



EUROSWAC

216-T4.3-UNE-201- Plan d'Exploitation

Ce document est traduit de l'anglais.
Dans la mesure du possible nous vous conseillons la lecture de la version originale.

Ce document a été préparé par et est la propriété des partenaires EUROSWAC et d'Interreg France (Manche) Angleterre. Il ne peut être reproduit ou communiqué à des tiers sans l'accord préalable et écrit des partenaires EUROSWAC ou d'Interreg France (Manche) Angleterre.

Rev.	Statut	Date	Auteur(s)	Description	Vérificateur	Validateur
01	A	15/03/2023	D Eatherley & J Wheaton	Version pour revue	O Zawalna-Geer & A Alexander	L Johanning
02	B	28/03/2023	D Eatherley & J Wheaton	Version pour validation	O Zawalna-Geer & A Alexander	L Johanning

Résumé exécutif

Ce plan d'exploitation combine et résume un certain nombre des résultats clés du Module de travail 4 (WP4) du projet EUROSAC financé par Interreg, afin de dresser un bilan des rapports et de l'apprentissage sur la façon de concevoir, d'entreprendre une conception d'ensemble et d'évaluer les systèmes SWAC. La climatisation à l'eau de mer (SWAC) exploite la différence de température naturelle entre l'eau de mer et l'air extérieur, l'eau agissant en fait comme une source de chaleur ou un réfrigérant. Le SWAC a rarement été envisagé pour l'Espace Manche en raison de l'incertitude quant à son efficacité et sa rentabilité dans les sites où l'eau est relativement peu profonde et où le gradient de température a tendance à être minime et soumis à des fluctuations saisonnières. Le projet EUROSAC répond à cette incertitude en concevant et en validant des solutions SWAC rentables dans l'Espace Manche.

Le plan d'exploitation reprend les principales conclusions exploitables ; un résumé de deux projets de démonstration (Brixham Lab et National Lobster Hatchery) et l'examen d'éventuels futurs sites de réplification du SWAC. Il prend également en compte les principaux groupes cibles susceptibles d'utiliser le SWAC ainsi que les obstacles et les catalyseurs potentiels pour ceux qui souhaitent installer un système SWAC au Royaume-Uni ou en France.

Les résultats du WP soulignent que le SWAC offre une solution potentielle aux coûts énergétiques élevés et à l'utilisation de produits chimiques requis par les systèmes de climatisation (AC) traditionnels, cependant, alors que le coût de l'eau est faible, les coûts d'installation des canalisations de captage et de retour peut être un facteur limitant. Les sites doivent donc être sélectionnés (a) là où il y a une infrastructure existante, ou (b) où la distance entre le captage/le retour est proche de l'endroit où le refroidissement/le chauffage est requis (c) où il y a un passage qui peut être négocié et sécurisé pour l'échangeur thermique et le réseau de conduites. Les facteurs critiques associés à la prise de décision d'explorer le SWAC sont présentés à la figure 6, section 4.6.

Il existe d'autres barrières et obstacles au déploiement du SWAC, autres que le coût ; un manque de connaissance de la technologie SWAC ; les fluctuations saisonnières des besoins thermiques des utilisateurs finaux ; des considérations environnementales et les exigences en matière de permis ; la durée de vie limitée des équipements dans un environnement marin difficile ; et les barrières d'assurance et d'investissement qui accompagnent une nouvelle technologie peu testée.

Cependant, en termes de potentiel de déploiement de SWAC dans la zone Manche, un échantillon initial de 601 sites de réplification possibles dans 137 localités côtières en Angleterre et en France a été rassemblé sur la base d'une évaluation bathymétrique et de critères définis dans le plan de projet, ainsi que d'autres facteurs, notamment la proximité du rivage, la taille de la population, la présence d'industries clés et les technologies CVC¹ dominantes. Les régions de l'Espace Manche présentant un potentiel de chauffage et de

¹ Chauffage – Ventilation - Climatisation

refroidissement tout au long de l'année sur la base d'une analyse des températures de la mer et de l'air ont également été identifiées.

L'un des principaux catalyseurs de l'installation du SWAC serait les sites pouvant adopter une mise en place commune d'extraction de l'eau et d'échange de chaleur municipale, pour une connexion par un éventail d'utilisateurs individuels. Cela compense les coûts d'installation et limite également potentiellement les autorisations environnementales et marines, en adoptant un seul point de prélèvement et de retour. La modélisation des cycles de vie de 60 ans du SWAC a également souligné que si l'installation traditionnelle nécessiterait un remplacement tous les 20 ans (postulat), une approche plus rentable et plus bénéfique pour la société pourrait consister à adopter les principes de l'économie circulaire et à concevoir l'installation pour qu'elle ait un cycle de vie long avec des composants réutilisables ou recyclables.

Cinq communautés côtières ont été identifiées qui pourraient bénéficier d'installations SWAC à l'échelle de la circonscription, dans lesquelles un seul pipeline de captage est partagé par plusieurs sites : Brighton, Falmouth, Plymouth en Angleterre et Calais en France. En termes de secteurs clés susceptibles de bénéficier du SWAC : les attractions touristiques et de loisirs, l'hôtellerie et le commerce de détail ont été identifiés, et dans une moindre mesure les ports et le transport maritime, les centres de données informatiques, les installations nucléaires, les énergies marines et l'aquaculture.

Pour un déploiement à plus long terme du SWAC dans l'Espace Manche, les efforts de communication et de diffusion doivent être ciblés sur ces secteurs. Une première analyse conservatrice indique qu'entre 50 et 200 nouveaux emplois pourraient être créés en fonction du nombre de nouveaux sites potentiels d'installation de SWAC identifiés dans l'Espace Manche.

Table des matières

Résumé exécutif.....	2
Table des matières	4
Abréviations	7
Remerciements	8
Introduction	8
1.1. Le projet EUROSAC	8
1.2. Objectifs du plan d'exploitation.....	9
2. Extrants exploitables	10
2.1. Introduction	10
2.2. Validation des performances du SWAC dans l'Espace Manche.....	10
2.3. Une meilleure connaissance des eaux de la Manche	11
2.4. Compréhension de l'impact du SWAC sur les milieux marins	11
2.5. Demandes de permis et instructions.....	12
2.6. Dessins, conception et spécifications techniques des composants et du système global de la solution innovante SWAC.....	13
2.7. Conception et spécifications des travaux de génie civil onshore/offshore nécessaires pour les systèmes SWAC innovants	13
2.8. Etudes d'ingénierie R&I pour renforcer l'optimisation d'une installation SWAC.....	13
2.8.1. Système de conduites auto-ensouilleuses pour SWAC	13
2.8.2. Concept de conduites flexibles pour SWAC.....	14
2.8.3. Potentiel de corrosion pour les structures métalliques SWAC.....	14
2.9. Rapports de l'installation sur site d'un système SWAC (au niveau composants et système).15	
2.10. Outils, méthodes et solutions pour améliorer la répliquabilité du SWAC après la fin du projet.	15
2.10.1. Outil d'optimisation de conception SWAC.....	15
2.10.2. Business Plan et outil de	16
2.11. Business model et analyse de marché du SWAC.....	17
2.12. Potentiel aquacole.....	17
3. Projets de démonstrateurs et études de faisabilité	17
3.1. Laboratoire de Brixham.....	17
3.2. NLH, Newlyn.....	18
3.3. Études de faisabilité	20
4. Futurs sites de répliquabilité	20
4.1. Introduction	20
4.2. Évaluation bathymétrique	20
4.2.1. Identification des emplacements et des sites.....	20
4.2.2. Emplacements avec potentiel de refroidissement en été	21

4.2.3.	Emplacements avec potentiel de refroidissement et de chauffage en hiver	22
4.2.4.	Emplacements avec potentiel de refroidissement et de chauffage toute l'année.....	23
4.3.	Réplication à court terme – sites individuels.....	24
4.3.1.	Carbis Bay Hotel and Resort (Royaume-Uni)	25
4.3.2.	Les Glénans (France)	25
4.3.3.	Glacière municipale d'Étel (France)	25
4.3.4.	Nausicaá - Centre National de la Mer (France).....	26
4.3.5.	Océanopolis (France)	26
4.3.6.	Grand site industriel (France)	27
4.4.	Réplication à court terme – sites à l'échelle de la communauté.....	27
4.4.1.	Brighton (Royaume-Uni)	27
4.4.2.	Calais (France)	27
4.4.3.	Falmouth (Royaume-Uni).....	27
4.4.4.	Plymouth (Royaume-Uni).....	28
4.5.	Secteurs de marché à long terme.....	28
4.5.1.	Hébergement à l'hôtel	28
4.5.2.	Tourisme et loisirs.....	29
4.5.3.	Commerce de détail, incluant les supermarchés.....	29
4.5.4.	Autres secteurs de marché prometteurs.....	30
4.5.5.	Potentiel de création d'emplois du SWAC.....	32
4.6.	Cadre de décision	32
5.	Groupes cibles et activités d'exploitation	35
5.1.	Groupes cibles.....	35
5.2.	passées et prévues	38
5.3.	Activités d'exploitation futures proposées et calendrier.....	41
6.	Diffusion des connaissances.....	44
6.1.	Droits de propriété intellectuelle	44
6.2.	Publications et libre accès	44
7.	Obstacles potentiels et solutions	46
7.1.	Introduction	46
7.2.	Coût.....	46
7.3.	Méconnaissance.....	48
7.4.	Fluctuations saisonnières des besoins thermiques	48
7.5.	Barrières environnementales	48
7.6.	Barrières liées à l'accessibilité	49
7.7.	Exigences en matière de permis.....	49
7.8.	Perturbations des opérations d'un site	50
7.9.	Durée de vie limitée des équipements.....	50
7.10.	Obstacles liés aux compétences techniques	50

7.11. Obstacles liés l'approvisionnement	51
7.12. Obstacles liés aux polices d'assurances et opportunités d'investissement	51
7.13. Barrières légales ou contractuelles	51
7.14. Faibles prix de l'énergie	51
8. Opportunités de financement pour l'installation de SWAC	52
8.1. Opportunités de financement au Royaume-Uni	52
8.2. Opportunités de financement françaises	54
9. Conclusions	55

Abréviations

Conseil de l'industrie de la climatisation et de la réfrigération ACRIB (Royaume-Uni)

ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (France)
AREA	Association Européenne de la Climatisation et de la Réfrigération
BEIS	Department for Business, Energy & Industrial Strategy (Royaume-Uni)
CAPEX	Dépenses d'investissement
CE	économie circulaire
CFD	dynamique des fluides computationnelle
DCA	Alliance des centres de données
DE	Doris Ingénierie (France)
Defra	Department for Environment Food and Rural Affairs (Royaume-Uni)
DM	Doris Marine (France)
DPI	Deprofundis (France)
EDF	Électricité de France
EIA	Évaluation de l'impact environnemental
ENSTA	École Nationale Supérieure de Techniques Avancées (France)
FOWT	Éoliennes offshore flottantes
GHNH	Green Heat Network Fund (Royaume-Uni)
CVC	chauffage, ventilation et climatisation
HVCA	Association des entrepreneurs en chauffage et ventilation (Royaume-Uni)
PI	propriété intellectuelle
DPI	droit de propriété intellectuelle
SC	Secrétariat conjoint du fonds Européen France (Manche) Angleterre
ACV	Analyse du cycle de vie
LCC	Coût du cycle de vie
LEP	Partenariats d'entreprises locales (Royaume-Uni)
MMO	Organisation de gestion maritime (Royaume-Uni)
NLH	National Lobster Hatchery (Royaume-Uni)
NOC	National Oceanography Centre (Royaume-Uni)
OEE	Ocean Energy Europe
Ofgem	Office of Gas and Electricity Markets (Royaume-Uni)
Opex	Dépenses opérationnelles d'exploitation
OTEC	Convertisseurs d'énergie thermique océanique
PMBA	Pôle Mer Bretagne Atlantique (France)
PMM	Pôle Mer Méditerranée (France)
RHI	Renewable Heat Incentive (Royaume-Uni)
SACP	Protection cathodique de l'anode sacrificielle
sLCA	Analyse du cycle de vie sociale
SSSI	Site d'intérêt scientifique particulier (Royaume-Uni)
SWAC	Climatisation eau de mer
UKRI	UK Research & Innovation (Royaume-Uni)

Remerciements

Des représentants de ces organisations externes ont aimablement offert leur contribution d'expert à ce plan d'exploitation : BEIS, Cardiff University, Community Energy Plus, Commonwealth Secretariat, Devon Communities Together, Devon County Council, Commission européenne, European Environmental Bureau, EPSRC et Maritime UK South West.

Introduction

1.1. Le projet EUROSAC

Comme ailleurs, le changement climatique anthropique entraîne une augmentation de la demande de refroidissement dans les communautés côtières autour de la Manche. Ce refroidissement est presque invariablement fourni à l'aide de refroidisseurs, qui consomment de grandes quantités d'électricité à un coût financier considérable pour l'utilisateur final. De plus, l'énergie utilisée par le refroidissement conventionnel provient partiellement ou entièrement de la combustion de combustibles fossiles, ce qui entraîne l'émission de gaz à effet de serre et entrave les efforts du Royaume-Uni, de la France et d'autres gouvernements européens pour atteindre leurs objectifs climatiques urgents.

La climatisation à l'eau de mer (SWAC) exploite la différence de température naturelle entre l'eau de mer et l'air extérieur, l'eau agissant en fait comme un réfrigérant. Il existe une limite inférieure au refroidissement que SWAC peut directement fournir, un système typique est capable d'atteindre un objectif d'environ 5°C, mais en conjonction avec d'autres technologies de refroidissement, il peut réduire considérablement l'énergie globale nécessaire pour atteindre les températures les plus basses. Au cours des dernières décennies, SWAC est apparu comme une alternative prometteuse à faible coût et à faible émission de carbone au refroidissement conventionnel, avec le potentiel de réduire considérablement les coûts d'exploitation par rapport à une installation CVC (chauffage, ventilation et climatisation) standard, en raison d'un besoin réduit d'électricité et d'intrants chimiques. Le principe SWAC peut également être utilisé avec d'autres masses d'eau naturelles, telles que les rivières et les lacs ; et dans certaines situations, le SWAC peut être utilisé à l'envers, c'est-à-dire chauffer un bâtiment lorsque la température de l'air tombe nettement en dessous de celle d'un plan d'eau à proximité.

Jusqu'à présent, les installations SWAC ont généralement été limitées aux zones côtières tropicales proches des eaux profondes (environ 1 000 mètres de profondeur), où un différentiel de température air-eau de mer significatif et constant est disponible toute l'année grâce à l'accès à l'eau froide des profondeurs océaniques. En revanche, la technologie a rarement été envisagée pour l'Espace Manche en raison d'un manque d'informations quant à son efficacité et sa rentabilité dans les sites où l'eau est relativement peu profonde et où le gradient de température a tendance à être minime et soumis à des fluctuations saisonnières. Au Royaume-Uni, et probablement dans d'autres parties de

L'Espace Manche, l'exploitation de l'énergie thermique de l'eau de mer s'est à ce jour concentrée sur la fourniture de chaleur en hiver, plutôt que sur le refroidissement en été (par exemple, en 2014, le National Trust a installé la première pompe à chaleur de source marine du Royaume-Uni à Plas Newydd House à Anglesey, Pays de Galles.)²

Cofinancé par le Fonds européen de développement régional, le projet EUROSAC répond à cette incertitude en concevant et en validant des solutions SWAC rentables dans l'Espace Manche. Bénéficiant de l'expertise de 11 partenaires académiques et industriels basés au Royaume-Uni et en France, EUROSAC vise à fournir une analyse approfondie des caractéristiques uniques de la Manche, et à développer et tester en conditions réelles un prototype SWAC sur deux sites de démonstration britanniques : le Brixham Laboratory, Devon, et le National Lobster Hatchery (NLH) à Newlyn, Cornwall. Les données empiriques recueillies sur ces sites de démonstration ont contribué aux résultats clés du projet (énumérés à la section 2). Plusieurs études de faisabilité ont également été initiées en France (voir section 3.3).

1.2. Objectifs du plan d'exploitation

Ce plan d'exploitation, développé à la suite de discussions avec tous les partenaires du projet EUROSAC ainsi que via un engagement avec certaines organisations externes clés ayant une expertise dans les énergies renouvelables, fait partie des résultats de la recherche pour le module de travail T4 du projet EUROSAC. Le Plan d'Exploitation détaille les activités nécessaires pour diffuser les résultats du projet à un large éventail de parties prenantes, permettant aux utilisateurs finaux potentiels de prendre connaissance des résultats du projet et d'en bénéficier, facilitant ainsi l'essor du SWAC dans l'Espace Manche. Le plan aide à atteindre les objectifs définis dans le plan de projet initial, en renforçant les liens entre les universités et l'industrie au sein de la chaîne de valeur, en améliorant la compétitivité au sein de l'Espace Manche, en facilitant de nouveaux projets SWAC dans l'Espace Manche et en diffusant les résultats qui pourraient conduire à des progrès relatifs aux objectifs énergie-climat du Royaume-Uni et de la France.

9

Plus précisément, le plan d'exploitation couvre les éléments suivants :

- [Extrants exploitables](#) : Les principaux résultats et autres extrants issus du projet EUROSAC au profit des futurs utilisateurs finaux.
- [Projets de démonstration](#) : Un résumé des travaux entrepris sur deux sites (Brixham Lab et NLH) qui a contribué à plusieurs résultats de projets d'EUROSAC.
- [Futurs sites de réplication](#) : détails des sites et des segments de marché à envisager à l'avenir. Ceux-ci comprennent au moins 12 futurs sites potentiels de réplication à court terme (avec un dans chaque région de l'Espace Manche) et trois segments de marché clés à long terme.

²<https://www.kimpton.co.uk/marine-source-heat-pump-plas-newydd/>

- [Groupes cibles et activités d'exploitation](#) : Indiquer comment et à qui les résultats du projet EUROSAC doivent être diffusés. Les activités d'exploitation passées sont également détaillées.
- [Propriété des connaissances](#) : détailler comment la propriété intellectuelle des résultats du projet EUROSAC sera gérée.
- [Obstacles potentiels](#) : Les obstacles potentiels qui devraient être pris en compte lors de la tentative de diffusion des résultats du projet EUROSAC ou de leur réplification dans de futurs sites - et comment ceux-ci pourraient être surmontés.
- [Sources de financement](#) : Soutien à ceux qui souhaitent installer un système SWAC en Angleterre ou en France.

2. Extrants exploitables

2.1. Introduction

Cette section détaille les résultats exploitables du projet EUROSAC. La nature variée des résultats démontre la collaboration interdisciplinaire entre l'industrie et le milieu universitaire qui a eu lieu au cours du projet. Les résultats reflètent les considérations environnementales des futures installations SWAC, les composants techniques requis à la fois pour l'installation et l'exploitation d'un système SWAC, ainsi que l'optimisation et les modèles commerciaux potentiels requis pour l'adoption future de SWAC. Ensemble, ils forment une précieuse banque de connaissances pour faciliter l'installation des systèmes SWAC dans l'Espace Manche.

10

2.2. Validation des performances du SWAC dans l'Espace Manche

Un des résultats de l'EUROSAC est la démonstration qu'un système SWAC peut fonctionner dans les mers tempérées relativement peu profondes de l'Espace Manche, et dans des eaux similaires au-delà de l'Espace Manche. Les phases de test et de surveillance ont validé - dans un environnement réel - la conception et les performances des composants SWAC en eau peu profonde, ouvrant la voie à sa commercialisation et à sa réplification par d'autres utilisateurs finaux. Le projet EUROSAC démontre clairement que SWAC peut jouer un rôle important dans la transition énergétique, et qu'à l'avenir, il devrait être systématiquement considéré comme faisant partie d'une solution potentielle de CVC à faible émission de carbone dans les sites côtiers.

Auparavant, on supposait que pour que le SWAC soit efficace, un gradient de température constant et conséquent entre l'air et l'eau était nécessaire. Le mélange par diverses marées et courants d'eaux à différentes profondeurs signifie qu'une telle stratigraphie thermique établie est souvent moins facilement disponible dans la Manche par rapport aux sites tropicaux (voir section 4.2). Cependant, le projet EUROSAC a démontré que lorsqu'elle est utilisée en combinaison avec des pompes à chaleur eau/air réversible pour le chauffage et le

refroidissement, la technologie peut réduire considérablement la consommation d'électricité d'un site - et son empreinte carbone. Les cartes thermiques produites pour le projet (voir la section 2.3) montrent que si les températures de la mer restent globalement similaires toute l'année, en hiver, les eaux sont généralement légèrement plus chaudes que l'air, ce qui permet d'utiliser le SWAC pour le chauffage avec l'ajout d'une pompe à chaleur; et en été les températures de l'eau de mer sont plus basses, permettant leur utilisation pour le refroidissement (avec la pompe à chaleur utilisée à l'envers).

De plus, l'absence de stratification thermique signifie que les longueurs de tuyaux peuvent être considérablement plus courtes - c'est-à-dire que l'eau de mer pompée à 50 mètres de profondeur ne sera pas beaucoup plus froide qu'à 10 mètres. Cela réduit potentiellement les coûts d'installation et de maintenance d'un « SWAC tempéré » par rapport à son homologue tropical. Les résultats des sites de démonstration de Brixham Lab et NLH (section 3) suggèrent que les installations SWAC à petite échelle pour les sites ayant des besoins en énergie relativement faibles sont également viables, et que la flexibilité peut être intégrée dans la conception de ces applications en maintenant une approche modulaire. De plus, les essais au Brixham Lab ont généré de précieuses données en utilisation réelle pour ceux qui conçoivent les futurs systèmes SWAC afin de compléter les résultats des modèles théoriques.

2.3. Une meilleure connaissance des eaux de la Manche

Le projet EUROSAC diffuse une cartographie complète du littoral de la Manche, permettant de mieux comprendre les facteurs physiques clés qui peuvent affecter la conception et l'optimisation d'un futur système SWAC. Cela comprend une étude détaillée de l'hydrologie (p. ex. marées, courants), de la morphologie (p. ex. bathymétrie, géomorphologie), de la sédimentologie et des changements saisonniers. Les résultats incluent également des cartes thermiques complètes pour la zone de la Manche, montrant les zones avec une différence significative entre les températures de surface et de l'eau de mer à différentes profondeurs (Section 2.3). Ces cartes, associées à l'analyse du marché (section 2.11), aident à cibler les utilisateurs finaux les plus appropriés et à poser les bases d'une réplification rapide de la technologie SWAC. De plus, le projet diffuse l'analyse des contraintes et des caractéristiques liées à la biodiversité à travers des études sur les mesures de la qualité de l'eau de mer, l'analyse des sédiments et la simulation de la réorganisation des sédiments suite aux travaux maritimes. Ces données peuvent être utilisées dans de futures activités de recherche offshore.

11

2.4. Compréhension de l'impact du SWAC sur les milieux marins

Une série de résultats du projet EUROSAC ont amélioré la compréhension des impacts probables sur l'environnement naturel lorsqu'un système SWAC est installé. Par exemple, l'Université de Plymouth a mené une modélisation de la dynamique des fluides computationnelle (CFD) des impacts sur l'environnement marin de l'évacuation de l'eau chaude de tout système (y compris SWAC) qui exploite l'énergie thermique de l'eau de mer

pour chauffer ou refroidir un bâtiment. La recherche montre comment les courants marins et les vagues affectent les températures de l'eau libérée et montre comment cette relation varie selon les différentes conceptions de conduites d'évacuation. À l'avenir, les personnes ayant une formation en ingénierie pourront utiliser ces modèles CFD pour tester les impacts des nouvelles conceptions SWAC. Une découverte importante de cette nouvelle recherche est que les impacts environnementaux du rejet d'eau chaude d'un système SWAC dans la mer semblent négligeables.

D'autres données sur les impacts de l'action des vagues sur le système SWAC ont été recueillies à l'installation COAST de l'Université de Plymouth. Ce dernier offre la possibilité de tester des modèles physiques avec des vagues, des courants et du vent combinés, à des échelles appropriées pour les tests d'appareils, les tests de réseaux, la modélisation environnementale et l'ingénierie côtière.³

En collaboration avec NKE Instrumentation, spécialiste de la surveillance de la qualité de l'eau, les chercheurs de l'Université de Plymouth ont également déployé deux bouées marines instrumentées comme plateforme d'observation environnementale. Les bouées sont immergées à environ 20 mètres du laboratoire de Brixham ; et leurs capteurs ont fourni des données de base sur la qualité de l'eau (y compris la température de l'eau, la turbidité, les niveaux de pH et la réduction d'oxygène) de juillet 2022 à janvier 2023. Les capteurs, qui ont été utilisés pour confirmer les modèles théoriques, sont capables de surveiller les impacts « réels » d'un système SWAC en opération. NKE et l'Université de Plymouth ont également développé une nouvelle interface de données permettant aux utilisateurs de visualiser et de stocker les données générées par cette plateforme d'observation environnementale.

12

Les résultats comprennent également une étude, menée par Doris Marine, sur les méthodes existantes pour atténuer l'encrassement biologique qui conclut que l'utilisation du chlore est l'approche la moins chère, avec des alternatives plus respectueuses de l'environnement qui s'ajoutent au coût d'installations et d'entretien d'un SWAC. Tous les travaux, rendus publics, peuvent être utilisés par d'autres projets pour réduire les impacts environnementaux dans les installations SWAC en cours de développement et futures.

2.5. Demandes de permis et instructions

L'Université de Plymouth a produit une analyse et un rapport sur les exigences et les réglementations en matière de permis au Royaume-Uni et en France régissant ceux qui souhaitent installer un système SWAC : 216-T1.5-UNP-001 Demande de permis (rapport public). Ce dernier fournit une aide à la gestion de ce qui constitue un obstacle et s'avère coûteux.

³ <https://www.plymouth.ac.uk/schools/school-of-engineering-computing-and-mathematics/coast-laboratory>

2.6. Dessins, conception et spécifications techniques des composants et du système global de la solution innovante SWAC.

Ce résultat consiste en la conception globale de la solution dirigée par DPI. Cette conception comprend les dessins mécaniques de l'ensemble du système, les schémas logiques et la notice d'exploitation (pour le fonctionnement du système) et les rapports de sécurité pertinents, ainsi que la définition et l'élaboration d'un ensemble complet de spécifications techniques pour les composants SWAC (par exemple, pompes, échangeurs de chaleur, filtres, instrumentation et commandes).

2.7. Conception et spécifications des travaux de génie civil onshore/offshore nécessaires pour les systèmes SWAC innovants

Mené par Doris Marine, cette étude met en évidence les spécifications nécessaires des installations offshore (installation des conduites, pompes sous-marines, ballastes, structure de fixation) et onshore (bâtiment, conduites) ainsi que les interfaces entre l'offshore et parties terrestres.

2.8. Etudes d'ingénierie R&I pour renforcer l'optimisation d'une installation SWAC

13

Le projet partage les résultats liés au développement de trois nouvelles technologies, qui sont présentés plus en détail ci-dessous :

- Un système d'auto-enfouissement des conduites d'eau rigides,
- Un concept de conduite flexible pour les conduites d'eau ;
- Recherche sur le ralentissement du potentiel de corrosion des structures métalliques dans l'océan.

Ces innovations contribueront à la réduction du coût du système SWAC en réduisant à la fois le coût matériel et le coût d'installation.

2.8.1. Système de conduites auto-ensouilleuses pour SWAC

Une grande partie des coûts induits par les installations marines, telles que celles d'énergie offshore, est lié à la pose des conduites. Dans le cas des systèmes SWAC, la conduite d'abstraction doit être enterré près du rivage pour plusieurs raisons :

- Isoler thermiquement l'eau d'alimentation (on ne veut pas que l'eau froide de la mer soit réchauffée par de l'eau plus chaude près de la surface) ;
- Afin d'éviter de perturber la pêche et autres activités ;
- Afin de stabiliser et protéger la conduite de dommages physiques dus aux courants et aux vagues.

Typiquement, lors de l'enfouissement d'une conduite en mer, on utilise des tranches sous-marines qui injectent de l'eau dans le fond marin sous les tronçons de conduite à enfouir, liquéfiant les sédiments et permettant au poids du tuyau de le faire s'enfoncer dans le substrat. C'est un processus coûteux. Le système de conduites auto-ensouilleuses, développé et testé par DPI et Doris Engineering, offre un moyen d'éviter certains coûts. Le système testé comporte un tuyau supplémentaire sous-jacent à la conduite à enterrer qui injecte l'eau de mer dans le fond marin et évite le recours à des tranches sous-marines. Le résultat du projet EUROSAC est un premier prototype testé (216-T2.3-DEN-006 -Self Burying Rigid Pipe System Tests_Report).

2.8.2. Concept de conduites flexibles pour SWAC

Les tests du concept de conduites flexibles menés par Doris Engineering et se sont achevés fin mars 2023. Comme pour le système de conduites auto-ensouilleuses, cette solution révolutionnaire offre un moyen de réduire les coûts élevés associés à l'utilisation de tranches, de machines à jet d'eau et de navires pour installer des sections de conduites rigides en acier ou en PEHD sur le fond marin. L'utilisation de conduites flexibles permet de dérouler en une seule fois un tronçon entier de conduites à partir d'une bobine et de les suspendre au fond de la mer sur des élingues, ce qui réduit les coûts d'investissement jusqu'à 50 %. Les conduites rigides sont largement utilisées dans l'industrie pétrolière et gazière pour la robustesse nécessaire qu'elles offrent lors du pompage de ces produits. Cependant, dans le SWAC, étant donné que seule l'eau de mer est pompée, des conduites flexibles devraient être suffisantes. Pourtant, une conduite flexible peut être plus vulnérable aux courants et à d'autres perturbations qui la tordent. Les partenaires de l'EUROSAC ont étudié les impacts de l'hydrodynamique sur les conduites flexibles en mer, développant une nouvelle méthodologie de modélisation. Ils ont également testé l'effet que produirait l'installation de différents types de conduites flexibles. Ces résultats peuvent être utilisés pour éclairer la conception des futurs systèmes SWAC, ou de toute autre installation marine utilisant des conduites flexibles (216-T2.3-DEN-003 - SWAC-R&D - Model Calibration Report -rev01).

14

2.8.3. Potentiel de corrosion pour les structures métalliques SWAC

Les partenaires de l'EUROSAC, Doris Marine et NKE, ont mené des recherches sur le potentiel de la protection cathodique des anodes sacrificielles (SACP) pour ralentir la corrosion des composants métalliques sous-marins d'un système SWAC. Les anodes sacrificielles sont des métaux hautement actifs utilisés pour empêcher la corrosion d'une surface de matériau moins actif. ⁴Les performances de deux systèmes SACP installés à l'Institut Français de la Corrosion de Brest ont été évaluées sur une période de six mois. Si le SACP s'avère efficace, cela réduira la fréquence des inspections nécessaires pour un système SWAC en eau peu profonde, réduisant ainsi les coûts (216-T2.3-NKE-001 Rapport sur le potentiel de corrosion⁵).

⁴ <https://www.corrosionpedia.com/definition/1657/sacrificial-anode-cathodic-protection-sacp>

⁵ Disponible en anglais uniquement

2.9. Rapports de l'installation sur site d'un système SWAC (au niveau composants et système).

Le projet a évalué l'installation et le déploiement des composants d'un système SWAC et les travaux terrestres et offshore nécessaires pour pouvoir effectuer les tests et le suivi de la solution.

Doris Marine et DPI ont également étudié un grand site industriel français, délivrant un rapport sur la conception offshore et sur site pour ce type d'installation SWAC (216-DMA-T2.1-001 Conception et spécifications pour les travaux de génie civil onshore/offshore nécessaires à des projets de SWAC innovants).

2.10. Outils, méthodes et solutions pour améliorer la répliquabilité du SWAC après la fin du projet.

Un résultat clé du projet EUROSAC, dirigé par l'Université d'Exeter, est un ensemble d'approches méthodologiques et d'outils pour effectuer des études de pré-évaluation et de préfaisabilité pour les sites identifiés en termes de leur adéquation économique et physique pour le SWAC. Les outils mettent en évidence le contexte et les données nécessaires à collecter pour produire une conception optimale d'un système SWAC sur un site donné. Cela améliore la rentabilité du SWAC et aide à établir une analyse de rentabilisation pour de nouveaux investissements, favorisant ainsi la répliquabilité.

Ce résultat comprend les principaux éléments suivants, qui sont présentés plus en détail ci-dessous :

- Un outil d'optimisation de conception SWAC
- Un plan d'affaires intégrant une boîte à outils d'établissement des coûts par scénario

2.10.1. Outil d'optimisation de conception SWAC

L'outil d'optimisation de la conception SWAC utilise des algorithmes génétiques, une forme de programme d'apprentissage automatique, codé et validé par le projet, pour identifier les dimensions et les conceptions idéales pour les composants SWAC (par exemple, la longueur des conduites, leur diamètre, la taille de l'échangeur de chaleur, la dimension de la pompe, etc.) pour un site donné en fonction de multiples variables techniques telles que la distance au rivage, la profondeur de l'eau de mer, les besoins thermiques du site, les coûts d'un système de contrôle de la température, etc. L'outil d'optimisation projette les impacts financiers et d'empreinte carbone en fonction des paramètres de conception techniques et permet de les ajuster pour les nouvelles installations SWAC, garantissant ainsi le meilleur rapport qualité-prix, améliorant considérablement la rentabilité et les performances. L'outil d'optimisation permet de discuter rapidement avec un utilisateur final des économies d'énergie potentielles et des coûts probables d'un système SWAC, compte tenu de quelques paramètres clés. Comme indiqué à la section 7.2, ce ne sont pas seulement les coûts d'investissement élevés liés à l'installation de la technologie, mais également l'incertitude quant aux coûts d'utilisation, qui constituent un obstacle à la répliquabilité.

2.10.2. Business Plan et outil d'optimisation

Un Business Plan utilise l'outil d'optimisation pour modéliser et comparer les coûts financiers probables (capex et opex) pour trois scénarios, sur la base d'hypothèses et de données empiriques collectées sur les sites de démonstration NLH et Brixham Lab.

- une *installation CVC standard*;
- un *SWAC 'linéaire'⁶ optimisé*;
- et un *SWAC conçu selon les principes d'économie circulaire (EC)*,

Dans le scénario SWAC optimisé, les performances thermiques et la minimisation des coûts à court terme sont les principaux objectifs d'une conception "linéaire" avec une durée de vie unique pour ce système supposée être de 20 ans, comme c'est généralement le cas avec la conception technique traditionnelle. Dans la conception orientée Economie Circulaire, en revanche, le système SWAC est supposé avoir une durée de vie de 60 ans, avec 50 % des composants remis à neuf et 50 % remplacés après 20 ans, et 25 % remis à neuf et 75 % remplacés à 40 ans. Dans une installation dont la conception est régie par des principes «circulaires», les composants les plus susceptibles de tomber en panne (par exemple, en raison de la corrosion) peuvent être conçus avec une plus grande durabilité ou rendus plus faciles à remettre à neuf ou à remplacer, au lieu de mettre au rebut tout le système. Bien qu'une conception SWAC circulaire puisse réduire les déchets de matériaux et les impacts environnementaux intégrés à long terme, elle est susceptible d'avoir des coûts d'investissement et d'exploitation plus élevés que son homologue linéaire optimisé.

16

Le projet EUROSAC a également créé une boîte à outils dédiée aux scénarios SWAC pour la réalisation des coûts du cycle de vie (LCC) parallèlement aux analyses environnementales du cycle de vie (ACV) et aux analyses « sociales » du cycle de vie (sLCA). Le but de l'outil - développé par l'Université d'Exeter - est de permettre aux utilisateurs d'équilibrer les impacts économiques d'une installation SWAC potentielle (par exemple, les coûts d'installation et d'exploitation), contre une gamme d'impacts sociaux (par exemple, la santé et la sécurité, l'emploi local, la promotion de la responsabilité sociale) et les impacts environnementaux (par exemple, les impacts du changement climatique, l'appauvrissement de la couche d'ozone, la toxicité, l'utilisation des terres). Ces ACV ont été développées sur la base de données empiriques collectées sur des sites réels puis étendues à une zone portuaire hypothétique et à un important site industriel côtier. Les mérites relatifs des conceptions CVC standard, des conceptions SWAC « optimisées » linéaires et des conceptions SWAC circulaires ont été établis dans une gamme de catégories économiques, sociales et environnementales. Des détails complets sont fournis dans le rapport d'analyse du marché et de la réplique 216-T4.3-UNE-101-EUROSAC market and replication analysis report.⁷

Les boîtes à outils d'optimisation et de scénario peuvent être utilisées ensemble de manière itérative, les sorties de l'une informant les paramètres d'entrée de l'autre, pour arriver à la

⁶ Par opposition a circulaire

⁷Uniquement disponible en anglais.

meilleure conception pour un site donné en terme de facteurs sociaux, économiques et environnementaux.

2.11. Business model et analyse de marché du SWAC

Le projet a inclus une analyse détaillée du marché et de la réplique, dirigée par l'Université d'Exeter, identifiant et quantifiant les segments de marché à court et à long terme à l'intérieur et à l'extérieur de la zone de la Manche, en s'appuyant sur un ensemble complet de mesures techniques, liées au climat, critères environnementaux et économiques, ainsi que 10 sites de réplique à court terme (au moins un dans chaque Région de l'Espace Manche) dans la zone (25 d'ici 2026, à lancer d'ici 2030). L'analyse du marché est combinée à l'étude des modèles commerciaux associés et à l'élaboration d'un plan d'exploitation pour favoriser l'adoption par le marché. Cette étude de marché est une contribution majeure car elle aide à communiquer avec de nouveaux clients potentiels de SWAC.

2.12. Potentiel aquacole

Le projet a également démontré, dans le cadre de travaux dirigés par NLH, que l'eau de décharge d'un système SWAC en eau peu profonde peut être utilisée pour améliorer l'efficacité des activités aquacoles, car sa température plus élevée peut accélérer la croissance des espèces. La recherche montre que l'eau de décharge convient comme milieu de croissance pour les nouveau-nés compte tenu de sa température, de son pH, de son dioxyde de carbone et de ses niveaux de nutriments dissous. Plus de détails sont disponibles dans le rapport 216-T1.4-NLH-001 - Potentiel d'utilisation des eaux rejetées par SWAC dans les fermes aquacoles.⁸

17

3. Projets de démonstrateurs et études de faisabilité

3.1. Laboratoire de Brixham

Anciennement propriété d'AstraZeneca, le laboratoire de Brixham a été donné à l'Université de Plymouth en 2014, qui loue désormais son espace et ses installations à diverses organisations clientes. Sur l'ensemble du site, le chauffage est actuellement assuré par des chaudières à gaz conventionnelles et le refroidissement par des refroidisseurs électriques conventionnels (au glycol). Brixham Lab est situé directement à côté de la mer et a fait installer un système appelé «boucle de durabilité» en 2008. L'intention était d'utiliser l'eau de mer pour refroidir le rez-de-chaussée d'un nouveau bâtiment construit cette année-là. L'eau de mer est amenée dans une station de pompage (à l'avant de Brixham Lab) via deux conduites de captage dans la baie. Un seul des pipelines est utilisé à la fois et chaque pipeline a sa propre pompe. L'air ambiant est introduit dans le bâtiment et l'eau de mer est utilisée via un échangeur de chaleur pour refroidir ou chauffer cet air à une température cible de 16 °C. Cet air à 16°C serait ensuite distribué dans différentes parties du site, pour un

⁸Uniquement disponible en anglais.

refroidissement ou un chauffage supplémentaire avec un équipement CVC supplémentaire, en fonction de la température requise (chaque locataire ayant des besoins spécifiques).

Le système ne s'est cependant pas avéré économiquement viable à exploiter car l'eau de mer provenait d'eaux très peu profondes et, par conséquent, le différentiel de température entre l'air et l'eau était insuffisant (c'est-à-dire que l'eau de mer n'était pas assez froide en été). L'énergie nécessaire au pompage de l'eau de mer dépassait les économies d'énergie réalisées, d'autant plus qu'il était conçu pour refroidir un seul étage d'un bâtiment, plutôt que l'ensemble du site. Cela signifiait que cette boucle d'eau de mer n'était pas rentable à exploiter par rapport aux systèmes CVC conventionnels installés sur le site. De plus, on craignait que le prélèvement d'eau de mer ne perturbe les opérations de l'un des locataires du Brixham Lab, une organisation de recherche sous contrat qui utilise l'eau de mer pour les tests environnementaux de produits pharmaceutiques et d'autres composés. Le système est donc resté inactif pendant plus d'une décennie.

La principale contribution du projet EUROSAC à Brixham Lab a été l'installation d'une troisième pompe de captage qui sépare la ligne de captage, permettant à un système SWAC de fonctionner sans interférer sur les autres activités utilisant de l'eau de mer. La nouvelle configuration a été testée en chauffage pendant plusieurs heures lors des vagues de froid de décembre 2022 et janvier 2023. Lors de ces tests (lorsque la température de l'air extérieur était de 3°C), une réduction de 53 % de la demande énergétique des chaudières à gaz du site pour maintenir une température de l'air intérieur de 16°C a été constatée (pompée à 10°C). Comme pour le site NLH Newlyn (Section 3.2), l'ajout d'une pompe à chaleur pour fonctionner parallèlement à la boucle d'eau de mer de Brixham Lab augmenterait efficacement son utilité, permettant un différentiel plus important et améliorant ainsi l'efficacité globale du système. D'autres changements pour le système SWAC à Brixham Lab ont également été explorés et chiffrés par DPI.

18

Dans le cadre du projet EUROSAC, des bouées équipées de capteurs ont été installées dans les eaux proches des conduites du SWAC de Brixham Lab pour surveiller les niveaux de base de paramètres physiques et chimiques (par exemple, la température de l'eau, la salinité, etc.), et les changements induits par le système SWAC (la section 2.4 contient plus de détails à ce sujet).

3.2. NLH, Newlyn

En 2017, la National Lobster Hatchery (NLH) a construit une installation d'éclosion et de croissance homards et de recherche composée de deux anciens containers d'expédition situés à l'extrémité sud du port de Newlyn, sur la côte sud de la Cornouaille. Les homards en développement sont logés dans des réservoirs remplis d'eau à l'intérieur de ces containers. Le site NLH Newlyn est conçu comme un « module » d'éclosion des homards permettant de déplacer facilement l'installation vers de nouveaux emplacements si besoin. Du point de vue de l'élevage des petits de homard, Newlyn est considéré comme un meilleur site que le site principal de NLH à Padstow parce que l'eau de mer à Newlyn est de meilleure qualité (moins de turbidité).

À Newlyn, le principal défi thermique est que, lorsque l'air dans les conteneurs d'expédition se réchauffe pendant l'été, cela élève la température de l'eau dans les réservoirs de rétention au-dessus de 19 °C qui est la température optimale pour le développement du homard. S'il fait trop chaud, les nouveau-nés grandissent rapidement, mais sont moins robustes en raison d'une absorption insuffisante de calcium dans les exosquelettes. Actuellement, des refroidisseurs au glycol conventionnels sont utilisés pour refroidir l'installation, mais cela consomme une énergie électrique importante à un coût élevé. Pendant l'hiver, les températures chutent nettement en dessous de l'optimum, et le chauffage est alors assuré par l'électricité conventionnelle. Les coûts de chauffage et de refroidissement dans le couvoir sont donc élevés.

Une installation SWAC, en combinaison avec une pompe à chaleur réversible, pourrait maintenir les niveaux de température optimaux toute l'année à un coût d'exploitation bien inférieur à celui actuel. Le site de Newlyn possède déjà des éléments d'un système SWAC potentiel dans la mesure où l'eau de mer peut être pompée manuellement dans les conteneurs d'expédition à partir d'une conduite d'admission située plus bas dans le mur du port. Cette eau de mer sert de biotope aux homards et est pompée à marée montante (qui est de meilleure qualité qu'à marée descendante). La section immergée du tuyau d'admission n'est pas particulièrement longue et est en effet exposée à marée basse.

Dans le cadre du projet EUROSAC, une conception visant à adapter l'infrastructure existante pour un système SWAC en eau peu profonde - sans interférer avec le développement du homard - a été développée et chiffrée. Cela impliquerait l'installation d'une vanne à l'extrémité du tuyau d'admission, permettant à l'eau de mer actuellement utilisée pour les bassins d'élevage d'être plutôt dirigée vers une nouvelle boucle thermique via un petit échangeur de chaleur relié au système de ventilation. L'installation d'un interrupteur de pompe variable accessible par temps orageux, d'une pompe à chaleur aérothermique, de cellules solaires photovoltaïques et d'un revêtement d'isolation externe, à utiliser en conjonction avec le système SWAC, a également été chiffrée. Avec un capital suffisant, ce système hybride pompe à chaleur-SWAC pourrait être le premier du genre dans l'Espace Manche à soutenir l'aquaculture, ce qui représente des avantages majeurs en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre et des coûts par rapport aux solutions existantes. De plus, il existe une opportunité d'étendre l'installation si d'autres utilisateurs finaux situés sur ou à proximité du port de Newlyn bénéficient de la même installation SWAC. Ceux-ci pourraient inclure des entreprises locales telles qu'un marché aux poissons et des bureaux portuaires, ainsi que des habitations résidentielles. Ce « modèle de refroidissement de district », qui peut augmenter considérablement la rentabilité ainsi que les avantages environnementaux et sociaux d'une seule installation SWAC, est abordé à la section 4.4.3 pour 4.4.3, un autre site de la région de la Manche avec un potentiel de réplique pour la technologie SWAC.

3.3. Études de faisabilité

Plusieurs études de faisabilité pour l'installation de systèmes SWAC en eaux tempérées et peu profondes ont également été lancées et réalisées par DPI en France au cours du projet EUROSWAC. Ces études ont été menées à Océanopolis, la Maire d'Etel et sur un grand site industriel en Normandie. De plus amples détails sont fournis à la section 4.3.

4. Futurs sites de réplication

4.1. Introduction

Cette section évalue le potentiel de réplication future à court et à long terme dans l'Espace Manche. Revenant sur l'optimisation environnementale menée au sein de T4, cette section met d'abord en évidence, sur la base d'une évaluation bathymétrique, quelles communes côtières ont un potentiel d'utilisation du SWAC, en été comme en hiver, et tout au long de l'année. Une gamme de sites de réplication à court terme est ensuite présentée sur la base de ces données, comprenant des utilisateurs finaux individuels de taille conséquente ou des groupes de sites plus petits qui pourraient bénéficier à l'échelle du district.

À partir de ceux-ci, les secteurs de marché les plus importants devant être ciblés par les activités de diffusion à plus long terme sont également identifiés. La section se termine par un arbre décisionnel simplifié que les non-experts peuvent utiliser pour déterminer s'il existe un potentiel de SWAC sur un site donné avant de commander une étude de faisabilité plus détaillée et coûteuse ou autres études techniques.

20

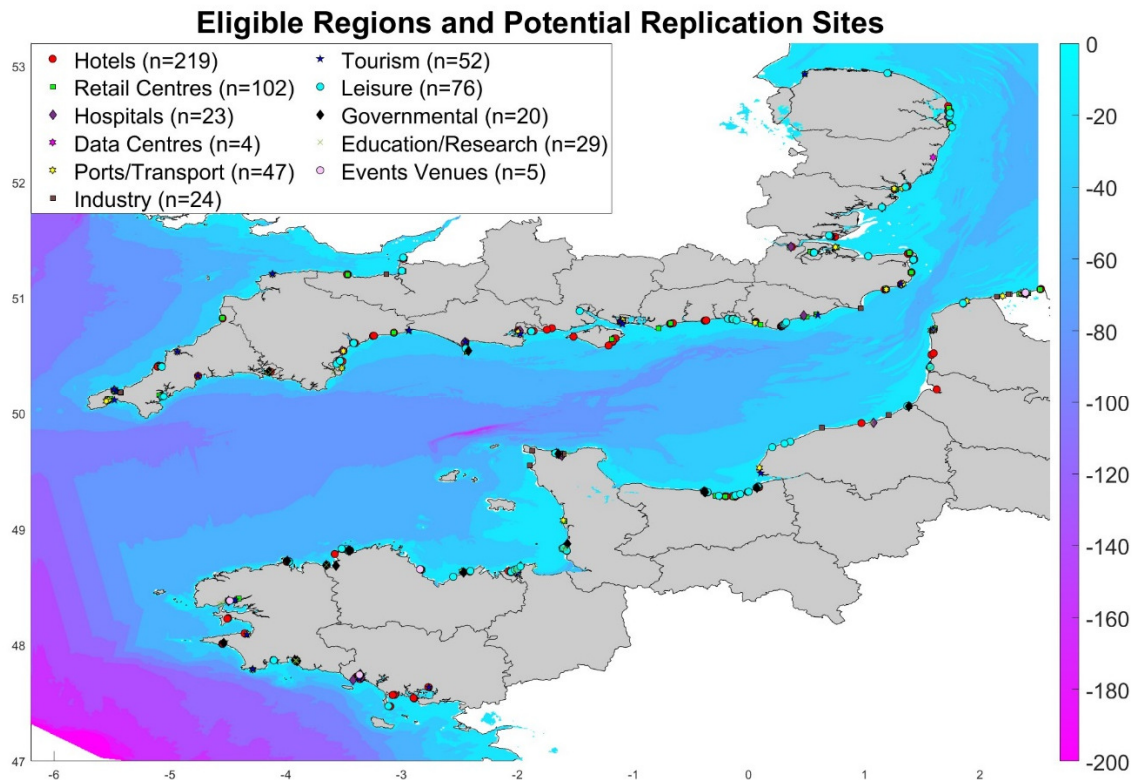
4.2. Évaluation bathymétrique

4.2.1. Identification des emplacements et des sites

La méthodologie complète déployée pour explorer les températures optimales de la mer pour le déploiement du SWAC est détaillée dans le Livrable T4.2 (Analyse de réplabilité de l'EUROSWAC). En résumé un échantillon initial de 601 sites de réplication possibles dans 137 emplacements (c'est-à-dire des communautés côtières)⁹ a été identifié (Figure1).

⁹322 sites sur 69 emplacements en Angleterre et 298 sites sur 68 emplacements en France.

Figure1 : Régions éligibles et sites de réplication potentiels



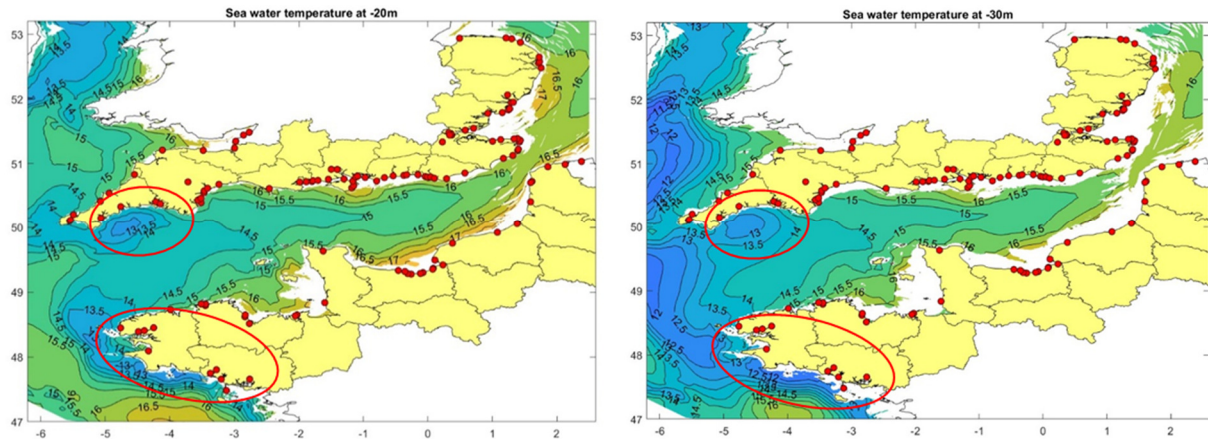
Chaque emplacement a été sélectionné sur la base de divers facteurs, y compris la proximité du rivage, la taille de la population, la présence d'industries clés (par exemple, les musées, les hôtels, les loisirs, les hôpitaux, les supermarchés, etc.), les technologies CVC dominantes et une demande probable pour un contrôle spécifique de la température toute l'année.

Ces 137 emplacements ont été analysés en fonction de leurs températures de la mer et de l'air tout au long de l'année, afin de déterminer le potentiel de refroidissement SWAC pendant les mois d'été, ainsi que les régions idéales pour le refroidissement et le chauffage pendant les mois d'hiver. Ces cartes ont ensuite fourni un recouvrement entre les mois d'été et d'hiver, identifiant les régions qui ont le potentiel de se chauffer et de se refroidir toute l'année.

4.2.2. Emplacements avec potentiel de refroidissement en été

L'analyse des cartes montre un manque de stratigraphie thermique établi dans la Manche, les températures des eaux à différentes profondeurs étant mélangées par divers courants et marées. Comme le montre Figure 2, il y a peu de différence entre la température de la mer (à une profondeur de 0 mètre) et la température de l'air, cette dernière se situant en moyenne entre 18 et 22 °C en été.

Figure 2: Températures estivales de la mer à 20 et 30 mètres de profondeur

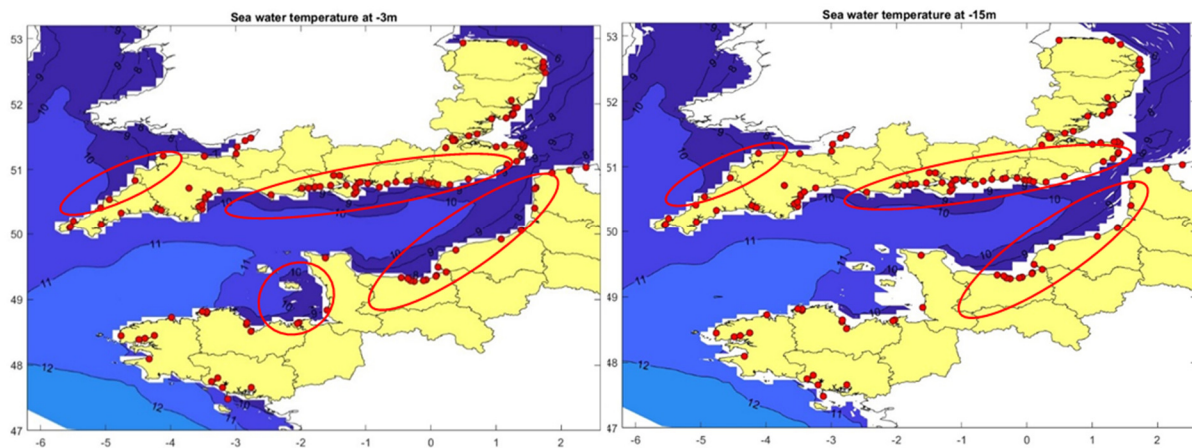


Certaines parties de la côte du Devon et des Cornouailles au Royaume-Uni et la côte atlantique de la Bretagne présentent un potentiel de refroidissement pendant les mois d'été. La température de l'eau dans ces deux zones peut varier entre 13 et 14 °C à une profondeur de 20 mètres, et 12 et 13 °C à une profondeur de 30 mètres. Ces températures plus fraîches facilitent théoriquement le refroidissement par SWAC autour de Falmouth, Plymouth et Brest.

4.2.3. Emplacements avec potentiel de refroidissement et de chauffage en hiver

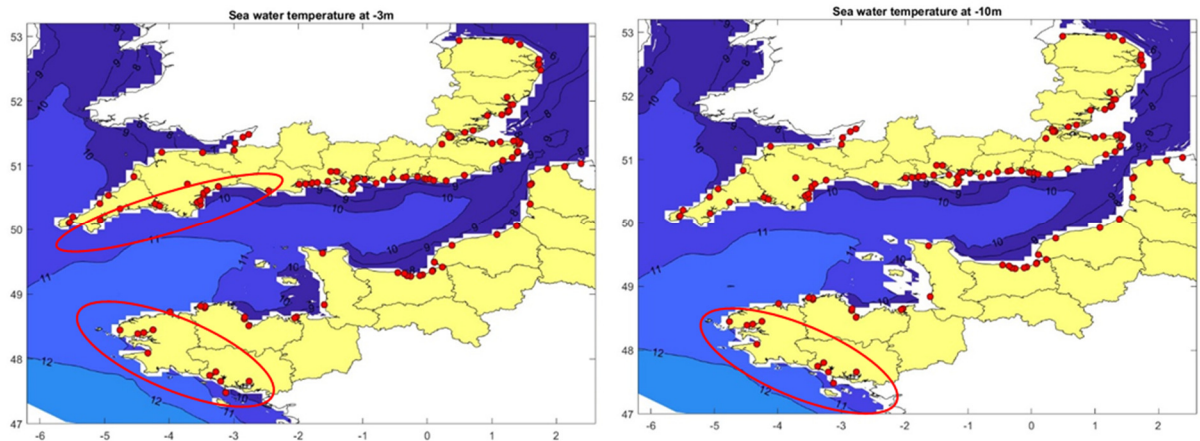
Comme pour les mois d'été, pendant l'hiver, il y a peu de différence entre les températures de l'eau et de l'air dans la zone du chenal (les deux se situant en moyenne entre 7 et 10°C), sans stratigraphie thermique établie. Des eaux plus froides se trouvent sur les côtes orientales de la région de la Manche en raison des courants provenant de la mer du Nord. Figure 3 montre que pendant l'hiver, les mers peu profondes offrent des eaux suffisamment fraîches pour la côte nord du Devon, la côte sud-est, et la côte Anglian du Royaume-Uni, en plus de la côte nord-est de la France. Des profondeurs allant jusqu'à 15 mètres dans ces zones voient l'eau de mer se refroidir à une température comprise entre 9 et 10 °C.

Figure 3: Températures hivernales de la mer à des profondeurs de 3 m et 15 m.



Certaines industries (en particulier celles du secteur du tourisme et des loisirs) ont également besoin de chauffage pendant les mois d'hiver. Figure 4 illustre comment les côtes sud du Devon et des Cornouailles, en plus de la côte atlantique de la Bretagne, présentent un potentiel de réchauffement durant l'hiver, avec des températures de la mer pouvant atteindre 12 °C selon la profondeur (jusqu'à 10 mètres de profondeur).

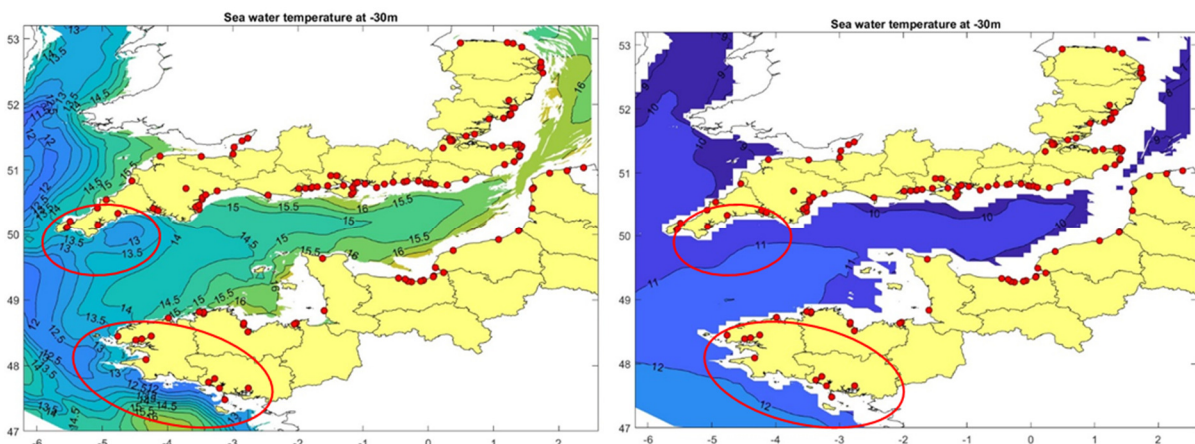
Figure 4 : Températures hivernales de la mer à des profondeurs de 3 m et 10 m



4.2.4. Emplacements avec potentiel de refroidissement et de chauffage toute l'année

Figure 5, créée en superposant les cartes précédentes du potentiel de refroidissement et de chauffage, indique que les régions du sud de la Cornouailles et du Devon au Royaume-Uni, ainsi que la côte atlantique de la Bretagne, peuvent bénéficier de l'utilisation du SWAC toute l'année. Dans ces zones, un écart de température entre terre et mer d'au moins 4 ou 5 °C est maintenu durant l'été, et le SWAC peut donc être utilisé pour le refroidissement ; pendant l'hiver, les mêmes zones ont à nouveau un écart de température d'au moins 4 ou 5 °C (avec la mer plus chaude), validant le rôle potentiel des SWAC dans le chauffage.

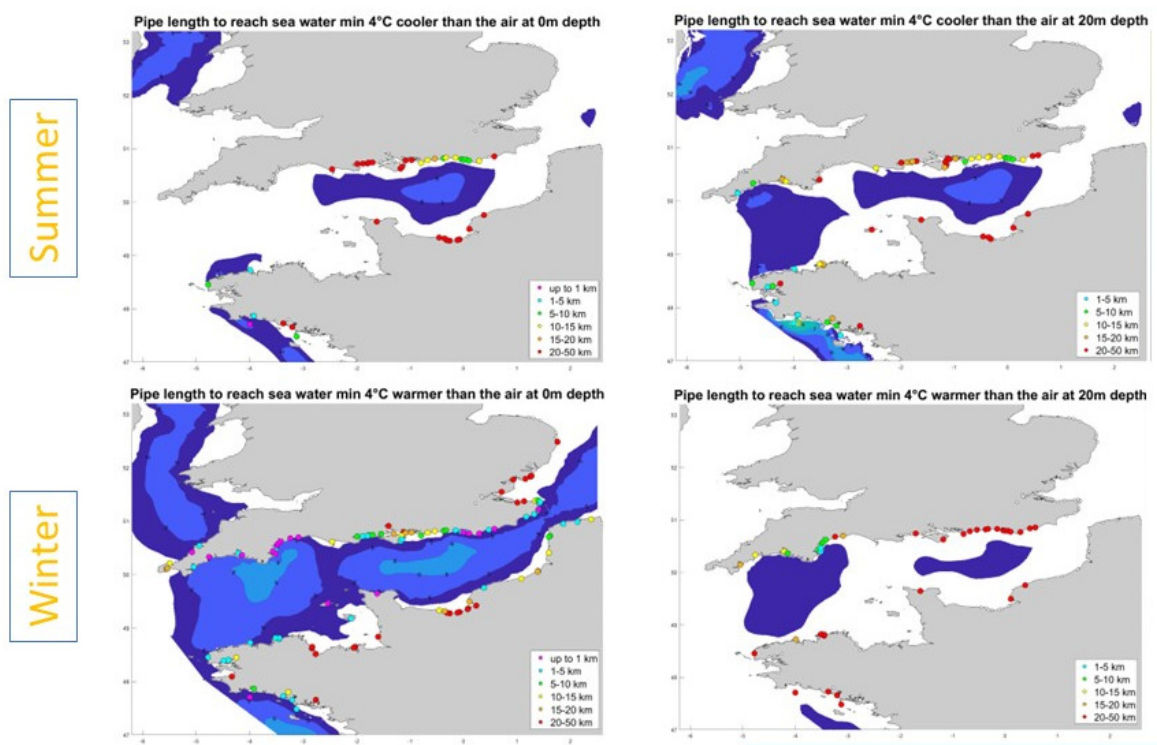
Figure 5 : Températures estivales et hivernales de la mer à 30 m de profondeur.



Pour les sites situés dans ces zones qui nécessitent du chauffage et du refroidissement toute l'année, une installation SWAC couplée à une pompe à chaleur réversible est susceptible d'être efficace et d'offrir des économies d'énergie substantielles. Ces zones présentent donc une opportunité de réplcation future à court terme, avec un accent particulier sur les sites côtiers des segments de marché porteurs qui démontrent une capacité à investir. La génération des cartes montrant où la différence de température air-mer dépasse 4 ° C (Figure 6), a permis de calculer une longueur minimale de pipeline vers chaque site de réplcation potentiel. Cela a été utilisé pour évaluer le coût global du système SWAC sur chaque site.

Les deux sites de démonstration du projet EUROSAC – le laboratoire de Brixham et le NLH à Newlyn – étaient situés dans des zones optimales (section 3). Divers sites potentiels à court terme en France, dont Océanopolis et la Glacière municipale d'Étel, sont également tous situés dans ou à proximité de la zone optimale de la côte atlantique bretonne. Ces sites et d'autres sites potentiels à court terme sont détaillés ci-dessous.

Figure 6 La longueur de canalisation nécessaire pour atteindre une différence air-mer de 4 ° C pour les profondeurs potentielles.



4.3. Réplcation à court terme – sites individuels

Comme indiqué, 601 sites de réplcation à court terme en Angleterre et en France ont été identifiés sur la base des critères définis dans le plan du projet et l'évaluation bathymétrique. Un contact a été initié auprès de six grands utilisateurs finaux individuels. Ceux de France ont été identifiés par l'ENSTA Bretagne, et ceux du Royaume-Uni par l'Université d'Exeter. Les contacts clés sur chaque site ont été contactés directement par e-

mail, téléphone ou visite - ou ont été approchés indirectement via des organismes professionnels (par exemple, des associations de pêcheurs, des fournisseurs d'énergie, des groupes de gestionnaires d'aquarium). Certains sites ont déjà bénéficié de l'interaction avec le projet EUROSAC lui-même et ont fourni des données importantes sur les exigences de température. Il peut être possible d'installer des systèmes SWAC dans certains ou tous ces sites dans les deux à trois prochaines années, si un financement externe est disponible (voir la section 8). Lors de l'évaluation du potentiel d'un site donné identifié dans une étude de marché, l'arbre de décision SWAC (Section 4.6) et l'outil d'optimisation de la conception SWAC (Section 2.10.1) peuvent être utilisés rapidement pour vérifier la faisabilité à un stade initial.

4.3.1. Carbis Bay Hotel and Resort (Royaume-Uni)

Carbis Bay Lodge & Estate est un complexe hôtelier de luxe situé près de St Ives sur la côte nord des Cornouailles, et a accueilli le sommet du G7 à l'été 2021. Une introduction a eu lieu entre Carbis Bay et l'Université d'Exeter en avril 2022. Carbis Bay était intéressé dans la technologie SWAC, étant donné qu'ils analysaient les options de climatisation pour leurs pavillons de plage. Alors que cette première introduction devait engendrer d'autres réunions concernant des questions techniques, aucune autre communication n'a été reçue avant mai 2022 ; il avait alors été convenu par les partenaires du projet que les études de faisabilité des 3 sites en France seraient le maximum réalisable dans les délais convenus du projet. Néanmoins, Carbis Bay pourrait devenir un site de réplique à court terme. Situé vers l'extrémité de la péninsule de Cornouailles, Carbis Bay est idéalement situé pour une utilisation SWAC toute l'année pour le chauffage et la climatisation, permettant à l'hôtel de réduire potentiellement ses émissions de CO₂.

25

4.3.2. Les Glénans (France)

Les Glénans est une association à but non lucratif basée en Bretagne, en France, qui exploite une école de voile dans le Golfe du Morbihan et une station touristique sur l'île du même Golfe (Les Glénans - Île D'arz). DPI a mené des discussions prometteuses avec Les Glénans qui ont montré un intérêt pour la technologie SWAC. Compte tenu de la petite taille de cet utilisateur final, il est peu probable qu'un SWAC seul soit une solution viable, bien qu'il puisse y avoir un potentiel lorsqu'il est utilisé en combinaison avec d'autres technologies d'énergie renouvelable (sites tels que NLH Newlyn (Section 3.2))3.2.

4.3.3. Glacière municipale d'Étel (France)

Situé à Étel, Morbihan, La Glacière municipale d'Étel (France) est une ancienne usine de fabrication de glace : les pêcheurs emportaient de la glace avec eux, mais de nos jours les bateaux de pêche n'ont plus besoin de cette installation. Aujourd'hui, le bâtiment de refroidissement est partiellement utilisé pour le stockage et la réfrigération du thon ; le reste du bâtiment est en cours de rénovation et deviendra un centre communautaire et un musée. La mairie qui est à l'initiative de ce projet cherche à rendre ce centre le plus respectueux possible de l'environnement en favorisant les technologies utilisant des énergies renouvelables. Le SWAC constituerait donc une solution idéale pour la

climatisation et le chauffage du bâtiment (en le couplant a une pompe à chaleur réversible). D'autant que le cout d'installation pourrait être grandement diminué par l'utilisation de la conduite de captage d'eau de mer déjà en place (utilisée par le mareyeur).

La Mairie d'Étel, identifiée par l'ENSTA Bretagne, est, comme Falmouth, située dans une des zones « optimales » (indiquée sur Figure 5) pour une installation hybride SWAC-pompe à chaleur. Travaillant en étroite collaboration avec l'ENSTA Bretagne, DPI et l'Université d'Exeter, la Mairie d'Étel est le site d'une étude de faisabilité, dans laquelle les conceptions de base d'un SWAC seront développées sur la base des intrants fournis par le site. L'étude de faisabilité consiste ici principalement dans l'étude des besoins thermiques de la Mairie d'Étel (pour chauffer et rafraîchir le bâtiment, et assécher l'air) afin de déterminer si la canalisation existante peut être utilisée pour une installation SWAC.

4.3.4. Nausicaá - Centre National de la Mer (France)

Situé à Boulogne-sur-Mer dans le nord de la France, Nausicaá est le plus grand aquarium public d'Europe, et a de nouveau été identifié par l'ENSTA Bretagne comme potentiellement intéressé par une installation SWAC. L'emplacement de Nausicaá à Boulogne-sur-Mer signifie qu'il est idéalement positionné pour le refroidissement par SWAC pendant les mois d'hiver, grâce aux courants froids de la mer du Nord. Nausicaá offre un potentiel de commercialisation supplémentaire du SWAC, explorant son utilisation dans un objectif (le principal de Nausicaá) d'exploration de la relation entre les hommes et la mer.

4.3.5. Océanopolis (France)

Situé à Brest en Bretagne (pas directement au bord de la Manche), Océanopolis est un parc de découverte des océans qui compte 77 aquariums, abritant 10 000 animaux dans plus de 4 millions de litres d'eau de mer. En tant qu'aquarium, Océanopolis nécessite un chauffage et un refroidissement simultanés de l'eau de mer toute l'année pour maintenir des conditions d'habitabilité différentes et spécifiques aux nombreuses espèces abritées. Cela consomme chaque année des millions d'euros d'énergie. Son emplacement sur la côte atlantique de la Bretagne signifie qu'il bénéficierait du potentiel de chauffage et de refroidissement toute l'année grâce à l'utilisation d'un SWAC (comme indiqué sur la Figure 5). Océanopolis, a été identifié par l'ENSTA Bretagne comme potentiellement intéressé par une installation SWAC, et en tant que partenaire extérieur il a maintenu des interactions avec le projet pendant toute la durée. Travaillant en étroite collaboration avec l'ENSTA Bretagne et DPI, Océanopolis est le site d'une autre des études de faisabilité qui doit s'achever d'ici mars 2023, dans laquelle les conceptions de base d'un SWAC seront développées sur la base des éléments fournis par le site. Les besoins simultanés du site en chauffage et en refroidissement signifient qu'un système SWAC pourrait être extrêmement efficace. En effet, l'énergie thermique de l'eau réchauffée évacuée de la boucle de refroidissement (par exemple, utilisée pour les pingouins) pourrait être dirigée vers une boucle de chauffage (par exemple, utilisée pour les espèces de poissons tropicaux), plutôt que d'être perdue dans la mer.

4.3.6. Grand site industriel (France)

Située à La Hague sur la côte normande, l'usine représente un futur site potentiel pour SWAC en raison de son besoin de refroidissement à grande échelle toute l'année et de sa proximité avec la mer. Il s'agit du site d'une étude de faisabilité menée par DPI et Doris Marine qui doit être achevée d'ici mars 2023, dans laquelle une pré-conception de base et un chiffrage de l'installation du réseau de conduites et des structures sous-marines pour un SWAC sont en cours. Comme l'indiquent les cartes de la section 4.2, l'emplacement de l'installation permet une utilisation idéale de l'eau de mer pour le refroidissement pendant les mois d'hiver. Si cette collaboration s'avère fructueuse et mène à une installation, cela pourrait grandement favoriser la duplication de la technologie.

4.4. Réplication à court terme – sites à l'échelle de la communauté

Quatre autres communautés côtières qui, à court terme, pourraient bénéficier d'installations SWAC communes, dans lesquelles un seul pipeline de captage est partagé par plusieurs sites, ont également été identifiées.

4.4.1. Brighton (Royaume-Uni)

Station balnéaire, Brighton est située dans l'East Sussex et abrite environ 290 000 habitants. Pour le SWAC, Brighton représente une opportunité de croissance grâce au nombre de sites potentiels à moins d'un kilomètre de la côte. Brighton possède un vaste réseau d'hôtels (y compris des chaînes plus ou moins grandes) en plus des attractions touristiques et de loisirs. SEA LIFE est également situé à Brighton, offrant la possibilité de fournir un site de réplication au sein d'un aquarium. L'analyse d'optimisation montre que Brighton - et sa grande variété d'établissements - est idéalement située pour le refroidissement hivernal grâce à la technologie SWAC.

4.4.2. Calais (France)

Comme Southampton, Calais bénéficie d'un port qui pourrait accueillir l'infrastructure d'un système SWAC pour le refroidissement hivernal. L'avantage d'utiliser le port de Calais permettrait l'adoption du refroidissement SWAC dans d'autres industries du centre-ville. Cependant, le potentiel de déploiement des technologies SWAC dans le secteur du transport maritime serait encore plus important, comme mis en avant par le projet lors de la Sea Tech 2022. Avec de nombreux navires accostant quotidiennement à Calais, la région offre un potentiel de croissance de la technologie SWAC dans le secteur du transport maritime.

4.4.3. Falmouth (Royaume-Uni)

Falmouth, sur la côte sud de la Cornouailles, est située dans l'une des zones "optimales" (indiquées à Figure 5) pour une installation hybride SWAC-pompe à chaleur, avec

refroidissement en été et chauffage en hiver. Une future étude de faisabilité pourrait concerner la commission du port de Falmouth, car il existe un projet de chauffage et de refroidissement au niveau du district dans lequel plusieurs sites dans et autour du port pourraient en bénéficier, y compris un hôpital, le musée maritime et des bâtiments résidentiels.

4.4.4. Plymouth (Royaume-Uni)

Située à la limite entre le Devon et les Cornouailles, Plymouth est une ville portuaire qui recèle également un potentiel important pour l'installation future de SWAC. Plymouth bénéficie d'un chantier de construction navale qui peut être en mesure de transporter l'infrastructure des installations SWAC, tout en bénéficiant également de nombreuses entreprises proches du littoral qui pourraient être intéressées par le SWAC, y compris le National Marine Aquarium. Compte tenu de sa position à la frontière avec les Cornouailles, Plymouth bénéficie du potentiel d'utilisation du SWAC toute l'année, avec un chauffage disponible en hiver et un refroidissement disponible en été.

4.5. Secteurs de marché à long terme

L'adoption à long terme des systèmes SWAC nécessite qu'ils soient adaptables à un large éventail d'industries. Une analyse simple a été menée sur les 601 sites identifiés pour déterminer quels secteurs de marché étaient les plus représentés. Au sein de l'Espace Manche, les secteurs de marché les plus présents en termes de débouchés sont constitués du tourisme et loisirs, de l'hôtellerie et du commerce de détail. Les avantages de la technologie SWAC et les économies d'énergie qui en découlent sont substantiels, selon la nature du chauffage et du refroidissement requis pour chaque établissement. Pour une adoption à plus long terme du SWAC dans l'Espace Manche, les efforts de communication et de diffusion doivent être ciblés sur ces secteurs.

28

4.5.1. Hébergement à l'hôtel

Le secteur de marché prédominant au sein de l'Espace Manche est l'hôtellerie avec 219 établissements. Les hôtels maintiennent un besoin de chauffage et de refroidissement toute l'année pour assurer le confort des clients et du personnel, tandis que certains hôtels peuvent également bénéficier du SWAC pour une utilisation dans leurs piscines et spas. Etant donné que la température de l'eau de mer dans l'Espace Manche est relativement constante, entre 14 et 16°C, tout au long de l'année, et que les piscines doivent être autour de 18°C, une marge de chauffage supplémentaire relativement faible serait nécessaire. L'industrie hôtelière conserve également un potentiel important au sein de l'Espace Manche. Les 51 hôtels présentés ont été évalués comme remplissant les critères, qui incluaient également la « capacité à investir ». De nombreux hôtels ont été exclus de l'échantillon sur le jugement du chercheur qu'ils pourraient ne pas être en mesure d'investir de tels montants. En effet, les petits hôtels peuvent avoir besoin d'être rassurés sur les

performances et les économies de coûts avant de prendre toute décision d'investissement.
10

Au fur et à mesure de l'expansion de la technologie SWAC, garantissant ainsi une performance généralisée, davantage d'hôtels plus petits seront en mesure d'en installer, en fonction du modèle commercial proposé. Comme indiqué ci-dessus, les partenaires de l'EUROSWAC se sont déjà engagés auprès du Carbis Bay Hotel and Resort au Royaume-Uni (section 4.3.1).

4.5.2. Tourisme et loisirs

« Tourisme et loisirs » était le deuxième secteur de marché le plus représenté, avec 128 points de vente, comprenant une gamme diversifiée d'activités. Les activités touristiques les plus répandues dans l'Espace Manche sont les musées, les spas, les aquariums et les casinos (ces derniers apparaissant principalement sur la côte française). Les autres points de vente comprennent des restaurants en bord de mer. Chaque site a sa propre demande de chauffage et de refroidissement. Les musées chercheront à fournir du chauffage et de la climatisation toute l'année aux visiteurs et au personnel, mais devront peut-être également veiller au maintien de la température pour protéger les oeuvres. Les spas nécessitent non seulement la climatisation, mais aussi le refroidissement et le chauffage de l'eau pour les traitements thérapeutiques. Les aquariums, quant à eux, exigent la régulation de l'eau pour protéger les animaux qu'ils hébergent. En résumé, le secteur du tourisme et des loisirs offre la plus grande opportunité de croissance dans l'Espace Manche, mais les futurs fournisseurs de systèmes SWAC devront tenir compte des besoins spécifiques de chauffage et de refroidissement de chaque établissement. Comme indiqué ci-dessus, les partenaires de l'EUROSWAC se sont déjà engagés auprès de l'association touristique Les Glénans (Section 4.3.2), ainsi qu'avec deux aquariums majeurs en France : Nausicaá (Section **Error! Reference source not found.**) et Océanopolis (Section 4.3.5). A noter également qu'au Royaume-Uni, le National Trust, propriétaire d'un grand nombre de sites et d'attractions touristiques à vocation patrimoniale, a déjà manifesté son intérêt pour les énergies marines renouvelables : en 2014, la plus grande pompe à chaleur marine du pays a été installée au manoir Plas Newydd du National Trust dans le nord du Pays de Galles.¹¹

29

4.5.3. Commerce de détail, incluant les supermarchés

Le commerce de détail, y compris les supermarchés, était le deuxième secteur de marché le plus courant, avec 102 points de vente, la majorité situés du côté anglais de la région de la Manche. Les points de vente de toutes tailles maintiennent un besoin de chauffage et de refroidissement tout au long de l'année, non seulement pour le confort du personnel et des clients, mais aussi pour la production et la conservation des produits.¹² De plus, les grandes chaînes de supermarchés disposent souvent des ressources financières et techniques pour

¹⁰ López-Bernabé et al., 2021. Factors affecting energy-efficiency investment in the hotel industry: survey results from Spain. *Energy Efficiency*. <https://doi.org/10.1007/s12053-021-09936-1>.

¹¹ <https://www.imeche.org/news/news-article/national-trust-installs-uk%27s-largest-marine-source-pump-220514-01>

¹² Pardiñas et al., 2021. Modélisation d'un système de réfrigération intégré à base de CO2 pour les supermarchés. *Énergies*, 14, 6926. <https://doi.org/10.3390/en14216926>

investir dans des technologies innovantes et plus durables. Des représentants d'une grande chaîne de supermarchés basée au Royaume-Uni ont rencontré des chercheurs de l'Université d'Exeter au cours du projet et ont voulu savoir comment la technologie SWAC générerait des économies d'énergie et de carbone. Le supermarché, bien qu'il ne soit pas encore prêt pour une étude de faisabilité, souhaitait voir plus de données sur le déploiement du SWAC dans un environnement de vente au détail.

4.5.4. Autres secteurs de marché prometteurs

Un certain nombre d'autres secteurs de marché devraient également être étudiés pour la réplification du SWAC, comme détaillé ci-dessous :

- **Ports et transport maritime :** Un autre marché potentiellement fructueux à explorer est le transport maritime, y compris l'industrie de la construction navale. Quelques 47 sites portuaires et de transport ont été identifiés dans l'Espace Manche avec un potentiel d'installation de SWAC. Ceux-ci comprenaient un certain nombre de ports qui, comme indiqué précédemment, offrent le potentiel d'installations SWAC à l'échelle d'un ensemble d'établissements. Les ports et le transport maritime sont également apparus comme un secteur clé du marché lors de la Sea Tech Week¹³, un événement majeur organisé à Brest tous les 2 ans, dédié aux sciences et technologies marines et maritimes, auquel le projet EUROSAC a intensément participé en septembre 2022. Par exemple, les grands paquebots de croisière sont de véritables villes flottantes avec plusieurs milliers de passagers à bord, des piscines, etc. Actuellement, ils consomment des quantités importantes d'énergie, sous forme de mazout pour la combustion, ou provenant des quais. Le SWAC pourrait avoir sa place ici, d'autant plus que de nombreux navires de ce type sillonnent les eaux tropicales de la Méditerranée ou des Caraïbes, augmentant encore leur besoin de refroidissement. En plus des futures Sea Tech Week, l'industrie du transport maritime pourrait être approchée via de grandes conférences telles que SMM à Hambourg, en Allemagne, qui en 2022 a attiré 2 000 exposants de nombreux domaines technologiques et plus de 30 000 visiteurs de plus de 100 nations.¹⁴ Une autre possibilité consisterait à contacter des comités techniques de conférences internationales telles que l'International Ship and Offshore Structures Congress (ISSC), un forum d'échange d'informations entre experts entreprenant et appliquant des recherches sur les structures marines, ou l'International Symposium on Practical Design of Ships and Offshore Structures and Other Floating Structures¹⁵ (PRADS), une série de symposiums triennaux, visant à un échange international de nouvelles connaissances et réalisations en matière de conception, de recherche et de développement de navires et autres structures flottantes.¹⁶

¹³ <https://www.seatechweek.eu/>

¹⁴ <https://www.smm-hamburg.com/>

¹⁵ <https://www.issc2022.org/overview/>

¹⁶ <https://prads2022.fsb.hr/>

- **Centres de données** : Une conclusion du projet EUROSAC est que pour les petits sites, avec des besoins saisonniers, une conception adaptée et réduite du SWAC est souvent susceptible d'être plus appropriée. Une installation SWAC plus "traditionnelle" est cependant adaptée aux grands sites avec des besoins de refroidissement uniformes. Cela inclut les centres de données, qui constituent une opportunité d'expansion prometteuse. Il y a une pression publique croissante sur les entreprises technologiques pour qu'elles traitent les impacts environnementaux du refroidissement de leurs serveurs, et certains centres de données sont déjà directement immergés dans la mer pour être refroidis.¹⁷
L'analyse du marché a révélé très peu de centres de données actuellement situés dans la zone Manche à proximité immédiate du rivage. Ainsi, une recommandation clé est que les futurs centres de données, soutenant les grandes organisations des secteurs privé et public (par exemple, les universités, les autorités locales, les grands fabricants, etc.), soient situés suffisamment près du rivage pour que le SWAC soit une option viable.
- **Installations nucléaires** : Comme les centres de données, les centrales des sites nucléaires, telle que le traitements des déchets, ont des besoins de refroidissement uniformes. Pour des raisons de sécurité, les combustibles nucléaires après leur utilisation doivent être refroidis en piscine pendant plusieurs années avant leur stockage géologique. En refroidissant, les combustibles libèrent de la chaleur, ce qui fait bouillir les piscines. Le SWAC pourrait avoir le potentiel de refroidir les piscines et d'empêcher l'évaporation étant donné que de nombreuses installations nucléaires sont situées le long des côtes.
- **Énergie marine** : les résultats sont pertinents pour la section de l'énergie marine. Certaines réalisations de l'EUROSAC pourraient être ciblées au-delà de la climatisation. Par exemple, les études sur un système de conduites auto-ensouilleuses (Section 2.8.1), sur des conduites flexibles (Section 2.8.2) et sur la protection cathodique par anode sacrificielle (SACP) pour ralentir la corrosion des composants sous-marins (Section 2.8.3) sera d'un grand intérêt pour le secteur des énergies renouvelables offshore, ainsi que pour ceux qui sont engagés dans l'exploration pétrolière et gazière. Le SWAC lui-même, en tant que forme d'énergie renouvelable, peut intéresser les sociétés pétrolières et gazières pour des raisons de réputation ; par exemple, Total, une entreprise pétrochimique française, souhaite utiliser l'eau de mer dans un processus connexe mais distinct connu sous le nom de "conversion de l'énergie thermique des océans" (OTEC)¹⁸, plutôt que des combustibles fossiles, pour alimenter la climatisation de leurs plates-formes de forage. Les acteurs du secteur de l'énergie marine peuvent être ciblés via des événements industriels tels que FOWT (floating offshore wind turbines) et OEE (Ocean Energy Europe).

¹⁷ <https://natick.research.microsoft.com/>

¹⁸NB. L'OTEC est différent du SWAC en ce sens qu'il utilise la différence entre l'eau chaude et l'eau froide pour créer de l'électricité. Mais dans SWAC, l'énergie thermique de l'eau de mer est utilisée directement.

- **Aquaculture** : Comme le montre le projet de démonstration de NLH Newlyn dans le cas de l'élevage de homards, il est également possible de relier les systèmes SWAC aux processus du secteur de l'aquaculture. Les recherches menées par NLH montrent que l'eau de décharge d'un système SWAC en eau peu profonde peut convenir comme milieu de croissance pour les larves compte tenu de sa température, de son pH, de son dioxyde de carbone et de ses niveaux de nutriments.

4.5.5. Potentiel de création d'emplois du SWAC

En plus des emplois créés par la nécessité d'installer, d'entretenir, de réparer et/ou de rénover un système SWAC, d'autres opportunités d'emploi peuvent également être créées liées aux études environnementales qui doivent toujours être effectuées avant l'installation, et dans les entreprises de développement et de commercialisation. Des emplois supplémentaires peuvent également être créés pour le démantèlement des systèmes SWAC à la fin de leur durée de vie opérationnelle. Une première analyse conservatrice, dont la méthodologie et les hypothèses sont détaillées dans le rapport « 216-T4.3-UNE-002 Business and Market Analysis », indique qu'entre 50 et 200 nouveaux emplois pourraient être créés en fonction du nombre de nouveaux sites potentiels d'installation de SWAC identifiés dans l'Espace Manche. Les chiffres sont inférieurs dans le cas où le SWAC vient remplacer un système conventionnel existant sur le site, et supérieurs dans les cas où un nouveau système SWAC est installé. Le potentiel de création d'emplois est plus élevé dans le cas des systèmes SWAC conçus dans une optique d'économie circulaire. En effet, des personnes seraient nécessaires pour développer des conceptions spécialisées pour les systèmes SWAC de style modulaire, permettant la réparation et la remise à neuf d'une installation sans interruption de fonctionnement.

32

4.6. Cadre de décision

Pour déterminer si une installation SWAC est viable ou non dans un lieu donné, de nombreux facteurs géographiques, techniques, environnementaux, sociaux, financiers et autres doivent être pris en compte. Certains sont difficiles et coûteux à mesurer, et évaluer leur impact probable sur la performance du système peut être complexe. En pratique, avant de décider d'aller plus loin, un utilisateur final devra presque certainement faire appel aux services de consultants en environnement, d'ingénieurs, de concepteurs, d'experts commerciaux et autres. Ces prestations sont coûteuses, ce qui peut constituer un obstacle important à l'installation. Cependant, certains facteurs clés, que les non-spécialistes peuvent évaluer par eux-mêmes, donnent une bonne indication du potentiel d'un site pour le SWAC :

- **Quelle est la puissance requise par le site.** Si un site utilise plus de 100 kW pour le chauffage et/ou le refroidissement, le SWAC peut être utile. La quantité d'énergie requise dépendra à la fois de la quantité d'espace à chauffer/refroidir et de la période totale pendant laquelle la fonction thermique est nécessaire. En règle générale, le SWAC n'est intéressant que lorsque la surface au sol minimale nécessitant une climatisation dépasse 1 000 m², ce qui peut inclure plusieurs étages d'un même bâtiment par exemple. De même, un SWAC est plus susceptible d'être

approprié si le chauffage et/ou le refroidissement sont nécessaires de manière uniforme, 24h/24, 365 jours par an, plutôt que pendant les heures de bureau uniquement. Ainsi, un hôpital serait, en principe, mieux adapté qu'un immeuble de bureaux. Dans l'Espace Manche, une utilisation continue toute l'année assure un retour sur investissement rapide pour une installation SWAC.

- **La température de l'air cible requise.** Alors que SWAC peut jouer un rôle dans la réduction de l'énergie nécessaire pour atteindre des températures extrêmes il fonctionne mieux lorsqu'un chauffage ou un refroidissement non extrême est nécessaire. Pour le refroidissement, plus la température nécessaire est élevée, meilleur est le coefficient de performance (c'est-à-dire, plus les économies sont importantes), tandis que pour le chauffage, plus la température nécessaire est basse, meilleure est la performance.
- **La nature des besoins thermiques du site.** Plutôt que de nécessiter uniquement du refroidissement ou du chauffage, un site idéal pour le SWAC nécessitera simultanément du chauffage et du refroidissement. Cela signifie que l'énergie thermique de l'eau de mer libérée par un système de refroidissement peut être utilisée pour une deuxième tâche, plutôt que d'être perdue dans la mer. Les exemples pourraient inclure les blanchisseries industrielles, telles que celles qui nettoient les textiles des hôpitaux, où la chaleur (pour le nettoyage) et la chaleur et la fraîcheur pour le séchage sont nécessaires toute l'année ou les aquariums, avec des espèces d'eau froide et d'eau chaude exposées (selon pour Océanopolis - section 4.3.5).
- **Accès à la mer.** En règle générale, le site ne doit pas être situé à plus de deux kilomètres du rivage, pour s'assurer que la température de l'eau de mer pompée dans le site ne se réchauffe (ou refroidi) pas trop avant d'atteindre sa destination. Le site doit être situé dans une région côtière de l'Espace Manche pouvant accéder à des températures optimales de la mer, c'est-à-dire des eaux dont la température moyenne est suffisamment différente de celle de l'air (comme détaillé dans la section 4.24.2. De plus, le profil physique du littoral devrait favoriser un accès facile aux eaux « profondes », en minimisant la longueur de canalisation nécessaire pour les atteindre. En outre, plus l'amplitude des marées est petite, plus le pipeline nécessaire pour atteindre l'eau souhaitée est court. Idéalement, la mer, d'où l'eau est prélevée, est protégée des tempêtes, par exemple par un brise-lames, ce qui réduit l'investissement nécessaire pour protéger le pipeline.
- **La présence d'obstacles.** L'accès à la mer n'est pas seulement fonction de la distance, mais aussi du fait que des routes, des voies ferrées, des bâtiments et d'autres infrastructures obstruent ou non le chemin d'une future canalisation d'eau de mer vers le rivage. De même, les parties protégées d'un littoral, par exemple, les zones désignées comme réserve naturelle ou site d'intérêt scientifique particulier (SSSI), peuvent limiter le choix des matériaux de construction autorisés à utiliser, ou empêcher complètement la construction. En outre, plusieurs propriétaires fonciers

peuvent être tenus de donner leur autorisation ; par exemple, les entités possédant un front de mer, une plage et un fond marin, à travers lesquels un pipeline peut devoir être posé, peuvent toutes être différentes. Les sites disposant d'un droit de propriété existant sur le point d'entrée à la mer sont mieux placés pour installer un SWAC.

- **La présence de composants clés du système SWAC.** L'élément le plus coûteux d'un système SWAC est l'installation d'un pipeline de captage dans la mer. Si un site pompe déjà de l'eau pour les processus, comme c'est le cas avec Brixham Lab (Section 3.1) et NLH Newlyn (Section 3.2), cela peut réduire considérablement les investissements nécessaires - en supposant que l'installation est de conception appropriée (par exemple, le diamètre de la conduite, le débit de la pompe), tout comme un permis existant pour prélever et rejeter l'eau de mer.
- **L'opportunité d'une implantation à l'échelle du quartier.** Comme indiqué ci-dessus, la viabilité d'un SWAC s'améliore avec l'échelle, les grands sites consommant des quantités importantes d'énergie, plus adaptées à la technologie. Cependant, si plusieurs sites situés à proximité les uns des autres peuvent être refroidis et/ou chauffés avec de l'eau de mer provenant d'une même canalisation, des sites encore plus petits dans l'Espace Manche pourraient bénéficier du SWAC car ses coûts seraient répartis sur plusieurs utilisateurs finaux.

Sur la base de ces facteurs, l'aide à la décision ci-dessous a été développée et peut être utilisée lors de l'évaluation d'un site pour son potentiel SWAC (Figure 7).

Figure 7 : Arbre de décision SWAC

Choisissez A ou B:		A	B
1. Quel est le besoin actuel en énergie de votre site pour le chauffage et/ou le refroidissement ?	Plus de 100kW	Moins de 100kW	
2. À quelle fréquence le chauffage et/ou le refroidissement sont-ils nécessaires sur votre site ?	Plus de 2 080 heures/an (soit 8 heures par jour, 5 jours par semaine, 52 semaines par an)	Moins de 2 080 heures/an	
3. Pour le chauffage, à quelle température souhaitez-vous que le site soit ?	Entre 18°C et 20°C	18°C ou moins / 20°C ou plus	
4. Pour le refroidissement, à quelle température souhaitez-vous que le site soit ?	Entre 5°C et 18°C	Moins de 5°C / Plus de 18°C	
5. Quelles sont les exigences thermiques de votre site ?	Chauffage et refroidissement	Chauffage uniquement / Refroidissement uniquement	
6. A quelle distance se trouve votre site de la mer ?	Moins de 1km	Plus de 1km	
7. Existe-t-il des obstacles potentiels entre votre site et la mer (par exemple, voie	Non	Oui	

ferrée, routes, bâtiments, réserve naturelle, etc.) ?			
8. Avez-vous des droits de propriété sur le point d'entrée à la mer ?	Oui	Non	
9. Votre site possède-t-il l'un des éléments d'un système SWAC déjà installé (par exemple, conduite de captage d'eau de mer avec pompe, échangeur de chaleur) ?	Oui	Non	
10. Votre site dispose-t-il d'une licence, d'une autorisation ou d'une évaluation d'impact environnemental pour le prélèvement ou le rejet d'eau de mer ?	Oui	Non	
11. Y a-t-il d'autres utilisateurs finaux potentiels dans votre voisinage (c'est -à-dire dans un rayon de 2 km) avec lesquels vous pourriez être en mesure de partager les coûts et les avantages d'un système SWAC ?	Oui	Non	
TOTAL 'As' et 'B'			
NOTATION			
Combien de A?	Potentiel SWAC ?		
4 ou moins :	Il est très peu probable que SWAC soit viable		
Entre 5 et 8 :	SWAC peut avoir du potentiel et mérite d'être étudié		
Plus de 9 :	SWAC a un potentiel certain		

5. Groupes cibles et activités d'exploitation

5.1. Groupes cibles

Cette section traite des groupes cibles qui peuvent jouer un rôle important dans la vulgarisation du SWAC et, dans certains cas, peuvent eux-mêmes devenir des utilisateurs finaux potentiels (comme résumé dans Tableau 1). En pratique, pour un utilisateur final, la distinction entre public et privé peut être moins importante que la taille de sa demande d'énergie thermique. Pour toute grande installation, qu'elle soit publique ou privée, le SWAC offre le potentiel d'une réduction significative des coûts d'exploitation.

Les gouvernements locaux et régionaux peuvent aider à mettre en place des processus d'autorisation pertinents et éventuellement fournir une assistance aux demandes de permis. Suite aux travaux entrepris au Brixham Lab, les chercheurs de l'Université de Plymouth discutent déjà avec les conseils municipaux de Torbay et de Plymouth du potentiel du SWAC. Dans le même temps, les sites des administrations locales et régionales situés dans les zones côtières pourraient eux-mêmes bénéficier de l'installation du SWAC. Au Royaume-Uni, les partenariats d'entreprises locales (LEP) peuvent indiquer les sources de financement.

Les ministères gouvernementaux nationaux (par exemple, BEIS, Le Ministère de la Transition Écologique, Defra, Ofgem) peuvent concevoir de nouvelles politiques, telles que des programmes d'incitation, des financements et des modifications législatives, qui favoriseraient les énergies renouvelables marines telles que le SWAC. Les travaux sur les conceptions SWAC axées sur l'économie circulaire (EC) pourraient être utilisés pour conduire des changements réglementaires. Un obstacle majeur à la prolongation de la durée de vie d'un actif, conformément aux principes CE, est que les composants deviennent obsolètes, de sorte que les utilisateurs finaux ne peuvent pas les remplacer. Les gouvernements peuvent résoudre ce problème en étendant le « droit de réparation » et en exigeant la normalisation des composants SWAC les plus susceptibles de tomber en panne, tels que les échangeurs de chaleur et les pompes. Là encore, les sites gouvernementaux nationaux peuvent eux-mêmes fonctionner en tant qu'utilisateurs finaux.

Les agences sectorielles (AnR , ADEME, Agence pour la Biodiversité , Environment Agency, MMO (Marine Management Organisation, UK), UK Research & Innovation (UKRI)) sont pertinentes pour l'autorisation et l'impact des technologies SWAC, ainsi que pour les futures recherches potentielles.

Les infrastructures et les grands fournisseurs de services (publics), tels que les services publics d'énergie, les aéroports et les hôpitaux, sont susceptibles d'être réceptifs au SWAC étant donné leur besoin de refroidissement ou de chauffage continu. Ils peuvent également être en mesure d'héberger des systèmes SWAC au profit d'autres utilisateurs. Les grands fournisseurs d'électricité, comme EDF (un partenaire du projet EUROSAC), peuvent également jouer un rôle dans la diffusion des résultats du projet à leurs clients. Bien que le SWAC puisse réduire la demande d'énergie, cela peut en fait être dans l'intérêt commercial d'un fournisseur d'énergie car le secteur est généralement soumis à une demande excessive.

36

Fournisseurs d'équipements de CVC et de pompage et leurs associations professionnelles représentatives, telles que AREA (Air Conditioning & Refrigeration European Association), ACRIB (Air Conditioning and Refrigeration Industry Board) et HVCA (Heating & Ventilating Contractors Association), peuvent être réceptifs à des solutions innovantes et peu coûteuses, aux technologies à faible émission de carbone telles que le SWAC. Il est important de s'engager avec eux car ils sont susceptibles d'être le premier contact pour les utilisateurs finaux à la recherche de solutions CVC. Les fournisseurs de CVC pourraient également bénéficier de nouveaux modèles commerciaux circulaires qu'ils pourraient louer plutôt que vendre des équipements et composants SWAC (voir la section **Error! Reference source not found.**).

Les universités et les instituts de recherche bénéficient non seulement des recherches menées dans le cadre du projet, mais jouent également un rôle précieux dans l'échange de connaissances avec un large éventail de secteurs industriels susceptibles de s'intéresser au SWAC. Par exemple, la National Lobster Hatchery, un utilisateur final potentiel (voir la section 3.2), fait état d'un engagement étroit avec le milieu universitaire - en effet, c'est la voie par laquelle NLH s'est impliquée dans le projet EUROSAC. Comme pour les sites

gouvernementaux, les universités situées sur la côte peuvent elles-mêmes être des utilisateurs finaux de la technologie SWAC (comme c'est le cas avec Brixham Lab, qui appartient à l'Université de Plymouth); les universités pourraient jouer un rôle précieux en tant que « early adopters » .

Les centres d'éducation et de formation, y compris les écoles, pourraient également bénéficier - et diffuser - des informations sur le SWAC, en plus d'être eux-mêmes des utilisateurs finaux, éventuellement dans le cadre d'une installation à l'échelle du district, s'ils sont situés de manière appropriée. Certaines de ces organisations peuvent avoir un intérêt particulier pour le développement des énergies renouvelables (ex : ESITC Caen, Oxford Energy Academy).

Un nombre de **groupes d'intérêt et de réseaux professionnels, y compris les ONG**, peuvent jouer un rôle dans la promotion du SWAC en tant que forme d'énergie marine renouvelable (par exemple, Centre for Sustainable Energy (UK), Ocean Energy Europe, Energy UK, Bretagne Ocean Power, Energies de La Mer, Cornwall Marine Réseau).

Les processus d'autorisation peuvent également être aidés par **des organisations internationales** , que ce soit en vertu du droit national ou international. Certaines organisations telles que l'AIE (Agence internationale de l'énergie), l'IRENA (Agence internationale pour les énergies renouvelables) ou OCEANERA-NET, qui coordonne les activités nationales de recherche sur l'énergie océanique, peuvent être en mesure d'aider à la diffusion de la technologie SWAC, en mettant l'accent sur les paramètres locaux .

Les entreprises privées des secteurs clés du marché identifiés à la section 4.5 devraient être prioritaires en tant que futurs utilisateurs du SWAC, investissant directement dans leurs propres systèmes ou bénéficiant d'installations à l'échelle du district. Ces entreprises peuvent être approchées directement ou indirectement par le biais **d'associations professionnelles** spécifiques à un secteur (par exemple, UK Hospitality ; Sustainable Restaurant Association, British Retail Consortium, Data Center Alliance (DCA)) et **d'organisations de soutien aux entreprises** (par exemple, les chambres de commerce ou les pôles de compétitivité). Ces intermédiaires de confiance avertissent notamment les PME sur les nouvelles technologies et les opportunités de financement.

Enfin, le **grand public** de l'Espace Manche et au-delà doit également être conscient des avantages sociaux, environnementaux et économiques de la technologie SWAC, en mettant l'accent sur les populations vivant à proximité des sites pilotes ou des futurs sites de réplification potentiels. Le soutien des communautés locales peut être important lorsque l'autorisation est demandée pour de nouveaux développements SWAC.

Tableau 1: Groupes cibles

Groupes cibles	Exemples	Diffuseur	Utilisateur final
Gouvernements locaux et régionaux	Conseil de Torbay; Conseil municipal de Plymouth ; Conseil de Cornouailles;	✓	✓

	Brest Métropole ; Mairie de Calais; Conseil régional de Bretagne ; Mairie d'Étel		
Ministères du gouvernement national	BEIS ; Defra ; Ministère de la Transition Écologique	✓	✓
Agences sectorielles	ADEME ; Agence pour la Biodiversité ; Agence de l'environnement ; MMO	✓	
Fournisseurs d'infrastructures et de services (publics)	Services publics d'énergie (par exemple EDF), aéroports ; hôpitaux	✓	✓
Fournisseurs de technologie CVC et associations représentatives	UNE CRÈCHE; HVCA ; ZONE	✓	
Universités et instituts de recherche	Université de Plymouth ; ENSTA Bretagne	✓	✓
Centres d'éducation et de formation, y compris les écoles	ESITC Caen ; Académie de l'énergie d'Oxford	✓	✓
Groupes d'intérêt, réseaux et ONG	Ocean Energy Europe, Energy UK ; Bretagne Ocean Power ; Énergies de La Mer ; Réseau maritime de Cornwall	✓	
Organisation internationale de droit national	OCEANERA-NET ; AIE ; IRENA	✓	
Entreprises privées; organisations de soutien aux entreprises et associations professionnelles	Chambre de commerce; Pôles de compétitivité ; Association des restaurants durables, British Retail Consortium	✓	✓
Grand public	Citoyens vivant dans l'AC, avec un accent sur les populations vivant à proximité des sites pilotes ou des futurs sites de réplification potentiels.	✓	

5.2. passées et prévues

Le projet a - dans le cadre de ses réalisations - déjà maintenu des contacts avec des acteurs externes afin de faire connaître le projet. Tableau 2 montre la diversité des activités déjà entreprises pour présenter le projet EUROSAC et le potentiel de la technologie SWAC.

Tableau 2: Activités d'exploitation passées et prévues

Date	Lieu de l'événement)	Description
12/10/2021 - 14/10/2021	Ocean Business (Southampton, Royaume-Uni)	Communauté des sciences et technologies océaniques
06/12/2021	Ocean Energy Europe (Bruxelles, Belgique)	DPI (Bruno Garnier) a donné une conférence
15/03/2022 - 17/03/2022	Oceanology International (Londres, Royaume-Uni)	Communauté des sciences et technologies océaniques
30/03/2022	Congrès UCA (Congres de l'Union des Conservateurs d'Aquarium) (France)	L'étudiante ENSTA (Angélique Vallée) a fait un discours sur l'EuroSWAC lors de cette conférence des gestionnaires d'aquariums. 32 aquariums français étaient représentés.
11/04/2022 - 13/04/2022	British Applied Mathematics Colloquium (BAMC) (Loughborough, Royaume-Uni)	Conférence donnée par l'Université de Plymouth (Simone Michele) à la communauté des mathématiques appliquées
22/04/2022	Introduction - l'Université d'Exeter et Morrisons (Exeter, Royaume-Uni)	Présentation du projet à Morrisons. Morrisons s'intéresse à la technologie SWAC, mais souhaite voir plus de données sur le système SWAC dans le cadre de la vente au détail.
29/04/2022	Introduction - l'Université d'Exeter et Carbis Bay Hotel and Resort (Virtuel)	Introduction du projet à Carbis Bay. Carbis Bay souhaitait initialement entreprendre une étude de faisabilité en direct. Le calendrier de communication signifiait que la faisabilité en direct n'était pas possible.
12/05/2022	Événement public du projet (ENSTA, Brest, France)	Événement public, présentant l'avancement du projet aux parties prenantes externes.
12/05/2022	Conférence du Centre d'excellence européen du homard (NLH, Padstow, Royaume-Uni)	NLH (Carly Daniels) a présenté les avantages potentiels du SWAC pour la croissance des stocks aquacoles aux autres intervenants de l'industrie.
19/05/2022	Réunion entre le NLH, le Département de l'environnement, de l'alimentation et des affaires rurales (DEFRA) et le Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS) (Royaume-Uni).	Conférence donnée par NLH sur le travail effectué, y compris l'état d'avancement de l'EUROSWAC.
19/05/2022	Rencontre entre NLH et l'Université de Syracuse (Royaume-Uni)	Conférence donnée par NLH sur les opérations du couvoir, y compris les progrès de l'EUROSWAC.
01/06/2022	Interview sur <i>France Inter</i>	Interview radio entre <i>France Inter</i> et DE, présentant la technologie SWAC et le projet au public français.
15/06/2022	Seanergy (Le Havre, France)	Posters présentant EUROSWAC aux parties prenantes intéressées par les énergies renouvelables offshore. En présence de l'Université de Plymouth, NLH, DPI, Oceanide, DG.
28/06/2022 - 30/06/2022	Euromaritime (Marseille, France)	Présentation du projet aux acteurs externes des énergies renouvelables maritime et de la biodiversité. Rencontres avec l'Université de Toulon et la Maire de La Seyne-sur-Mer. Il y avait un stand/table ronde avec DPI (Bruno Garnier)

06/07/2022	PRIMaRE (Université d'Exeter, Penryn Campus, Royaume-Uni).	Séance du matin parrainée par l'EUROSWAC, ainsi qu'une conférence intitulée "Explorer l'infrastructure marine dans une perspective d'économie circulaire" par Wheaton, J., Alexander, AT, Zawalna-Geer, A. et Johanning, L.
26/09/2022 – 30/09/2022	Sea Tech Week 2022 (Brest, France)	Un stand représentant le projet EUROSWAC, en plus d'une session parallèle « Solutions innovantes de climatisation à base d'eau de mer ». Posters, video, conférences et échanges avec les visiteurs.
30/09/2022 – 01/10/2022	FUTURES 2022, Université de Plymouth (Royaume-Uni)	Création et mise à disposition de matériel (quiz), sensibilisation aux bénéfices du SWAC (Bordbar, A., et Georgoulas, K).
18/10/2022	Soumission d'article - Exploration d'innovations circulaires à haute valeur ajoutée avec des méthodologies basées sur l'évaluation du cycle de vie : une revue d'études empiriques, par Wheaton, J., Alexander, A., Zawalna-Geer, A. et Johanning, L.	Document basé sur la revue de la littérature informant la méthodologie qui a informé les résultats de T4.2. Article soumis au Journal of Industrial Ecology.
08/11/2022 – 10/11/2022	Renew 2022 (Lisbonne, Portugal)	Présentation en ligne donnée lors d'une conférence internationale sur les énergies renouvelables offshore, communication des travaux sur EUROSWAC par l'Université d'Exeter (Ola Zawalna-Geer). Les présentations étaient intitulées "Potentiel technique pour la climatisation par l'eau de mer (SWAC) dans l'espace Manche" par Zawalna-Geer, A., Menon, P., Garnier, B., Johanning, L., et Pradillon, J.
25/11/2022 - 27/11/2022	6e atelier DualSPhysics (Barcelone, Espagne)	L'Université de Plymouth (Konstantinos Georgoulas) a représenté le projet EUROSWAC lors d'un atelier. DualSPhysics est le solveur CFD utilisé par l'Université de Plymouth pour CFD sur WP T1.
08/12/2022	Webinaire Innov -SWAC	Conférence en ligne organisée par DM, DPI et ClubSWAC pour communiquer les progrès réalisés sur le projet EUROSWAC.
10/02/2023	Atelier public du Brixham Lab (Brixham , Royaume-Uni)	Un événement hybride en personne et en ligne au cours duquel les principaux résultats de l'EUROSWAC ont été présentés, avec un accent sur le T4 (réplication).
10/03/2023	Atelier public de Lille (Lille, France)	Un événement hybride en personne et en ligne au cours duquel les principaux résultats d'EUROSWAC ont été présentés. Sa proximité avec Bruxelles et Paris a contribué à rehausser le profil du SWAC parmi les acteurs politiques basés en Europe.
27/6/2023	PRIMaRE (Bath, Royaume-Uni)	Diffusion des résultats du projet aux universités et aux groupes de recherche

Les autres activités en cours comprennent :

- Un bulletin d'information sur le projet publié périodiquement pour faire le point sur l'avancement du projet.
- Doris Engineering, le ClubSWAC et l'Université d'Exeter ont dirigé les communications sur l'EuroSWAC. Les activités ont inclus la création et la

maintenance d'un site Web, la publication de vidéos sur les médias sociaux pour présenter la technologie SWAC et le projet, la création d'affiches et l'affichage, etc.

- L'écloserie nationale de homard de Padstow a préparé une exposition complète décrivant le fonctionnement du SWAC. Les étudiants de l'ENSTA ont construit des modèles pédagogiques sur le fonctionnement de SWAC pour l'espace d'exposition au NLH.
- Une chaîne YouTube a été créée pour le projet EuroSWAC : https://www.youtube.com/channel/UCy5Z_mf73V-pQSozwRjd27A
- Il existe également un profil LinkedIn dédié au projet EuroSWAC <https://www.linkedin.com/company/euroswac/>

5.3. Activités d'exploitation futures proposées et calendrier

Pour accélérer l'adoption de la technologie SWAC dans l'Espace Manche, un plan de communication triennal simple mais ambitieux ciblant les principales parties prenantes est proposé (Tableau 3).

Tableau 3: Activités d'exploitation proposées

Année	Activités	But	Groupes cibles
1	Diffusion des résultats et des produits aux médias sociaux et nationaux.	Sensibiliser et générer un soutien public pour SWAC	Grand public; Groupes d'intérêt, réseaux et ONG
	Publications d'articles académiques	Renforcer la confiance des experts dans la technologie SWAC	Universités et instituts de recherche
	Poursuivre l'engagement avec les 12 sites de réplication à court terme décrits dans les sections 4.3 et 4.4	Encourager l'installation de SWAC	Les utilisateurs finaux
	S'engager avec des utilisateurs potentiels de la technologie SWAC	Renforcer la confiance dans le SWAC	Fournisseurs de technologies CVC et associations représentatives ; Universités et instituts de recherche ; Centres d'éducation et de formation, y compris les écoles ; Groupes d'intérêt, réseaux et ONG
	Collaboration avec les décideurs politiques	Identifier et favoriser de nouvelles opportunités de financement ; effectuer des changements politiques favorables (par exemple, de	Gouvernements nationaux ; Organisation internationale de droit national.

		nouveaux programmes d'incitation)	
	S'engager avec le grand public (par exemple, via des vidéos)	Accroître le soutien à la technologie SWAC parmi les communautés côtières	Grand public
	Participation à des conférences spécialisées clés (par exemple, PRIMaRE , Sea Tech Week, FOWT ; OEE ; SMM ; ISSC ; PRADS)	Renforcer la confiance dans le SWAC parmi les experts	Universités et instituts de recherche; Fournisseurs de technologie CVC ;
2	L'engagement avec les principaux secteurs du marché à plus long terme décrits dans la section 4.5Les activités pourraient inclure des « publiereportages » dans des publications sectorielles spécialisées, telles que <i>The Cooling Post</i> , une revue des technologies de climatisation.	Rechercher et promouvoir les opportunités de montée en gamme	Entreprises privées et autres utilisateurs finaux ; organisations de soutien aux entreprises et associations professionnelles
	Engagement avec des organisations représentant les communautés côtières pour identifier les opportunités d'installations SWAC à l'échelle locale et régionale	Continuer à accroître le soutien à la technologie SWAC parmi les communautés côtières	Autorités publiques locales ou régionales ; fournisseurs d'infrastructures locales
	Collaboration avec les agences responsables des licences et des permis	Atténuer les obstacles à l'octroi de permis pour installation d'un SWAC	Gouvernements locaux et régionaux Agences sectorielles
	Engagement continu avec les décideurs politiques, les représentants du SWAC et le public	Poursuivre le soutien au SWAC	Divers
3	Engagement direct avec 50 autres sites de répliation potentiels identifiés via des associations professionnelles représentatives des secteurs clés du marché à long terme.	Encourager davantage d'installations SWAC	Les utilisateurs finaux
	Engagement continu avec les décideurs politiques, les représentants du SWAC et le public	Poursuivre le soutien au SWAC	Divers
	Engagement avec des experts du secteur pour créer une nouvelle norme industrielle pour la climatisation dans les environnements maritimes, qui pointe vers l'option	Veiller à ce que le SWAC soit régulièrement pris en compte dans les contextes côtiers.	Organismes de normalisation ; organisations de soutien aux entreprises et les associations professionnelles ;

	existante et une option eau de mer.		Départements gouvernementaux nationaux ; Agences sectorielles
	Création de contenu pour la formation et le perfectionnement des connaissances liées au SWAC	Assurer la disponibilité d'une main-d'œuvre qualifiée pour la construction, l'entretien et le démantèlement d'un système SWAC	Installateurs et fournisseurs de CVC ; les centres d'éducation/formation et les écoles.

Tableau 4: Groupes cibles

Groupes cibles	Exemples	Diffuseur	Utilisateur final
Agences gouvernementales locales & régionales	Conseil de Torbay; Conseil municipal de Plymouth ; Conseil de Cornouailles; Brest Métropole ; Mairie de Calais; Conseil régional de Bretagne ; Mairie d'Étel	◆	◆
Ministères du gouvernement national	BEIS ; Defra ; Ministère de la Transition Écologique	◆	◆
Agences sectorielles	ADEME ; Agence pour la Biodiversité ; Agence de l'environnement ; MMO	◆	
Fournisseurs d'infrastructures et de services (publics)	Services publics d'énergie (par exemple EDF), aéroports ; hôpitaux	◆	◆
Fournisseurs de technologie CVC et associations représentatives	ACRIB; HVCA; AREA	◆	
Universités et instituts de recherche	Université de Plymouth ; ENSTA Bretagne	◆	◆
Centres d'éducation et de formation, y compris les écoles	ESITC Caen ; Académie de l'énergie d'Oxford		
Groupes d'intérêt, réseaux professionnels et ONG	Ocean Energy Europe, Energy UK ; Bretagne Ocean Power ; Énergies de La Mer ; Réseau maritime de Cornwall	◆	
Organisation internationale de droit national	OCEANERA-NET ; IEA ; IRENA	◆	
Entreprises privées; organisations de soutien aux entreprises et associations professionnelles	Chambre de commerce; Pôles de compétitivité ; Association des restaurants durables, British Retail Consortium	◆	◆
Grand public	Citoyens vivant dans l'Espace Manche, avec un accent sur les populations	◆	

	vivant à proximité des sites pilotes ou des futurs sites de répliation potentiels.		
--	--	--	--

6. Diffusion des connaissances

Les résultats ci-dessus ont bénéficié de la collaboration entre de nombreux partenaires du projet. Une telle collaboration a généré une banque de connaissances en relation avec les systèmes SWAC, que ce soit par les recherches théoriques, la création et les essais de nouvelles technologies, ou encore la mesure et la compilation de l'impact de cette technologie. Le contrôle de la propriété intellectuelle est important, d'autant que l'expertise préexistante de certains partenaires a été utilisé dans la création et la diffusion des résultats du projet. La diffusion des résultats du projet – et le contrôle des droits de propriété intellectuelle – seront effectués comme spécifié dans la convention de subvention.

6.1. Droits de propriété intellectuelle

Conformément au formulaire de candidature et à la convention FEDER entre les partenaires et le Secrétariat conjoint (JS), toute propriété intellectuelle, réalisations, livrables et résultats - qu'ils soient tangibles ou non - appartiennent aux partenaires du projet. Les résultats et réalisations du projet doivent être mis à la disposition du public. En effet, les partenaires du projet considèrent leur travail comme un « bien public » qui doit être diffusé le plus librement possible.

44

Cependant, les droits de propriété intellectuelle des partenaires individuels du projet doivent toujours être respectés, en particulier si les résultats du projet venaient à être commercialisés. Si tel est le cas, les partenaires du projet qui proposent une diffusion commerciale doivent évaluer à l'avance si les droits des partenaires individuels sont menacés. Cela s'applique lorsque l'expertise de base - telle que des logiciels spécialisés, des méthodologies ou d'autres ressources spécialisées existantes - a été utilisée par les partenaires du projet dans la production des résultats du projet. Tout revenu ou autre avantage économique généré doit être géré conformément aux règles du territoire concerné en matière de revenus et d'aides d'État.

6.2. Publications et libre accès

C'est une condition du projet que les résultats des activités soient rendus publics. Cela s'étend également aux publications de recherche qui devraient également être rendues en libre accès. L'implication est donc que les publications seront partagées avec les partenaires du projet et le SC dès que possible dans l'intérêt de mettre les résultats à la disposition du public. Cependant, les publications qui ont été produites par plusieurs partenaires ne doivent pas être publiées tant que l'autorisation explicite n'a pas été donnée par chaque partenaire. Ceci afin de s'assurer que les partenaires peuvent vérifier l'omission

d'informations sensibles qui pourraient – si elles sont incluses – enfreindre les droits de propriété intellectuelle d'un partenaire.

7. Obstacles potentiels et solutions

7.1. Introduction

La politique de la Commission européenne est que d'ici 10 ans, toutes les propriétés doivent utiliser un système renouvelable pour la climatisation, les sources d'énergie fossiles (par exemple, le gaz, le charbon et le pétrole) étant progressivement supprimées. La solution privilégiée pour la décarbonisation du chauffage et du refroidissement est l'utilisation de pompes à chaleur air et géothermique, qui exploitent les différences de température. La technologie SWAC est basée sur ce principe, et en effet, puisque la différence de température entre l'air et la mer est relativement importante, la technologie peut être extrêmement efficace. Cependant, malgré le potentiel du SWAC, il existe un certain nombre d'obstacles à son déploiement dans l'Espace Manche et au-delà, qui sont brièvement discutés ci-dessous. Dans la mesure du possible, des solutions sont proposées, dont beaucoup sont des résultats du projet EUROSAC.

7.2. Coût

Bien qu'il y ait des coûts d'exploitation dus à l'énergie nécessaire pour faire fonctionner les pompes, ainsi que la maintenance des composants du système, le plus grand obstacle à la duplication des systèmes SWAC sont les coûts d'investissement initiaux, qui sont généralement très importants compte tenu de la complexité de toute forme d'installation marine. Un investissement en capital important est notamment nécessaire pour installer de longues conduites de captage nécessaires pour collecter l'eau de mer au-delà de l'amplitude des marées et pour renvoyer l'eau sortante à la bonne profondeur afin d'éviter les perturbations de l'écologie de la mer. Comme indiqué ci-dessous, le coût total d'installation d'un système SWAC dépend de divers facteurs, cependant, quelle que soit la taille et la conception de l'installation prévue, certains coûts (jusqu'à 200 000 €) doivent souvent être engagés en avant-projet (par exemple, études de conception et études d'impact environnemental) pour déterminer si un projet est viable ou non. Ces coûts dépasseront presque certainement ceux de l'installation d'un système CVC conventionnel. Pour un retour sur investissement viable, un système SWAC devrait être utilisé en continu pendant toute ou une très grande partie de l'année. Pour cette raison, les utilisateurs de petite et moyenne taille en particulier, et même les grandes organisations, sont peu susceptibles de décider de remplacer leur technologie existante par une installation SWAC sans une certaine forme de financement externe. Cela a en effet été signalé comme un obstacle par les représentants de plusieurs sites en France où des études de faisabilité ont été menées par les partenaires du projet EUROSAC.

Au coût potentiellement élevé vient s'ajouter l'incertitude quant au coût précis de l'installation et de l'exploitation d'un système SWAC. Cela est dû à la diversité des facteurs physiques, techniques, économiques, d'autorisation et autres qui peuvent influencer la conception optimale d'un système SWAC. Des difficultés à estimer l'investissement susceptible d'être nécessaire peuvent entraver la progression.

Parfois, des éléments d'un système SWAC peuvent déjà être présents, comme une conduite d'extraction d'eau de mer et une pompe qui peuvent réduire considérablement le coût d'une nouvelle installation. Les utilisateurs finaux dont le système CVC existant arrive en fin de vie, et qui ont donc un budget alloué pour un remplacement peuvent également être réceptifs au SWAC, s'il est possible de faire une proposition pour un système SWAC au même coût. Néanmoins, même dans ces cas, il est probable que l'avancement dépende malgré tout d'un niveau de financement externe supplémentaire. Des informations sur les aides financières possibles sont fournies dans la section 8 pour ceux qui souhaitent installer le SWAC dans l'Espace Manche.

Un objectif majeur d' EuroSWAC a donc été de développer des solutions qui s'attaquent aux barrières de coûts associées à une installation SWAC. Certains résultats pertinents du projet sont notés ci-dessous :

- L'outil d'optimisation utilise des algorithmes génétiques (Section 2.10.1) pour aider les utilisateurs finaux potentiels à minimiser les coûts d'installation et d'exploitation du SWAC sans affecter les performances. Non seulement l'outil peut réduire le coût global, mais il peut également améliorer la fiabilité de toute estimation de l'investissement en capital susceptible d'être nécessaire de tout nouveau projet SWAC étudié.
- De nouveaux modèles commerciaux tels que la vente de services ou la location d'installations SWAC peuvent également réduire considérablement les coûts, les utilisateurs finaux ne payant potentiellement les fabricants d'équipement que pour le service fourni par SWAC, plutôt que le coût total de possession. Cette approche est particulièrement utile pour les conceptions circulaires qui sont susceptibles d'avoir des coûts d'investissement et d'exploitation plus élevés qu'une version linéaire optimisée (section 2.10). Ici, les utilisateurs finaux ne paient que pour le service fourni, tandis que les fabricants conservent la propriété des composants SWAC (et la responsabilité de la réparation, de la remise à neuf, de la remise à neuf ou du remplacement). Cet arrangement peut réduire considérablement les coûts pour les utilisateurs, tout en fournissant un nouveau flux de revenus stable aux fournisseurs sur plusieurs cycles de vie du système SWAC. Il aligne également les incitations pour le fabricant et l'utilisateur, car les deux auraient intérêt à assurer la longévité de l'actif.
- Le développement d'un système de conduites auto-ensouilleuses et l'utilisation de conduites flexibles (Section 2.8) ont le potentiel de réduire considérablement les coûts d'installation.

Il convient également de noter que la hausse du coût de l'énergie et celle des émissions de gaz à effet de serre pourraient en fait améliorer la viabilité des systèmes SWAC dans un avenir proche. À mesure que le prix de l'énergie carbonée augmente, les investisseurs sont susceptibles d'être de plus en plus attirés par les « technologies vertes », surtout si les politiques gouvernementales l'encouragent.

Enfin, pour certains utilisateurs finaux, l'avantage, en termes de réputation, de pouvoir démontrer aux clients et aux autres parties prenantes l'utilisation d'une forme de climatisation à faible émission de carbone et « respectueuse de l'environnement » peut suffire à donner le feu vert à un projet, même si les coûts financiers d'un système SWAC peuvent dépasser ceux d'un équivalent HVAC conventionnel.

7.3. Méconnaissance

Parmi les obstacles les plus fondamentaux au déploiement de la technologie SWAC dans l'Espace Manche figure le manque de sensibilisation des utilisateurs finaux potentiels quant à l'existence et à l'intérêt de cette technologie. Pour les énergies renouvelables marines, l'accent a été mis jusqu'à présent presque exclusivement sur l'énergie éolienne et, dans une moindre mesure, sur l'énergie marémotrice. Des ressources financières sont nécessaires pour diffuser les conclusions de l'EUROSWAC au-delà de la fin du projet actuel. Le Club SWAC¹⁹, une organisation à but non lucratif comprenant divers partenaires du projet (DPI et Doris Engineering) a été créé pour promouvoir le SWAC en France et au-delà, mais il dispose de peu de ressources. La section 5 présente une série d'activités qui ont été réalisées, ou qui pourraient l'être à l'avenir, pour augmenter la visibilité de cette technologie.

7.4. Fluctuations saisonnières des besoins thermiques

Les besoins thermiques des différents sites potentiels dans les régions tempérées sont souvent variables et complexes en raison de facteurs saisonniers. Cela peut constituer un obstacle à l'adoption du SWAC, une technologie conçue à l'origine pour des situations où une climatisation importante et relativement constante toute l'année est nécessaire (comme dans les régions tropicales). Par exemple, le site de Newlyn du NLH a une longue plage thermique (c'est-à-dire qu'en hiver, l'eau de l'écloserie doit être réchauffée, mais en été doit être refroidie). Cependant, comme indiqué, l'une des principales conclusions du projet EUROSWAC est que la climatisation à l'eau de mer, lorsqu'elle est associée à d'autres technologies d'énergie renouvelable et à des mesures d'efficacité énergétique (par exemple, l'isolation), peut offrir des avantages significatifs dans un contexte saisonnier. C'est cette idée qui a guidé la conception du système proposé pour NLH à Newlyn (section 3.2).

48

7.5. Barrières environnementales

L'utilisation de produits chimiques, tels que le chlore, pour prévenir l'encrassement biologique des composants SWAC est un autre obstacle en raison de l'impact potentiellement négatif sur l'écologie marine. Le projet EUROSWAC a cherché à résoudre ce problème en étudiant une gamme de solutions d'atténuation de l'encrassement biologique qui utilisent moins ou pas de produits chimiques. S'il existe des alternatives aux produits chimiques ou l'utilisation du chlore en circuit fermé permettant de l'éliminer en toute sécurité, elles augmentent le coût d'une installation SWAC. Le projet a également étudié les impacts environnementaux des rejets d'eau du SWAC (Section 2.4).

¹⁹ <https://www.clubswac.fr/>

7.6. Barrières liées à l'accessibilité

Comme indiqué dans la section 4.1, l'accès à la mer peut être problématique, avec de nombreux facteurs à prendre en compte, dont certains peuvent empêcher complètement l'installation d'un système SWAC. Tout problème d'accès susceptible d'être insurmontable doit être identifié le plus tôt possible dans un projet pour éviter un investissement inutile.

7.7. Exigences en matière de permis

Toute installation marine est soumise à diverses conditions d'autorisation qui peuvent être onéreuses à satisfaire. Les exigences en matière de permis sont susceptibles de retarder plutôt que d'arrêter complètement un projet. Au Royaume-Uni, une autorisation de prélèvement est nécessaire pour prélever de l'eau de la mer et une autre pour le rejet pour renvoyer l'eau usée à la mer. Ces licences proviennent de l'Agence de l'environnement. L'obtention d'une autorisation de rejet est particulièrement contraignante car les demandeurs doivent démontrer comment le système prévu affecterait l'environnement naturel et qu'il ne contreviendrait pas à des réglementations spécifiques. Il faut également tenir compte de l'effet du rejet d'eau sur d'autres industries, en particulier la pêche commerciale. Il n'y a pas de conseils pour cela, cela peut donc être complexe à qualifier. Chaque futur site SWAC a ses propres complexités. Par exemple, à NLH, Newlyn, l'eau de mer utilisée pour la régulation thermique entre en contact avec les larves de homards et donc, lors de sa libération, est classée comme « effluent » et non « décharge », nécessitant des autorisations supplémentaires de l'autorité compétente. Une demande doit également être déposée auprès de la Marine Management Organisation (MMO) afin d'entreprendre tout type de travaux de construction en mer (par exemple, l'installation de nouvelles canalisations, de pompes, etc.).

49

Les règles en France sont différentes et encore plus contraignantes, notamment l'obligation d'entreprendre une étude d'impact sur l'environnement (EIE) complète, obligeant presque certainement l'utilisateur final à faire appel à un consultant spécialisé. Les sites ou zones peuvent également faire l'objet d'un arrêté sur la qualité des eaux rejetées pris par le service de la qualité des eaux de l'État français.

Il est également possible, tant au Royaume-Uni qu'en France, que les communautés locales s'opposent à un nouveau développement SWAC s'il est perçu comme ayant un impact sur les activités commerciales, de loisirs et autres, en particulier si le système proposé est important. Le régulateur (par exemple, le MMO au Royaume-Uni) peut exiger une consultation publique. Il est donc conseillé à ceux qui souhaitent installer un SWAC dans de nouveaux sites d'engager un dialogue dès que possible avec les autorités compétentes et la communauté locale pour renforcer le soutien au projet.

Les résultats du projet EUROSAC conçu pour surmonter certains de ces obstacles sont les orientations sur les exigences en matière de permis (section 2.5) et le système de surveillance de la qualité de l'eau à l'aide de bouées instrumentées (section 2.4).

7.8. Perturbations des opérations d'un site

Il peut y avoir des sites où l'installation et le fonctionnement d'un système SWAC peuvent perturber d'autres activités. Par exemple, au Laboratoire de Brixham, l'utilisation d'eau de mer par un locataire a agi comme un obstacle à la mise en marche d'un système proche du SWAC. Des modifications apportées au système, financées par le projet EUROSAC, ont résolu ce problème (Section 3.1).

7.9. Durée de vie limitée des équipements

Étant donné que l'environnement marin peut être un milieu agressif, la durée de vie opérationnelle des équipements SWAC immergés peut être courte par rapport aux systèmes HVAC conventionnels. Les matériaux ferreux se corrodent rapidement sous l'eau et l'encrassement biologique par les organismes marins peut bloquer les conduites et entraver le fonctionnement des pompes. Des essais récents ont démontré que le système de captage d'eau vieux de 14 ans à Brixham Lab fonctionnait toujours (section 3.1), mais une corrosion importante de la tuyauterie a néanmoins été mise en évidence. Bien qu'une partie de l'impact puisse être atténuée par le choix de composants non métalliques, tels que l'utilisation de plastique HDPE pour le pipeline, la dépendance à l'égard de matériaux ferreux dans des composants tels que les pompes et les échangeurs de chaleur ne peut être entièrement évitée. Le risque élevé de corrosion nécessite des inspections fréquentes des actifs sous-marins, ce qui augmente les coûts d'exploitation d'un système SWAC. Cela a été abordé dans une recherche menée par les partenaires de l'EUROSAC sur une technologie à potentiel anti-corrosion (216-T2.3-NKE-001 Corrosion Potential ²⁰) (Chapitre 2.8.3). Il existe également la possibilité de surdimensionner certains composants critiques pour atténuer la corrosion et prolonger la durée de vie ; bien que cela augmenterait les coûts, cet obstacle peut être réduit par la mise en œuvre de modèles commerciaux circulaires (section 2.10).

50

7.10. Obstacles liés aux compétences techniques

Étant donné que SWAC est une technologie relativement nouvelle, une pénurie de personnes possédant les compétences nécessaires pour installer, entretenir et réparer le système peut constituer un obstacle à l'installation. Cependant, d'autres applications ont des composants similaires (conduites, pompes, échangeurs de chaleur, ...) - par exemple, de nombreuses installations côtières ont déjà besoin de pomper de l'eau à d'autres fins. Par conséquent, une fois qu'un nouveau système SWAC a été conçu, des techniciens familiarisés avec les systèmes d'échange de chaleur seront probablement disponibles pour l'installer. Il peut néanmoins être nécessaire de suivre une formation spécialisée, et pour les petites organisations cherchant à gérer un système SWAC, un soutien technique externe peut être nécessaire.

²⁰Version anglaise uniquement

7.11.Obstacles liés l'approvisionnement

Les délais d'exécution peuvent parfois être longs lors de l'installation d'un nouveau système SWAC. Certains composants spécialisés, y compris les articles résistants à l'eau de mer, peuvent être fabriqués en dehors de l'Europe et prendre plusieurs mois pour être livrés. Les pipelines utilisés dans les applications sous-marines sont cependant généralement disponibles auprès de fabricants européens (par exemple en Allemagne et en Norvège) étant donné que des produits à ce point volumineux seraient trop coûteux à transporter de plus loin.

7.12.Obstacles liés aux polices d'assurances et opportunités d'investissement

Étant donné que SWAC reste une technologie peu testée, il est difficile d'obtenir une couverture d'investissement et d'assurance, tout comme l'approvisionnement en composants avec les garanties nécessaires pour un environnement marin. Alors qu'environ 10 à 20 sites SWAC en eau profonde sont signalés dans le monde, et peut-être 20 à 50 sites de type SWAC en eau peu profonde en Europe, ce nombre d'installations est encore trop faible pour fournir une vérification statistiquement significative de la longévité d'un SWAC en mode d'utilisation en conditions réelles. Le calcul du risque de défaillance d'une installation est donc difficile. En bref, de nombreux investisseurs peuvent considérer que SWAC est encore trop risqué pour être soutenu, ou si un financement est proposé, le taux d'intérêt demandé peut être trop élevé pour permettre à un projet de se faire. Comme indiqué dans la section 5.1, les grandes organisations publiques telles que les universités peuvent être les mieux placées pour prendre ce risque en tant qu'utilisateurs précoces, car les installations peuvent avoir une valeur de recherche.

51

7.13.Barrières légales ou contractuelles

Un utilisateur final peut être contraint par des accords contractuels avec le fournisseur d'un système HVAC existant de passer à une technologie concurrente telle que SWAC.

7.14.Faibles prix de l'énergie

Lorsque les prix unitaires de l'énergie en vigueur sont suffisamment bas, cela peut saper le modèle commercial d'installation et d'exploitation d'un SWAC. Ceci est démontré par les projections du système SWAC de Brixham Lab basées sur le suivi des premiers mois ; là où la diminution de l'empreinte carbone est indéniable, la rentabilité n'est pas si bonne car le coût actuel de l'énergie est bas.

De plus, les prix de l'énergie sont rarement stables, ce qui rend quasiment impossible la construction d'un business plan sur. Cela ne fait qu'augmenter les risques pour les investisseurs. Cependant, au fil du temps, le seuil de viabilité financière pour les technologies à faible émission de carbone coûteuses, telles que SWAC, peut devenir plus facile à atteindre à mesure que le coût des énergies fossiles augmente. De plus, le SWAC diminue également la dépendance vis-à-vis de sources d'énergie telles que le gaz naturel,

dont le marché est contrôlé par un nombre relativement restreint de producteurs et qui est soumis à une volatilité des prix importante.

8. Opportunités de financement pour l'installation de SWAC

Comme indiqué dans la section 7.2, étant donné le coût d'une installation SWAC, de nombreux projets auront probablement besoin d'un financement externe pour progresser. Bien que des financements publics soient disponibles pour le développement des énergies renouvelables, il est souvent nécessaire de démontrer qu'un projet est d'une certaine manière « innovant ». Il existe cependant un certain nombre de sources de financement au Royaume-Uni et en France qui pourraient être explorées.

8.1. Opportunités de financement au Royaume-Uni

Après le Brexit, le paysage du financement du secteur public pour les installations à faibles émissions de carbone, y compris le SWAC, reste en évolution, la participation future du Royaume-Uni aux anciennes sources de financement de l'UE telles qu'Interreg et Horizon Europe, et sa capacité à en bénéficier, n'étant pas définie pour l'instant. UKRI (UK Research & Innovation) coordonne les programmes après la sortie du Royaume-Uni de l'UE et serait en mesure de recommander des voies de financement potentielles. BEIS (Department for Business, Energy & Industrial Strategy) étudie également actuellement des alternatives à Horizon²¹. Les possibilités de recevoir un soutien financier du gouvernement local et national semblent limitées au Royaume-Uni. Par exemple, jusqu'à récemment, le gouvernement britannique incitait à l'utilisation de chaleur renouvelable non domestique et domestique (RHI), soutenant l'installation de pompes à chaleur à source d'eau dans les sites commerciaux et résidentiels. Ce régime spécifique n'a plus cours, mais de nouveaux pourraient être lancés à l'avenir. En effet, le prochain programme du gouvernement britannique pour la mise à niveau des chaudières, administré par BEIS, offrira un soutien similaire en accordant des subventions pour l'installation des pompes à chaleur à air qui, comme indiqué dans le présent plan d'exploitation, peuvent faire partie d'une installation SWAC hybride pour les petits sites. BEIS supervise également le Green Heat Network Fund (GHNF) qui vise à développer des réseaux de chaleur à faible émission de carbone (nouveaux et existants), et peut être utile pour ceux qui cherchent à créer des systèmes SWAC à l'échelle communale. Une future version du Fonds des communautés côtières, qui a fonctionné entre 2012 et 2022²², pourrait soutenir les sites touristiques cherchant à installer des systèmes SWAC. En outre, certaines parties de l'Espace Manche peuvent également être éligibles à un soutien du Département de l'Aménagement, du Logement et des

²¹Communication personnelle (BEIS, 3 février 2023)

²² <https://www.gov.uk/government/collections/coastal-communities>

Communautés. Les Partenariats d'Entreprises Locales (LEP) pertinents implantés dans l'Espace Manche²³ peuvent également être des sources de conseil et de financement futur.

Le secteur de l'énergie océanique au Royaume-Uni se développe rapidement²⁴ et des mécanismes de subventions de recherche peuvent être disponibles, par exemple, auprès d'Innovate-UK, des réseaux de transfert de connaissances et de l'UKRI pour les technologies d'énergie renouvelable - tant qu'il y a un élément innovant de recherche et développement. Le secteur de l'aquaculture britannique reçoit également un soutien du gouvernement, toujours par l'intermédiaire de l'UKRI, et peut être éligible à recevoir un soutien si les entreprises envisagent une installation SWAC. Un certain nombre de bailleurs de fonds privés ont un intérêt à soutenir la technologie océanique, notamment Vala Capital²⁵, Ocean 14 Capital²⁶ et pH3²⁷, Maritime UK South West, se concentrent sur les énergies renouvelables offshore, l'autonomie marine et la technologie océanographique propre dans la zone de la Manche et au-delà, et coordonne plusieurs « sites d'investissement maritimes »²⁸ dans la région où des installations SWAC à l'échelle communale peuvent être possibles. Cette organisation peut être en mesure de signaler les opportunités de financement imminentes des secteurs public, privé et tertiaire.

Étant donné que le paysage du financement est en constante évolution, il est recommandé à ceux qui souhaitent investir dans un système SWAC au Royaume-Uni de surveiller de près les sites internet suivants concernant les potentiels nouveaux programmes :

- BEIS : <https://www.gov.uk/business-finance-support>
- Centre pour l'énergie durable : <https://www.cse.org.uk/local-energy/funding-your-project>
- Grantfinder : <https://www.grantfinder.co.uk/funding-highlights/funds/environment/maritime>
- maritime : <https://www.maritimeuk.org/priorities/innovation/funding-opportunities/>
- Les Partenariats d'Entreprises Locales (LEP) implantés dans l'Espace Manche :²⁹ <https://www.lepnetwork.net/>
- Ofgem (Office of Gas and Electricity Markets) : <https://www.ofgem.gov.uk/information-consumers/energy-advice-businesses/find-business-energy-efficiency-grants-and-schemes>
- UKRI : <https://www.ukri.org/councils/innovate-uk/guidance-for-applicants/guidance-for-specific-funds/>

²³ Cornwall and Isles of Scilly LEP; Heart of the South West LEP; Dorset LEP; Enterprise M3 LEP; Solent LEP; Coast to Capital LEP; South East LEP; New Anglia LEP.

²⁴ Depellegrin et al. 2022. Innover dans l'économie bleue : une nouvelle approche de la cartographie du paysage des parties prenantes du bassin maritime de l'Espace Atlantique. *Frontières des sciences marines*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.889582>

²⁵ <https://www.valacap.com/>

²⁶ <https://www.ocean14capital.com/>

²⁷ <https://ph3.co.uk/>

²⁸ <https://maritimeuksw.org/maritime-investment-sites-south-west-uk/>

²⁹ LEP de Cornouailles et des îles Scilly ; Cœur du LEP du Sud-Ouest ; LEP du Dorset ; Entreprise M3 LEP ; LEP de Solent ; Coast to Capital LEP ; LEP Sud-Est.

8.2. Opportunités de financement françaises

Contrairement au Royaume-Uni, les régimes français peuvent bien sûr toujours bénéficier des mécanismes de financement de l'UE.

L'énergie verte étant l'une des priorités de l'UE, il existe de nombreuses opportunités de financement et d'accompagnement pour les projets d'énergie renouvelable. Les principaux étant :

- Horizon Europe

Programme de financement de la recherche et de l'innovation (jusqu'en 2027).

Son Cluster 5 est dédié au climat, à l'énergie et à la mobilité. L'un de ses objectifs est de lutter contre le changement climatique en améliorant le secteur de l'énergie, en le rendant plus durable, plus efficace et plus résilient.

- CEF (Connecting Europe Facility)- Énergie

Subventions pour soutenir des projets d'infrastructures énergétiques durables, allouées à des projets transfrontaliers dans le domaine des énergies renouvelables

- FEDER (Fonds Européen de Développement Régional)

Une Europe plus verte, sobre en carbone et résiliente est l'une des priorités de ce fonds.

Des informations sur les nombreuses opportunités de financements européens sont disponibles sur le site du gouvernement français :

<https://www.economie.gouv.fr/entreprises/conseil-financements#>

54

L'ADEME³⁰ (Agence française pour la transition écologique) intervient au niveau régional et peut être un bon point d'entrée pour rechercher des informations sur les opportunités de financement des projets SWAC car elle supervise le financement sur le territoire français provenant des politiques énergétiques européennes. Le « Fonds chaleur renouvelable » étant certainement le plus adapté à la mise en œuvre de la technologie SWAC (<https://fondschaleur.ademe.fr/>).

Les règles, les budgets et la définition de tous ces mécanismes financiers évoluent rapidement, il convient donc de vérifier les opportunités de sortie nationales et européennes lors de l'examen d'un projet SWAC. De nombreuses informations sont disponibles sur les sites officiels des institutions.

Une autre source potentielle de financement pour les nouveaux dispositifs SWAC en France pourrait être les *pôles de compétitivité*, un réseau de clusters d'entreprises compétitifs qui soutiennent des projets aux niveaux régional, national et européen. Les principaux pôles interrégionaux dédiés aux activités de la mer seraient : Pôle Mer Bretagne Atlantique (PMBA)³¹ et Pôle Mer Méditerranée (PMM)³². Parmi ceux dédiés à l'énergie figurent le Pôle

³⁰ Agence nationale de développement et de maîtrise de l'énergie

³¹ <https://www.pole-mer-bretagne-atlantique.com//fr/>

³² <https://www.polemermediterranee.com/>

Fibres- Energivie³³, Capenergies³⁴, DERBI³⁵, S2e2³⁶ et Tenerrdis³⁷. Les *pôles de compétitivité* sont associés non seulement aux autorités, mais également à des investisseurs privés, notamment des banques et des compagnies d'assurance, intéressés par ce type de financement. Les demandeurs de financement peuvent présenter leur projet au *pôle de compétitivité* et peuvent se voir proposer des prêts à taux avantageux.

9. Conclusions

La conclusion générale du projet EUROSAC est que la climatisation à l'eau de mer peut être une alternative très efficace et à faible émission de CO₂ au CVC conventionnel dans l'Espace Manche, et peut jouer donc un rôle important dans la transition écologique. Compte tenu des coûts d'investissement importants liés à l'installation d'un tel système, les activités d'exploitation doivent se concentrer sur la reproduction de la technologie sur les sites avec une forte demande de chauffage et de refroidissement toute l'année. Cependant, la recherche montre qu'il existe aussi un grand potentiel d'exploitation parmi les petites structures avec des besoins variables au fil des saisons, en combinant pompe à chaleur et SWAC. Il convient de rappeler que le principe SWAC fonctionne également avec les rivières et les lacs. Les résultats de ce projet ont une valeur bien au-delà de l'Espace Manche.

³³ <http://www.fibres-energivie.eu/en/node/1>

³⁴ <https://www.capenergies.fr/fr/>

³⁵ <https://pole-derbi.com/>

³⁶ <https://www.s2e2.fr/fr/>

³⁷ <https://www.tenerrdis.fr/en/>