

## أثر الطاقات البحرية المتجددة على البيئة في البحر الأبيض المتوسط

**The impact of marine renewable energies on the environment  
in the Mediterranean**د. بن طيب هديات خديجة\*1، ط. د. بن طيب رضية<sup>2</sup><sup>1</sup> جامعة تلمسان (الجزائر)، bentayeb.hidayat@yahoo.com<sup>2</sup> جامعة تلمسان (الجزائر)، radia\_benta@yahoo.fr

تاريخ النشر: 2023/01/25

تاريخ القبول: 2022/12/25

تاريخ الاستلام: 2022/10/17

**ملخص:**

يعتبر موضوع الطاقات البحرية المتجددة من أهم التحديات والفرص التي تأمل في تحقيقها الدول المتقدمة والنامية خاصة في ظل التغيرات الحاصلة في المناخ التي كان سببها استغلال الطاقات الغير مستدامة مثل البترول، وانبعاثات الغازات السامة... الخ مما أدى إلى التأثير على البيئة واختلال التوازن البيولوجي.

سوف نحاول في هذه المداخلة تسليط الضوء على أهم الأدبيات حول الطاقات المتجددة البحرية، والتطرق إلى أهم أنواعها و ما هي تأثيراتها على البيئة وواقعها في حوض البحر الأبيض المتوسط. وخلصت الدراسة إلى أن تشجيع تبني تكنولوجيات الطاقة البديلة البحرية يعتبر احد أهم محددات النجاح في المحافظة على البيئة واستدامة المحيط، بالإضافة إلى تحقيق النمو الأزرق.

**كلمات مفتاحية:** الطاقات البحرية المتجددة، الاستدامة، البيئة، البحر الأبيض المتوسط.

**Abstract:**

The issue of marine renewable energies is one of the most important challenges that developed and developing countries hope to achieve, especially in light of the changes taking place in the climate that were caused by the exploitation of unsustainable energies such as petroleum, and emissions of toxic gases, etc., which led to the impact on the environment and biological imbalance.

In this intervention, we will try to shed light on the most important literature on marine renewable energies, and address the most important types of them and their effects on the environment in the Mediterranean basin. The study concluded that encouraging the adoption of marine alternative energy technologies is one of the most important determinants of success in preserving the environment and the sustainability of the ocean, in addition to achieving blue growth.

**Keywords:** marine renewable energies, sustainability, environment, the Mediterranean

\*بن طيب هديات خديجة

## 1. مقدمة:

على الرغم من وفرة الطاقة البحرية على طول سواحل المحيط الأطلسي و شمال أوروبا، إلا أن هناك موارد كبيرة متاحة أيضاً في البحر الأبيض المتوسط، مما يفتح آفاقاً جديدة لإنتاج الطاقة المستدامة في المناطق الساحلية الحساسة و للتنمية الاقتصادية في المنطقة. إن تنفيذ محولات الطاقة الكهربائية في البحر الأبيض المتوسط هو في الواقع من شأنه إحداث تطورات تكنولوجية كبيرة تؤدي إلى ابتكار منتجات جديدة، بسبب مستويات الطاقة المنخفضة المحلية التي تفرض قيوداً على كفاءة الجهاز و التوافق البيئي. بالإضافة إلى ذلك، يسمح المناخ الأكثر اعتدالاً باختبار المفاهيم و النماذج الأولية في البيئة الطبيعية بتكاليف معقولة، مما يقلل من مخاطر رأس المال للشركات الصغيرة والمتوسطة الجديدة و المبتكرة، فالمحيط يعتبر مصدر طاقة وفير و نظيف و متجدد.

في فبراير 2021 ، وافق وزراء من 42 دولة في الاتحاد الأوروبي على تكثيف جهودهم نحو اقتصاد أزرق مستدام في البحر الأبيض المتوسط، حيث تتجلى فرص الابتكارات المستدامة في الشحن الأخضر، وتربية الأحياء المائية المستدامة و مصايد الأسماك، فضلاً عن السياحة البحرية والساحلية في المنطقة .

و لكن لا يمكن أن يتحقق ذلك إلا إذا كانوا قادرين على الاعتماد الكامل للتقنيات الجديدة المتاحة أو نماذج الأعمال المبتكرة الجديدة أو إدارة الانتقال من بُعد عالمي إلى بُعد محلي أكثر. فمن

المحتمل أن تتطور المنافذ الناشئة في كثير من المجالات كالطاقة البحرية المتجددة، والتكنولوجيا الحيوية الزرقاء، و السلامة البحرية و الأمن بمرور الوقت إلى أنظمة إيكولوجية اقتصادية غنية و متنوعة. و لكي يتمكن القطاع من مواجهة التحديات الحالية و تحقيق كامل إمكاناته على المدى المتوسط يجب معالجة عدد من المجالات الشاملة لا سيما من خلال الدعم النشط و المنسق من صانعي السياسات في المنطقة، كمنع النفايات و التلوث البحري، تعزيز البحث و الابتكار البحري و البحري، و إنشاء حوافز كافية لاكتساب المهارات و المهن و الوظائف الزرقاء. كلها أنشطة أساسية من شأنها تمكين النمو المستدام للأنشطة الاقتصادية.

لذلك فالإشكالية الرئيسية التي يمكن طرحها هي: ما مدى تأثير الطاقات البحرية المتجددة على البيئة في البحر الأبيض المتوسط ؟

## 2. الطاقات البحرية المتجددة :

### 1.2 مفهوم الطاقات البحرية المتجددة

تعرف الطاقات المتجددة على أنها تلك الطاقات التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي و دوري. بمعنى أنها الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي يمكن أن لا تنفذ، كما تعرف الطاقة البديلة بأنها الطاقة التي تولد من مصدر طبيعي لا ينضب و هي متوفرة بسهولة و في كل مكان على سطح الكرة الأرضية و يمكن تحويلها بسهولة إلى طاقة<sup>1</sup>.

تشكل الطاقة المتجددة أحد وسائل حماية البيئة و هي بذلك بخلاف الطاقات غير المتجددة الموجودة غالباً في مخزون جامد في الأرض لا يمكن الاستفادة منها إلا بعد تدخل الإنسان لإخراجها منه<sup>2</sup>.

تتميز مصادر الطاقة المتجددة بقابلية استغلالها المستمر دون أن يؤدي ذلك إلى استنفاد منابعها، فالطاقة المتجددة هي تلك التي نحصل عليها من خلال تيارات الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي و دوري. كذلك نعني "بالطاقة المتجددة" الكهرباء التي يتم توليدها من الشمس و الرياح

<sup>1</sup> أ.موساوي رفيقة، د.موساوي زهية، "دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة"، مجلة المالية والأسواق، العدد4 رقم 01 ، 2017، ص

393.

<sup>2</sup> قدي عبد المجيد، منور أوسرير، محمد حمو، الاقتصاد البيئي، دار الخلدونية للنشر والتوزيع، ط2010، ص 133.

و الكتلة الحيوية و الحرارة الجوفية و المائية، و كذلك الوقود الحيوي و الهيدروجين المستخرج من المصادر المتجددة<sup>3</sup>.

فتتمثل مصادر الطاقات المتجددة في: الطاقة الشمسية، الطاقة الهوائية، طاقة الكتلة الحيوية، طاقة الحرارة الجوفية و الطاقة المائية<sup>4</sup>.

أما فيما يخص الطاقات البحرية المتجددة فهي نوع من أنواع الطاقات المتجددة المائية، التي لها أهمية و تلعب دور كبير في تحقيق الاستدامة و تنمية الاقتصاد الأزرق، فتعرف الطاقات البحرية المتجددة على أنها مجموع التكنولوجيات التي تقوم بإنتاج الكهرباء من موارد بحرية، وتشير طاقة البحار والمحيطات إلى جميع أشكال الطاقة المتجددة المشتقة من البحر<sup>5</sup>.

إن فكرة توليد الكهرباء من المحيط ليست جديدة، حيث تم تطوير النماذج الأولية للمنشآت التي تسعى إلى تخزين طاقة الأمواج منذ مائة عام و ذلك بعد عدة عقود من خيبة الأمل في هذا المجال. إلا أنه في السبعينيات و مع أزمة النفط، عاد الاهتمام بمصدر الطاقة، و تم تطوير الأنظمة الأولى التي تهدف إلى إنتاج الطاقة من قوة المد والجزر في فرنسا عام 1966. و في التسعينيات و مع ظهور أزمة الطاقة و المناخ تطور الاهتمام بمصادر الطاقة البحرية بسرعة عالية<sup>6</sup>.

## 2.2 أنواع الطاقات البحرية المتجددة:

### 1.2.2 طاقة الرياح البحرية<sup>7</sup>:

<sup>3</sup> محمد طالي، محمد ساحل، "أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة"، مجلة الباحث، العدد 6 رقم 6، 2008، ص 203.

<sup>4</sup> محمد طالي، محمد ساحل، المرجع السابق، ص 203-205.

<sup>5</sup> Australian government-Australian Renewable energy agency (ARENA), "What is ocean energy?", <https://arena.gov.au/renewable-energy/ocean/#:~:text=Ocean%20energy%20refers%20to%20all,an%20early%20stage%20of%20commercialisation>. Observer le 08/04/2022.

<sup>6</sup> Clément Fournier, « et si on utilisant l'énergie de l'océan pour produire de l'électricité », page web youmatter, <https://youmatter.world/fr/energie-marine-maremotrice-vagues-electricite-developpement/>, 24/03/2016, observer le 04/04/2022

<sup>7</sup> سارة طارق، "ما هي مصادر الطاقة البحرية المتجددة وطيف تعمل؟"، مجلة عالم التكنولوجيا، 28/نوفمبر 2020. [https://www.tech-](https://www.tech-mag.net/amp/%D9%85%D8%A7-%D9%87%D9%8A-%D9%85%D8%B5%D8%A7%D8%AF%D8%B1-%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AA%D8%AC%D8%AF%D8%AF%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%AD%D8%B1%D9%8A%D8%A9%D8%9F-%D9%88)

[mag.net/amp/%D9%85%D8%A7-%D9%87%D9%8A-%D9%85%D8%B5%D8%A7%D8%AF%D8%B1-%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AA%D8%AC%D8%AF%D8%AF%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%AD%D8%B1%D9%8A%D8%A9%D8%9F-%D9%88](https://www.tech-mag.net/amp/%D9%85%D8%A7-%D9%87%D9%8A-%D9%85%D8%B5%D8%A7%D8%AF%D8%B1-%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AA%D8%AC%D8%AF%D8%AF%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%AD%D8%B1%D9%8A%D8%A9%D8%9F-%D9%88)

لوحظ /%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%AD%D8%B1%D9%8A%D8%A9%D8%9F-%D9%88

تعد الرياح أكثر أنواع الطاقة المتجددة البحرية شيوعًا مقارنة بالرياح على الأرض، فهي تتمتع بالعديد من المزايا مثل: سرعة و قوة الرياح أكبر في المحيط، و تقليل التأثير البصري و مستويات الضوضاء، ولها تأثير ضئيل في النظم البيئية للمحيطات. عندما تهب الرياح، تدور ريش التوربين والشفرات المتصلة بسلسلة من الآليات التي تزيد من سرعة الدوران، ثم تنتقل هذه الطاقة إلى المولد. بعدها يحول المولد تلك الطاقة الحركية إلى كهرباء، ثم يتم إرسال الطاقة إلى محطة فرعية و هي نقطة يتم فيها تجميع الكهرباء المنتجة في مزرعة الرياح. و في الأخير يغير المحول الجهد إلى مستوى أعلى و يتم إرسال الطاقة إلى المنازل على الشاطئ.

وتساعد طاقة الرياح البحرية في التخفيف من تغير المناخ. و لكن يبقى أحد أكبر المعوقات هو أن البنية التحتية لا تزال مكلفة في البناء والصيانة. بالإضافة إلى الظروف الجوية القاسية كخطر العواصف و الأعاصير التي يمكن أن تواجه مزارع الرياح.

### 2.2.2 طاقة الأمواج<sup>8</sup>:

تحتوي الأمواج على الكثير من الطاقة وتقوم العديد من الشركات حول العالم باستكشاف كيفية استغلالها. و تعد شركة "AW-Energy Oy" واحدة منهم، حيث أنشأت هذه الشركة جهاز WaveRoller وهو يحول طاقة أمواج المحيط إلى كهرباء على بُعد مئات الأمتار من الساحل و في قاع البحر.

تتحرك اللوحة الكبيرة ذهابًا و إيابًا مع أمواج المحيط و تلتقط الطاقة، وتعمل وحدة سحب الطاقة مع المولدات على ضبط الطاقة و تحويلها إلى كهرباء. كلما كانت الموجة أكبر، كانت أقوى. لكن الطاقة المولدة تعتمد أيضًا على سرعتها و طولها و قوة الرياح التي تدفعها. ولكن على الرغم من مزاياها العديدة إلا أنه لم يتم استخدام هذه التقنية على نطاق واسع حتى الآن و لا يزال الباحثون يبحثون في كيفية جعلها بديلاً أقل التكلفة و أكثر وثوقًا.

### 3.2.2 طاقة المد والجزر:

استخدمت ظاهرة المد و الجزر في الولايات المتحدة الأمريكية منذ القرن السابع عشر لإنتاج طاقة محركة فقط لإدارة بعض طواحين الغلال<sup>9</sup>. فطاقة المد و الجزر هي طاقة ناتجة عن تكرار ارتفاع الماء

<sup>8</sup> سارة طارق، المرجع السابق.

<sup>9</sup> أ.موساوي رقيقة، د.موساوي زهية، المرجع السابق، ص 398.

مرتين يوميا، مع انخفاضه يندفع الماء فيولد طاقة يفاد منها في محطات التوليد المائية<sup>10</sup>. يتم توليد طاقة المد و الجزر من خلال مولدات طاقة المد و الجزر (توربينات تحت الماء)، يتم تركيبها في أماكن ذات حركات مد عالية. و حركة الماء تجعل الشفرات تدور، هذا يدفع المولد لإنتاج الكهرباء التي يتم إرسالها بعد ذلك إلى الشاطئ عبر كبلات الطاقة. قد يكون من الصعب تثبيت هذه الأجهزة وصيانتها في المحيط بسبب ارتفاع تكاليفها التنافسية. و مع ذلك فإن التحسينات التكنولوجية الحديثة تجعل هذا ممكنا. كما تتبنى العديد من الدول الأوروبية هذه التكنولوجيا مثل فرنسا و بريطانيا<sup>11</sup>.

## 4.2.2 تحويل طاقة التدرجات الحرارية والملوحة:

### 1.4.2.2 تحويل طاقة الحرارة للمحيطات<sup>12</sup>:

تحويل الطاقة الحرارية للمحيطات "OTEC" هي تقنية تسخر الطاقة الشمسية من خلال الاستفادة من الاختلافات بين درجة حرارة سطح المحيط و تحت سطحه. يتطلب توليد طاقة تحويل الطاقة الحرارية للمحيطات تدرجا في درجة الحرارة أكبر من 20 درجة مئوية، هذا التدرج له معنى عند أعماق تصل إلى كيلومتر واحد. و بالتالي توجد إمكانات عالية لمشاريع تحويل الطاقة الحرارية للمحيطات في المناطق الاستوائية حيث يكون الخط الحراري للمحيطات كبيرا.

تستخدم المبادلات الحرارية و المولدات التوربينية لتحويل الفروق في درجات الحرارة إلى كهرباء. يمكن أن تكون محولات تحويل الطاقة الحرارية للمحيطات إما أرضية أو بحرية، أو مثبتة على منصات عائمة. بالنظر إلى المفهوم التشغيلي للمحولات الحالية، كما يمكن التمييز بين ثلاث فئات تقنية: تحويل الطاقة الحرارية للمحيطات ذات الدورة المفتوحة، و تحويل الطاقة الحرارية للمحيطات ذات الدورة المغلقة، والأنظمة الهجينة.

## 2.4.2.2 طاقة تدرج الملوحة:

تعتمد طاقة تدرج الملوحة (القوة التناضحية) على تدرجات الملوحة بين المياه العذبة و المياه المالحة. تميل السوائل ذات التركيز المختلف إلى الانتشار حتى يصبح الخليط متجانسا. من المحتمل

<sup>10</sup> هيثم عبد الله سلمان، "اقتصاديات الطاقة المتجددة في ألمانيا ومصر والعراق"، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، العدد الأول، 2016، ص 10.

<sup>11</sup> سارة طارق، المرجع السابق.

<sup>12</sup> Rajagopalan, K.; Nihous, G.C. "Estimates of Global Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) Resources Using an Ocean General Circulation Model". *Renew. Energy* 2013, 50, 532–540.

أن تكون مصبات الأنهار مواقع و فيرة لاستغلال طاقة تدرج الملوحة. تقدر الإمكانيات العالمية القابلة للاستغلال تقنيًا حاليًا بحوالي 647 جيجاوات، على الرغم من أن عدم مراعاة المعايير القانونية و البيئية ربما أدى إلى المبالغة في التقدير. تقدر تدرجات ملوحة المحيطات بإمكانيات تقنية تقدر بحوالي 1650 تيراوات ساعة/سنة، كما تبلغ الطاقة القابلة للاستخراج عالميًا من مصبات الأنهار 625 تيراواط ساعة/سنة، أي ما يعادل 3٪ من الاستهلاك العالمي للكهرباء<sup>13</sup>.

### 3. أثر الطاقات البحرية المتجددة في البحر الأبيض المتوسط على الاستدامة والبيئة:

#### 1.2 واقع الطاقات البحرية المتجددة في البحر الأبيض المتوسط:

لا يزال قطاع الطاقة المتجددة البحرية في حوض البحر الأبيض المتوسط في بدايته. و يعتمد تطوره على سلسلة من التحديات و العقبات التي يجب التغلب عليها. كما أن نقص الخبرة العملية و قلة الدراسات التي تركز على التأثيرات المحتملة في الحوض تجعل البحر الأبيض المتوسط منطقة غير مستكشفة فيما يتعلق بقطاع الطاقة المتجددة البحرية. فالبلدان التي تستغل الطاقة البحرية المتجددة بالفعل هي مصدر قيم للمعلومات والخبرة.

تعد طاقة الرياح البحرية و محولات طاقة الأمواج و تقنيات المد و الجزر و تحويل الطاقة الحرارية للمحيطات و الطاقة الشمسية العائمة كلها طاقات تم تطويرها بشكل متزايد في السنوات الأخيرة<sup>14</sup>. كما تساهم هذه الأنواع من الطاقة البحرية بـ 36.1 مليار يورو في الناتج المحلي الإجمالي للاتحاد الأوروبي، كما تضم 4624 عاملاً<sup>15</sup>. بالإضافة إلى ذلك يمكنهم توفير ما يصل إلى 10٪ من احتياجات أوروبا من الكهرباء بحلول عام 2050. و مع ذلك فإن تطوير مصادر الطاقة البحرية المتجددة "MRE" في

<sup>13</sup> Alvarez-Silva, O.; Winter, C.; Osorio, A.F. Salinity Gradient Energy at River Mouths. Environ. Sci. Technol. Lett. 2014, 1, 410–415.

<sup>14</sup> Union pour la Méditerranée, "Vers une économie bleue durable dans la region méditerranéenne" union Européen, edition 2021,p 38.

<sup>15</sup> Commission européenne (2020). Le rapport sur l'économie bleue de l'UE. 2020. Office des publications de l'Union européenne. Luxembourg,

[https://blueindicators.ec.europa.eu/sites/default/files/2020\\_06\\_BlueEconomy-2020-LD\\_FINAL-corrected-web-acrobat-pro.pdf](https://blueindicators.ec.europa.eu/sites/default/files/2020_06_BlueEconomy-2020-LD_FINAL-corrected-web-acrobat-pro.pdf) .

البحر الأبيض المتوسط حاليًا أقل مما هو عليه في البلدان الأخرى لأسباب تتعلق بظروف طبيعية مثل انخفاض الرياح و المد و الجزر و التيارات و كذلك الأعماق المفرطة في بعض الأماكن<sup>16</sup>.

على الرغم من هذا هناك العديد من المواقع في البحر الأبيض المتوسط لها إمكانات تنمية كبيرة، حيث تعتبر طاقة الرياح البحرية قطاعًا واعدًا للطاقة البحرية المتجددة. يمكن أن يصل إنتاجها إلى 12 جيجاواط بحلول عام 2030 وما يقرب من 40 جيجاوات بحلول عام 2050 لدول البحر الأبيض المتوسط في الاتحاد الأوروبي<sup>17</sup>.

علاوة على ذلك توجد منطقة واعدة جدًا لطاقة الأمواج بين سردينيا و جزر البليار، حيث تقدر بحوالي 9.5 كيلو واط / م، و على الرغم من أن الطاقات البحرية المتجددة لا تزال في طور النشوء، إلا أنها تظل قطاعًا أزرق مع إمكانات نمو قوية، وإمكانات كبيرة لفائدة المنطقة من حيث التطور التكنولوجي وفرص العمل<sup>18</sup>.

بغض النظر عن المرحلة المبكرة نسبيًا من التطور مقارنةً بما يتم في محيطات العالم العظيمة، تظل الطاقات البحرية المتجددة مثيرة للاهتمام للتطوير في مياه البحر الأبيض المتوسط. نظرًا للخصائص الجيومورفولوجية للبحر الأبيض المتوسط والنضج التكنولوجي، يبدو أن هناك تقنيتان واعدتان للمنطقة: الرياح البحرية و الأمواج، كما تعتبر الطاقة الشمسية العائمة أيضًا في طليعة التقنيات البحرية ذات اتجاهات النمو الواعدة<sup>19</sup>.

نظام رياح البحر الأبيض المتوسط له العديد من التضاريس المحلية، مثل خليج الأسد و بحر إيجة الأوسط (متوسط سرعة الرياح السنوية حوالي 8 م/ث)، و مضيق كاسوس إلى الجنوب الشرقي من بحر إيجة، من ناحية أخرى، تم العثور على تدفقات طاقة الأمواج الأكثر كفاءة في غرب البحر الأبيض المتوسط<sup>20</sup>.

<sup>16</sup> Interreg Med Mistral, [https://interreg-med.eu/fileadmin/user\\_upload/Sites/Blue\\_Growth/Projects/MISTRAL/blue\\_book\\_v5\\_low\\_res.pdf](https://interreg-med.eu/fileadmin/user_upload/Sites/Blue_Growth/Projects/MISTRAL/blue_book_v5_low_res.pdf).

<sup>17</sup> Interreg Med Croissance Bleue, <https://cpmr-intermed.org/download/blue-growth-policy-paper/?wpdmdl=9591&ind=1574776164297>.

<sup>18</sup> Interreg Med Croissance Bleue, <https://cpmr-intermed.org/download/blue-growth-policy-paper/?wpdmdl=9591&ind=1574776164297>.

<sup>19</sup> Amir Garanovic, "Ocean Sun inks Mediterranean floating solar deal", offshore-energy, <https://www.offshore-energy.biz/ocean-sun-inks-mediterranean-floating-solar-deal/>, observer le 05/04/2022.

<sup>20</sup> Soukissian, Takvor & Denaxa, Dimitra & Karathanasi, Flora & Prospathopoulos, Aristides & Sarantakos, Konstantinos & Iona, Sissy & Georgantas,



من بين جميع الخيارات التقنية ، تعد طاقة الرياح البحرية حاليًا أكثر أنواع الطاقة البحرية المتجددة نضجًا في البحر الأبيض المتوسط. إذ أن مستوى تطورها من حيث التكنولوجيا و أطر السياسات و التسويق و القاعدة المثبتة يجعلها منطقة واعدة للتنمية الاقتصادية في المنطقة<sup>21</sup>.

أصبحت التقنيات والأجهزة الخاصة بتحويل مصادر الطاقة إلى كهرباء جاهزة الآن للنشر على نطاق واسع في مزارع البحر الأبيض المتوسط، مما يسمح بالانتقال من العرض إلى التشغيل ثم إلى الاستغلال التجاري<sup>22</sup>.

و من بين التقنيات تعد مزارع الرياح البحرية العائمة مناسبة بشكل خاص لخصوصيات البحر الأبيض المتوسط، حيث يمكن نشرها في المياه العميقة و بعيدًا عن السواحل حيث تشكل الأنشطة الأخرى المتنافسة عقبات أمام نشرها الكامل<sup>23</sup>.

في الوقت الحاضر مشاريع طاقة الرياح البحرية هي في الغالب فقط في المرحلة التجريبية في دول البحر الأبيض المتوسط للإتحاد الأوروبي (فرنسا، اليونان، إيطاليا و البرتغال) ، أي يجري التخطيط لها أو الموافقة عليها ، وتواريخ التسليم لا تزال غير محددة. كما نشرت فرنسا أول ثلاث مزارع تجريبية في البحر الأبيض المتوسط و من المقرر أن يتم تشغيلها في عام 2022 (EoIMed 24 ميجاوات) ؛ Golfe du Lion Floating Offshore و 28 Provence Grand Large ميجاوات و EFGL - 30 ميجاوات<sup>24</sup> .

---

Konstantinos & Mavrakos, Spyridon. (2017). Marine Renewable Energy in the Mediterranean Sea: Status and Perspectives. *Energies*. 10(10): 1512. <https://doi.org/10.3390/en1010151210.3390/> .

<sup>21</sup> Nikolaidis G, Karaolia A, Matsikaris A, Nikolaidis A, Nicolaides M and Georgiou GC (2019) Blue Energy Potential Analysis in the Mediterraneanm [https://maestrale.interreg-med.eu/fileadmin/user\\_upload/Sites/Blue\\_Growth/Projects/MAESTRALE/fenrg-07-00062.pdf](https://maestrale.interreg-med.eu/fileadmin/user_upload/Sites/Blue_Growth/Projects/MAESTRALE/fenrg-07-00062.pdf)

<sup>22</sup> Pisacane G, Sannino G, Carillo A, Struglia MV and Bastianoni S (2018) Marine Energy Exploitation in the Mediterranean Region: Steps Forward and Challenges. *Front. Energy Res.* 6:109. doi: 10.3389/fenrg.2018.00109.

<sup>23</sup> Drobinski P, Azzopardi B, Ben Janet Allal H, Bouchet V, Civel E, Creti A, Duic N, Fylaktos N, Mutale J, Pariente-David S, Ravetz J, Taliotis C, Vautard R (2020) Transition énergétique en Méditerranée . In : Changement climatique et environnemental dans le bassin méditerranéen – Situation actuelle et risques pour l'avenir. First Mediterranean Assessment Report [Cramer W, Guiot J, Marini K (eds.)] Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/ MAP, Marseille, France, 58pp.

<sup>24</sup> Wind Europe (2019) Éolien offshore en Europe. Principales tendances et statistiques 2019, WindEurope-Annual-Offshore –Statistics-2019.pdf

في إيطاليا يسعى مشروع سفن سيز ميد للحصول على امتياز حكومي بحري لمدة 30 عامًا لإنشاء مزرعة رياح عائمة بقدرة 250 ميغاواط على بعد 35 كيلومترًا من الساحل في مضيق صقلية<sup>25</sup>. إذا نظرنا إلى التكاليف المقدرة للرياح البحرية العائمة فهذه حاليًا أعلى من تلك المحددة في القاع، و لكن يجب أن ينخفض الفرق نحو 2050. و وفقًا لتقرير "Ocean SET 2020"، تبنت أربع دول متوسطة في الاتحاد الأوروبي (إيطاليا وفرنسا والبرتغال وإسبانيا) بالفعل سياسات محددة لاستغلال طاقة الأمواج و المد و الجزر لأغراض الطاقة. كما تظهر دراسة التكلفة المقدرة لهاتين التقنيتين أن هذا يجب أن يظل أعلى بكثير من الحد المحدد (على التوالي 5.5 و 4 أضعاف تكاليف الاستثمار لطاقة الرياح البرية) ، ولكن الاتجاه يجب أن ينخفض حتى عام 2050 (خاصة بالنسبة لطاقة الأمواج التكنولوجية)<sup>26</sup>.

### 2.3 أثر الطاقات البحرية المتجددة في البحر الأبيض المتوسط على البيئة:

نظرًا لأن طاقة المحيطات تعد قطاعًا جديدًا نسبيًا فإن هناك أخطار حول التأثيرات الافتراضية التي يمكن أن تحدثها المنشآت على الحيوانات و الموائل البحرية. لذلك يتضمن كل مشروع أجهزة طاقة المحيطات لرصد الآثار المحتملة. علاوة على ذلك جل المشاريع يتم إجراء تقييمات الأثر البيئي لها (EIA) ووفقًا للتشريعات الأوروبية. و على الرغم من ذلك لا توجد بيانات كافية للتأكد من وجود هذه التأثيرات الافتراضية التي تشكل خطرًا حقيقيًا، و إن وجدت فيمكن أن يؤدي إلى رفض مشاريع طاقة المحيطات.

و يمكن حصر الآثار السلبية المحتملة للطاقات البحرية المتجددة في أربعة تأثيرات رئيسية محتملة: مخاطر الاصطدام، الضوضاء تحت الماء، المجالات الكهرومغناطيسية و تغيرات الموائل.

### 1.2.3 مخاطر الاصطدام

<sup>25</sup> Sladjana Djunicic, "CORRECTED - 7 Seas Med seeks concession for 250-MW floating wind project off Italy", renewables now, <https://renewablesnow.com/news/corrected-7-seas-med-seeks-concession-for-250-mw-floating-wind-project-off-italy-705512/>.

<sup>26</sup> Union pour la Méditerranée, "Vers une économie bleue durable dans la region méditerranienne" union Europeen, edition 2021,p 40.

يعد اصطدام الثدييات البحرية، الأسماك و الطيور البحرية بالريش الدوارة أو الأسس الثابتة لجهاز طاقة المحيط أحد أكثر الاهتمامات الافتراضية المشار إليها في نشر طاقة المحيطات<sup>27</sup>. حتى الآن لم يلاحظ أي تصادم من قبل أي من برامج المراقبة الموضوععة عند تركيب وتشغيل أجهزة طاقة المحيط<sup>28</sup>. تعتمد شدة خطر الاصطدام على نوع جهاز طاقة المحيط إن كان ثابت أو ديناميكي. يمكن لـ "Static" تأهيل الجهاز أو مكوناته بما في ذلك الأساسات، كابلات الطاقة، خطوط الإرساء و الموجودة في قاع البحر أو في عمود المياه الوسطى أو على سطح البحر. تشمل الأجهزة والمكونات الديناميكية شفرات التوربينات الدوارة أو محولات طاقة الموجة المتذبذبة. يمكن أن تقع فوق سطح البحر أو تحته<sup>29</sup>. كما أظهرت التجارب في عمليات النشر الميدانية لطاقة الأمواج و المد و الجزر أن التفاعلات مع الأجهزة الثابتة الفردية لا تعرض الحيوانات البحرية للخطر لأنه لم يكن هناك أي دليل على اصطدام الثدييات البحرية الكبيرة، الطيور البحرية، الأسماك أو الوقوع في شرك كبلات الطاقة أو خطوط إرساء أجهزة طاقة المحيط الثابتة. تعد إمكانية الاصطدام بأجهزة طاقة المحيط الديناميكية أو مكوناتها ضئيلة جدا، و لا توجد بيانات رصد كافية لإجراء تقييمات محددة لشدة مخاطر الاصطدام، بسبب العدد الصغير المطلق للآلات المثبتة في ظروف البحر الحقيقية. بالإضافة إلى ذلك، من الصعب للغاية من الناحية الفنية الحصول على بيانات الرصد بسبب الظروف القاسية وندرة الأدوات المناسبة. لذلك تمت دراسة الآليات التي يمكن من خلالها حدوث الاصطدامات على نطاق واسع في المحاكاة المختبرية و عبر النمذجة. ومع ذلك، فإن هذه بشكل عام تبالغ في تقدير الاصطدامات المحتملة، لأنها لا تؤثر في قدرة الحيوانات على اكتشاف وتجنب الهياكل تحت الماء. وبالتالي لا يزال هناك الكثير من عدم اليقين حول كيفية تصرف الحيوانات البحرية حول منشآت طاقة المحيط الديناميكية<sup>30</sup>.

كما تظهر الأبحاث وجود مخاطر تصادم منخفضة للغاية مع محولات طاقة الأمواج و لا توجد حالات تصادم ملحوظة، وذلك لأن حركة أجهزة طاقة الأمواج محدودة نسبياً وبالتالي يمكن اكتشافها

<sup>27</sup> A. Copping, N. Sather, L. Hanna, J. Whiting, G. Zydlewski, G. Staines, A. Gill, I. Hutchison, A. O'Hagan, T. Simas and J. Bald, "Annex IV 2016 state of the science report: Environmental effects of marine renewable energy development around the world", Ocean Energy Systems, 2016.

<sup>28</sup> A. Copping, L. Hemery and editors, "OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World", OES, 2020.

<sup>29</sup> ETIP OCEAN, "Ocean energy and the environment: Research and strategic actions", Review of environmental impacts and consenting processes for ocean energy, 2020, p 8

<sup>30</sup> ETIP OCEAN, "Ocean energy and the environment: Research and strategic actions", Review of environmental impacts and consenting processes for ocean energy, 2020, p 8

وتجنبها بواسطة الثدييات البحرية التي غالبًا ما تستخدم إشارات السونار لاكتشاف الأجسام. بالإضافة إلى ذلك يتم تحريك الأجهزة بواسطة الموجة بدلاً من التحرك بشكل مستقل داخل الموجة بحيث تتأثر الحيوانات البحرية أيضًا بنفس الحركة مما يقلل من إمكانية الاصطدام.

بالنسبة لتوربينات المد و الجزر لم تظهر البحوث التي تم إجراؤها حتى الآن على أي حالات ملحوظة للتدبيات البحرية أو الأسماك أو الطيور البحرية الغاطسة أو غيرها من الحيوانات البحرية التي تصطدم بتوربينات المد و الجزر التشغيلية. كما أظهر المحاكاة المعملية و دراسات موقع الاختبار على أنه من غير المرجح أن تتعرض الأسماك للإصابة عند السباحة حول التوربينات<sup>31</sup>.

تتحرك ريش المد و الجزر بشكل أبطأ بكثير من توربينات الطاقة الكهرومائية التقليدية. يمكن أن تحتوي الطاقة الكهرومائية على سرعات طرف ريشة تصل إلى عدة مئات من الأمتار في الثانية مقارنةً بسرعات ريش المد و الجزر التي تبلغ 3-15 م/ث اعتمادًا على حجم التوربين، هذا يقلل بشكل كبير من التأثير المحتمل للتصادم وشدته<sup>32</sup>. على سبيل المثال، أظهرت دراسة<sup>33</sup> أنه من غير المحتمل أن تعاني الحيتان القاتلة من الاصطدام بشفرة التوربينات، و أن التأثير المقدر أصغر من أن يتلف عظم فك الحوت. أما بالنسبة لأجهزة طاقة الأمواج يكون التأثير المحتمل للتصادم أقل.

### 2.2.3 الضوضاء تحت الماء

بالنسبة للعديد من الحيوانات البحرية، فإن السمع هو المستخدم للتفاعل مع البيئة البحرية، سواء للتواصل أو التفاعل الاجتماعي أو التوجه أو الافتراس أو المراوغة. إن مدى الترددات والسعات التي تكون حساسة تجاهها واسع و يختلف من نوع لآخر. يمكن أن تؤثر الضوضاء البشرية في البيئة البحرية على سمع الحيوانات البحرية أو قدرتها على التواصل والملاحة بأصوات تحديد الموقع بالصدى<sup>34</sup>.

<sup>31</sup> [10] K. Rossington and T. Benson, "An agent-based model to predict fish collisions with tidal stream turbines", Renewable Energy, vol. 151, pp. 1220-1229, 2019.

<sup>32</sup> A. Copping, "The State of Knowledge for Environmental Effects: Driving Consenting/Permitting for the Marine Renewable Energy Industry", Report by Pacific Northwest National Laboratory (PNNL), 2018.

<sup>33</sup> T. Carlson, M. Grear, A. Copping, M. Halvorsen, R. Jepsen and K. Metzinger, "Assessment of Strike of Adult Killer Whales by an OpenHydro Tidal Turbine Blade", Report by Pacific Northwest National Laboratory (PNNL), 2014.

<sup>34</sup> A. Copping, N. Sather, L. Hanna, J. Whiting, G. Zydlewski, G. Staines, A. Gill, I. Hutchison, A. O'Hagan, T. Simas and J. Bald, "Annex IV 2016 state of the science report: Environmental effects of marine renewable energy development around the world", Ocean Energy Systems, 2016.

يمكن لأجهزة طاقة المحيط أن تولد ضوضاء أثناء التركيب والتشغيل ، على الرغم من أن هذه الضوضاء أقل من الضجيج الناتج عن الأنشطة البحرية الأخرى مثل الشحن و النفط و الغاز أو الرياح البحرية.

كما تشير الدراسات إلى أنه من غير المحتمل أن تسبب الضوضاء الصادرة عن تركيب جهاز الأمواج و المد و الجزر ضرراً للكائنات البحرية. غالبًا ما يتم تثبيت أجهزة الأمواج و المد و الجزر أو وضعها في قاع البحر. و هي عمليات تولد مستويات منخفضة جدًا من الضوضاء. لا تستخدم طاقة المحيطات دق الخوازيق (هي تقنية تستخدم في الرياح البحرية والأنشطة الصناعية الأخرى التي يتم من أجلها طرق أنبوب كبير في قاع البحر) لأن قاع البحر لتوربينات المد والجزر المثبتة في القاع صعب للغاية بشكل عام بسبب التيارات العالية التي تمنع التكوين من الرمل والطين والتنوع البيولوجي بشكل عام. لا يمكن عمل الركيزة على الصخور، لذلك إذا تم استخدام الركائز فسيتم الحفاظ عليها بواسطة أربعة مسامير محفورة في الصخر، و هي أقل بكثير من ضوضاء دق الخوازيق التي يمكن أن تصل إلى 140 ديسيبل ويمكن أن تكون ضارة للكائنات البحرية . وبالتالي فإن تأثيرات الضوضاء تحت الماء لعمليات تركيب طاقة المحيطات محدودة للغاية مقارنة بأنشطة التركيب الأخرى<sup>35</sup>.

عمليا و حتى الآن لا يوجد دليل على ضوضاء تشغيلية من أجهزة طاقة المحيط تسبب إصابات أو تأثيرات سلوكية كبيرة على الحيوانات البحرية حيث تظهر بعض البيانات أن الضوضاء التشغيلية قد تجذب الحيوانات أو تنفرها ولكن دون التسبب في ضرر. وتجدر الإشارة إلى أن ضوضاء التشغيل الصادرة عن الأجهزة تقل عن ضوضاء البحر المحيطة ، خاصة في المناطق التي يحدث فيها النقل أو سفن الصيد بشكل منتظم<sup>36</sup>.

### 3.2.3 المجالات الكهرومغناطيسية

المجالات الكهرومغناطيسية (EMFs) هي مجالات مغناطيسية يتم إنشاؤها عن طريق تحريك الأجسام المشحونة كهربائياً. توجد المجالات الكهرومغناطيسية بشكل طبيعي في البيئة من مصادر مختلفة مثل المجال المغناطيسي للأرض والجزئيات النشطة من الشمس. و في البيئة البحرية تحدث المجالات

<sup>35</sup> A. Copping, L. Hemery and editors, “OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World”, OES, 2020.

<sup>36</sup> G. Hastie, D. Russel, P. Lepper, J. Elliott, B. Wilson, S. Benjamins and D. Thompson, “Harbour seals avoid tidal turbine noise: implications for collision risk”, Journal of Applied Ecology, no. 55, pp. 684-693, 2017.

الكهرومغناطيسية بشكل طبيعي نتيجة للتفاعل بين موصلية مياه البحر و دوران الأرض و حركة المد و الجزر أو التيارات. فالمجالات الكهرومغناطيسية الموجودة في البيئة البحرية تعمل على توليد جميع الجسور و الأنفاق و الكابلات تحت سطح البحر المستخدمة في الاتصالات و التوصيلات الكهرومغناطيسية في المحيط، تدخل عمليات نشر طاقة المحيطات المجالات الكهرومغناطيسية الإضافية في البيئة البحرية. المصدر الرئيسي للمجالات الكهرومغناطيسية هو توصيلات الكابلات بين الأجهزة و تصدير الكابلات إلى الشاطئ<sup>37</sup>.

تمتلك العديد من الحيوانات البحرية المختلفة القدرة على الإحساس بالمجالات الكهرومغناطيسية والاستجابة لها. يمكنهم الكشف عن المجالات الكهربائية أو المغناطيسية مع المستقبلات الكهربائية أو المغناطيسية. ومن الأمثلة على ذلك أسماك القرش والكرنكند والقريدس والحيتان والدلافين والسلاحف البحرية. قد يؤدي وجود مجال مغناطيسي مختلف حول الكبل إلى جذب الحيوانات أو تحويلها عن الكبل. من المهم أن نفهم ما إذا كانت المجالات الكهرومغناطيسية قد اكتشفتها الأنواع الحساسة وما إذا كانت ذات صلة بيولوجية<sup>38</sup>.

#### 4.2.3 التغييرات في الموائل

يمكن أن يكون لتركيبة الأجهزة في قاع البحر و حركة التوربينات و خطوط التثبيت و الكابلات تأثير على الموائل البحرية. يمكن تغيير أنماط الترسيب والديناميكية المائية و ظروف قاع البحر مما يؤدي إلى تغيير النظام البيئي القاعي (أدنى مستوى في المسطح المائي). هذه التغييرات محلية و لها تأثير مماثل للصناعات البحرية الأخرى التي تضع الهياكل في الماء، وتأثير أقل بكثير. على سبيل المثال مصايد الأسماك باستخدام سفن الجر القاعية، فمن الصعب التمييز بين التأثيرات التي تسببها الأجهزة و التي تحدث بشكل طبيعي لأن المجتمعات القاعية تخضع باستمرار لتغيرات تحت الظروف الطبيعية للمحيطات. لم تكتشف الدراسات التي أجريت حتى الآن تغيرات مهمة في الموائل أو المجتمعات القاعية والسكان المحيطين بجهاز طاقة المحيط. يمكن ملاحظة فقدان بعض الموائل مباشرة تحت الأجهزة

<sup>37</sup> ETIP OCEAN, "Ocean energy and the environment: Research and strategic actions", Review of environmental impacts and consenting processes for ocean energy, 2020, p 10

<sup>38</sup> ETIP OCEAN, "Ocean energy and the environment: Research and strategic actions", Review of environmental impacts and consenting processes for ocean energy, 2020, p 10

الناطقة في القاع، على الرغم من أن توربينات المد و الجزر المثبتة في القاع تعمل بشكل عام في مناطق ذات تيار عالٍ للغاية، وبالتالي تمنع تكوين الكثير من التنوع البيولوجي في قاع البحر الجرداء<sup>39</sup>.

### 5.2.3 آثار المحميات البحرية والشعاب الاصطناعية

بالنسبة لمزارع الرياح البحرية، يقتصر الصيد داخل مزرعة طاقة المحيط بشكل عام على سفن الصيد الصغيرة جدًا. و هي تستثني المراكب البترولية التي تلحق الضرر بقاع البحر باستخدام شباك بطول كيلومتر واحد تلامس قاع المحيط بشكل مباشر. نتيجة لذلك يتم إنشاء تأثير "محمية بحرية"، حيث تمثل المزرعة منطقة يمكن للأسماك أن تعيش فيها وتتكاثر دون عوائق. و في بعض الحالات يستحسن الصيد خارج المزرعة، حيث تستخدم الأرصد السمكية "المحمية البحرية" لإعادة بناء نفسها<sup>40</sup>.

كما لوحظ أيضًا أن منشآت طاقة المحيطات تنشئ موائل جديدة للكائنات البحرية. و يمكن أيضًا رؤية التأثيرات الإيجابية التي تحدثها أجهزة طاقة المحيطات على السطح، حيث أظهرت دراسة حديثة أن أعقاب بناء طاقة المد و الجزر يمكن أن تخلق منطقة تغذية وراحة للحيوانات، مع وجود عدد أكبر من الطيور البحرية مقارنة بمنطقة الانبعاث الطبيعي<sup>41</sup>.

### 4. الخاتمة:

من المهم التأكيد على أن الطاقات البحرية المتجددة هي تكنولوجيات بديلة مناسبة للمصادر "التقليدية" الملوثة و غير المستدامة. تعد الطاقات البحرية المتجددة حاليًا قطاعًا أزرق سريع النمو، مع إمكانات تطوير كبيرة للبحر الأبيض المتوسط في السنوات القادمة. تم اقتراح سيناريو انتقال الطاقة الذي صاغه مرصد الطاقة المتوسطي (OME) أن اعتماد الطاقات المتجددة في المنطقة سيضعف أدائها ثلاث مرات بحلول عام 2040، وبالتالي يصل إلى حوالي 27٪ من الاستهلاك العالمي للطاقة، بمتوسط معدل نمو يبلغ 4.3٪ سنويًا بواسطة طاقة الرياح و الطاقة الشمسية.

<sup>39</sup> A. De Backer, G. Van Hoey, D. Coates, J. Vanaverbeke and K. Hostens, "Similar Diversity-Disturbance Responses to Different Physical Impacts: Three Cases of Small-Scale Biodiversity Increase in the Belgian Part of the North Sea", Marine Pollution Bulletin, no. 84, pp. 251-262, 2014.

<sup>40</sup> S. Degraer, R. Brabant, B. Rumes and L. Vigin, "Environmental Impacts of Offshore Wind Farms in the Belgian Part of the North Sea: Assessing and Managing Effect Spheres of Influence", Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management, Brussels, 2018.

<sup>41</sup> O. Langhamer, "Artificial reef effect in relation to offshore renewable energy conversion: state of the art", The Scientific World Journal, vol. 2012, 2012.

بالتوازي مع ذلك ، ركزت توقعات Wind Europe بشكل أكثر تحديداً على القطاع و قدرت ما مجموعه 70 جيجاوات من طاقة الرياح البحرية المنتجة في مياه جنوب أوروبا بحلول عام 2040. و من المرجح أن تدعم البنية التحتية القوية الحالية للموانئ ، جنباً إلى جنب مع الخبرة في المزيد من مصادر الطاقة التقليدية في عدد من بلدان البحر الأبيض المتوسط و تطويرها في المستقبل. بالإضافة إلى ذلك فإن الانخفاض المستمر في تكلفة الطاقات البحرية المتجددة هو أيضاً عامل إيجابي قد يؤدي إلى زيادة الاهتمام بتطوير القطاع.

ومع ذلك، هناك بعض الجوانب الهامة التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار من أجل التنمية الكاملة للقطاع في المستقبل. وتشمل هذه الجوانب ما يلي:

■ الإستدامة: الطاقة المتجددة بشكل عام غير محدودة و مستدامة ، مما قد يقلل بشكل كبير من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، كما يمكن تسخير موارد الطاقة النظيفة و المتجددة للمحيطات العالمية بعدة طرق. لذلك، فإن الحاجة إلى تطوير الطاقة البحرية المتجددة (MRE) أصبح ضروري، لأنها تلعب دوراً حاسماً في تحقيق أهداف خفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري و في مكافحة تغير المناخ.

■ الحفاظ: بما أن الطاقة البحرية المتجددة تشمل إلا مناطق في البحر الأبيض المتوسط فإن آثارها السلبية المحتملة لا تزال بحاجة إلى تقييم إلى حد كبير. لهذا السبب يجب أن تفكر مصادر الطاقة المتجددة البحرية دائماً في اتخاذ الاحتياطات اللازمة لتقليل آثارها البيئية (خاصة عند السفر بعيداً عن الشاطئ).

■ الابتكار: يجب أن تعزز الطاقات البحرية المتجددة قدرات البحث و الابتكار و الجهود المبذولة لتطوير التقنيات التي من شأنها أن تجعل من الممكن الاستفادة الكاملة من إمكانات مصادر الطاقة البحرية المتجددة في البحر الأبيض المتوسط.

■ الرقمنة: كل وافد جديد مطالب بتخصيص مساحات بحرية، حيث تعمل الطاقات البحرية المتجددة على دفع تطوير المعرفة المتعلقة بالأنشطة البحرية للحد من النزاعات والمخاطر. كما بدأ استخدام بيانات المراقبة البحرية في تقديم صورة كاملة للأنشطة، مما يمهّد الطريق لمساحة بحرية متفقد عليها حيث يمكن تطوير الطاقة البحرية المتجددة.



- الترخيص: يجب تعزيز الأطر التنظيمية للتوعية بمخاطر الألغام وتسهيل عملية الترخيص مع الحفاظ على التقييم العام المناسب و التشاور قبل تركيب البنية التحتية لتعليم مخاطر الألغام.
- المنصات متعددة الأغراض: إن الطلب على الموارد البحرية يفرض الحاجة إلى مفاهيم جديدة للاستغلال المستدام للموارد و التخصيص الذكي للمساحة. كالتنهج المتعدد الاستخدامات (MU). فهو مفهوم ناشئ للتغلب على الادعاءات المكانية و دعم النمو الأزرق. هناك إمكانيات لتطوير هذا النهج المتعلق بطاقة الرياح البحرية العائمة وتربية الأحياء المائية (مثل خليج الأسد)، يجب تحسينها ودعمها في المستقبل.
- التعايش مع الاستخدامات البحرية الأخرى: يجب أن يطور التعليم الخاص بالطاقات المتجددة فكرة الجمع بين الأنشطة البحرية المختلفة في نفس المكان (مثل الطاقات المتجددة، تربية الأحياء المائية، صيد الأسماك، الموارد البيولوجية، الحفاظ على البيئة و استعادتها، النقل البحري، تحلية المياه، و الخدمات السياحية).
- فرص تعليم الطاقات المتجددة في الجزر: من المسلم به أن التوعية من الطاقات المتجددة لها دور هام محتمل في التنمية المستدامة للمناطق الساحلية والجزر. تزداد أهمية هذه الإمكانيات بالنسبة للجزر، حيث يمكنها الاستفادة من الاتصال المباشر من الطاقة المتاحة على الفور للاستهلاك. و التكلفة المستوية للطاقة (LCoE) أقل من محطات الطاقة التي تعمل بالوقود. كما يمكن أن تكون التوعية من الطاقات المتجددة مكتملة للطاقات المتجددة المثبتة على الأرض وتشغل مساحة أقل. أحد الأمثلة على تطوير تعليم الطاقات المتجددة في البحر الأبيض المتوسط هو مشروع PELAGOS (تعزيز الشبكات والتكتلات المبتكرة لتأزر الطاقة البحرية المتجددة على سواحل وجزر البحر الأبيض المتوسط). تم التخطيط لإنشاء مجموعة البحر الأبيض المتوسط 187 التي تحفز النمو الأزرق، وتطوير الابتكارات التكنولوجية ذات الصلة وتسريع استغلال الابتكارات التكنولوجية ذات الصلة في قطاع السوق.

## 5.المراجع:

- أ.موساوي رفيقة، د.موساوي زهية،2017، "دور الطاقات المتجددة في تحقيق التنمية المستدامة"، مجلة المالية والأسواق، العدد4 رقم 01.
- قدي عبد المجيد، منور أوسري، محمد حمو،2010، "الاقتصاد البيئي"، دار الخلدونية للنشر والتوزيع، ط1.

- محمد طالي، محمد ساحل، 2008، "أهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة"، مجلة الباحث، العدد 6 رقم 6.
- سارة طارق، 2020، "ما هي مصادر الطاقة البحرية المتجددة وطيف تعمل؟"، مجلة عالم التكنولوجيا، <https://www.tech-mag.net/amp/%D9%85%D8%A7-%D9%87%D9%8A-%D9%85%D8%B5%D8%A7%D8%AF%D8%B1-%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AA%D8%AC%D8%AF%D8%AF%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%AD%D8%B1%D9%8A%D8%A9%D8%9F-%D9%88>، لوحظ يوم 2022/04/04.
- هيثم عبد الله سلمان، 2016، "اقتصاديات الطاقة المتجددة في ألمانيا ومصر والعراق"، المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، العدد الاول.
- Australian government-Australian Renewable energy agency (ARENA), "What is ocean energy?", <https://arena.gov.au/renewable-energy/ocean/#:~:text=Ocean%20energy%20refers%20to%20all,an%20early%20stage%20of%20commercialisation>. Observer le 08/04/2022.
- Clément Fournier, 2016, « Et si on utilisant l'énergie de l'océan pour produire de l'électricité », page web youmater, <https://youmatter.world/fr/energie-marine-maremotrice-vagues-electricite-developpement/>, observer le 04/04/2022.
- Rajagopalan, K.; Nihous, G.C, 2013, "Estimates of Global Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) Resources Using an Ocean General Circulation Model". Renew. Energy, 50, 532–540.
- Alvarez-Silva, O.; Winter, C.; Osorio, A.F, 2014, « Salinity Gradient Energy at River Mouths”. Environ. Sci. Technol. Lett, 1, 410–415.
- Union pour la Méditerranée, 2021, “Vers une économie bleue durable dans la region méditeranienne”, union Europeen.
- Commission européenne, 2020, « Le rapport sur l'économie bleue de l'UE », Office des publications de l'Union européenne. Luxembourg,

- [https://blueindicators.ec.europa.eu/sites/default/files/2020\\_06\\_BlueEconomy-2020-LD\\_FINAL-corrected-web-acrobat-pro.pdf](https://blueindicators.ec.europa.eu/sites/default/files/2020_06_BlueEconomy-2020-LD_FINAL-corrected-web-acrobat-pro.pdf) .
- Interreg Med Mistral, [https://interreg-med.eu/fileadmin/user\\_upload/Sites/Blue\\_Growth/Projects/MISTRAL/blue\\_book\\_v5\\_low\\_res.pdf](https://interreg-med.eu/fileadmin/user_upload/Sites/Blue_Growth/Projects/MISTRAL/blue_book_v5_low_res.pdf) .
  - Interreg Med Croissance Bleue, <https://cpmr-intermed.org/download/blue-growth-policy-paper/?wpdmdl=9591&ind=1574776164297> .
  - Amir Garanovic, "Ocean Sun inks Mediterranean floating solar deal", offshore-energy, <https://www.offshore-energy.biz/ocean-sun-inks-mediterranean-floating-solar-deal/> , observer le 05/04/2022.
  - Soukissian, Takvor & Denaxa, Dimitra & Karathanasi, Flora & Konstantinos & Mavrakos, Spyridon., 2017, "Marine Renewable Energy in the Mediterranean Sea: Status and Perspectives. Energies. 10(10), 1512. <https://doi.org/10.3390/en1010151210.3390/> .
  - Nikolaidis G, Karaolia A, Matsikaris A, Nikolaidis A, Nicolaidis M and Georgiou GC, 2019, "Blue Energy Potential Analysis in the Mediterraneanm" [https://maestrale.interreg-med.eu/fileadmin/user\\_upload/Sites/Blue\\_Growth/Projects/MAESTRALE/fenrg-07-00062.pdf](https://maestrale.interreg-med.eu/fileadmin/user_upload/Sites/Blue_Growth/Projects/MAESTRALE/fenrg-07-00062.pdf)
  - Pisacane G, Sannino G, Carillo A, Struglia MV and Bastianoni S, 2018, "Marine Energy Exploitation in the Mediterranean Region: Steps Forward and Challenges". Front Energy Res. 6:109. doi: 10.3389/fenrg.2018.00109.
  - Drobinski P, Azzopardi B, Ben Janet Allal H, Bouchet V, Civel E, Creti A, Duic N, Fylaktos N, Mutale J, Pariente-David S, Ravetz J, Taliotis C, Vautard R, 2020, « Transition énergétique en Méditerranée . In : Changement climatique et environnemental dans le bassin méditerranéen – Situation actuelle et risques pour l'avenir », First Mediterranean Assessment Report ,Plan Bleu, UNEP/ MAP, Marseille, France.
  - Wind Europe, 2019, Éolien offshore en Europe. Principales tendances et statistiques 2019, WindEurope-Annual-Offshore -Statistics-2019.
  - Sladjana Djunicic, "CORRECTED - 7 Seas Med seeks concession for 250-MW floating wind project off Italy", renewables now, <https://renewablesnow.com/news/corrected-7-seas-med-seeks-concession-for-250-mw-floating-wind-project-off-italy-705512/> .

- ETIP OCEAN, 2020, "Ocean energy and the environment: Research and strategic actions", Review of environmental impacts and consenting processes for ocean energy.
- K. Rossington and T. Benson, 2019, "An agent-based model to predict fish collisions with tidal stream turbines", Renewable Energy, vol. 151, pp. 1220-1229.
- Copping, 2018 "The State of Knowledge for Environmental Effects: Driving Consenting/Permitting for the Marine Renewable Energy Industry", Report by Pacific Northwest National Laboratory (PNNL).
- T. Carlson, M. Grear, A. Copping, M. Halvorsen, R. Jepsen and K. Metzinger, 2014, "Assessment of Strike of Adult Killer Whales by an OpenHydro Tidal Turbine Blade", Report by Pacific Northwest National Laboratory (PNNL).
- Copping, N. Sather, L. Hanna, J. Whiting, G. Zydlewski, G. Staines, A. Gill, I. Hutchison, A. O'Hagan, T. Simas and J. Bald, 2016, "Annex IV 2016 state of the science report: Environmental effects of marine renewable energy development around the world", Ocean Energy Systems.
- Copping, L. Hemery and editors, 2020, "OES-Environmental 2020 State of the Science Report: Environmental Effects of Marine Renewable Energy Development Around the World", OES.
- G. Hastie, D. Russel, P. Lepper, J. Elliott, B. Wilson, S. Benjamins and D. Thompson, 2017, "Harbour seals avoid tidal turbine noise: implications for collision risk", Journal of Applied Ecology, no. 55, pp. 684-693.
- A. De Backer, G. Van Hoey, D. Coates, J. Vanaverbeke and K. Hostens, 2014, "Similar Diversity-Disturbance Responses to Different Physical Impacts: Three Cases of Small-Scale Biodiversity Increase in the Belgian Part of the North Sea", Marine Pollution Bulletin, no. 84, pp. 251-262.
- S. Degraer, R. Brabant, B. Rumes and L. Vigin, 2018, "Environmental Impacts of Offshore Wind Farms in the Belgian Part of the North Sea: Assessing and Managing Effect Spheres of Influence", Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management, Brussels.
- O. Langhamer, 2012, "Artificial reef effect in relation to offshore renewable energy conversion: state of the art", The Scientific World Journal, vol. 20.

