



Etude exploratoire de l'optimisation de la chaîne logistique globale des énergies marines renouvelables

ORT 12 novembre 2019
Virginie André & Nathalie Bostel

Plan de la présentation

1. Contexte de notre étude
2. Méthode de recueil d'informations
 1. Entretiens avec les acteurs
 2. Etat de l'art scientifique
 3. Etat de l'art industriel
3. Schémas logistiques
4. Les outils d'aide à la décision proposés

1. Contexte de notre étude

- ▶ Projet construit à l'origine avec Weamec en 2017
- ▶ En 2017, GE fabrique les éoliennes offshore pour le champs « Merkur » en Allemagne
- ▶ Processus de sélection des acteurs pour la fabrication et l'installation des éoliennes sur le champs de Guérande
- ▶ **Sujet** : Etude exploratoire sur la chaine logistique des éoliennes offshore

2. Méthode de recueil d'informations

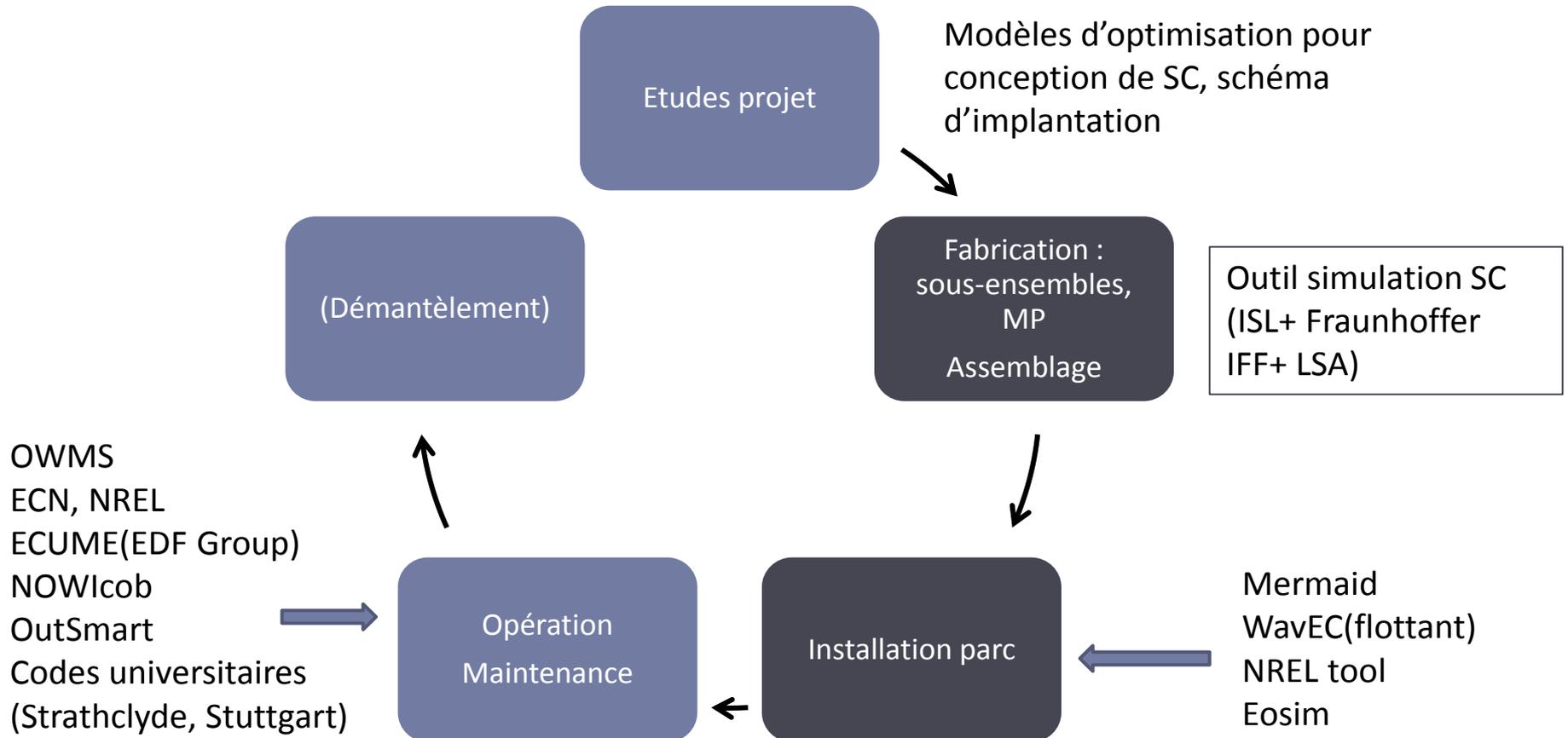
- Entretiens :
 - Blue Water Shipping (Mogens Nielsen)
 - STX (Benoit Tavernier)
 - GPMNSN (Laurent Conil)
 - Idéa Logistique (Julien Denigot)
 - Sogebbras (Yohann Feltgen)
 - TGO (Benoit Klein)

État de l'art scientifique

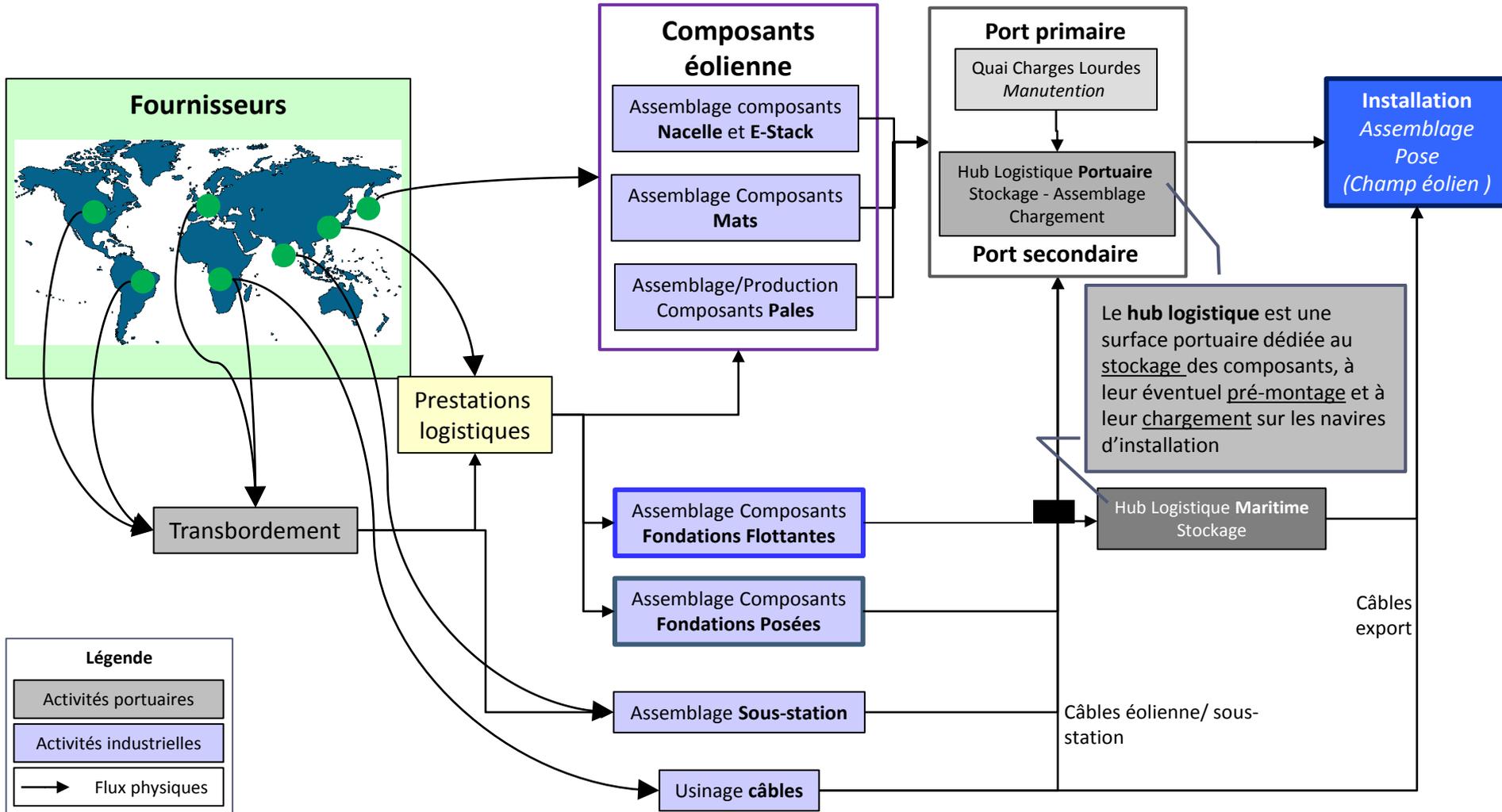
	Problèmes traités	Nombre d'articles étudiés
Stratégique	<ul style="list-style-type: none">● Localisation des parcs● Optimisation du schéma d'implantation des éoliennes dans un parc● Conception de réseaux logistiques● Stratégies de pré-montage des éoliennes	14
Tactique	<ul style="list-style-type: none">● Planification de la phase d'installation● Planification des opérations de maintenance	10
Opérationnel	<ul style="list-style-type: none">● Ordonnancement des tâches d'installation● Mutualisation des ressources d'installation	

Les outils existants

► Positionnement des outils sur le cycle de vie du projet

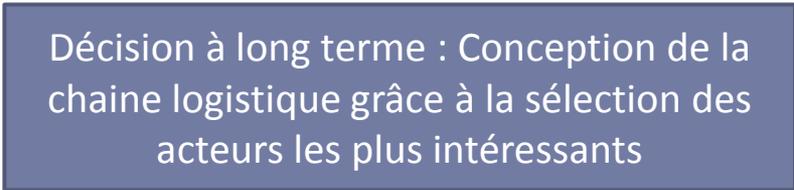


4. Schémas logistiques



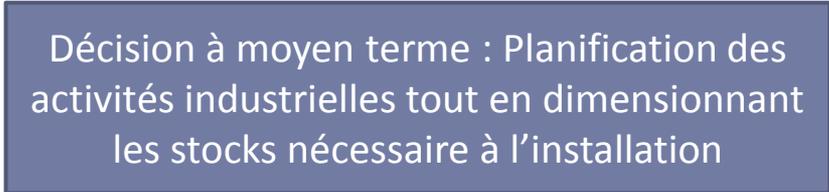
5. Les outils d'aide à la décision proposés

- Outil d'aide à la décision pour les aménagements portuaires
- Outil stratégique pour le schéma logistique global



Décision à long terme : Conception de la chaîne logistique grâce à la sélection des acteurs les plus intéressants

- Outil de planification des opérations terrestres



Décision à moyen terme : Planification des activités industrielles tout en dimensionnant les stocks nécessaire à l'installation

Aménagement portuaire

- ▶ **Utilisateurs** : Le port / le développeur
- ▶ **Objectif** : Déterminer les surfaces nécessaires pour le hub, les différentes zones et définir les équipements
- ▶ **Constat** :
 - Tout le monde se focalise sur le navire d'installation et constitue un stock trop important. Ce stock demande de l'espace et ne tient pas compte du coût des infrastructures et de stockage
 - Le coût complet n'est pas considéré dans la décision
 - La surface disponible dans les ports français est plus limitée que dans les autres ports européens

Aménagement portuaire

Entrées

- Technologie éolienne/fondation choisie
- Choix de la technique d'assemblage des composants
- Nombre de composants à stocker*
- Surface totale disponible pour l'aménagement
- Données de capacités d'accueil portuaires : longueur de quais et profondeur et les dimensions maximales autorisées pour les navires
- Résistance du sol (tonne/m²)
- Moyens et équipements disponibles portuaires
- Durée et coûts d'aménagement de chaque infrastructure supplémentaire (ex : aménagement des quais)

Objectif : Anticiper les aménagements nécessaires et valider l'adéquation entre les besoins et le choix du port

Contraintes :

- Surface disponible
- Conditions d'accès maritimes et terrestres
- Caractéristiques techniques pour l'assemblage de la technologie choisie
- Equipement nécessaires en fonction de la technologie choisie
- Equipement existant sur le port

Sorties

- Coût total d'aménagement du hub et/ou du port
- Coût total de fonctionnement du hub (manutention, stockage, transport...)
- Surface allouée au hub
- Surface disponible pour faire face aux aléas
- Liste des équipements à financer



Outil stratégique pour le schéma logistique global

▶ **Utilisateurs** : Le développeur

▶ **Objectif** :

- Assister le développeur du projet dans ses choix de sélection des sites d'implantation des acteurs (port, hub, usine) en fonction de leur localisation
- Sélectionner les modes de transport
- Structurer les flux pour l'installation



Outil stratégique pour le schéma logistique global

Entrées

- Ensemble des ports (primaire et secondaire)
- Listes des fournisseurs possibles
- Demande (nb d'éoliennes du parc) exprimée en quantité par composant
- Coûts des composants
- Les moyens de transport et leurs caractéristiques
- Coûts de transport par composant entre chaque site
- Capacité des ports exprimée en nombre d'emplacements par composant et en charge utile

Objectif : définir la chaîne logistique en sélectionnant les site d'implantation des acteurs en **minimisant le coût global**

Contraintes: politique industrielle

Type de modèle : résolution mathématique

Sorties

- Coût global incluant le transport et le stockage
- Sélection des acteurs, du port primaire et si nécessaire du port secondaire
- Schéma de la chaîne



Planification macroscopique

- ▶ Utilisateur : Le développeur
- ▶ Objectifs :
 - ▶ Définir les dates des activités des différents acteurs (fournisseur de composants principaux tels que pâles, nacelle, mâts, E-stack, câbles, fondation, sous-station et sa fondation) de la chaîne d'approvisionnement
 - ▶ Dimensionner les quantités à stocker pour assurer une installation dans les meilleures conditions (coûts, délais)



Planification macroscopique

Entrées

- Informations sur les différents acteurs de la chaîne logistique : Emplacement de l'usine, type d'activité (production, assemblage, stockage...)
- Données sur la structure du réseau logistique
- Durée des opérations
- Durée de transport entre chaque acteur du réseau
- Mode de transport
- Coût de transport
- Capacité nominale de stockage du port d'installation
- Capacité supplémentaire de stockage
- Demande de composants par période

Objectif : Respect des dates d'installation au moindre coût à partir du port choisi

Type de modèle : résolution mathématique

Sorties

- Calendrier des tâches pour les différents acteurs de la chaîne logistique
- Evaluation des besoins de stockage sur le port
- Coût total (stockage et transport)
- Robustesse de la solution

