



Rapport spécial MedECC

Interactions entre le changement climatique et le nexus eau-énergie-alimentation-écosystèmes (WEFE) dans le bassin méditerranéen

Projet de résumé à l'intention des décideurs

Date du projet : 15 avril 2024

Coordonnateurs du rapport : Philippe Drobinski (France), Marta G. Rivera Ferre (Espagne), Mohamed Abdel Monem (Égypte)

Principaux auteurs coordonnateurs du rapport : Assem Abu Hatab (Suède), Mohamed Behnassi (Maroc), Tarik Chfadi (Maroc), Marta Debolini (France/Italie), Ahmed El-Kenawy (Égypte), Margarita García-Vila (Espagne), Emilia Lamonaca (Italie), Feliu López-i-Gelats (Espagne), Žiga Malek (Autriche/Slovénie), Maria P. Papadopoulou (Grèce), Fabio G. Santeramo (Italie)

Coordinateurs du MedECC : Wolfgang Cramer (France), Fatima Driouech (Maroc), Joël Guiot (France), Anna Pirani (Italie)

Secrétariat du MedECC : Julie Gattacceca (France), Katarzyna Marini (France/Pologne)

MedECC

Le Mediterranean Experts on Climate and environmental Change (MedECC : experts méditerranéens sur les changements climatiques et environnementaux)¹ est un réseau de scientifiques ouvert et indépendant fondé en 2015, qui se concentre spécifiquement sur les changements climatiques et environnementaux de la région méditerranéenne. L'objectif du MedECC est de fournir aux décideurs, aux parties prenantes et aux citoyens des évaluations des connaissances scientifiques sur les changements climatiques et environnementaux, y compris les risques associés et les aspects sociaux.

À ce jour (avril 2024), plus de 300 auteurs ont contribué aux rapports du MedECC à titre individuel et sans compensation financière. Les scientifiques du MedECC sont répartis dans 35 pays, dont 19 pays enregistrés comme parties contractantes à la Convention pour la protection du milieu marin et du littoral de la Méditerranée (Convention de Barcelone) et 23 pays membres de l'Union pour la Méditerranée (UpM).

Depuis 2018, le Plan Bleu accueille le secrétariat du MedECC dans le cadre d'un partenariat avec l'UpM et contribue à assurer son fonctionnement grâce à diverses sources de financement. L'UpM soutient le MedECC par des contrats d'assistance technique via l'association AIR Climat (2018-2020, 2021-2023 et 2024-2026) grâce à un financement de l'Agence suédoise de coopération internationale pour le développement (SIDA). Le Plan d'action pour la Méditerranée du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE/PAM) apporte également son soutien au MedECC depuis 2022.

Le MedECC a publié le premier rapport d'évaluation sur la Méditerranée (MAR1) en novembre 2020, qui comprend un résumé à l'intention des décideurs (RID) qui a été approuvé ligne par ligne lors d'une séance plénière à laquelle ont participé des représentants des gouvernements des pays méditerranéens en septembre 2020. Le RID a été approuvé par les parties contractantes à la Convention de Barcelone lors de la COP22 et reconnu lors de la 2e Conférence ministérielle de l'UpM. MedECC a reçu le prestigieux Prix Nord-Sud 2020 du Conseil de l'Europe pour ses efforts en faveur de la paix et de la démocratie. Le rapport MAR1 a fourni les bases du tout premier chapitre sur le bassin méditerranéen d'un rapport du GIEC, publié sous forme de document inter-chapitre dans le 6e rapport d'évaluation du GIEC en 2022.

Les rapports du MedECC sont produits à l'intention des décideurs politiques et d'un public plus large. Ils sont rédigés uniquement sur la base de critères scientifiques. Les rapports constituent une évaluation par les experts de la littérature scientifique et technique pertinente disponible. Les connaissances disponibles sur les risques étudiés par le MedECC présentent des lacunes importantes, souvent dues à des systèmes de surveillance et des capacités de recherches scientifiques limitées. Ces lacunes ont été communiquées de la manière la plus claire possible. Malgré les meilleurs efforts, des erreurs et des omissions restent possibles.

Ce rapport spécial

Le rapport spécial « Interactions entre le changement climatique et le nexus eau-énergie-alimentation-écosystèmes dans le bassin méditerranéen » répond à la décision du Comité de pilotage du MedECC de produire trois rapports spéciaux dans le cadre du programme de travail 2021-2023. Ces rapports se concentreront sur des questions spécifiques identifiées après la publication du premier rapport d'évaluation sur la Méditerranée (MAR1) en novembre 2020, tout en tenant compte des propositions des représentants des gouvernements et des parties prenantes.

Ce rapport spécial identifie et évalue à travers cinq chapitres l'impact du changement environnemental et climatique sur le nexus eau-énergie-alimentation-écosystèmes (WEFE) dans le

¹ <https://www.medecc.org/>

bassin méditerranéen, les risques associés, les options d'adaptation et les solutions. Il adresse les questions interdépendantes de l'eau, de l'énergie et de la sécurité alimentaire, ainsi que leur lien avec les écosystèmes environnants. Ainsi, les enjeux de sécurité, et donc les mesures d'adaptation, sont au centre de ce rapport, laissant les conséquences de l'approche nexus en matière d'atténuation comme des synergies et des compromis potentiels dérivés des interconnexions entre les composantes WEFE. L'accent est mis sur les liens entre l'eau, l'énergie et la sécurité alimentaire qui affectent les côtes de la mer Méditerranée. Ainsi, le rapport n'aborde pas les détails de l'environnement marin, y compris les écosystèmes, et l'impact d'autres facteurs sur ses services. Le chapitre 1 présente le contexte, l'historique et les dimensions clés de cette évaluation. Le chapitre 2 évalue les facteurs de changement ayant un impact sur le nexus WEFE et les effets en cascade associés à ces impacts. Le chapitre 3 évalue les réponses et les possibilités de gestion existantes et prospectives pour mettre en œuvre l'approche du nexus WEFE dans le contexte du changement climatique. Le chapitre 4 traite du lien entre l'approche WEFE et les Objectifs de développement durable (ODD). Enfin, le chapitre 5 passe en revue la gouvernance, les politiques et les options de recherche pour la mise en œuvre du nexus WEFE dans le bassin méditerranéen.

Le rapport spécial a été préparé par une équipe bénévole d'experts et de scientifiques de premier plan dans différents domaines de recherche. Le projet de rapport a été élaboré lors d'une réunion de cadrage au cours de laquelle des experts et des scientifiques ont été consultés, en collaboration avec des représentants gouvernementaux et des parties prenantes. Le cadre et les grandes lignes ont finalement été examinés et validés par le comité de pilotage du MedECC. Les auteurs ont été sélectionnés et approuvés par le comité de pilotage du MedECC en fonction de leur expertise, de leur pays et de la parité hommes-femmes (**60 auteurs de 15 pays**). La première version du projet de rapport a fait l'objet d'un examen interne en mars et avril 2023. Le secrétariat de MedECC a reçu 479 commentaires de la part de 15 relecteurs. **Le rapport spécial comprend le résumé à l'intention des décideurs (RID), composé des déclarations principales, d'une synthèse et des messages clés du rapport détaillé.** Le premier projet révisé et projet du RID ont fait l'objet d'une évaluation externe par des pairs et d'une large consultation auprès des administrations, des décideurs et des parties prenantes entre juillet et septembre 2023. A l'issue de l'évaluation externe et de la consultation, 820 et 247 commentaires ont respectivement été reçus respectivement pour le rapport détaillé et pour le RID. Les auteurs ont révisé le projet du résumé entre octobre 2023 et mars 2024, en tenant compte de tous les commentaires. L'examen du RID par les parties prenantes s'est conclu par une consultation plénière en ligne le **29 avril 2024**.

Les coordinateurs du MedECC sont particulièrement reconnaissants de l'expertise, de la rigueur et du dévouement dont ont fait preuve les coordinateurs, les principaux auteurs coordonnateurs et les principaux auteurs du rapport, qui ont travaillé de manière transversale pour chaque chapitre du rapport, avec l'aide essentielle des nombreux auteurs collaborateurs. Les auteurs et coordinateurs du MedECC souhaitent remercier toutes les personnes qui ont contribué à la révision pour le temps et les efforts consacrés à ce rapport.

Nota

- Dans le résumé à l'intention des décideurs (RID), les **références aux éléments contenus dans le rapport spécial détaillé** sont indiquées **entre crochets {}**.
- **L'indice ODD** : dans le RID un **indice des Objectifs de développement durable (ODD)** évalue la performance globale de chaque pays par rapport aux 17 ODD, en accordant la même importance à chaque objectif. Le classement indique la position d'un pays entre le moins bon résultat possible (note de 0) et l'objectif atteint (note de 100). L'édition 2023 de l'indice ODD comprend 97 indicateurs mondiaux. Deux tiers des données proviennent de statistiques officielles (généralement des agences des Nations Unies) et un tiers de statistiques non traditionnelles (comme celles dérivées de la collecte à grande échelle de données passives ou de la télédétection, produites par de centres de recherche, d'universités et d'organisations non gouvernementales). Publiés depuis 2015, l'indice ODD et les tableaux de bord font l'objet d'un examen par des pairs et l'édition mondiale a fait l'objet d'un audit statistique par la Commission européenne en 2019. Des informations plus détaillées sont disponibles sur le site web www.sdgindex.org.
- Chaque constat est fondé sur une évaluation des preuves et des accords sous-jacents. Le niveau de confiance est exprimé à l'aide de cinq qualificatifs : très faible, faible, moyen, élevé et très élevé, et écrit en italique, par exemple, *confiance moyenne*. Les termes suivants ont été utilisés pour indiquer la probabilité évaluée d'une issue ou d'un résultat : presque certain avec une probabilité de 99-100 % ; très probable avec une probabilité de 90-100 % ; probable avec une probabilité de 66-100 % ; à peu près aussi probable qu'improbable avec une probabilité de 33-66 % ; peu probable avec une probabilité de 0-33 % ; très peu probable avec une probabilité de 0-10 % ; et exceptionnellement peu probable avec une probabilité de 0-1 %. Des termes supplémentaires (extrêmement probable 95-100 % ; plus probable qu'improbable >50-100 % et extrêmement peu probable 0-5 %) sont également utilisés le cas échéant. La probabilité évaluée est indiquée en italique, par exemple, *très probable*.
- Le RID cite le Rapport spécial sur les scénarios d'émissions (SRES) défini dans le 4e rapport d'évaluation du GIEC et les trajectoires représentatives de concentration (RCP) définies dans le 5e rapport d'évaluation du GIEC. Les RCP sont des trajectoires de concentration de gaz à effet de serre (et non d'émissions) utilisé pour le 5ème projet d'intercomparaison de modèles couplés (CMIP5) et étiquetées d'après une gamme possible de valeurs de forçage radiatif en 2100 (2,6 ; 4,5 ; 6,0 et 8,5 W^m⁻², respectivement) et correspondant à un scénario d'atténuation stricte (RCP2.6), deux scénarios 3 intermédiaires (RCP4.5 et RCP6.0) et un scénario avec des émissions de GES très élevées (RCP8.5). Les scénarios SRES sont organisés en 4 familles socio-économiques (A1, A2, B1 et B2), traduites en matière d'émissions de gaz à effet de serre et d'aérosols. Le scénario B1 du SRES est similaire au RCP4.5, les scénarios B2 et A1B1 sont similaires au RCP6.0 et le scénario A2 est similaire au RCP8.5. Dans le rapport, le scénario de faibles émissions fait référence au RCP2.6, les scénarios d'émissions intermédiaires font référence aux scénarios SRES B1, B2, A1B1 ou RCP4.5 et RCP6.0 et le scénario de fortes émissions fait référence au scénario SRES A2 ou RCP8.5.

Acronymes

Ce résumé à l'intention des décideurs (RID) contient des mots et des termes complets afin d'éviter l'utilisation d'acronymes. Une liste d'acronymes est fournie pour faciliter la correspondance avec les rapports techniques et scientifiques qui font souvent référence à ces termes à l'aide d'acronymes, y compris le rapport de référence du MedECC sur lequel le RID est basé.

AARINENA - Association des institutions de recherche agricole du Proche-Orient et de l'Afrique du Nord (Association of Agricultural Research Institutions in the Near East & North Africa)

AR6 - sixième rapport d'évaluation

CEE-ONU - Commission économique des Nations unies pour l'Europe

CIHEAM - Centre International de Hautes Études agronomiques méditerranéennes

CMI - Centre pour l'intégration en Méditerranée

CNRS - Centre National de la Recherche Scientifique

ENABEL - Agence de développement de l'État fédéral belge

FAO - Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

GES - gaz à effet de serre

GIEC - Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

GIRE - Gestion intégrée des ressources en eau

GIZ – Agence de coopération internationale allemande pour le développement (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit)

GWP-Med - Partenariat mondial pour l'eau - Méditerranée

IRD - Institut de Recherche pour le Développement

MAR1 - Premier rapport d'évaluation sur la Méditerranée

MedECC - Le réseau méditerranéen d'experts sur le changement climatique et environnemental

MENA - Pays du Moyen-Orient et d'Afrique du Nord

ODD - Objectifs de développement durable

ONG - organisation non gouvernementale

PAM - Plan d'Action pour la Méditerranée

PNUD - Programme des Nations Unies pour le Développement

PNUE - Programme des Nations Unies pour l'environnement

PRIMA - Partenariat pour la recherche et l'innovation dans la région méditerranéenne.

RCP – Trajectoires représentatives de concentration

SFN - Solutions fondées sur la nature

SIDA - Agence suédoise de coopération internationale au développement

SRES –Rapport spécial sur les scénarios d'émissions

UE - Union européenne

UNFCCC - Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques

UpM - Union pour la Méditerranée

USAID - Agence des États-Unis pour le développement international (U.S. Agency for International Development)

WEFE - Eau-Énergie-Alimentation-Écosystèmes

Synthèse : Le nexus eau-alimentation-énergie-écosystèmes (WEFE) en Méditerranée

Le bassin méditerranéen, berceau d'un patrimoine culturel ancien, de traditions culinaires, de connaissances indigènes en matière de pratiques agricoles et de biodiversité, est souvent considéré comme un « point chaud du changement climatique », car les projections régionales du changement climatique mondial sont exacerbées à des taux plus élevés qu'à l'échelle mondiale et est caractérisé par une grande vulnérabilité en ce qui concerne certaines ressources critiques (eau, agriculture, etc.) et éléments socio-économiques (capacité d'adaptation, croissance de la population humaine, etc.) La croissance démographique et économique, l'intensification de l'agriculture, l'urbanisation, les niveaux élevés de pollution de l'air, des sols, de l'eau de mer et de l'eau douce, le tourisme, la demande croissante en ressources et les inégalités augmentent la vulnérabilité des communautés locales, les impacts sur la santé humaine et le niveau d'insécurité pour l'eau, l'énergie, l'alimentation et les écosystèmes (WEFE). La surexploitation des ressources contribue à leur épuisement rapide et à la dégradation environnementale qui en découle : elle met en péril la capacité des pays méditerranéens à atteindre les Objectifs de développement durable (ODD) de l'Agenda 2030. La non-durabilité des composantes WEFE n'est pas seulement caractérisée par l'insécurité, mais aussi par les grandes disparités entre les pays (principalement entre les pays du Nord et du Sud de la Méditerranée) et entre les territoires (zones rurales et urbaines), ainsi que par les multiples liens (nexus), y compris les synergies et les compromis entre les quatre composantes du nexus WEFE.

Parmi les principaux défis auxquels sont confrontés les pays méditerranéens figurent les problèmes de pénurie d'eau et la forte dépendance à l'égard des importations d'énergie et de denrées alimentaires. Trois grandes voies d'action sont actuellement mises en œuvre pour promouvoir les synergies entre les éléments relatifs à l'eau, à l'énergie, à l'alimentation et aux écosystèmes : (1) la mise en œuvre de solutions technologiques innovantes reposant souvent sur les énergies renouvelables et une efficacité accrue ; (2) les solutions fondées sur la nature (SfN) telles que l'agroécologie, les aménagements urbains et les zones humides et (3) les approches sociales visant à modifier les modes de consommation, telles que l'adoption d'un régime méditerranéen.

Toutefois, malgré ces actions, la situation actuelle n'est pas satisfaisante au niveau de ces quatre composantes en ce qui concerne les attentes de l'approche nexus, et est caractérisée par un écart entre le concept et la mise en œuvre. Cette lacune est due (1) au manque de données accessibles et fiables sur les indicateurs et variables clés ; (2) à une connaissance, une compréhension et une sensibilisation insuffisantes des synergies et des compromis du nexus ; (3) à l'insuffisance des incitations et des investissements ; (4) aux coûts plus élevés des approches nexus à court terme par rapport aux approches en silo ; (5) à l'absence d'une gouvernance adéquate, et notamment le manque de coordination intersectorielle et à plusieurs échelles.

Malgré les plateformes existantes pour l'échange et la consolidation du savoir-faire et des expériences en Méditerranée, une série d'actions et d'interventions doivent être améliorées pour renforcer les capacités institutionnelles, notamment (1) l'interface science-politique comme moyen de renforcer la cohérence ; (2) des mécanismes de financement améliorés ; (3) le dialogue au sein de la région ; (4) des approches délibératives ; (5) des approches pilotes du nexus par le biais de la modélisation et de l'évaluation afin de réaliser des actions WEFE plus coordonnées dans la Méditerranée.

A. Enjeux interconnectés en matière de sécurité de l'eau, de l'énergie, de l'alimentation et des écosystèmes

A.1. Contexte de l'évaluation

A.1.1. Toutes les évaluations récentes du changement climatique anthropique pour le bassin méditerranéen, y compris AR6 du GIEC le rapports d'évaluation du MedECC, indiquent un réchauffement continu de l'atmosphère (+1,5 °C au-dessus du niveau préindustriel) et de la mer (0,29 °C-0,44 °C par décennie depuis le début des années 1980) dépassant les taux moyens mondiaux, les changements dans la distribution des précipitations (baisse de 10 à 30 % en moyenne) et une élévation continue du niveau de la mer ($1,4 \pm 0,2$ mm par an⁻¹ au cours du 20^e siècle). Les augmentations observées et prévues des risques climatiques, associées à une vulnérabilité et une exposition régionales élevées, font de la région méditerranéenne un « point chaud du changement climatique » (*confiance élevée*) {1.2}. Les températures élevées entraînent des effets néfastes directs à l'homme et aux écosystèmes. Parmi les principaux facteurs de risque identifiés en Méditerranée figure la sécheresse (météorologique, hydrologique, agricole et socio-économique), due à des tendances caractérisées par une augmentation généralisée de la demande d'évaporation résultant de l'augmentation de la température, et une diminution des précipitations, conduisant à une augmentation de la durée et de l'intensité des sécheresses météorologiques et hydrologiques {1.2}. Les conditions plus sèches et la pénurie croissante d'eau constituent des menaces importantes pour l'agriculture et les écosystèmes et, dans une moindre mesure, pour l'énergie, via les centrales hydroélectriques et thermoélectriques (*confiance moyenne*) {2.2.2}. En mer, les conséquences du réchauffement climatique sont l'acidification croissante de l'eau de mer, provoquant la réduction *probable* de la productivité marine, affectant la répartition des espèces et déclenchant des extinctions locales, ainsi que l'élévation du niveau moyen de la mer, qui a déjà augmenté de 6 cm au cours des 20 dernières années (*confiance élevée*). Elle pourrait atteindre entre 40 cm pour le scénario d'émissions de gaz à effet de serre le plus bas et 100 cm pour le scénario d'émissions le plus élevé à l'horizon 2100², ce qui augmenterait le risque d'inondations côtières (*confiance élevée*) {1.2}.

A.1.2. Les émissions de gaz à effet de serre dans le bassin méditerranéen représentent 6 % des émissions mondiales, réparties de manière égale entre les rives nord et sud, correspondant à une proportion équivalente de la population mondiale, l'énergie fossile représentant 76 % du bouquet énergétique avec de grandes variations entre les pays. Le secteur de la production d'électricité représente 30 % du total, tandis que l'industrie en représente 14 %, le secteur du bâtiment 16 %, le secteur des transports 28 % et les autres secteurs 12 %, y compris les émissions des processus industriels, les émissions indirectes (pour le protoxyde d'azote uniquement), l'agriculture (sols agricoles, incinération des déchets agricoles, fermentation entérique, gestion du fumier) et les déchets. Les pays méditerranéens disposent d'un potentiel important pour atténuer le réchauffement climatique et d'un fort potentiel en matière d'énergies renouvelables, en particulier dans les pays du sud et l'est. Les effets néfastes du changement climatique sur la production thermoélectrique et hydroélectrique et, dans une moindre mesure, sur la production d'énergie solaire et éolienne doivent être pris en compte

² Les RCPs sont détaillés dans « Nota ».

pour répondre à la demande d'énergie, qui devrait diminuer dans le nord du bassin et augmenter dans les pays du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord (MENA) {1.2}.

A.1.3. Le bassin méditerranéen a une longue histoire d'adaptation à des conditions environnementales difficiles, notamment un climat sec et chaud et des sols souvent pauvres. Par conséquent, des paysages et des pratiques agricoles se sont développés au cours des millénaires durant lesquels l'homme a été présent dans cette région {1.2 ; 3.1}. Ces pratiques et les connaissances associées ont été remplacées par l'industrialisation et des changements de mode de vie qui n'étaient pas adaptés aux conditions méditerranéennes, ce qui a entraîné des répercussions sur les composantes WEFE {2.1.1.2}.

A.2. Situation actuelle du nexus WEFE par rapport aux Objectifs de développement durable (ODD)

L'insécurité pour tous les éléments du nexus (eau, énergie, alimentation et écosystèmes) est la règle plutôt que l'exception dans de nombreux pays du bassin méditerranéen, ce qui a des implications considérables sur le plan de la durabilité. La région est confrontée aux défis pressants de l'insécurité hydrique (par exemple, le stress hydrique), de l'insécurité énergétique (avec une forte dépendance aux combustibles fossiles, principalement importés), de l'insécurité alimentaire (comprenant le triple fardeau de la nutrition) ainsi que de l'insécurité des écosystèmes (par exemple, le rythme rapide de la perte de biodiversité, sur terre et dans les océans) (Figure RID1). Toutefois, la non-durabilité de tous ces éléments n'est pas seulement caractérisée par l'insécurité, mais aussi par l'existence de grandes disparités entre les pays, ainsi que par les multiples liens qui existent entre les quatre éléments du nexus.

A.2.1. **Les pays méditerranéens sont confrontés à de nombreux enjeux interdépendants en ce qui concerne l'accès et la disponibilité de l'eau, de l'énergie, de la nourriture et des terres fertiles, ainsi qu'à la manière dont ces éléments dépendent des écosystèmes et peuvent avoir un impact sur eux.** Les pays méditerranéens sont confrontés à plusieurs défis dans leur mise en œuvre de l'Agenda 2030 pour le développement durable et ne sont pas en mesure d'atteindre bon nombre des Objectifs de développement durable (ODD). Ceci est particulièrement pertinent pour les ODD relatifs aux composantes WEFE, tels que l'alimentation (ODD 2), l'eau (ODD 6), l'énergie (ODD 7) et les écosystèmes (ODD 14 et 15). La région méditerranéenne affiche un indice ODD de 73,5, mais il existe des écarts considérables entre les différentes sous-régions ; l'indice ODD affiche de meilleures performances en Europe occidentale et des valeurs plus faibles en Europe de l'Est et dans les pays de la région MENA. Les indices ODD des pays méditerranéens en 2022 allaient de 81,1 en France (4^e rang mondial) à 59,3 en Syrie (126^e rang mondial), aucune donnée n'étant disponible pour la Palestine {4.1}.

A.2.2. **L'insécurité hydrique résulte de la pénurie d'eau due aux sécheresses, des risques d'inondation sur les infrastructures, de la dégradation de la qualité de l'eau ainsi que de l'inégalité d'accès à cette ressource {1.2 ; 2.1.1.3}.** L'eau joue un rôle essentiel dans le maintien d'écosystèmes sains, la réduction des maladies dans le monde, l'autonomisation des femmes, l'amélioration du bien-être et de la productivité des populations, l'adaptation aux changements climatiques et la promotion de la paix, agissant comme un lien vital entre le système climatique, la société humaine et l'environnement. Ainsi, la réalisation de l'ODD 6 (eau propre et assainissement) est essentielle pour atteindre tous les autres ODD, ce qui est

particulièrement important dans le bassin méditerranéen {1.1}. **Du point de vue de l'ODD 6 de grandes disparités existent entre les pays et la plupart des pays ont des défis importants à relever {4.1}**. 180 millions de personnes souffrent déjà du manque d'eau en Méditerranée, de plus, la qualité de l'eau diminue avec l'augmentation de la salinité de l'eau due à la surexploitation des eaux souterraines et à la présence de polluants (par exemple, les nutriments et les métaux lourds) {1.2 ; 2.2 ; 2.3.1}. Le principal enjeu pour tous les pays de la région MENA est la disponibilité de l'eau, en raison des sécheresses fréquentes qui entraînent une pénurie d'eau ainsi qu'une utilisation non durable des ressources en eau limitées et une surconsommation {4.1}. Les défis liés à la surexploitation des ressources hydriques, à l'utilisation non durable de l'eau conduisant à des pénuries d'eau, sont dus à une gouvernance de l'eau insuffisante et, en particulier, à la mauvaise mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources hydriques (GIRE) {1.2}. Les pénuries d'eau peuvent entraîner une concurrence entre les secteurs, notamment l'agriculture, l'industrie, l'approvisionnement en eau potable et le tourisme {1.2}. Elles peuvent également conduire à des conflits lorsqu'elles sont conjuguées à des facteurs sociopolitiques, économiques et environnementaux {2.3.1.3}.

A.2.3. L'insécurité alimentaire en Méditerranée est importante et se caractérise par le triple fardeau de la malnutrition : la sous-nutrition, la surnutrition et les carences nutritionnelles.

Les cas les plus graves se trouvent en Afrique du Nord, où tous les pays sont confrontés à des défis majeurs. En effet, l'ODD 2 (faim « zéro ») est celui qui présente la situation la plus critique de tous les composants WEF. Les statistiques sur la prévalence de la sous-alimentation ne sont pas disponibles dans la littérature pour des pays tels que la Palestine et la Syrie. En 2020, aucun des pays méditerranéens n'avait atteint les objectifs et des défis importants ou majeurs subsistent, avec toutefois des disparités entre les pays {4.1}. La forte dépendance sur des importations de denrées alimentaires, en particulier dans les pays de la région MENA, rend la région très vulnérable aux incertitudes et à la variabilité extérieures, en dehors de la région méditerranéenne. L'abandon du régime méditerranéen traditionnel par la population, notamment chez les enfants et les adolescents, s'accompagne principalement d'une augmentation des tendances à la malnutrition sous forme de surpoids et d'obésité, ainsi que de la dégradation des écosystèmes et des émissions de gaz à effet de serre (*confiance élevée*) {2.3.1.3 ; 3.2.6 ; 4.1}.

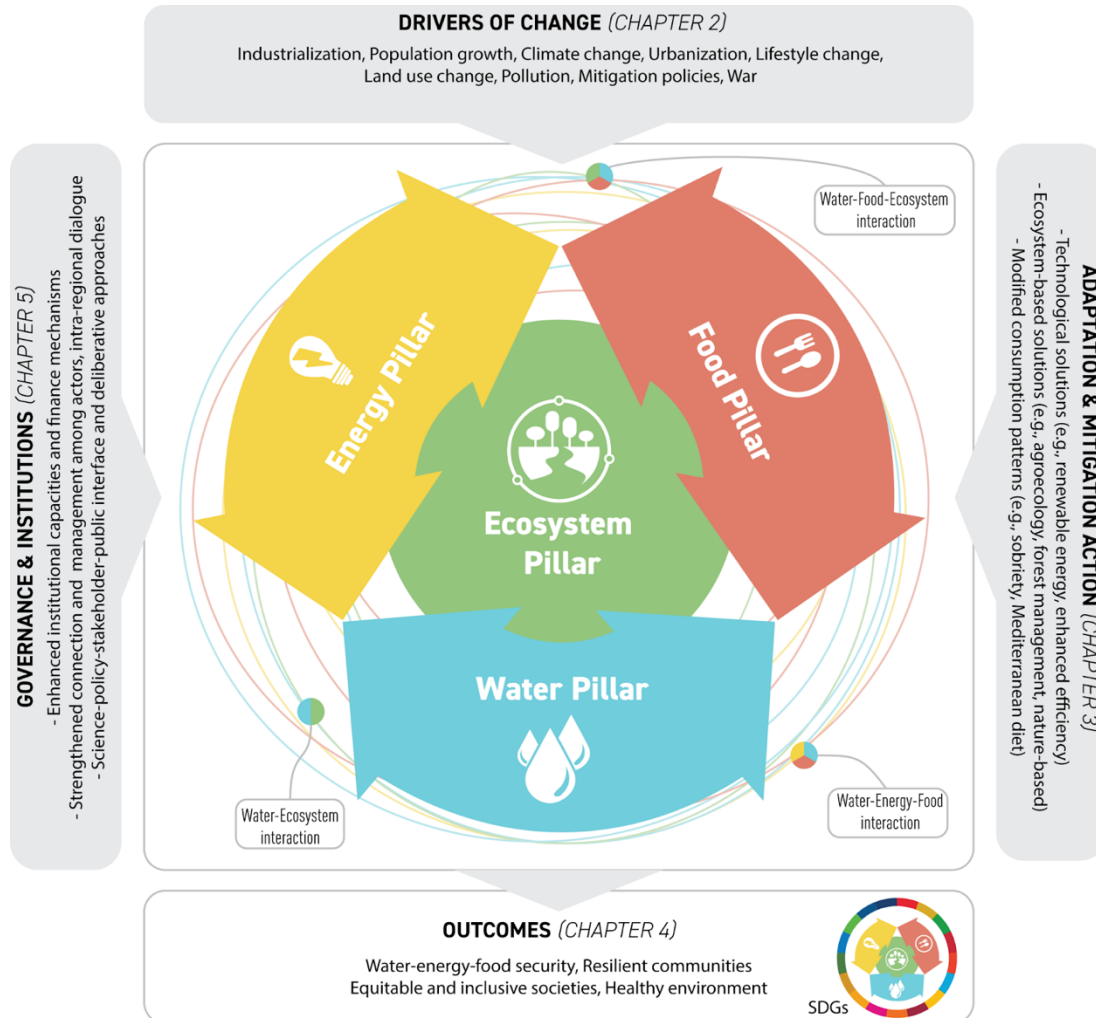
A.2.4. La région est confrontée à des enjeux liés à son approvisionnement en énergie et à sa capacité de répondre à la demande.

En ce qui concerne l'ODD 7 (énergie propre et d'un coût abordable), deux pays méditerranéens (Malte et le Portugal) ont déjà atteint l'ODD en 2020, tandis que de nombreux autres pays semblent en bonne voie pour l'atteindre, car ils ne sont confrontés qu'à des défis modérés. L'accès à l'électricité dans les zones urbaines est universel dans les pays méditerranéens (c'est-à-dire que 100 % de la population urbaine a accès à l'électricité). L'accès à l'électricité est plus faible dans les zones rurales {4.1}. L'enjeu pour presque tous les pays méditerranéens, à l'exception de l'Algérie, de l'Égypte et de la Libye, est leur forte dépendance énergétique sur les importations. L'insécurité énergétique dans la région est également accentuée par l'existence de conflits politiques entre les pays {4.1}. La part de l'électricité produite à partir de pétrole, de gaz et de charbon varie de moins de 10 % en France à plus de 90 % en Algérie, en Croatie, à Chypre, en Égypte, en Israël, en Jordanie, au Liban, en Libye, à Malte, en Syrie et en Tunisie. En général, les pays méditerranéens sont encore très dépendants des combustibles fossiles pour produire de l'électricité {3.2 ; 4.1}. La

consommation d'énergie renouvelable ne représentait que 11 % de la consommation totale d'énergie en 2020, soit environ 9 % de moins que l'Union européenne et 3 % de moins que le niveau mondial {1.2}. La réduction de la demande d'énergie, y compris l'augmentation de l'efficacité énergétique et de la suffisance énergétique, est nécessaire pour réduire la dégradation de l'environnement. En outre, il est avantageux pour la région d'explorer des alternatives pour garantir la sécurité énergétique, en particulier à la lumière de la présence limitée de politiques établies pour réduire la demande énergétique. Les pays méditerranéens disposent d'un potentiel important pour atténuer le changement climatique grâce à une transition énergétique accélérée, y compris le déploiement des énergies renouvelables {1.2} qui nécessite une planification efficace de l'usage des terres et des mers pour éviter les conflits avec d'autres usages {2.2.4}.

- A.2.5. **Les écosystèmes marins et terrestres sont soumis à une forte pression dans la région méditerranéenne.** La perte de biodiversité, la déforestation, les incendies de forêt, les changements d'usage des sols, ainsi que la pollution, sont des tendances largement signalées qui menacent fortement les écosystèmes méditerranéens {1.2 ; 4.1}. Les écosystèmes marins et terrestres sont confrontés à des défis importants en Méditerranée, où la plupart des pays ne sont pas en bonne voie pour atteindre les ODD 14 (vie aquatique) et 15 (vie terrestre) : la dégradation des forêts s'étend, certains secteurs polluants connaissent une croissance rapide, notamment le tourisme côtier de masse ou les transports terrestres et maritimes {1.2 ; 4.1}. En ce qui concerne les écosystèmes marins, la pêche non durable, le réchauffement des températures, l'acidification et la pollution de l'eau, y compris la pollution sonore sous-marine, réduisent la productivité marine, affectent la répartition des espèces et provoquent des extinctions locales {1.2}. Ainsi, dans le cas de l'ODD 14, 12 pays méditerranéens sont toujours confrontés à des défis majeurs, tandis que 7 autres sont confrontés à des défis importants. La situation s'améliore légèrement concernant les écosystèmes terrestres (ODD 15), mais 10 pays méditerranéens sont confrontés à des défis importants, tandis que trois pays sont confrontés à des défis majeurs pour atteindre cet ODD {4.1}.

Figure RID1 | Schéma du concept WEF-E et résultats du rapport pour le bassin méditerranéen. Une variété de facteurs de changement directs et indirects a un impact sur les composantes WEF-E. WEF-E a une série d'interactions de deux, trois niveaux et plus qui doivent être abordées par une gouvernance et des institutions appropriées capables de développer des actions d'adaptation et d'atténuation qui favorisent les synergies pour atteindre la sécurité de l'eau, de l'alimentation, de l'énergie et la santé des écosystèmes conformément aux ODD.



A.3. Impact des facteurs de changement sur le nexus WEF-E

Les défis du WEF-E sont amplifiés par les facteurs de changement directs et indirects, actuels et futurs, extérieurs au WEF-E, en particulier le changement climatique, la pollution, les changements d'usage des sols, la croissance démographique, les changements de mode de vie, l'urbanisme, les migrations, l'industrialisation et les chocs conjoncturels tels que les pandémies et les conflits.

A.3.1. La sécurité de l'eau en Méditerranée est affectée par une combinaison de facteurs, notamment le changement climatique, la croissance démographique à forte concentration, la pollution, l'intrusion d'eau salée, les pratiques d'utilisation des terres et la gestion non durable des ressources, entre autres {1.2; 2.2.1}. Les projections des futures précipitations moyennes pour la région méditerranéenne prévoient des réductions d'environ 4 % pour un réchauffement climatique de 1 °C (confiance élevée pour des niveaux de réchauffement climatique supérieurs à 2 °C avec une augmentation marginale projetée en hiver à la limite nord du bassin méditerranéen) {1.2 ; 2.2.1.1}. Dans le cadre d'un scénario de réchauffement de 2 °C, la fréquence et la durée des sécheresses météorologiques devraient augmenter dans

les pays de la rive sud, et la fréquence des sécheresses agricoles devrait être de 150 à 200 % plus probable (*confiance élevée*) {2.2.1.1}. La croissance démographique, le développement économique et les changements de mode de vie ont entraîné une augmentation de la demande en eau, avec pour conséquence des pénuries d'eau et l'épuisement des ressources hydriques (*confiance élevée*). Le développement de l'urbanisation, de l'industrialisation et des pratiques agricoles non durables a entraîné une augmentation des besoins hydriques, ce qui se traduit par des taux de consommation d'eau non durables {3.1 ; 3.2}. Des méthodes d'irrigations inefficaces sont responsables du gaspillage des ressources en eau et de l'aggravation de la pénurie hydrique dans la région {3.2} (*confiance élevée*). En outre, la gestion non durable des ressources a entraîné la pollution des ressources hydriques et l'épuisement des nappes phréatiques {2.2.1.3}. En outre, la mauvaise gestion des terres et des ressources contribue également à l'insécurité de l'eau. La capacité d'infiltration et de rétention d'eau des sols peut être affectée par des activités telles que la déforestation, l'érosion des sols et des usages inadaptés des sols, ce qui peut augmenter la possibilité de crues soudaines et réduire la qualité de l'eau {2.2.1}.

A.3.2. La dégradation des terres et de l'environnement, la pollution, les changements d'usage des sols, les pénuries d'eau, l'exode rural et l'urbanisation, le changement climatique et le changement de régime alimentaire sont à l'origine des niveaux actuels d'insécurité alimentaire dans la région méditerranéenne {2.3.1}. Il existe de grandes disparités entre les régions, avec un écart important entre les rives nord et les rives sud et est. La croissance démographique et les conflits dans certains pays augmentent l'insécurité alimentaire. Le changement climatique représente une menace importante pour la productivité agricole, en particulier dans les régions arides et semi-arides. La baisse du rendement des cultures, due à la diminution de la disponibilité en eau et au stress thermique, est susceptible d'affecter les cultures de base telles que les olives, le raisin, les fruits, les céréales et les légumes. Les estimations des niveaux de changements varient selon les pays, les scénarios et les cultures, allant de -80 % pour le tournesol en Espagne à +26 % pour l'olive dans l'ensemble du bassin méditerranéen (*confiance moyenne*). Les terres agricoles peuvent être perdues à cause des eaux côtières, de la salinisation des sols et de la désertification {2.3.2}. Le secteur de l'élevage devrait subir les effets néfastes du stress thermique, des ressources alimentaires limitées et de la détérioration de la santé et de la productivité. Le changement climatique a également un impact sur la pêche et l'aquaculture, entraînant l'éradication régionale de certains taxons aquatiques importants {2.3.1.1} et la modification de la répartition des espèces {1.2}. D'autre part, l'industrialisation et l'urbanisation ont contribué à des transformations significatives du secteur agricole méditerranéen. Cette transformation a été exacerbée par divers facteurs, notamment l'évolution vers des modes de vie moderne, l'augmentation de la demande alimentaire ou le développement du commerce international. La région est sujette à des implications significatives résultant de changements d'usage des sols {2.3.1}. Les préoccupations en matière de sécurité alimentaire dans la région sont encore accentuées par l'aggravation des problèmes liés à des conflits tels que la guerre russo-ukrainienne, et par la forte dépendance de la région à l'égard des importations de denrées alimentaires. Les conséquences potentielles des perturbations des industries alimentaires et des engrais, associées aux effets du changement climatique, peuvent être importantes en ce qui concerne la disponibilité et d'accessibilité à la nourriture {2.3.1.3}.

- A.3.3. **Les principaux facteurs d'évolution de la production et de la demande d'énergie sont essentiellement non climatiques (croissance démographique, changements de mode de vie, industrialisation et élaboration de politiques d'atténuation) {2.4.1}.** Le réchauffement climatique et l'augmentation des températures affecte la production d'énergie solaire de façon marginale (moins de 2 % de diminution pour des niveaux de réchauffement global allant jusqu'à 3 °C) (*confiance faible*) {1.2 ; 2.4.1.1}. En ce qui concerne l'énergie éolienne, la diminution prévue de la vitesse du vent aura un effet sur la production d'énergie éolienne (jusqu'à 8 % de diminution pour des niveaux de réchauffement climatique allant jusqu'à 3 °C) (*confiance faible*) {1.2}. La production hydroélectrique et thermoélectrique, y compris nucléaire, devrait diminuer en raison de la baisse du débit et de l'augmentation de la température de l'eau, entraînant une baisse de 10 à 15 % de l'énergie thermique d'ici 2050 dans le scénario d'émissions le plus élevé (*confiance élevée*) {1.2 ; 2.4.1.1}. Les centrales nucléaires situées sur les littoraux sont exposées à l'impact potentiel de l'élévation du niveau de la mer et des inondations provoquées par des phénomènes météorologiques extrêmes. Il est encore difficile de quantifier les impacts du réchauffement climatique sur la demande énergétique future, mais les facteurs non climatiques (par exemple la population, l'urbanisation et la modernisation) suggèrent une diminution de 10 à 23 % à l'horizon 2040 par rapport à 2015 dans le nord du bassin et une augmentation de 55 à 118 % d'ici 2040 par rapport à 2015 dans les pays de la région MENA {1.2 ; 2.4.1.2 ; 2.4.1.3 ; 2.4.1.4}.
- A.3.4. **Le changement climatique a des impacts majeurs sur les écosystèmes des zones arides de la région méditerranéenne, notamment sur la productivité, la biodiversité et l'équilibre de la végétation, ainsi que sur la progression des régions semi-arides vers le nord.** L'effet couplé du réchauffement climatique et de la sécheresse augmente l'aridité est lié à la diminution de la fourniture de plusieurs services écosystémiques terrestres tels que la conservation des sols, la capacité de stockage de l'eau, la production de bois, de champignons et de nourriture, le tourisme et les loisirs, la biodiversité et le stockage de carbone. En outre, le changement climatique accroît la vulnérabilité des écosystèmes face à diverses formes de perturbations, telles que les incendies de forêt, les parasites et les maladies, entre autres {2.5.1.1}.
- A.3.5. Les facteurs de changement conjoncturels, tels que les récents conflits et pandémies, ont soudainement eu un impact négatif sur le nexus WEFE et ses composantes hiérarchiques ainsi que sur les indices des ODD {4.1}.

B. Impact en cascade des facteurs de changement à travers les composantes du nexus

La modification des composantes WEFE due à des facteurs climatiques et non climatiques peut affecter la pertinence des mesures d'adaptation et d'atténuation à différentes échelles temporelles et spatiales. En effet, le réseau complexe d'interactions entre les éléments du WEFE peut d'abord entraîner des effets en cascade par lesquels les changements d'un élément dus à des facteurs externes entraînent des changements dans les autres éléments du WEFE, générant à leur tour de multiples boucles et voies de rétroaction. La durabilité des écosystèmes doit être mis au cœur des interventions, car les écosystèmes dégradés empêchent la fourniture des services écosystémiques associés et entravent la sécurité de l'eau, de l'alimentation et de l'énergie.

B.1. Les effets en cascade du pilier eau (Figure RID2)

- B.1.1. Le changement globalement négatif de l'élément eau entraîne presque directement un changement négatif qui affecte tous les indicateurs liés à l'accès et la disponibilité de la nourriture, car les piliers eau et nourriture sont étroitement corrélés (*confiance élevée*) {2.2.2 ; 2.3.1.1}. Les pénuries d'eau réduisent les rendements agricoles. Ainsi, le secteur agricole, qui est un consommateur d'eau important dans la région, est confronté à des difficultés croissantes pour obtenir des ressources en eau adéquates à des fins d'irrigation {2.2.2 ; 2.3.1}. Les actions visant à accroître la disponibilité de l'eau pour l'irrigation en utilisant les eaux souterraines peuvent conduire à l'intrusion de l'eau de mer et à la salinisation, réduisant ainsi la qualité et la disponibilité de l'eau et dégradant davantage les écosystèmes. L'énergie nécessaire pour pomper cette eau peut contribuer aux émissions de gaz à effet de serre et réduire l'énergie disponible pour d'autres usages. Les actions visant à accroître la disponibilité de l'eau pour l'irrigation en utilisant des eaux usées traitées contribuent à réduire la pollution et peuvent fournir des engrais qui augmentent la disponibilité alimentaire, mais entrent en concurrence avec d'autres utilisations de l'énergie {2.2.2}.
- B.1.2. Les diminutions prévues du débit et les augmentations de la température de l'eau pourraient entraîner une forte baisse de la puissance d'utilisation hydroélectrique et thermoélectrique en Méditerranée (2,5-7,0 % pour l'énergie hydroélectrique à l'horizon 2050 et 10-15 % pour l'énergie thermoélectrique) (*confiance élevée*). La réduction des émissions de CO₂ résultant de la perte potentielle de la production thermoélectrique provenant du nucléaire (faibles émissions de CO₂) ou des combustibles fossiles (fortes émissions de CO₂) dépend des technologies {2.2.2 ; 2.4.1.1}.
- B.1.3. Les modifications du cycle hydrologique et de la qualité d'eau sous la pression de facteurs climatiques et non climatiques ont un impact significatif sur la structure et le fonctionnement des zones humides et des écosystèmes riverains, qui sont reconnus comme des points chauds de la biodiversité en Méditerranée (*confiance élevée*). Ces changements entraînent une perte d'habitat pour le biote aquatique, les communautés végétales riches et dynamiques des zones riveraines, les oiseaux marins, et ont un impact sur d'importants couloirs migratoires et points d'alimentation. {2.2.2 ; 2.5.1.1}.

B.2. Les effets en cascade du pilier alimentation (Figure RID2)

- B.2.1. Pour faire face aux impacts des facteurs de changement qui affectent la sécurité alimentaire, les actions visant à augmenter le rendement agricole par des réponses de type statu quo (*business-as-usual*) liées à l'intensification de l'agriculture et à l'industrialisation, peuvent avoir un impact négatif sur la santé des écosystèmes par la salinisation ou les changements d'usage des sols pour étendre la zone agricole (*confiance élevée*) {2.3.2 ; 2.3.3}. L'augmentation de l'irrigation, principale stratégie pour stimuler la productivité des cultures en Méditerranée, peut avoir des conséquences importantes en termes de consommation et de pollution de l'eau (par exemple, lessivage des nitrates et salinisation des nappes phréatiques surexploités) (*confiance élevée*) {2.3.2 ; 2.3.3 ; 3.2.2}. La contamination des masses d'eau par les activités industrielles et agricoles entraîne une baisse de la qualité de l'eau, la rendant impropre à la consommation humaine et nuisant au bien-être des écosystèmes. En outre, l'augmentation prévue des besoins en cultures irriguées dans le cadre des scénarios de changement climatique (*confiance moyenne*) peut exacerber la concurrence existante pour les ressources en eau entre

les secteurs {2.3.2}. L'industrialisation de l'agriculture entraîne une détérioration écologique, caractérisée par la déforestation, l'amplification des émissions de gaz à effet de serre, une hausse de la consommation d'énergie et l'augmentation de l'utilisation d'eau et d'engrais. La mise en œuvre de techniques d'intensification entraîne souvent l'abandon de terres agricoles et le passage à des cultures annuelles et à des monocultures, ce qui nuit à la durabilité écologique et constitue une menace potentielle pour la biodiversité et l'agrobiodiversité. La diminution de l'agrobiodiversité représente un danger supplémentaire pour la résistance des systèmes agricoles et la cuisine méditerranéenne traditionnelle (*confiance élevée*) {2.3.1}.

B.2.2. L'augmentation de la consommation de produits d'origine animale due à la croissance démographique et aux changements de mode de vie est responsable d'une augmentation des émissions de gaz à effet de serre et de la perturbation des cycles de l'azote locaux et régionaux, ce qui a des impacts importants sur la santé des écosystèmes (*confiance élevée*). En relevant ce défi par une augmentation de la production non durable sans cibler les comportements de consommation, les mêmes effets en cascade que la poursuite de l'industrialisation de l'agriculture se produisent, avec des conséquences sur l'eau et les écosystèmes {2.3.3}. Le lien avec la composante énergie réside dans les besoins croissants en énergie pour la production alimentaire, avec un impact négatif supplémentaire si les combustibles fossiles sont la source de production d'énergie, et dans l'augmentation des émissions de CO₂ avec une adhésion décroissante au régime méditerranéen {2.3.2 ; 2.3.3}.

B.3. Les effets en cascade du pilier énergie (Figure RID2)

B.3.1. La promotion des énergies renouvelables pour faire face aux impacts des facteurs de changement sur l'élément énergie peut entraîner une concurrence en matière d'usage des sols. Les besoins en terres déjà nécessaires dans la région méditerranéenne pour répondre à 100 % de la demande en énergie primaire sont inférieurs à 10 % pour l'hydroélectricité, l'énergie solaire photovoltaïque et l'énergie éolienne, tandis que pour l'énergie issue de la biomasse, les besoins en terres dépassent déjà 100 %. Les besoins en espace pour le nucléaire ou le gaz naturel ne dépassent jamais 0,7 %. La demande d'énergie dans les pays de la région MENA devant doubler d'ici 2040 par rapport à la demande en 2015, la part des terres consacrée à la production d'énergie pourrait atteindre plus de 10 % du territoire, avec des risques en matière de dégradation des sols et de perte de biodiversité, tout en entraînant des conflits avec la production alimentaire et en ayant un impact négatif sur la disponibilité des denrées (*confiance moyenne*) {2.4.2}. L'aménagement du territoire et la réduction de la demande peuvent contribuer à éviter ces éventuels compromis.

B.3.2. L'augmentation de la production d'énergie implique une plus grande consommation de l'eau. En Europe, les prélèvements en eau pour la production d'énergie sont en moyenne similaires à ceux pour l'irrigation agricole {2.4.2}. Dans la région MENA, la part consacrée à l'irrigation est beaucoup plus élevée (80 %), ce qui est toutefois à mettre en rapport avec la rareté de l'eau dans ces pays. Seule une petite partie est consommée (6 % pour les pays de l'UE avec de grandes disparités entre les pays), le reste étant renvoyé dans le système hydrologique. Cependant, le secteur de l'énergie reste une part importante des prélèvements, ce qui a un impact négatif sur la disponibilité de l'eau, entrant en concurrence avec les besoins en eau dédiés à l'alimentation {2.4.2}. Les impacts sur les écosystèmes dus aux prélèvements excessifs d'eau sont également considérables. Ainsi, la dépendance de la région méditerranéenne sur

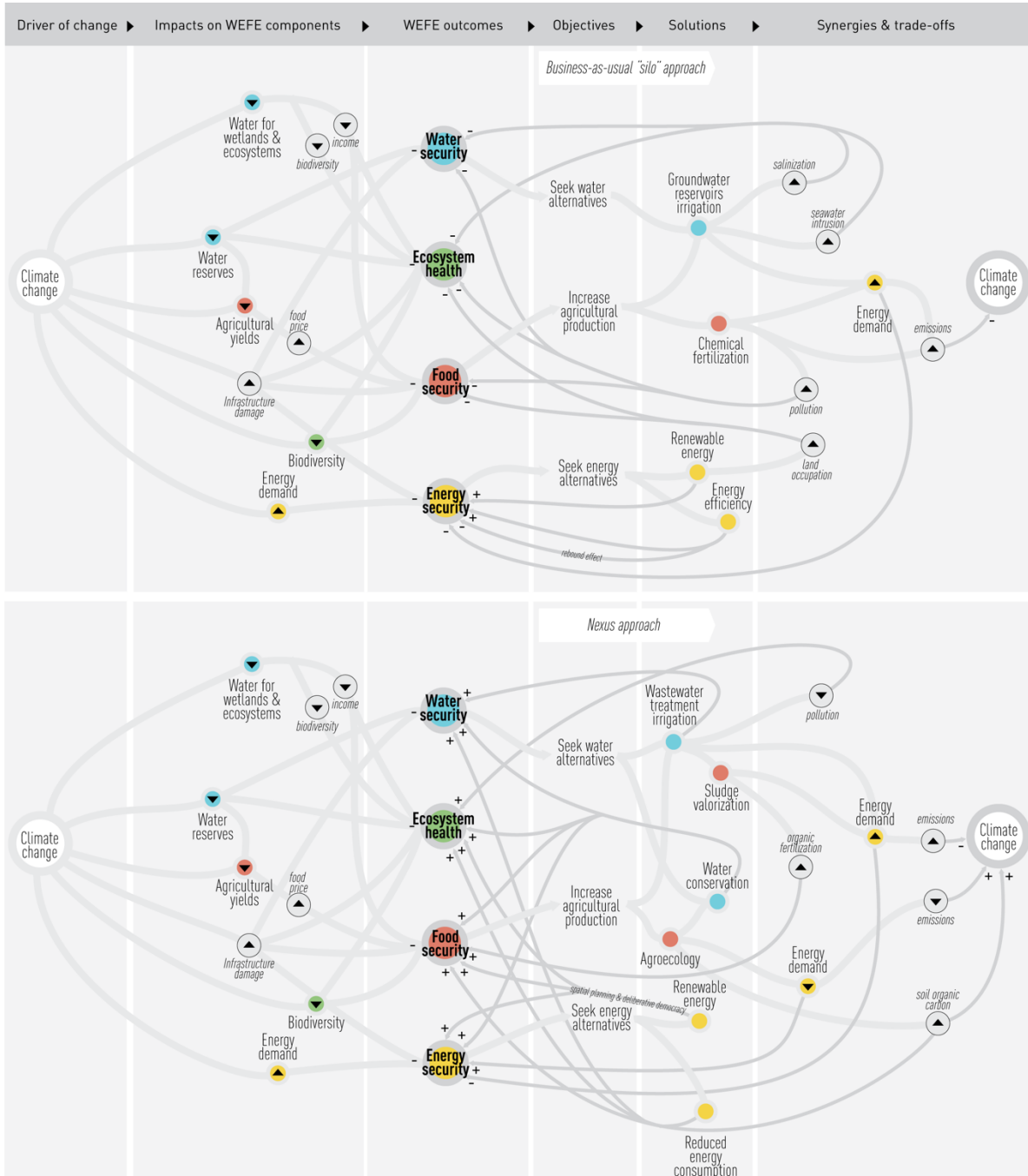
des méthodes de production d'électricité qui nécessitent des quantités importantes d'eau, telles que les centrales hydroélectriques, thermiques et nucléaires, l'expose au risque d'une réduction de la disponibilité de l'eau et à des difficultés liées à la gestion des ressources en eau en raison des effets du changement climatique.

- B.3.3. L'énergie est un composant essentiel (en amont) dans la transformation des aliments et la production d'engrais. Sans modification des pratiques agricoles, la réduction potentielle des engrais influencera la production agricole en introduisant des rendements plus faibles dans les systèmes agricoles actuels de monoculture. Par conséquent, une plus petite quantité de produits agricoles serait disponible pour l'industrie de transformation alimentaire, ce qui entraînerait une réduction de l'offre sur le marché et une éventuelle augmentation des prix de la nourriture {5.1.4}. Toute augmentation des prix de l'énergie peut également entraîner une hausse des prix des denrées alimentaires, limitant ainsi l'accès à la nourriture pour les personnes les plus démunies.

B.4. Les effets en cascade du pilier écosystèmes (Figure RID2)

- B.4.1. L'impact du changement climatique sur la santé des écosystèmes peut en réduire la productivité et la diversité à tous les niveaux, de l'échelle intraspécifique à l'échelle du territoire. La dégradation ou l'épuisement des écosystèmes réduit les services écosystémiques d'approvisionnement (eau, nourriture, biomasse) et de régulation (qualité de l'eau, protection contre les tempêtes, stockage du carbone) fournis par des écosystèmes sains. Dans le cas de l'eau, les changements climatiques et environnementaux combinés à des concentrations accrues de polluants dans les milieux aquatiques pourraient potentiellement entraîner une diminution de la qualité de l'eau et une augmentation de l'accumulation de sédiments. Néanmoins, les effets sont complexes et multifformes, et tous les écosystèmes ne sont pas affectés de la même manière. Il est important de noter que certains changements dans les conditions climatiques peuvent même conduire à l'amélioration des services écosystémiques dans des cas spécifiques {2.5.2}.
- B.4.2. Le déclin de la biodiversité et la dégradation des écosystèmes ont un effet plus vaste sur les services écosystémiques liés à la régulation de l'alimentation. Ils ont également des incidences négatives sur le maintien structurel et la fertilité des sols, les processus de décomposition, de reminéralisation et de recyclage, la pollinisation, la dispersion des graines et la lutte contre les nuisibles et les maladies, entraînant par la suite des conséquences néfastes sur la disponibilité alimentaire {2.5.2}.
- B.4.3. Les changements qui affectent les écosystèmes, tels que la disparition des forêts ou la modification de la disponibilité en eau, peuvent avoir un impact sur l'accessibilité et la durabilité des ressources énergétiques, ce qui a des conséquences potentielles sur la production et la fourniture de sources d'énergies renouvelables telles que la biomasse et l'hydroélectricité {2.5.2}.

Figure RID2 | Impacts, interactions et effets en cascade des facteurs de changement et des solutions sur le WEFEE. Le changement climatique a un impact sur les composantes WEFEE. Pour garantir la sécurité de l'eau, de la nourriture, de l'énergie et la santé des écosystèmes, les décideurs politiques doivent trouver des solutions. Les solutions développées selon une approche cloisonnée pourraient renforcer les compromis, avoir un impact négatif sur le WEFEE et accroître le changement climatique. Une approche nexus, en intégrant la complexité, peut réduire considérablement ces impacts et promouvoir des résultats positifs sur le WEFEE.



B.5. Solutions d'adaptation et d'atténuation

Les mesures d'adaptation axées sur un seul objectif sociétal et un seul élément du WEFÉ peuvent entraîner des compromis négatifs, conduisant à une maladaptation. Dans les systèmes agricoles, cela se produit en partie lorsque l'adaptation poursuit un seul objectif : maximiser la production alimentaire à court terme, ce qui, dans plusieurs cas, s'est traduit par une agriculture intensive qui entraîne des conséquences néfastes pour les sols et la biodiversité {3.1 ; 3.2}. Des solutions d'adaptation intégrées sont nécessaires pour répondre aux enjeux de sécurité, sachant que les conséquences de l'approche nexus en matière d'atténuation peuvent résulter des éventuels synergies et compromis découlant des interconnexions entre les composantes WEFÉ.

B.5.1. L'intégration de l'approche nexus dans les actions d'adaptation et d'atténuation favorise les synergies entre les composantes WEFÉ et minimise les compromis potentiels. Ce constat est évident dans la région méditerranéenne, où l'évolution du climat et de l'environnement a une incidence négative sur les composantes WEFÉ, à la fois séparément et par le biais des effets en cascade des facteurs de changement (*confiance élevée*). À titre d'exemple, on peut citer les mauvaises pratiques d'irrigation non durables qui entraînent une augmentation de la salinité des sols et une dégradation générale des terres (*confiance élevée*). La surexploitation des pâturages entraîne l'érosion et la dégradation des sols {3.2}. Cependant, de nouvelles techniques d'irrigation ou l'emploi de techniques traditionnelles, la réutilisation des eaux usées traitées ou de l'eau dessalée à l'aide d'énergies renouvelables, l'énergie agrivoltaïque qui évite une concurrence d'usage des sols ou les pratiques agroécologiques, telles que l'agroforesterie, les cultures intercalaires et les cultures de couverture, peuvent réduire la consommation en eau douce, augmenter la conservation de l'eau et réduire l'empreinte énergétique tout en essayant de maximiser la production alimentaire locale et de protéger les écosystèmes {3.2.2 ; 3.2.3.2}. En même temps, bien que les technologies existent, leur mise en œuvre dans les pays du sud manque encore de financements suffisants et de politiques adaptées {3.4.4}. Dans le secteur forestier, l'adaptation axée uniquement sur des objectifs sociétaux spécifiques, tels que la propagation d'espèces d'arbres non indigènes, peut entraîner un risque d'incendie plus élevé (*confiance moyenne*).

B.5.2. Les solutions d'adaptation et d'atténuation se distinguent généralement selon deux types principaux : incrémentales et transformationnelles (**Figure RID3**). Ils incluent une variété d'options, telles que des approches fondées sur les écosystèmes (y compris les solutions fondées sur la nature (SfN), l'innovation technologique et sociale, y compris des changements de comportement ciblant les modes de consommation et de mode de vie, qui peuvent répondre efficacement aux problèmes de sécurité interdépendants de WEFÉ et aux ODD {3.2} (**Figure RID4**). Les SfN comprennent un ensemble d'actions inspirées et soutenues par la nature qui apportent à la fois des avantages environnementaux, sociaux et économiques et contribuent à renforcer la résilience {3.2.2.1}. Les stratégies des SfN impliquent la mise en œuvre d'infrastructures bleues et/ou vertes (par exemple, toits et murs végétalisés, prairies urbaines, jardins horticoles, bandes filtrantes végétalisées, des rigoles, zones humides et étangs construits et naturalisés). Les systèmes d'alerte précoce, les services climatiques et les approches de gestion des risques ont également montré une large applicabilité dans divers secteurs de la Méditerranée et pourrait bénéficier d'incorporation d'une gestion intégrée du nexus. Les outils d'aide à la décision, les plateformes en ligne ou d'autres produits développés en collaboration avec les utilisateurs peuvent fournir des informations et des services destinés

à l'aide à la décision {3.2.3.1}. Politiques et actions qui s'appliquent à l'ensemble du système alimentaire, promouvant une gestion durable des écosystèmes et des forêts qui incluent des changements dans la gestion de l'agriculture et de l'élevage pour augmenter le stockage de carbone dans les sols (par exemple, des approches agroécologiques telles que l'agroforesterie ou des systèmes d'élevage extensifs bien gérés) et ciblent simultanément les changements de comportement, y compris la réduction de pertes et de gaspillage alimentaires ou l'influence sur les choix alimentaires (par exemple en réduisant la consommation globale de viande), permettent une gestion plus durable de l'utilisation des terres, renforcent la sécurité alimentaire, réduisent la consommation et la contamination de l'eau, ainsi que la dégradation des sols, favorise la conservation de la biodiversité et peuvent avoir un impact un potentiel important d'adaptation au changement climatique et de réduction des émissions, entre autres avantages (3.2.2 ; 3.2.3 ; *confiance élevée*).

- B.5.3. Les facteurs de changement évoluent rapidement et ont une forte incidence sur les composantes WEFE {2.2.1, 2.3.1 ; 2.4.1 ; 2.5.1}, ce qui pourrait compromettre la résilience des actions déjà mises en œuvre. L'évaluation de l'approche nexus fondée sur la modélisation et basée sur différents scénarios de changement climatique, socio-économique et démographique aide à comprendre le niveau de résilience des options de développement durable et à éviter la maladaptation et les effets imprévus. Ainsi, il est essentiel de prendre en compte des variables changeantes au sein du système lors de l'élaboration des politiques intégrées.
- B.5.4. L'adaptation transformationnelle repose davantage sur l'innovation sociale et nécessite des apports humains accrus et une réorganisation des systèmes. Cependant, elle peut constituer la réponse la plus adaptée au changement climatique et à d'autres facteurs de changement, lorsque la gravité des impacts attendus est particulièrement élevée ou lorsque les options d'adaptation progressives actuelles atteignent leurs limites en matière de mise en œuvre et de fonctionnalité {3.1}. Les solutions d'adaptation et d'atténuation sont multiples, passant par celles qui sont davantage liées aux comportements écologiques et à la réduction de la consommation à celles qui sont davantage liées à l'innovation scientifique et technologique {3.2}. La science et la technologie constituent une partie de la solution, mais elles nécessitent une large compréhension et un engagement sociétal pour parvenir à une transformation par le biais de changements de comportement. Les différents niveaux d'engagement et de confiance des différentes parties prenantes, y compris la société civile dans la région méditerranéenne, entravent le développement d'une approche nexus qui exige un niveau élevé de coopération et de confiance réciproque {3.3}. La mise en œuvre de nouvelles technologies nécessite le renforcement de la participation et la prise en compte des préoccupations sociales afin d'éviter une maladaptation.
- B.5.5. L'adoption et la mise en œuvre de mesures d'adaptation et d'atténuation peuvent être entravées par certains défis financiers, scientifiques, géographiques et institutionnels. La mise en œuvre de solutions qui prennent en compte le nexus peut être plus rentable et plus efficace sur le plan économique par rapport à d'autres solutions, mais elle nécessite des ressources financières considérables dans les phases initiales. Le financement de ces démarches peut être d'autant plus difficile que les programmes WEFE comportent de nombreux et importants éléments à vocation sociale dont la valeur et le potentiel commerciaux sont généralement limités {3.4.1}. De nombreux pays du nord de la Méditerranée sont plus susceptibles de

soutenir de telles initiatives et y sont plus disposés financièrement. En revanche, les pays du sud et de l'est de la Méditerranée pourraient avoir besoin d'un soutien et d'un engagement international sous la forme d'un appui financier ou scientifique afin d'accroître l'adoption des nouvelles approches qui, à long terme, conduiront à la durabilité de l'ensemble de la Méditerranée {3.4.4}.

Figure RID3 | Différents gradients de solutions possibles d'adaptation et d'atténuation pour les composants WEF utilisés dans la région méditerranéenne. Les solutions d'adaptation et d'atténuation vont des solutions incrémentales aux solutions transformatrices, et de l'innovation scientifique et technologique aux innovations socio-écologiques et au changement de comportement.

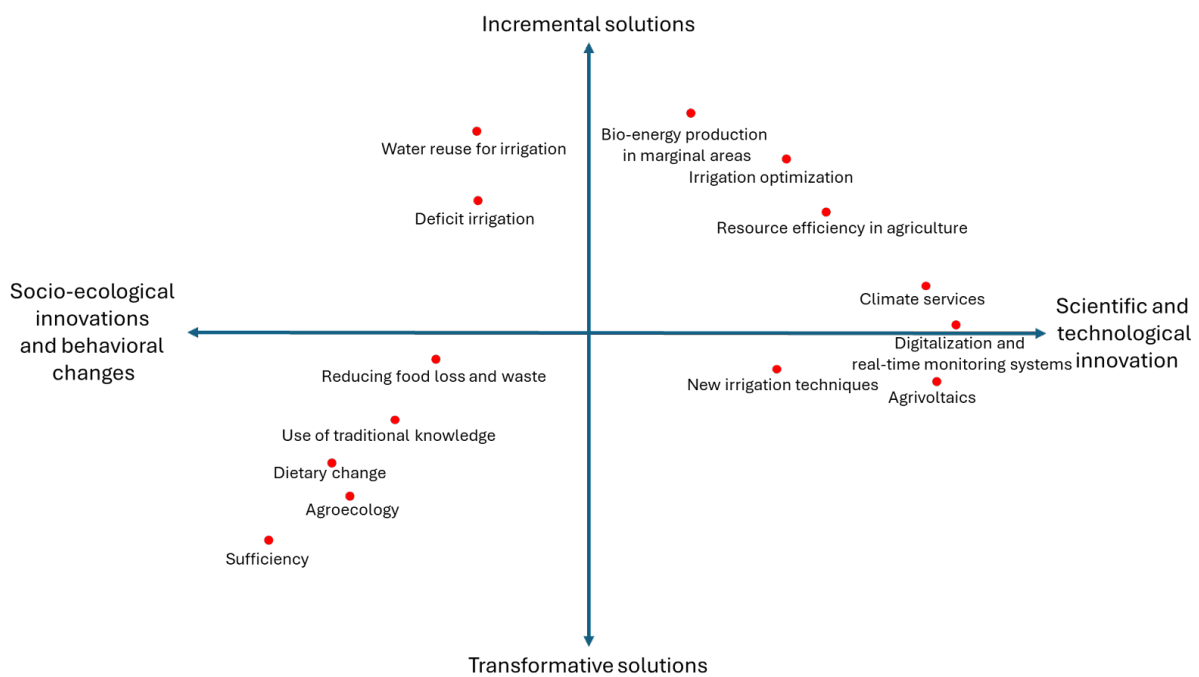


Figure RID4 | (a) Évaluation des principaux impacts et compromis des solutions d'adaptation et d'atténuation du nexus WEFÉ mises en œuvre dans les pays méditerranéens. Le lien est établi avec les ODD par le biais des piliers du nexus. Les chiffres entre parenthèses correspondent au nombre d'articles étudiés pour évaluer chaque solution. Le volume de preuves est quantifié par le nombre d'articles examinés (indiqués par des chiffres entre parenthèses et classés en trois catégories : limitées en rouge, moyennes en orange et solides en vert), tandis que le degré de concordance mesure le consensus entre les articles (o pour une faible concordance ou des preuves limitées, + pour un faible niveau de concordance/de preuves, ++ pour un niveau moyen et +++ pour un niveau élevé). Ce tableau ne passe pas en revue toutes les solutions possibles, mais celles qui ont été mises en œuvre en Méditerranée, rapportées dans la littérature scientifique et évaluées dans le rapport. **(b) Répartition spatiale des études de cas examinées.**

WEFE nexus adaptation and mitigation strategies	Existing management responses in the Mediterranean basin	Water pillar		Energy pillar		Food pillar		Ecosystem pillar	
		SDG 6	SDG 7	SDG 2	SDG 14	SDG 15			
Governance and Institutional	Policies on water pricing and limiting and reducing water use (3)	+++	o	+++	o	+++	o	+++	o
	Use of renewable energy in agricultural and other sectors (42)	+++	o	+++	+	+++	+	+++	+
Technological options	Early warning systems and climate services (7)	+++	o	+++	o	+++	o	+++	o
	Digitalization and precision agriculture (2)	+++	+	+++	o	+++	o	+++	o
	Increase bio-energy crop production in marginal areas (8)	++	+	+++	o	+++	o	+++	+
Water conservation and irrigation related solutions	Unconventional water resources and improved use efficiency (12)	++	+	++	+	++	+	++	+
	New irrigation techniques (16)	++	+	++	o	++	o	++	o
	Water reuse for irrigation (11)	+++	o	+++	+	+++	+	+++	+
Nature and ecosystem based approaches	Nature based solutions (10)	+++	+	+++	o	+++	o	+++	o
	Agroecological management practices (18)	+++	o	+++	o	+++	+	+++	o
Social options: behavioural change	Mediterranean diet and sobriety (30)	+++	o	+++	o	+++	o	+++	o

Impacts and risks

- + Positive impacts on WEFÉ nexus pillars
- Risk or trade-off on WEFÉ nexus pillars

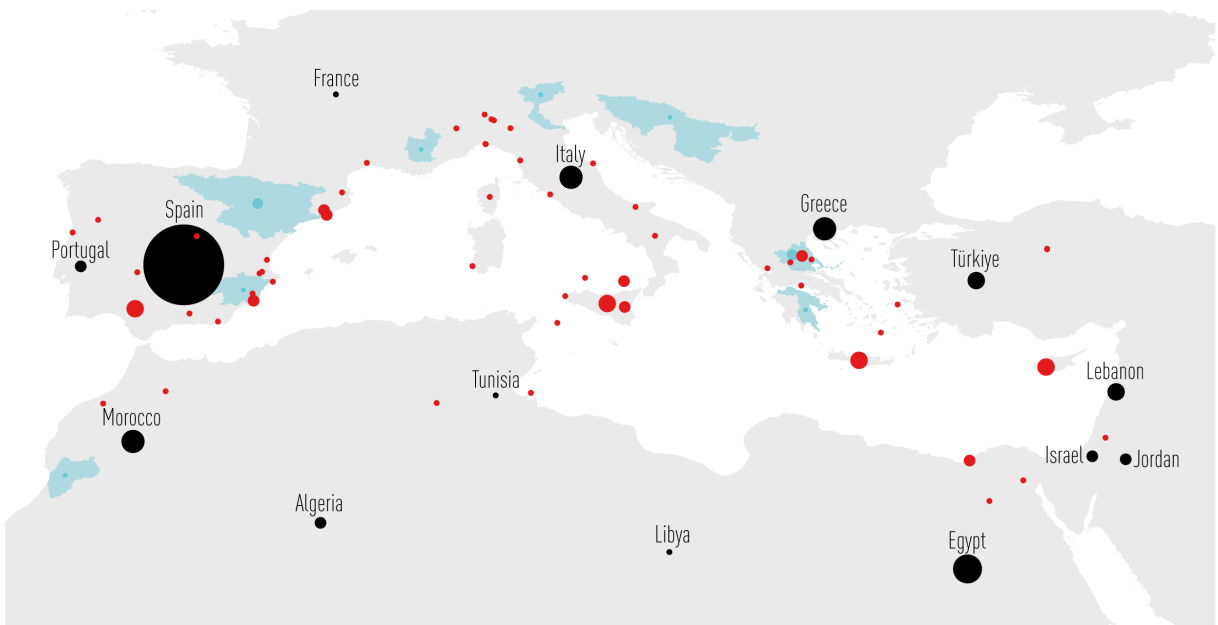
Amount of evidence

- Red: Limited
- Yellow: Medium
- Green: Robust

Level of agreement/confidence

- +++ High
- ++ Medium
- + Low
- o Low agreement or limited evidence

Relation with Sustainable Development Goals



- National case studies
- Sub-national case studies
- River-basin case studies
- River-basins

Number of case studies

C. Du concept nexus à sa mise en œuvre pour le développement durable

C.1. Données, indicateurs et évaluations

C.1.1. **Les approches existantes pour répondre aux défis de la durabilité dans les secteurs WEFE de la région méditerranéenne ont adopté des cadres de planification et de gestion fragmentés qui ne prennent pas suffisamment en compte les interconnexions complexes entre ces systèmes de ressources (*confiance élevée*) pour relever les défis de la durabilité en Méditerranée {4.2}**. L'approche du nexus WEFE offre un cadre de planification intégrée, de coopération transversale et décisionnel qui permet l'analyse des interactions entre les secteurs WEFE de la région méditerranéenne et l'identification des compromis et les co-bénéfices qui pourraient être négligés dans les approches monosectorielles (*confiance élevée*) {4.42}. Le nexus WEFE permet de mieux distinguer les synergies ou les conflits potentiels entre les politiques sectorielles, car il fournit un cadre dans lequel le rôle des services écosystémiques est plus explicite. L'exploitation durable des services écosystémiques et la conservation de la biodiversité sont des piliers indispensables pour atteindre avec succès les objectifs de développement sectoriel dans la région méditerranéenne {4.2}.

C.1.2. **Le manque de données complètes et désagrégées sur les composantes du nexus WEFE, ainsi que d'autres problèmes liés à la qualité et à l'exactitude des données, et la réticence des autorités à mettre certains types de données requises à la disposition des chercheurs et des autres parties prenantes, représentent un obstacle majeur à une adoption et une application plus large du nexus WEFE dans la région méditerranéenne {3.4 ; 4.2 ; 4.4}**. La complexité et la nature multidisciplinaire du nexus impliquent que les modèles et les méthodes permettant de les évaluer et de fournir des résultats sur l'ensemble de leurs avantages doivent porter sur de nombreux domaines scientifiques différents. En outre, les données ne sont pas toujours collectées ou disponibles à long terme, ce qui signifie que dans de nombreux cas, des données originales sont nécessaires pour mettre en évidence les avantages des approches WEFE par rapport à d'autres solutions {3.4.2}. Néanmoins, les données actuellement disponibles ont joué un rôle clé dans l'élaboration d'indicateurs pour les indices nexus spécifiques à la région méditerranéenne. Des outils de suivi et des indicateurs spatiaux, généralement liés à plusieurs ODD, ont été développés pour décrire les caractéristiques nationales et locales des interdépendances entre l'alimentation, l'eau, et l'énergie dans la région méditerranéenne, soulignant leur grande hétérogénéité à la fois au sein des pays et entre les pays, ce qui permet de classer les pays méditerranéens {4.3}.

C.2. Gouvernance et implication des parties prenantes

C.2.1. **La gouvernance liée au nexus WEFE nécessite un renforcement des liens et une meilleure gestion qui passe par la coordination, l'intégration, la cohérence, la délibération et la collaboration entre les acteurs et leurs stratégies et actions respectives, plutôt que par la création de nouvelles institutions {5.2}**. Afin d'utiliser efficacement l'approche nexus WEFE pour le développement durable, des principes clés doivent être suivis, notamment la compréhension des interconnexions entre les ressources au sein d'un système, le développement de nouvelles technologies pour des solutions innovantes et des feuilles de route pour leur exploitation à grande échelle dans toute la région, la promotion de l'innovation sociale et des approches délibératives, et la garantie d'une coordination entre les secteurs et les parties prenantes {4.2}. Les processus délibératifs qui fonctionnent bien pour : 1) les

dilemmes fondés sur des valeurs ; 2) les problèmes complexes qui nécessitent des arbitrages ; et 3) les questions à long terme qui vont au-delà des incitations à court terme des cycles électoraux peuvent contribuer à la gestion du nexus WEFE {5.2.5}. La gouvernance du WEFE est un système polycentrique, avec des centres décisionnels ou des actions diverses et variées au sein des secteurs, ce qui nécessite l'identification des acteurs clés, étatiques et non étatiques, indépendants et se chevauchant - les gouvernements (agissant par le biais de différents ministères et institutions publiques), le secteur privé, les ONG, les groupes de citoyens, les bailleurs de fonds, les organisations multilatérales et régionales (par exemple, la FAO, le Plan Bleu, l'UpM, la CEE-ONU, etc.), institutions de recherche nationales et internationales (AARINENA, CMI, CNRS, CIHEAM, Centre commun de recherche de la Commission européenne, GWP-Med, IRD, etc.), et agences de développement nationales et internationales (GIZ, ENABEL, USAID, SIDA, etc.) {5.2.1} (**Figure RID5**).

C.2.2. Les politiques visant à réaliser les ambitions du développement durable nécessitent des approches systémiques et des formes flexibles de gouvernance (c'est-à-dire la suppression des barrières institutionnelles, techniques, réglementaires et économiques), afin de faciliter les interdépendances entre les enjeux de la durabilité et de favoriser les approches holistiques {4.2}. Le cadre de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE), conçu pour améliorer la gestion des ressources hydriques, est un pionnier du concept WEFE au niveau politique {4.2. ; 5.1.1.}. L'implication des acteurs de la quadruple hélice (administrations publiques, universités, secteur privé et société civile) dans le développement et la mise en œuvre des approches nexus est cruciale pour fournir des perspectives multiples, assurer la légitimité politique et promouvoir le dialogue sur la durabilité des éléments du WEFE {4.2}. Les instruments de la démocratie délibérative, tels que les assemblées citoyennes, peuvent améliorer la légitimité des décisions et des actions politiques, renforcer la confiance et fournir des informations utiles sur les préférences des citoyens et les compromis qu'ils sont prêts à faire {5.2.5}. Une collaboration transnationale intra-méditerranéenne est nécessaire pour faire face à l'urgence climatique et promouvoir un partage équitable des risques et des charges liés au développement durable {5.3.3}.

C.3. L'écart entre le concept et la mise en œuvre

Un écart entre le concept et la mise en œuvre a été identifié dans le contexte méditerranéen, ce qui signifie que la situation actuelle n'est pas satisfaisante pour le WEFE en ce qui concerne les attentes de l'approche nexus.

C.3.1. **Les conditions politiques et sociales au sein des pays méditerranéens impliquent des niveaux divers de mise en œuvre de la politique du nexus WEFE.** La mise en œuvre pratique des politiques du nexus WEFE a été limitée et manque de coordination entre les différents niveaux d'autorités de gestion, entre les services sectoriels, les acteurs politiques et les parties prenantes. Les pays de l'UE disposent d'un cadre politique commun, ce qui n'est pas le cas des pays de la région MENA. La plupart des initiatives politiques sur le nexus WEFE dans les pays méditerranéens se sont concentrées sur les évaluations et les analyses du nexus WEFE, réaffirmant l'importance du concept. Cependant, la mise en œuvre d'une telle approche fait encore défaut et plusieurs mesures sont encore conçues en « silos » {5.1.1 ; 4.3} (**Figure RID5**). De part et d'autre du bassin méditerranéen, il semble évident que les cadres juridiques sont disparates, marqués par des lois diverses et souvent contradictoires, en particulier en ce qui concerne les ressources transfrontalières. Par conséquent, lorsqu'il s'agit de décider des

politiques à mettre en œuvre, il est utile d'examiner de façon approfondie les potentielles implications intersectorielles {5.1.1 ; 5.1.3}.

- C.3.2. **L'efficacité limitée de la mise en œuvre des approches liées au nexus WEFE dans la région est attribuée à une compréhension insuffisante des compromis nexus au sein des interactions science-politique-parties prenantes, à des incitations insuffisantes {4.4}, à une vision, des connaissances, un développement et des investissements limités, ainsi qu'à l'absence de preuves empiriques solides sur les avantages potentiels d'une approche liée au nexus WEFE {4.2}.** Les universités et les organismes de recherche qui génèrent et transmettent des connaissances pourraient intégrer la réflexion sur le nexus dans leurs travaux et organiser le dialogue politique dans leurs programmes de recherche et leurs cursus {5.2.3}. Un autre enjeu majeur est lié aux coûts liés aux approches nexus qui peuvent être plus élevés à court terme que ceux des approches en silo, en raison des informations, de l'expertise, du temps, de la coordination et des ressources financières nécessaires {4.2}.
- C.3.3. **Une série d'actions et d'interventions sont nécessaires pour renforcer les capacités institutionnelles, améliorer les mécanismes de financement, soutenir le dialogue au sein de la région entre les responsables de la mise en œuvre de l'approche nexus, les décideurs politiques et le grand public, et piloter les approches nexus par le biais de la modélisation et de l'évaluation {5.3}.** Les partenariats public-privé se sont prouvés efficaces pour le financement du nexus WEFE et améliorer le renforcement des capacités et la sensibilisation des parties prenantes {5.3.3}. Les approches qui intègrent à la fois la durabilité environnementale et les considérations relatives à la gouvernance et aux facteurs économiques locaux, régionaux et mondiaux sont plus susceptibles d'être appliquées avec succès dans le monde réel {4.2}. La gouvernance du nexus WEFE devrait promouvoir la transparence, la participation et la responsabilité grâce au dialogue et à la coopération entre les pays méditerranéens, complétés par la collaboration avec les organismes internationaux et favoriser les processus délibératifs qui impliquent les citoyens {5.1.1 ; 5.1.2 ; 5.1.5 ; 5.2.5} (Figure RID5).

Figure RID5 | Politiques intégrées/sectorielles à plusieurs niveaux sur le nexus WEFEE en Méditerranée (voir {5.3.1 ; 5.3.3} pour la description des programmes AIMNET, ERANETMED, MENA RIH et PRIMA).

