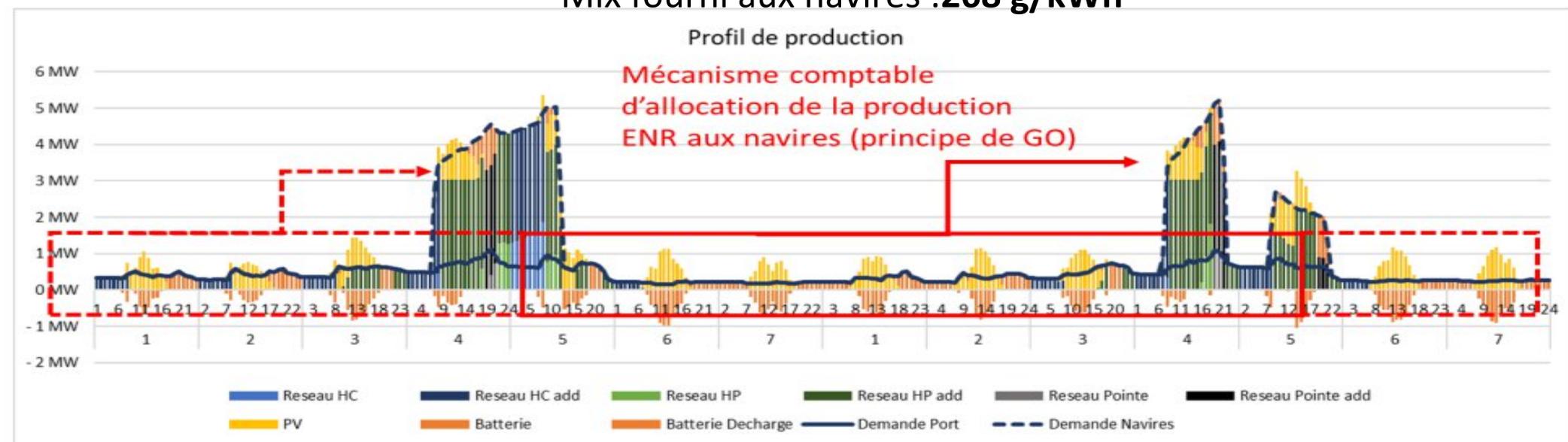


Figure 9 - Illustration de profil de production du scénario avec le mécanisme comptable d'allocation de la production EnR aux navires

CONCLUSION

Stratégie de pilotage de la batterie levier optimisation poids carbone électricité produite

Prérequis

- prévision de la production solaire
- prédiction de la demande des navires

Optimisation économique

- En l'absence de navire : excédant photovoltaïque pour réduire les consommations à la Pointe
- Optimisation puissance souscrite par le Port
- Secours du port pendant 15 min (capacité de réserve minimale)

CONCLUSION

Opportunités – Monitoring énergétique

- Fiabiliser et automatiser la refacturation
- Suivi des actions de performances énergétique