



Financé par
l'Union européenne

L'Union européenne face au défi climatique : Approche pluridisciplinaire de la résilience

Recueil de travaux interdisciplinaires dans le cadre du module européen Jean Monnet :
Résilience au changement climatique et Union européenne (RESCUE),
2023-2025, La Rochelle Université.

La Rochelle, juillet 2025.



EU CONEXUS
Université Européenne pour un
Littoral Urbain Durable Intelligent

Communauté
d'Agglomération de
La Rochelle



Préface

Gérard BLANCHARD, Président de la Rochelle Université.

Le module ERASMUS Jean Monnet sur le thème « Résilience, changement climatique et Union européenne de La Rochelle université », qui s'est déroulé durant trois années consécutives entre 2023 et 2025, a réuni trois promotions d'étudiants issues de toutes les disciplines représentées dans l'établissement, de la première année de licence au doctorat.

Cette formation innovante, tant par sa thématique que par son approche pluridisciplinaire, s'inscrit pleinement dans les priorités de formation et de recherche de La Rochelle Université, particulièrement engagée sur les enjeux liés au littoral et au changement climatique. La résilience y est abordée comme une réponse essentielle à cette crise, visant à favoriser des transitions durables, équitables et démocratiques.

Face aux défis climatiques, la résilience implique pour l'Union européenne :

- D'apprendre à gérer l'incertitude ;
- De soutenir l'élaboration des politiques à tous les niveaux et dans tous les secteurs ;
- D'accélérer et d'intensifier la mise en œuvre des actions internationales destinées à lutter contre le changement climatique.

Le Module RESCUE a conduit notre établissement à relever quatre défis majeurs :

- Engager les étudiants de toutes les disciplines et de tous les niveaux (LMD) sur des enjeux européens auxquels ils sont rarement confrontés ;
- Impliquer les enseignants rochelais et les partenaires européens de l'université, au travers notamment de l'alliance EU-CONEXUS, pour valoriser leur expertise ;
- Moderniser les méthodes d'enseignement, en lien avec les directives européennes, pour proposer un enseignement hybride et capitaliser sur l'utilisation des outils numériques ;
- Étudier et travailler sur une large gamme de thèmes liés à l'action européenne en matière de résilience climatique, dans une approche authentiquement interdisciplinaire et concrète, en appui notamment des visites de terrain au Port de La Rochelle et à la réserve naturelle de Lilleau des Niges inscrits dans des programmes européens.

Nous remercions l'équipe pédagogique coordonnée par Agnès Michelot et Marie-Ange Schellekens. Ensemble, elles ont mobilisé neuf enseignants de plusieurs disciplines et issus de différentes universités : Pascale Garcia (biologiste), Camille Mazé (politiste), Fernando Pedraza (chimiste), Bleuenn Guilloux (juriste), Mar Campins (Université de Barcelone, juriste), Tomislav Oroz (Université de Zadar, anthropologue), Nenad Starc (Université de Zagreb, économiste) et Arnaud Schwartz, représentant de France Nature

Environnement au Comité Économique et Social Européen, membre de la délégation de l'Union Européenne à la COP 28.

Nos remerciements s'adressent également à la Ligue pour la Protection des Oiseaux qui, en lien avec le programme « Life ADAPTO », a accueilli nos étudiants dans le cadre de ces visites de terrain

Nous remercions enfin l'Union européenne pour sa confiance, notre alliance EU-CONEXUS pour sa mobilisation et la Communauté d'Agglomération de La Rochelle pour son soutien constant.

Sommaire

Préface	2
Sommaire	4
Introduction	5
Section 1 – L’Union européenne et la résilience climatique : Théories, impacts et acteurs	12
La résilience climatique dans les politiques de l'Union européenne	13
The changing face of climate resilience in EU discourse	21
Temporal Aspects of Climate Change: Ethnographic Explorations of Resilience and Urgency in Coastal Communities	28
Section 2 – Renforcer la résilience climatique dans l’Union européenne : une réflexion pluridisciplinaire menée par les étudiants de La Rochelle Université	39
Chapitre 1 – Agriculture et biodiversité	40
Impact climatique de l’élevage intensif et rôle des politiques européennes : la question de l’alimentation animale	40
Les Haies dans le cadre de la Politique agricole commune 2023-2027	62
Adaptation et résilience de l’Union européenne dans un contexte de raréfaction des ressources en eau	70
Pollution Lumineuse et Résilience Climatique : éclairage sur les stratégies de l’Union européenne	77
Chapitre 2 – Océans et enjeux maritimes	88
La politique intégrée de l’Union européenne pour l’Arctique : la protection globale est-elle envisageable ?	88
L’importation par voie maritime : Impacts climatiques et environnementaux, politiques et juridictions européennes de transport maritime	108
L’extraction minière des grands fonds marins dans l’Union européenne	143
Chapitre 3 – Innovations technologiques et énergétiques	184
Les Politiques de l’Union européenne sur le Ciment Vert : Promouvoir la Durabilité dans l’Industrie de la construction	184
Le véhicule électrique : est-il vraiment le véhicule de demain en Europe ?	195
Analyse critique de la souveraineté énergétique de l’Union européenne dans le cadre du plan REPowerEU	211
Vers un numérique responsable	224
Conclusion	239
Table des matières	242

Introduction

Marie-Ange SCHELLEKENS, chercheure associée en Droit et co-coordinatrice du module européen Jean Monnet RESCUE, La Rochelle Université.

Développé entre 2022 et 2025 par l'Université de La Rochelle, avec le soutien de l'Union européenne dans le cadre de l'action Jean Monnet, le module européen RESCUE s'est donné pour mission d'étudier les politiques, programmes de recherche et autres initiatives concrètes de l'Union européenne qui soutiennent la résilience face au changement climatique. Ce livre a ainsi pour ambition d'offrir au lecteur un regard pluriel sur la façon dont l'Union européenne construit sa résilience face au changement climatique, en croisant analyses théoriques, études de cas et propositions concrètes issues de la recherche et de l'expérience de terrain.

L'histoire de l'action climatique européenne commence bien avant l'apparition du terme « résilience » dans les discours officiels. Toutefois, lors de la création de la Communauté économique européenne (CEE) en 1957, l'environnement n'était nullement une priorité pour les États membres. Les traités fondateurs, reflets d'une époque où ces préoccupations restaient secondaires, n'accordaient alors aucune place à la protection de l'environnement. Ce n'est qu'en 1972, dans le prolongement de la Conférence de Stockholm sur l'environnement humain, que la CEE commence à s'intéresser à la question écologique, adoptant dès 1973 son premier programme d'action pour l'environnement¹. Essentiellement déclaratif, ce programme marque le début d'une prise de conscience institutionnelle. Il faudra toutefois attendre l'Acte unique européen de 1986 pour que la protection de l'environnement devienne une compétence formelle de la Communauté européenne, amorçant ainsi une dynamique nouvelle.

La notion de « résilience » est intimement liée aux enjeux climatiques contemporains qui font leur entrée dans le débat politique à la fin des années 1980, lorsque la communauté scientifique commence à alerter sur la réalité du changement climatique d'origine anthropique. Les travaux fondateurs de Svante Arrhenius et John Tyndall sont alors redécouverts², tandis que la création du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) en 1988 ancre la problématique climatique à l'agenda international. La Convention-cadre des Nations unies sur le changement climatique

¹ Déclaration du Conseil des Communautés européennes et des représentants des gouvernements des États membres réunis au sein du Conseil du 22 novembre 1973 concernant un programme d'action des Communautés européennes en matière d'environnement, *JOCE* ° C 112/1, 20 décembre 1973.

² S. Arrhenius, "On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground", *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 1886 vol. 41 n°251, p. 237-276 ; J. Tyndall, " On the absorption and radiation of heat by gases and vapours, and on the physical connexion of radiation, absorption, and conduction.—The bakerian lecture, *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, vol. 22 n° 146, p.169-194.

(CCNUCC), signée à Rio en 1992, devient le point de départ de la politique climatique globale.

Forte de ses premiers succès en matière environnementale, l'UE décide alors de s'engager dans ce combat porteur pour renforcer sa visibilité sur la scène internationale. Dans ce contexte, elle aligne sa politique climatique sur la stratégie dominante de l'époque : l'atténuation, c'est-à-dire la réduction des émissions de gaz à effet de serre, dans l'idée qu'en agissant rapidement sur les causes du changement climatique, il serait possible d'en éviter les effets les plus graves. Un des jalons majeurs de cette ambition européenne sera le lancement, en 2005, du système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre (SEQE-UE), premier marché carbone à l'échelle continentale³.

Cette politique fondée sur l'atténuation montre pourtant rapidement ses limites. L'optimisme initial quant à la rapidité des résultats a conduit à sous-estimer la lenteur des effets des politiques d'atténuation sur l'évolution climatique réelle. De plus, la croyance que les pays en développement seraient les principales victimes du changement climatique a retardé la prise en compte de la vulnérabilité des sociétés européennes elles-mêmes. Enfin, le cloisonnement sectoriel des politiques européennes a souvent limité leur portée transversale.

La fin des années 1990 et le début du XXI^e siècle voient alors s'imposer une évidence : l'atténuation, aussi ambitieuse soit-elle, ne suffira pas. Les concentrations atmosphériques de CO₂ continuent d'augmenter, les événements météorologiques extrêmes se multiplient en Europe, et les premiers bilans du Protocole de Kyoto montrent que les réductions d'émissions sont insuffisantes. L'UE doit donc compléter les mesures d'atténuation par une réflexion sur les besoins d'adaptation au changement climatique, avec son lot de mesures pour en limiter les impacts négatifs ou, le cas échéant, en exploiter les opportunités.

Reconnaître la nécessité d'adaptation, c'est aussi accepter qu'un retour à la situation antérieure n'est plus possible. Cela suppose d'anticiper les transformations inévitables des territoires, des sociétés et des économies, et de préparer des réponses différenciées selon les secteurs et les régions. Ces ambitions politiques se traduiront par la publication, en 2009, d'un Livre blanc sur l'adaptation en Europe⁴ suivi en 2013 par la première stratégie d'adaptation européenne, qui vise à renforcer la préparation et la résilience au niveau des États membres⁵. Ces documents se veulent exhaustifs et

³ J. Birger Skjærseth, J. Wettestad; "The Origin, Evolution and Consequences of the EU Emissions Trading System", *Global Environmental Politics* 2009, vol. 9 n°2, p. 101-122.

⁴ Livre blanc, *Adaptation au changement climatique: vers un cadre d'action européen*, COM(2009) 147 final, Bruxelles, 1^{er} avril 2009.

⁵ Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions, « Stratégie de l'UE relative à l'adaptation au changement climatique », COM(2013) 216 final, Bruxelles, 16 avril 2013.

encouragent l'intégration de l'adaptation dans toutes les politiques européennes : agriculture, gestion de l'eau, infrastructures, santé, biodiversité, urbanisme, etc.

Cependant, la mise en œuvre de l'adaptation se révèle complexe. L'incertitude des scénarios climatiques à moyen et long terme rend difficile la planification. À quoi faut-il s'adapter ? Faut-il privilégier la protection, la transformation ou le retrait stratégique ? De plus, les contraintes financières sont majeures : adapter des millions de logements, transformer les systèmes de transport ou développer des infrastructures de protection coûte cher, et tous les territoires n'ont pas les mêmes capacités d'investissement. S'ajoutent à cela les limites physiques, les difficultés techniques, et la question de l'acceptabilité sociale des changements.

C'est dans ce contexte, marqué par les limites des approches classiques, qu'émerge progressivement la notion de « résilience », proposant un cadre conceptuel renouvelé, mieux adapté à la gestion de l'incertitude et à la complexité du changement climatique. Issu de la physique des matériaux, puis appliqué à l'écologie et aux sciences sociales, le terme désigne la capacité d'un système à absorber les chocs, à s'adapter à des conditions changeantes et à se relever sans perdre ses fonctions essentielles⁶. Cette approche marque un tournant : il ne s'agit plus seulement de prévoir pour maîtriser, mais d'accepter l'incertitude et de renforcer la flexibilité, l'apprentissage et la capacité d'adaptation de la société.

Pour l'Union européenne, la résilience climatique devient un enjeu central à partir des années 2010. Plusieurs documents clés y font explicitement référence : la Stratégie globale de l'Union européenne de 2016⁷, le Pacte vert pour l'Europe lancé en 2019⁸, ou encore la Stratégie d'adaptation actualisée en 2021⁹, qui intègrent tous la résilience comme objectif transversal, applicable à l'ensemble des secteurs.

L'UE reconnaît en effet que les interactions entre secteurs économiques, écologiques et sociaux sont telles qu'il est vain d'espérer construire une résilience sectorielle isolée. L'exemple du secteur de l'énergie en témoigne : l'adaptation de la production hydroélectrique dépend de la gestion de la ressource en eau, elle-même affectée par le changement climatique et la demande agricole. De même, la planification urbaine doit intégrer gestion des risques climatiques, préservation des espaces naturels et équité sociale.

⁶ R. Mathevet, M.-A. Schellekens-Gaiffe, « Résilience ». *Dictionnaire juridique du changement climatique*, Collection de l'Institut des Sciences Juridiques et Philosophiques de la Sorbonne, 2022, pp.453-455.

⁷ Conseil de l'Union Européenne, « Une Stratégie Globale pour la politique étrangère et de sécurité de l'Union Européenne », Bruxelles, 28 juin 2016, 10715/16.

⁸ Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions, « Le Pacte vert pour l'Europe » COM(2019) 640 final, 11 décembre 2009.

⁹ Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions, « Bâtir une Europe résiliente – la nouvelle Stratégie de l'Union européenne pour l'adaptation au changement climatique », COM(2021) 82 final, Bruxelles, 24 février 2021.

La résilience exige aussi une gouvernance multiniveaux. Il ne suffit pas que l'UE produise des orientations stratégiques : encore faut-il que celles-ci soient déclinées au niveau national, régional et local, chaque territoire ayant ses vulnérabilités et ses ressources propres. Les plans climat territoriaux, la coopération transfrontalière pour la gestion des bassins versants ou des zones côtières, et les programmes de solidarité européenne face aux catastrophes naturelles sont autant d'exemples qui illustrent en pratique cette nécessité de coordination.

Le passage au paradigme de la résilience impose également une réflexion sur l'inclusion sociale et la participation citoyenne. En effet, les risques climatiques frappent de manière différenciée territoires, catégories sociales et générations. Une stratégie de résilience ne saurait dès lors ignorer les enjeux d'équité et de justice climatique. Pour ces mêmes raisons et parce qu'elle suppose une transformation sociétale profonde, la résilience ne peut se concevoir sans l'engagement conjoint de la société civile, des collectivités, des entreprises et des citoyens, de l'identification des risques à la gestion de crise en passant par la conception des solutions.

Enfin, la résilience s'inscrit, par définition, dans l'incertitude. L'Union européenne admet désormais que tout n'est pas prévisible ni gérable par la technologie ou le droit. Il s'agit de construire des sociétés capables de faire face aux événements imprévus trouvant leur origine dans les dérèglements climatiques, d'assurer les marges de manœuvre indispensables et d'éviter la saturation des ressources naturelles et des capacités d'adaptation. Cela passe par la flexibilité des politiques, la diversité des solutions, l'acceptation du risque et l'accompagnement des transitions nécessaires.

C'est cette voie, ambitieuse mais exigeante, que l'Union européenne emprunte à travers le Pacte vert, les stratégies sectorielles et les initiatives concrètes présentées dans le module Jean Monnet RESCUE, dont l'analyse interdisciplinaire, reflet des travaux des enseignants et étudiants engagés dans cette initiative, permet d'appréhender la richesse et la complexité.

L'ampleur et la complexité du défi climatique imposent en effet de dépasser les approches sectorielles et disciplinaires classiques. Le changement climatique n'est pas seulement une question physique ou écologique : il affecte l'ensemble des sphères de la société : économie, santé, infrastructures, culture, agriculture, énergie, gouvernance, comportements sociaux. Aucun domaine scientifique ni spécialité technique ne peut prétendre, seule, apporter des réponses satisfaisantes. L'interdisciplinarité s'impose donc ainsi comme une condition sine qua non de la résilience climatique, comme le rappellent les grands textes stratégiques européens. Le Pacte vert, par exemple, n'est pas un simple plan environnemental : il intègre des dimensions économiques, industrielles, sociales et territoriales, et exige une coordination entre les différents niveaux d'action.

Ce constat est renforcé par les analyses de Mar Campins (Université de Barcelone), qui propose dans ce volume une lecture critique des politiques européennes de résilience

climatique, interrogeant leur cohérence, leurs modes de gouvernance, et les obstacles institutionnels à une action réellement transversale et efficace. La nécessité d'articuler dispositifs sectoriels et stratégie globale apparaît ainsi comme une problématique centrale.

L'émergence et la diffusion du concept de résilience dans le discours européen ne se sont pas faites d'un seul coup. Björn Schiffbauer (Université de Rostock) montre lui que le langage de la résilience, d'abord technique, a progressivement intégré de nouveaux enjeux : justice sociale, équité territoriale, inclusion, précaution, flexibilité et adaptation continue. Cette évolution lexicale et politique traduit un approfondissement du projet européen, qui cherche à s'approprier un concept « vivant », capable de s'adapter aux incertitudes et aux mutations rapides du contexte climatique.

Un autre apport majeur concerne la prise en compte des dimensions temporelles de la résilience. Tomislav Oroz (Université de Zadar) met ainsi en lumière, à partir d'explorations ethnographiques dans des communautés côtières, comment les perceptions de l'urgence, du risque, mais aussi les rythmes d'adaptation varient selon les contextes locaux. La résilience se construit dans le vécu quotidien, l'anticipation, la mémoire des catastrophes et l'inventivité sociale. Penser la résilience, c'est donc aussi interroger la temporalité du changement climatique et l'expérience du temps long par les acteurs locaux.

Ce cadrage théorique est complété par une série d'analyses interdisciplinaires issues de cas d'études concrets, résultat des travaux collectifs des étudiants du module RESCUE.

L'agriculture et la biodiversité, premier thème abordé dans l'ouvrage, illustrent la nécessité du croisement des regards. L'intensification de l'élevage a un impact direct sur les émissions de gaz à effet de serre mais aussi sur la sécurité alimentaire, la santé humaine, la gestion des ressources en eau et la préservation de la biodiversité.

Les travaux étudiants du module RESCUE le montrent : la question de l'alimentation animale, par exemple, implique non seulement des enjeux de réduction de l'empreinte carbone, mais aussi une réflexion sur les filières de production, la souveraineté alimentaire, la valorisation des déchets organiques et le développement rural. De même, la protection des haies dans les paysages agricoles, étudiée par une équipe pluridisciplinaire, combine écologie, droit, politiques publiques et acceptabilité sociale.

La gestion de l'eau et des ressources naturelles constitue un autre terrain d'expérimentation interdisciplinaire. Les politiques de résilience face à la raréfaction de l'eau mobilisent climatologues, hydrologues, ingénieurs, sociologues, juristes et économistes. Les solutions se doivent, dès lors, de conjuguer innovations techniques, dispositifs juridiques et sensibilisation citoyenne.

Pour clore ce chapitre, la lutte contre la pollution lumineuse met, elle, en évidence la montée en puissance de problématiques longtemps négligées mais désormais intégrées

dans une approche globale de la résilience. Cette pollution, dont les effets sont multiples- sur la biodiversité, les écosystèmes nocturnes, la santé humaine et la qualité de vie urbaine-fait appel à une expertise partagée entre écologues, urbanistes, gestionnaires de territoires, spécialistes de l'éclairage, juristes et acteurs locaux. La recherche consacrée à ce thème démontre ici l'intérêt de croiser les regards pour proposer des stratégies innovantes, à la fois réglementaires, techniques et pédagogiques.

Le chapitre consacré aux océans et enjeux maritimes confirme cette diversité des enjeux. À cet égard, la politique intégrée de l'UE pour l'Arctique souligne ainsi l'importance d'une approche interdisciplinaire et internationale. La protection de cette région stratégique requiert, en effet, la collaboration de spécialistes du droit international, des sciences de la Terre, de la biodiversité, de la diplomatie et de la sécurité, tant l'avenir de ces régions conditionne les équilibres environnementaux et géopolitiques mondiaux.

Les impacts climatiques et environnementaux de l'importation maritime mobilisent eux une expertise partagée entre mathématiques appliquées, biologie marine, droit, économie maritime et ingénierie navale. Le projet étudiant sur ce sujet montre clairement que la lutte contre les émissions du transport maritime, l'adaptation des ports et la gouvernance des flux commerciaux ne peuvent se concevoir sans une vision intégrée des impacts écologiques, des normes internationales, des innovations technologiques et des enjeux économiques.

Quant à l'extraction minière des grands fonds marins, elle représente un défi émergent pour la résilience climatique de l'UE. L'exploitation des ressources minérales sous-marines, à la frontière de la recherche et de l'industrie, soulève d'immenses questions environnementales, éthiques et juridiques. Elle nécessite une analyse combinée de géosciences, de droit environnemental, de politiques industrielles et d'éthique appliquée, afin d'encadrer cette nouvelle « ruée vers l'or bleu » et d'assurer une exploitation responsable des fonds marins.

Le dernier chapitre, consacré à la transition énergétique et technologique, soulève des enjeux inédits à l'interface de l'innovation, de la durabilité et de la justice sociale. L'UE qui investit massivement dans la recherche sur les énergies renouvelables, les matériaux à faible empreinte carbone, l'efficacité énergétique des bâtiments, la mobilité durable se voit confrontée à de nouveaux défis. En effet, chaque solution technique soutenant ses ambitions climatiques (ciment vert, véhicule électrique, numérique responsable, etc.) génère de nouvelles problématiques : dépendance aux matières premières, gestion du cycle de vie, adaptation des infrastructures, acceptabilité sociale, formation des usagers, impacts sur l'emploi et les territoires. La combinaison d'expertises variées reste donc manifestement la seule à même d'appréhender ces problématiques dans toute leur complexité, entre innovation, régulation, acceptabilité sociale et transformation des chaînes de valeur.

L'un des apports majeurs du module Jean Monnet RESCUE à l'Université de La Rochelle réside notamment dans cette pédagogie de l'interdisciplinarité. Les travaux étudiants, structurés autour des trois axes de ce volume, enrichissent la réflexion sur les politiques européennes et forment une nouvelle génération d'acteurs de la résilience.

Toutefois, l'interdisciplinarité n'est pas seulement un objectif académique ou pédagogique : elle doit devenir une réalité politique et sociale. Le succès des ambitions de résilience climatique de l'UE repose largement sur sa capacité à faire dialoguer les acteurs, à intégrer l'expertise scientifique dans la décision publique, à promouvoir l'innovation ouverte et à renforcer les liens entre la recherche, la société civile, les entreprises et les institutions.

Au terme de cette introduction, il apparaît donc que la résilience climatique n'est ni un concept abstrait, ni un slogan politique parmi d'autres : elle incarne une nouvelle manière de penser et de vivre le projet européen à l'heure des incertitudes et des transitions. Les défis sont immenses : complexité institutionnelle, diversité des territoires, incertitude scientifique, besoins d'innovation et d'équité. Mais ils ouvrent également des horizons inédits pour la recherche, la formation, l'emploi et la vie collective.

Dans ce contexte, le module Jean Monnet RESCUE développé à l'Université de La Rochelle se distingue par son approche innovante. Pour les étudiantes et étudiants qui se sont engagés dans cette aventure, ce module est ainsi à la fois un tremplin professionnel, une expérience humaine marquante et une occasion de contribuer activement à la construction de l'Europe de demain. Pour la recherche européenne, il représente un laboratoire vivant de l'innovation, capable de renouveler les méthodes, de stimuler la coopération entre disciplines et de nourrir le dialogue entre science et société. Pour la société tout entière, il incarne une réponse optimiste à la tentation du repli ou du fatalisme, en invitant à la mobilisation.

Au fil de ces pages, nous avons souhaité offrir un panorama aussi complet que possible des enjeux de la résilience climatique européenne, à travers une diversité de regards, d'expériences et de disciplines. Les analyses, études de cas et réflexions collectives qui composent cet ouvrage témoignent de l'engagement d'une communauté universitaire soucieuse de comprendre, mais aussi d'agir face à l'un des plus grands défis de notre temps.

Nous espérons que la lecture de cet ouvrage offrira au lecteur des clés de compréhension, des pistes d'action et, surtout, suscitera le désir de s'engager dans une dynamique collective en faveur d'une Europe plus résiliente, solidaire et innovante.

Section 1

L'Union européenne et la
résilience climatique :
Théories, impacts et acteurs

La résilience climatique dans les politiques de l'Union européenne¹⁰

Mar CAMPINS ERITJA, professeure en Droit public international à l'université de Barcelone.

I. Introduction

La résilience climatique est l'un des piliers conceptuels les plus importants du régime international de lutte contre le changement climatique. L'objectif d'éviter toute "interférence anthropique dangereuse avec le système climatique", formulé à l'article 2 de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC)¹¹, et développé dans l'Accord de Paris¹² à travers l'engagement de limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels, implique non seulement la réduction et la séquestration des émissions de gaz à effet de serre (GES), mais aussi l'adaptation à leurs effets inévitables.

Cet objectif s'inscrit dans une ère caractérisée par une multiplicité de crises interconnectées : croissance démographique, raréfaction des ressources, accélération technologique, inégalités structurelles et tensions géopolitiques. Ces dynamiques alimentent la crise climatique et, à leur tour, sont aggravées par elle. L'Union européenne (UE), immergée dans ce contexte, a subi des transformations institutionnelles que certains auteurs identifient comme un processus de "crisification" (Rhinard 2019 ; Boin, Ekengren et Rhinard 2021), par lequel la logique d'urgence reconfigure les procédures normatives, en donnant la priorité à la réactivité sur la délibération. Ce phénomène pose un défi fondamental: l'UE peut-elle adapter ses structures décisionnelles pour maintenir sa capacité d'action face à des crises imbriquées, sans porter atteinte aux principes démocratiques, à la participation et à l'État de droit? Dans ce scénario, la résilience climatique se présente non seulement comme un objectif stratégique, mais aussi comme un critère d'orientation pour l'intégration européenne au XXI^e siècle.

II. La résilience, un concept en évolution : de la théorie écologique à la gouvernance socio-juridique

La résilience a fait l'objet de diverses élaborations conceptuelles en fonction du domaine disciplinaire (Batabyal 1998; Johnson et Wiechelt 2004). En ingénierie, elle fait référence à la capacité des matériaux à retrouver leur état après déformation. En psychologie, elle

¹⁰ Une version plus complète des aspects abordés dans cette contribution a été publiée par l'auteure sous le titre "El concepto de resiliencia climática y su delimitación en el Derecho de la Unión Europea", dans FERNANDEZ PONS, Xavier; ABEGON NOVELLA, Marta; CAMPINS ERITJA, Mar (Eds.), *Cambio Climático, biodiversidad y salud pública global en el Derecho Internacional: de la fragmentación a la integración sistémica*, Editorial Tirant lo Blanch, Valencia, 2025, pp. 67-142.

¹¹ Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, New York, 9 mai 1992, *UNTS*, vol. 1771, p. 107.

¹² Accord de Paris, Paris, 12 décembre 2015, *RTNU*, vol. 3156, p. 79.

désigne la capacité des individus à faire face à l'adversité. En écologie, elle décrit la capacité des écosystèmes à absorber les perturbations sans perdre leur structure et leur fonctionnalité essentielles. Ce dernier sens a favorisé le développement du concept dans les sciences sociales, en particulier dans l'analyse des systèmes complexes et adaptatifs (Manca, Benczur et Giovanni 2017 ; Lotz 2016 ; Folke *et al.* 2004 ; Monteiro de Lima 2013 ; Woloszyn 2018).

Le concept de résilience sociale fait référence à la capacité des communautés à résister, à s'adapter et à se transformer face aux chocs externes, qu'ils soient environnementaux, économiques ou politiques. De cette interaction entre résilience écologique et résilience sociale émerge le paradigme des systèmes socio-écologiques, qui met l'accent sur les rétroactions entre la nature et la société et sur la nécessité de les aborder dans une perspective intégrée.

Dans cette optique, le mouvement de *resilience thinking* (Walker et Salt 2006) définit la résilience comme la capacité d'un individu, d'un écosystème ou d'un système politico-juridique à faire face au changement et à continuer à se développer. Il promeut un modèle de développement résilient basé sur un ensemble d'outils permettant de comprendre et d'améliorer la gestion des interactions entre l'homme et la nature face aux chocs et à l'incertitude qu'ils génèrent.

Selon l'un des principaux *groupes de réflexion* qui partage cette approche, le Stockholm Resilience Centre, plusieurs éléments caractérisant un modèle socio-écologique résilient peuvent être identifiés, qui se traduisent généralement par un certain nombre d'indicateurs environnementaux, sociaux et économiques: (a) la diversité des réponses, car les systèmes comportant de nombreux éléments différents offrent un plus grand nombre de réponses à une perturbation et tendent à être plus résilients que les systèmes comportant peu d'éléments ou des éléments trop homogènes; (b) la bonne gestion de la connectivité, car les systèmes qui assurent une bonne connexion entre leurs éléments peuvent se remettre plus rapidement des perturbations, tandis que les systèmes dont les éléments sont trop connectés peuvent conduire à une propagation rapide des perturbations; (c) la gestion des éléments qui varient sur de grandes échelles de temps, tels que la composition du sol, et les rétroactions entre eux, qui peuvent renforcer positivement ou atténuer négativement le changement; (d) l'utilisation de systèmes adaptatifs complexes, qui implique l'acceptation de leur imprévisibilité et permet d'améliorer les mesures de gestion; (e) la disponibilité des connaissances scientifiques, qui doivent être constamment réexaminées pour stimuler l'apprentissage; (f) la participation des parties prenantes et la négociation de compromis entre les différents utilisateurs des services écosystémiques; et g) l'articulation de systèmes de gouvernance polycentriques, dans la mesure où les systèmes dans lesquels plusieurs niveaux de gouvernement interagissent permettent une meilleure gestion des perturbations et du changement (Biggs, Schlüter et Schoon 2015 ; Wenta, Mc Donald et McGee 2019).

Selon cette approche, la résilience climatique est définie comme la capacité d'anticiper, d'absorber, de s'adapter et de se transformer face aux impacts du changement climatique. Cette définition intègre trois éléments clés: a) la capacité d'absorption, entendue comme la capacité à absorber les chocs et à maintenir les fonctions essentielles du système; b) la capacité d'adaptation, qui désigne la capacité d'ajuster les processus, les structures et les comportements pour coexister avec de nouvelles conditions; et c) la capacité de transformation, en tant qu'expression de la volonté et de la possibilité de repenser le système lorsque le contexte rend son maintien irréalisable.

Ces composantes transcendent une vision statique et réparatrice de la résilience, en proposant une lecture dynamique et orientée vers le changement structurel. En fin de compte, la résilience est un concept polysémique et controversé. Probablement, comme l'a souligné Todd Swanstrom, "*resilience is more than a metaphor but less than a theory. At best it is a conceptual framework that helps us to think about regions in new ways, i.e., dynamically and holistically*" (Swanstrom 2008, p. 2). Elle offre ainsi un langage permettant de comprendre dans quelle mesure un système peut tolérer des chocs et des changements et y survivre.

3. Intégration progressive de la résilience dans le droit de l'Union européenne

Le cadre juridique de l'UE en matière d'environnement et de climat repose traditionnellement sur un postulat qui n'est plus incontesté: les écosystèmes étaient censés présenter un équilibre inhérent et prévisible qui, en cas de changement, pouvait être rétabli en manipulant ses différents éléments. Aujourd'hui, grâce aux connaissances scientifiques disponibles, nous savons que ce n'est pas le cas et que lorsqu'une perturbation survient dans un écosystème donné, celui-ci ne revient pas à la normale simplement parce que la cause de la perturbation est freinée ou contenue. Cependant, de nombreuses règles environnementales de l'UE sont encore fondées sur cette attente de rétablissement et ne tiennent pas suffisamment compte de la complexité dynamique des systèmes écologiques et des différences d'échelle des mécanismes de gouvernance.

La législation européenne a progressivement intégré la résilience climatique, d'abord de manière implicite et sectorielle, puis, plus récemment, en tant qu'objectif transversal. Citons ici la directive-cadre sur l'eau¹³, qui a introduit la gestion adaptative des bassins hydrographiques, et la directive sur les inondations¹⁴, qui promeut l'évaluation et la gestion des risques. De même, la directive sur le milieu marin¹⁵ a mis l'accent sur la résilience, la directive sur la protection et la sécurité des infrastructures critiques se concentre sur des secteurs tels que l'énergie, les transports et les technologies de

¹³ Directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, *JOUE* L327, 22.12.2000.

¹⁴ Directive 2007/60/CE du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, *JOUE* L288, 6.11.2007.

¹⁵ Directive 2008/56/CE du 17 juin 2008 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin, *JOUE* L164, 25.6.2008.

l'information¹⁶ et la directive sur l'évaluation des incidences sur l'environnement¹⁷ exige que les projets exposés à des risques d'accidents et de catastrophes majeurs soumettent une évaluation des incidences comprenant des informations sur leur vulnérabilité à une série d'aspects qui sont maintenant directement liés au changement climatique.

La notion de résilience a été également intégrée dans les documents programmatiques de la Commission européenne, bien qu'indirectement et étroitement liée aux questions humanitaires¹⁸, à la sécurité alimentaire¹⁹ et à la réduction des risques de catastrophe²⁰. Par la suite, la stratégie d'adaptation au changement climatique a commencé à articuler en 2013 une vision plus complète du concept, élargie lors de la révision de 2021²¹. Depuis 2016, outre la mise à jour des domaines désormais classiques que sont la sécurité alimentaire²² et la protection civile²³, l'UE a intégré les éléments de risque et d'incertitude dans les politiques ayant une dimension extérieure²⁴. À son tour, la notion de résilience a, directement ou indirectement, débordé sur de nombreux autres domaines d'action de l'UE. Par exemple, du point de vue du marché intérieur et du fonctionnement de ses services essentiels, une dimension où l'impact du changement climatique peut être particulièrement important au sein de l'UE, la notion de résilience a été traduite par "la capacité des entités critiques à prévenir, protéger, réagir, résister, atténuer, absorber, s'adapter et se rétablir en cas d'incident"²⁵.

À la lumière de cette perspective transversale, la notion de résilience a aussi été identifiée de manière générique comme la capacité des États membres et de l'UE à se réformer, à résister et à se remettre des chocs internes et externes. Toutefois, il ne s'agit pas

¹⁶ Directive 2008/114/CE du 8 décembre 2008 concernant le recensement et le classement des infrastructures critiques européennes ainsi que l'évaluation de la nécessité d'améliorer leur protection, *JOUE* L345, 23.12.2008.

¹⁷ Directive 2011/92/UE du 13 décembre 2011 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, *JOUE* L26, 28.1.2012.

¹⁸ COMMISSION EUROPEENNE, COM(2007)643 final, "Vers une réponse de l'UE aux situations de fragilité - Intervenir dans des environnements difficiles pour favoriser le développement durable, la stabilité et la paix"; COM(2009)147 final, "Livre blanc: Adaptation au changement climatique: vers un cadre d'action européen".

¹⁹ COMMISSION EUROPEENNE, COM(2010)127 final, "Un cadre stratégique de l'UE pour aider les pays en développement à relever les défis de la sécurité alimentaire"; document de travail SWD(2013) 227 final, "Plan d'action pour la résilience dans les pays sujets aux crises, 2013-2020".

²⁰ COMMISSION EUROPEENNE, COM(2009)84 final, "Stratégie de l'UE pour soutenir la réduction des risques de catastrophes dans les pays en développement".

²¹ COMMISSION EUROPEENNE, COM(2013)216 final, "Stratégie de l'UE en matière d'adaptation au changement climatique", p. 3-4; COMMISSION EUROPEENNE, COM(2021)82 final, "Construire une Europe résiliente au changement climatique. La nouvelle stratégie de l'UE pour l'adaptation au changement climatique", p. 4, 11.

²² COMMISSION EUROPEENNE, COM(2022)133 final, "Assurer la sécurité alimentaire et renforcer la résilience des systèmes alimentaires".

²³ Décision (UE) 2019/420 du 13 mars 2019 et Règlement (UE) 2021/836 du 20 mai 2021 sur le mécanisme de protection civile, *JOUE* L771 du 20.3.2019 et *JOUE* L185 du 26.5.2021.

²⁴ COMMISSION EUROPEENNE ET HAUTE REPRESENTANTE DE L'UE, JOIN(2017)21 final, "Une approche stratégique de la résilience dans l'action extérieure de l'UE".

²⁵ Directive (UE) 2022/2557 du 14 décembre 2022 relative à la résilience des entités critiques et abrogeant la directive 2008/114/CE du Conseil, *JOUE* L333, 27.12.2022, art. 2.

seulement de se remettre, mais aussi de "transformer et d'abandonner le statu quo"²⁶ – un élément également repris par le GIEC depuis son cinquième rapport d'évaluation de 2014²⁷ – et de procéder à ces transitions de manière durable, juste, équitable et démocratique.²⁸

Trois instruments sont particulièrement pertinents à cet égard. Le renforcement de la résilience climatique est le principal objectif du Pacte vert européen²⁹. Bien qu'il ne mentionne pas explicitement la promotion de la résilience comme son objectif principal, il s'agit d'un aspect essentiel de la stratégie de lutte contre le changement climatique dans l'UE et il est étroitement lié à toutes les initiatives qu'il a suscitées jusqu'à présent. La Loi européenne sur le climat³⁰ établit à l'article 5 l'obligation pour les États membres de prendre des mesures pour améliorer la capacité d'adaptation, renforcer la résilience et réduire la vulnérabilité au changement climatique. Cette disposition représente la consolidation juridique de l'objectif de résilience climatique en tant que composante essentielle du cadre européen pour l'action climatique. Le Règlement sur le mécanisme de résilience et de récupération³¹ définit la résilience comme la capacité à faire face aux chocs économiques, sociaux et environnementaux d'une manière équitable, durable et inclusive. Cette approche a imprégné plusieurs domaines sectoriels: l'agriculture, l'énergie, la santé publique, les infrastructures et la biodiversité.

Cette ambition est plus concrète en ce qui concerne certains domaines directement liés au phénomène du changement climatique et qui concernent notamment la protection de la biodiversité, l'agriculture, l'énergie ou l'industrie. Dans ces domaines, l'UE utilise le concept de résilience selon deux perspectives (Miller *et al.* 2010). D'une part, l'UE fait parfois référence à la résilience en ce qui concerne la productivité de services écosystémiques spécifiques ou en relation avec des menaces spécifiques (par exemple, la résilience des forêts et des écosystèmes ainsi que des services fournis par les zones touchées par les incendies de forêt, des zones et des communautés rurales, des systèmes alimentaires agricoles et aquatiques, des systèmes énergétiques régionaux et nationaux). D'autre part, l'UE utilise le terme de manière plus générique pour désigner également la réaction des éléments d'un système à des perturbations non spécifiées (par

²⁶ Commission européenne et Haute représentante de l'UE, JOIN(2017)21 final; Commission européenne, COM(2019)640 final, "Green Deal for Europe", p. 21.

²⁷ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, "Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Partie A: Aspects mondiaux et sectoriels. Contribution du groupe de travail II ", cinquième rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Cambridge University Press, 2014, p. 5.

²⁸ Commission européenne, COM(2021)82 final, "Construire une Europe résiliente au changement climatique. La nouvelle stratégie de l'UE pour l'adaptation au changement climatique", p. 4, 11.

²⁹ Commission européenne, COM(2019)640 final.

³⁰ Règlement (UE) 2021/1119 du 30 juin 2021 établissant le cadre pour parvenir à la neutralité climatique, JOUE L243, 9.7.2021.

³¹ Règlement (UE) 2021/241 du 12 février 2021 établissant le mécanisme de résilience et de récupération, JOUE L57, 18.2.2021, art. 2.

exemple, la résilience de l'ensemble de l'économie rurale et de l'activité agricole et d'élevage, de la politique énergétique³² ou des politiques de santé publique). La résilience climatique est donc devenue un objectif juridique transversal et structurel dans l'UE. Elle va au-delà de l'adaptation progressive: elle implique une transformation profonde des systèmes économiques, sociaux et institutionnels afin de réduire la vulnérabilité et de faire face de manière proactive aux risques climatiques. Sa nature transversale signifie que la résilience doit être prise en compte à tous les stades du cycle politique: de la planification à la mise en œuvre et à l'évaluation des politiques.

III. Principes juridiques guidant la construction normative de la résilience dans l'Union européenne

Le concept de résilience influence l'orientation des mesures de lutte contre le changement climatique. Quels sont donc les principes qui devraient caractériser le renforcement de la résilience climatique de l'UE?

D'abord, le principe d'équité intergénérationnelle afin de veiller à ce que les décisions actuelles ne compromettent pas la capacité des générations futures à satisfaire leurs besoins. Cela implique de conserver les vecteurs environnementaux et leur qualité de manière à assurer l'intégrité et la stabilité des écosystèmes dans le futur (Monteiro de Lima 2013). Il faut tenir compte, également, des principes de précaution et de non-régression. D'une part, l'augmentation de la résilience des écosystèmes réduit leur vulnérabilité et donc leur dégradation finale, même ou surtout lorsqu'il n'y a pas encore de certitude scientifique absolue quant à l'impact sur leurs fonctions. D'autre part, il faut veiller à ce que les mesures visant à renforcer la résilience climatique ne conduisent pas à une érosion de la législation environnementale européenne existante, ce qui aurait une incidence négative sur le niveau de protection des écosystèmes (Prieur 2011). Il est aussi nécessaire de considérer que les mesures visant à accroître la résilience climatique doivent également répondre aux préoccupations en matière de justice climatique liées à la fois à ses dimensions mondiales et à la répartition des risques et des avantages environnementaux au niveau local (Wenta, McDonald et McGee 2019). Finalement, la subsidiarité et gouvernance à plusieurs niveaux sont essentiels dans ce contexte. Étant donné que les effets du climat se font sentir dans plusieurs secteurs à la fois et à des échelles géographiques allant du local au mondial, il est nécessaire d'articuler les actions locales, nationales et européennes de manière cohérente, en intégrant différents niveaux de gouvernance dans un cadre polycentrique (Clar et Steurer 2019 ; Lenaerts, Tagliapietra et Wolff 2022).

IV. Considérations finales

La résilience climatique représente bien plus qu'un objectif opérationnel. Dans le contexte actuel d'incertitude, de complexité et d'interdépendance mondiale, elle

³² Règlement (UE) 2018/1999; Directive (UE) 2023/2413; COMMISSION EUROPEENNE, COM(2023)161 final.

apparaît comme un nouveau paradigme de la gouvernance climatique et un principe structurel du droit communautaire.

Le droit européen de l'environnement a commencé à assimiler cette logique, bien qu'il existe encore des réglementations ancrées dans des hypothèses réparatrices qui doivent être mises à jour à la lumière des connaissances scientifiques. La transition vers une résilience transformatrice nécessite des cadres juridiques qui intègrent l'imprévisibilité, favorisent l'apprentissage institutionnel et donnent la priorité à la justice et à l'équité.

Ainsi conçue, la résilience climatique offre une alternative au rétablissement du statu quo. Il ne s'agit pas de revenir à la situation antérieure à la crise, mais de saisir l'occasion de cette perturbation pour remodeler les fondements écologiques, économiques et démocratiques du projet européen. En ce sens, l'UE doit jouer un rôle de premier plan non seulement dans l'atténuation et l'adaptation, mais aussi dans l'anticipation transformatrice qui définit l'avenir de la législation mondiale sur le climat.

V. Bibliographie

BATABYAL, Amitrajeet (1998), "The concept of resilience: retrospect and prospect", *Environment and Development Economics*, Vol. 3, no. 2, pp. 221-262.

BIGGS, Reinette, SCHLÜTER, Maja, SCHOON, Michael (2015), "An introduction to the resilience approach and principles to sustain ecosystem services in social-ecological systems" dans BIGGS, Reinette, SCHLÜTER, Maja, SCHOON, Michael (eds.), *Principles for Building Resilience. Sustaining Ecosystem Services in Social-Ecological Systems*, Cambridge University Press, pp. 1-31.

BOIN, Arjen, EKENGREN, Magnus, RHINARD, Mark (2021), "Understanding and Acting Upon a Creeping Crisis", dans BOIN, Arjen, EKENGREN, Magnus, RHINARD, Mark (eds.), *Understanding the Creeping Crisis*, Palgrave MacMillan, pp. 1-18.

CAMPINS ERITJA, Mar (2025), "El concepto de resiliencia climática y su delimitación en el Derecho de la Unión Europea", dans FERNANDEZ PONS, Xavier; ABEGON NOVELLA, Marta; CAMPINS ERITJA, Mar (Eds.), *Cambio Climático, biodiversidad y salud pública global en el Derecho Internacional: de la fragmentación a la integración sistémica*, Editorial Tirant lo Blanch, Valencia, 2025, pp. 67-142.

CLAR, Christoph, STEURER, Reinhard (2019), "Climate change adaptation at different levels of government: Characteristics and conditions of policy change", *Natural Resources Forum*, Vol. 43, no. 2, pp. 121-131.

FOLKE, Carl *et al.* (2004), "Regime Shifts, Resilience, and Biodiversity in Ecosystem Management", *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, Vol. 35, pp. 557-581.

JHONSON, Jeannette, WIECHELT, Shelly (2004), "Introduction to the Special Issue on Resilience", *Substance Use & Misuse*, Vol. 39, no. 5, pp. 657-670.

LENAERTS, Klaas, TAGLIAPIETRA, Simone, WOLFF, Guntram (2022), *How can the European Union adapt to climate change?*, Policy Contribution, Vol. 11/2022, Bruegel, p. 8-11

LOTZ, Mianna (2016), "Vulnerability and Resilience: A Critical Nexus", *Theoretical Medicine and Bioethics*, Vol. 37, pp. 45-59.

MANCA, Anna Rita, BENCZUR, Peter, GIOVANNI, Franco (2017), *Building a Scientific Narrative Towards a More Resilient EU Society Part 1: a Conceptual Framework*, EUR 28548 EN, JRC Science for Policy Report.

MILLER, Fiona *et al.* (2010), "Resilience and Vulnerability: Complementary or Conflicting Concepts?", *Ecology and Society*, Vol. 15, n° 3, pp. 1-25, sur <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss3/art11/>

MONTEIRO DE LIMA. DEMANGE, Lia Helena (2013), "The Principle of Resilience", *Pace Environmental Law Review*, Vol. 30, no 2, p. 695-810.

PRIEUR, Michel (2011), "De l'urgente nécessité de reconnaître le principe de non-régression en droit de l'environnement", *IUCN Academy of Environmental Law e- Journal*, Vol. 1, pp. 26-40.

RHINARD, Mark (2019), "The Crisification of Policy-making in the European Union", *Journal of Common Market Studies*, Vol. 57, no. 3, pp. 616-633.

SWANSTROM, Todd (2008), *Regional resilience: A critical examination of the ecological framework*. Document de travail 2008-07, Institut du développement urbain et régional, Université de Californie, pp. 1-28, sur <https://escholarship.org/uc/item/9g27m5zg>

WALKER, Brian, SALT, David (2006), *Resilience Thinking. Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*, IslandPress, Washington.

WENTA, Joseph, McDONALD, Jan, MCGEE, Jeffrey (2019), « Enhancing Resilience and Justice in Climate Adaptation Laws », *Transnational Environmental Law*, Vol.8, n°1, pp. 89-118.

Woloszyn, Philippe (2018), "Les structures évolutives de la résilience", *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Hors-série, sur <http://journals.openedition.org/vertigo/19252>, p. 1-34.

The changing face of climate resilience in EU discourse

(L'évolution de la résilience climatique dans le discours de l'UE)

Björn SCHIFFBAUER, professeur en Droit public européen et international à l'université de Rostock.

I. Introduction

Climate resilience is crucial in the face of undeniable climate change. Becoming resilient to climate change effects is an essential component of comprehensive strategic responses to global environmental and climate change – for every community in the world. Common means to achieve this resilience have a clear link to cross-border dimensions. All powerful global actors have particular responsibilities in the development of climate-specific measures. For the European Union (EU), law is one of the main tools to make its member states and the EU as a whole more resilient against the impacts of climate change. This contribution focusses on the legal aspects concerning the changing face of climate resilience in EU discourse. Firstly, it describes the general constitutional framework governing climate resilience in the EU, followed by an assessment of the EU legal discourse from a judicial, institutional, and legislative perspective and their context.

II. Climate resilience: concept and competences of the EU

In general terms, climate resilience can be described as a component of the much broader area of climate protection. The main rationale behind climate protection itself is directed towards a specific aim: to keep the global climate conditions as stable as possible in order to safeguard the formally established conditions of life in the world. This in exchange is to be realised by “[h]olding the increase in the global average temperature to well below 2 °C above pre-industrial levels and pursuing efforts to limit the temperature increase to 1.5 °C above pre-industrial levels”, as set out in Article 2(a) of the 2015 Paris Agreement.³³ If and as far as this aim of stabilising the present climate conditions cannot be achieved, the conditions of life on earth are likely to change. A failure to fulfil the States’ responsibility to safeguard the previous conditions of life by direct means of climate protection then activates a derived responsibility to provide subsidiary means of climate resilience in order to safeguard conditions of life in another – second best – way. This is recognised by Article 2(b) of the Paris Agreement which deals with “[i]ncreasing the ability to adapt to the adverse impacts of climate change and foster climate resilience and low greenhouse gas emissions development”.

Thus, climate protection consists of primary and secondary responsibilities, i.e. primarily to prevent the causes of climate change, secondarily to provide means of resilience if the

³³ UNTS Vol. 3156, I-54113, p. 79, available at https://treaties.un.org/doc/Treaties/2016/02/20160215%2006-03%20PM/Ch_XXVII-7-d.pdf (accessed 25 May 2025).

climate has begun changing and the change has already shown its effects. In other words, if certain measures of climate protection have been proven to be ineffective or to not even be applied, responsible actors cannot just rely on their incapacity or unwillingness to take sufficient efforts to prevent the causes of climate change. Instead, a duty to react arises by providing for climate resilience measures as it remains their secondary responsibility under the umbrella of climate protection.

This comprehensive perception of the concept “climate protection”, supported under international law by the Paris Agreement, is also crucial within the EU’s legal order – not least because the EU itself is a party to the Paris Agreement. The EU being a party alone does, however, not confer competences to the EU. It is EU law, starting with the Lisbon Treaty³⁴ as its constitution and source of primary law, which solely determines the EU’s competences. Then, if the EU is competent to act on the field of climate protection under EU law, following the comprehensive perception, this competence includes climate resilience.

During the development of European integration, climate resilience as a part of climate protection has become more and more important, although the law remained silent for quite a long period. The 1957 Treaty of Rome (EEC Treaty),³⁵ establishing the European Economic Community, did not contain any competence vis-à-vis climate protection. In 1985, the European Court of Justice (ECJ) accepted that environmental protection – arguably including climate protection – was an implicit part of the EEC’s competences to regulate the internal market, as today laid down in Article 114 TFEU with respect to the EU. In the case of “Procureur de la République v Association de défense des brûleurs d’huiles usagées (ADBHU)”, the court stated explicitly: “The directive must be seen in the perspective of environmental protection, which is one of the community’s essential objects.”³⁶

The competences of the EEC have been extended shortly later with the 1987 Single European Act.³⁷ Environmental protection became explicitly encompassed in the new Article 130r of the EEC Treaty and eventually of the 1992 Maastricht Treaty on European Union.³⁸ This title of competence has been slightly modified by the following Treaties of

³⁴ Consisting of the Treaty on European Union (TEU) and the Treaty on the Functioning of the European Union (TFEU), available at <https://eur-lex.europa.eu/collection/eu-law/treaties/treaties-force.html> (accessed 25 May 2025).

³⁵ Available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A11957E%2FTXT> (accessed 25 May 2025).

³⁶ ECJ, Case 240/83, judgment of 7 February 1985, ECLI:EU:C:1985:59, para. 13.

³⁷ Available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A11986U%2FTXT> (accessed 25 May 2025).

³⁸ Available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A11992M%2FTXT> (accessed 25 May 2025).

Amsterdam³⁹ (1997) and Nice⁴⁰ (2001). In today's primary law source of the EU's competence, not only competence for (general) environmental protection but also (specifically) climate protection, is rooted in Article 191 TFEU. For the first time in history, EU primary law mentions climate change as a particular aspect in the last bullet of Article 191(1) TFEU: "promoting measures at international level to deal with regional or worldwide environmental problems, and in particular combating climate change". This is taken up in Article 192 TFEU by allocating specific law-making powers to the EU on the basis of Article 191 TFEU.

Ultimately, combating climate change is an explicit EU competence since 1 December 2009, with the Lisbon treaty entering into force – although the law of the EU's predecessors already considered an implicit competence as part of environmental protection. Thus, even on a constitutional level EU law demands for a climate resilience discourse. But how does all this contribute to a legal discourse on climate resilience in the EU in practice?

III. Judicial discourse

Throughout the history of European Integration, the ECJ has played a major role as the "motor of integration" in the EU and its predecessors. Therefore, it is worth having a look at its judicial history even before "combating climate change" had become part of a competence of today's EU.

Apart from the 1985 ADBHU judgment reflecting on environmental protection, the ECJ's contributions specifically to climate protection have long remained surprisingly sparse. Even the term "climate" has not played a significant role in the ECJ case-law for a long time.⁴¹ Only decisions with regard to Directive 85/377 (and its successors)⁴² on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment at least mention "climate",⁴³ but only because it is literally referred to in the directive. Yet the ECJ makes no reference to climate protection and related topics, including resilience.

The ECJ delivered its first more detailed decision related to climate aspects in 2009. In the case of "Plantanol GmbH & Co. KG",⁴⁴ it decided that Directive 2003/30 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport is to be interpreted in light of

³⁹ Available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A11997D%2FTXT> (accessed 25 May 2025).

⁴⁰ Available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A12001C%2FTXT> (accessed 25 May 2025).

⁴¹ This is the result of a systematic research in the official "curia" database: <https://curia.europa.eu/juris/recherche.jsf> (accessed 25 May 2025).

⁴² Today: Directive 2011/92/EU of the European Parliament and of the Council of 13 December 2011 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment, available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A32011L0092> (accessed 25 May 2025).

⁴³ The first one was ECJ, Case C-431/92, judgment of 11 August 1995, ECLI:EU:C:1995:260.

⁴⁴ ECJ, Case C-201/08, judgment of 10 September 2009, ECLI:EU:C:2009:539.

“their overall cost-effective climate and environmental balance”.⁴⁵ After that, in the 2018 “Poland v. Parliament and Council” judgment, the ECJ confirmed the validity of Decision (EU) 2015/1814 concerning the establishment and operation of a market stability reserve for the Union greenhouse gas emission trading scheme explicitly on the grounds of Article 192 TFEU.⁴⁶ Very similar was the 2019 “Poland v. Parliament and Council” judgment; it validated Directive (EU) 2016/2284 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants on the grounds of Article 191 TFEU.⁴⁷ Besides that, the record discloses – only – two more climate-related decisions by the General Court (GC) from 2021. In the case of “ClientEarth v. EIB”, the GC approved legal standing of an NGO related to climate protection against an EIB decision approving the financing of a biomass power generation plant.⁴⁸ In the case of “Krajowa Izba Gospodarcza Chłodnictwa i Klimatyzacji v. Commission”, Regulation (EU) No 517/2014 on fluorinated greenhouse gases has been validated.⁴⁹

Whenever the ECJ and the GC decided on climate-related matters, a narrower and preventive sense of the aspect of climate protection was predominant. However, the pertinent case-law is neither very rich and elaborated, nor does it say anything with specific regard to climate resilience. Having noted this as status quo, one might consider whether targeted strategic litigation could lead to a more specific case-law in the future. However, the ECJ is not the primary forum for such kind of litigation, since disputes rather arise on the domestic level⁵⁰ and might from there find their way to Luxemburg by a preliminary ruling under Article 267 TFEU. For strategic legislation on climate issues, the European Court of Human Rights appears to be a more receptable alternative.⁵¹

A judicial discourse on climate resilience is hardly visible on the EU level. Yet, other major courts in the European multi-level system have become promising fora to negotiate matters of climate protection, which may very well include aspects of climate resilience.

IV. Institutional discourse

The discourse on climate resilience within the EU institutions appears to be much more elaborated in contrast to the EU’s judiciary. This is owed to certain policy initiatives to combat climate change under Article 191(1) TFEU. A crucial turning point was the EU’s

⁴⁵ Ibid., para. 37.

⁴⁶ ECJ, Case C-5/16, judgment of 21 June 2018, ECLI:EU:C:2018:483, para. 43.

⁴⁷ ECJ, Case C-128/17, judgment of 13 March 2019, ECLI:EU:C:2019:194.

⁴⁸ GC, Case T-9/19, judgment of 27 January 2021, ECLI:EU:T:2021:42; appeals dismissed by ECJ, joined Cases C-212/21 P and C-223/21 P, judgment of 6 July 2023, ECLI:EU:C:2023:546.

⁴⁹ GC, Case T-126/19, judgment of 16 June 2021, ECLI:EU:T:2021:360.

⁵⁰ See for example the famous “climate order” of 24 March 2021 by the German Federal Constitutional Court, 1 BvR 2656/18, English version available at https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Entscheidungen/EN/2021/03/rs20210324_1bvr265618en.html (accessed 25 May 2025).

⁵¹ See for example ECtHR, Appl. no. 53600/20, judgment of 9 April 2024 (“Verein Klimaseniorinnen Schweiz et al.”).

ratification of the 2015 Paris Agreement. Admittedly, climate-related legislation had existed before, but not in a particularly striking way. In any case, the EU Commission has become the major actor in climate resilience discourse as policy maker and by giving initiatives to pertinent legislation. The 2019 “European Green Deal”⁵² marked a cornerstone as a new growth strategy for Europe. Its aim is to transform the EU into a fair and prosperous society with a modern, resource-efficient and competitive economy, with zero net greenhouse gas emissions by 2050 and with economic growth decoupled from resource use. Climate protection is thus a vital part of the “Green Deal”, which aims to make Europe climate neutral by 2050 supported by legislative actions. The intermediate 2040 climate target (presented in February 2024) committed the EU and its Member States to reduce net greenhouse gas emissions by 90 % by 2040 compared to 1990 levels.⁵³

Also a specific “Climate Resilience Dialogue” has been launched.⁵⁴ One of the Commission’s actions to reduce the climate protection gap is hence to provide for more climate resilience. As outlined in the EU Strategy on Adaptation to Climate Change (as a part of the “Green Deal”),⁵⁵ 17 organisations from different backgrounds (insurers, reinsurers, risk managers, public authorities and regions, and representatives of consumers and the real economy) participated in this Climate Resilience Dialogue. However, based on its 2023 interim⁵⁶ and its 2024 final report,⁵⁷ a discourse of a specifically legal nature is hardly visible. At least there is the demand for “a legal framework” and “regularly updating hazard maps”⁵⁸ noted in the final report – but not more.

In sum, the institutional discourse lead by the EU Commission has quickly advanced in the light of the 2015 Paris Agreement. But its legal aspects rather focus on preventive and less on reactive measures of climate protection. It can therefore be said that climate

⁵² COM/2019/640 final of 11 December 2019, available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52019DC0640> (accessed 25 May 2025).

⁵³ COM/2024/63 final of 6 February 2024, available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2024%3A63%3AFIN> (accessed 25 May 2025).

⁵⁴ See https://climate.ec.europa.eu/eu-action/adaptation-climate-change/climate-resilience-dialogue_en (accessed 25 May 2025).

⁵⁵ COM/2021/82 final of 24 February 2021, available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52021DC0082> (accessed 25 May 2025).

⁵⁶ Climate Resilience Dialogue interim report of 27 July 2023, available at https://climate.ec.europa.eu/document/download/1fc0690b-1289-4afa-8696-e69c4e55d774_en?filename=policy_adaptation_climate_resilience_dialogue_interim_report_en.pdf (accessed 25 May 2025).

⁵⁷ Climate Resilience Dialogue final report of July 2024, available at https://climate.ec.europa.eu/document/download/4df5c2fe-80f9-4ddc-8199-37eee83e04e4_en?filename=policy_adaptation_climate_resilience_dialogue_report_en.pdf (accessed 25 May 2025).

⁵⁸ Final report (fn. 57), p. 62.

resilience as a particular sub-topic of climate change matters seems to mostly remain on the political area.

V. Legislative discourse

EU legislation relating to climate law has increased only in the past few years. This is a significantly younger development compared with legal acts relating to general environmental protection. One remarkable exception can be identified: As early as in 2007, the EU adopted the Flood Directive⁵⁹ to assess and manage the risk of floods in its Member States. This can obviously be classified as a legal tool to react to the consequences of climate change; it was indeed meant to be like this.⁶⁰ However, it did not initiate a significant discourse on a broader climate resilience legislation.

After the ratification of the Paris Agreement, this has changed. Today there are numerous legal acts of the EU directly or indirectly related to climate resilience. Prominent examples are the Taxonomy Regulation,⁶¹ the European Climate Law⁶² and the package “Fit for 55” consisting of 15 regulations and directives to reduce the EU’s greenhouse gas emissions by 55 % by 2030.⁶³ Even law-making action specifically on climate resilience has been realised. The 2024 Regulation on Nature Restoration⁶⁴ particularly includes aspects of climate resilience. The probably most important source in EU climate legislation is the regulation called “European Climate Law”. It identifies climate resilience as one of the cornerstone measures. In particular Article 5(1)⁶⁵ and Article 9(1)⁶⁶ disclose this aspect best. Still, no concrete measures are prescribed by the European Climate Law; the regulation rather demands for abstract duties related to carbon-neutrality. On climate resilience, the regulation’s focus remains in monitoring ongoing measures and the discourse on future measures.

Today, climate resilience has gained clear visibility in legal acts, with specific duties still persisting to be rather vague. This might be a consequence of the principle of subsidiarity

⁵⁹ Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007, available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32007L0060> (accessed 25 May 2025).

⁶⁰ See recitals no. 2, 4, 14 as well as Article 4 of Directive 2007/60/EC.

⁶¹ Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020, available at <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2020/852/oj/eng> (accessed 25 May 2025).

⁶² Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021, available at <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj/eng> (accessed 25 May 2025).

⁶³ See the list at https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal/fit-55-delivering-proposals_en (accessed 25 May 2025).

⁶⁴ Regulation (EU) 2024/1991 of the European Parliament and of the Council of 24 June 2024, available at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32024R1991&qid=1722240349976> (accessed 25 May 2025).

⁶⁵ “The relevant Union institutions and the Member States shall ensure continuous progress in enhancing adaptive capacity, strengthening resilience and reducing vulnerability to climate change in accordance with Article 7 of the Paris Agreement.”

⁶⁶ “The Commission shall engage with all parts of society to enable and empower them to take action towards a just and socially fair transition to a climate-neutral and climate-resilient society. [...]”

pursuant to Article 5(3) TEU. The Member States remain competent to fill out the general European framework with concrete measures at the domestic or even local level. In any way, there is a growing legislative discourse on climate resilience on the European level, regardless of where the effects of the legislation might be perceptible.

VI. Outlook

Climate resilience has been important but underexposed in EU legal discourse for a long time. The 2015 Paris Agreement has been a global turning point, also with effect on the legal EU discourse. Not only because the EU itself has become a party to the agreement and thus is obliged to adopt what Paris demands. In both, institutional and legislative discourse, the Paris Agreement serves as a main argument in the implementation of strategies and legislation facing climate change with preventive and – although still fewer – reactive measures.

The discourse on climate resilience has evolved, but it started at a fairly low level and could still be much more advanced today. The mostly silent discourse on the judicial level comes as a surprise, as the ECJ is generally perceived as the “motor of integration”. But until now there was arguably no need for the ECJ to intervene and likewise to contribute to the EU discourse. This might be subject to change in the future, particularly if and as far as political and legislative initiatives on climate resilience eventually decline in changing political environments.

Temporal Aspects of Climate Change: Ethnographic Explorations of Resilience and Urgency in Coastal Communities

(Aspects temporels du changement climatique : Explorations ethnographiques de la résilience et de l'urgence dans les communautés côtières)

Tomislav Oroz, maître de conférences en anthropologie, université de Zadar.
toroz@unizd.hr

This paper discusses the temporal aspects of climate change and the connections to the concept of resilience. Through brief ethnographic reflections on several examples of small coastal communities in the Adriatic region, it offers insight into the possibilities and potentials for thinking about resilience that acknowledges the diversity of temporal rhythms and, consequently, fosters a more flexible understanding of “urgency” within specific cultural contexts.

Key words: resilience, climate change, anthropological/ethnographic perspective, temporality, urgency

I. Temporality and Climate Change

‘Combating climate change and its impact,’ ‘Taking urgent measures against climate change,’ ‘The Time for Action is Now: We Can Halve Emissions by 2030’—these are just a few of the many headlines that every once in a while, appear in newspapers when climate change is in the spotlight. The issue of climate change has almost become an inseparable part of our everyday lives and of heated debates in public discourse that steer the climate question toward politically charged discussions, economic forecasts, questions of social injustices and grounded everyday experiences. The weather forecast, once a brief segment at the end of television news, are becoming a central headline feature in Mediterranean countries every year with the rise of summer temperatures. This leads us to consider the sustainability of the belief that only one disciplines can effectively address particular problems. It becomes increasingly challenging to discuss the issue of climate change from a standpoint of one discipline and without considering the broader context in which the question arises. Such situation encourages us to rethink the blurred boundaries between disciplines, especially in relation to phenomena that have traditionally been the focus of the natural sciences. To paraphrase anthropologist Clifford Geertz, a shift in the ecology of learning should motivate us, much like migrating geese, to explore one another’s territories (Geertz 1990: 324). In the end, the “urgency” issue that underlies all these narratives brings us back to question of time and anthropological interpretation of such timely issues when it comes to climate change.

The question of “urgency” and “immediacy” often appears as a central argument in various calls for prompt action against climate change. In public and media discourse,

such appeals are frequently articulated in two ways. On the one hand, they emphasize the possibility of change “before it is too late.” On the other, they pessimistically accept the reality of an already “lost battle” in the face of extreme weather events, highlighting the irreversibility of the situation and the planetary scale of climate change. These views often stem from the fact that planetary-scale and local perspectives often fail to intersect in ways that are visible or tangible. For this reason, Timothy Morton introduces the concept of *hyperobjects* in order to problematize the issue of global warming. According to Morton, “hyperobjects refer to things that are massively distributed in time and space relative to humans” (2013: 1). Their very invisibility to human experience, as well as their non-local character, links hyperobjects to temporalities that are fundamentally different from human ones (*ibid.*). Morton's warning should not be understood simply as another pessimistic tone in contemporary Anthropocene thought. Instead, it also opens up the potential to rethink alternative, even conflicting temporalities in which human understandings of time can no longer occupy a privileged position (*cf.* Rose 2013–2014: 207).

The concept of the Anthropocene was introduced into the broader debate in the early 2000s by Nobel laureate and atmospheric chemist Paul Crutzen, who sought to draw attention to a new geological epoch in which humans have become a planetary force with lasting impacts on climate, ecosystems, and biodiversity. Although the International Union of Geological Sciences has not officially designated the Anthropocene as a new geological era, the term has sparked widespread debate since its public introduction, particularly regarding the criteria that define it, such as the question of its starting point and the various disciplinary approaches to its study. The notion of the Anthropocene has thus challenged established boundaries “between nature and culture, between climate and politics, between the natural sciences and the social sciences and humanities” (Hamilton et al. 2015: 5), calling for deeper reflection on the human impact on the world and generating, as Bruno Latour puts it, “a huge but welcome confusion” (2015: 154). Within this epistemological and ontological “confusion,” which can be seen as productive, we encounter new, more-than-human temporalities that are not subject to a modernist vision of linear progress or subordinated to an anthropocentric framework of Time (*ibid.*: 153). This “ecology of time,” as Thierry Paquot calls it, is open to different temporal dimensions and rhythms that potentially contain seeds of resistance to reductive understandings of Time (Paquot 2014: 34). Time that is not unilinear, nomological, or teleological and not solely chained to the idea of progress, reveals that the Anthropocene is not merely a geological concept. It is also a challenge to how we imagine different temporalities, which can be plural, relational, and often elusive when viewed from a modernist perspective. Climate change, which is both global and local in scale, represents one of the crisis that unfolds in the Anthropocene. Crisis, a term that once implied a brief moment of instability between otherwise “stable” periods, has become a permanent feature of the Anthropocene and precarious lives and futures, particularly in coastal communities. To consider the concept of “urgency” within the

context of a permanent crisis requires us to engage in transdisciplinary discussions and seek potential solutions that involve multiple temporalities. The issue of “urgency” goes beyond mere time management or chronology, encompassing an attunement to the social atmospheres that produce a state of exception in public discourse on climate change, while also opening space for future imaginaries that challenge the prevailing temporal order (cf. Bandak & Anderson 2022: 1–17). Anthropological engagement with climate change thus opens a new direction that, as Anna Tsing and others argue, “challenges us to reexamine both our object of study and the lives of those with whom we work” (Tsing, Mathews, and Bubandt 2019: 187). According to Tsing, cultural anthropology in the face of climate change can be more than a local voice because it can allow anthropological narratives to enter concrete, transdisciplinary conversations about planetary structures that “change everything” (ibid.).

Cultural anthropology explores the various ways people experience and construct time (see Gell 1992; Munn 1992). Often, these diverse lived experiences of time challenge the singular and universal notions of time that reflect Western dominance and capitalist logic (Flaherty 2011; Nanni 2012; Barak 2013; Ogle 2015). In the context of climate change as socially constructed phenomena (Baker et al. 2024: xix) as well as physical condition, an ethnographic perspective highlights the different ways time is understood, which are shaped by historical, cultural, and social factors in specific contexts. The mismatches between the human mind, social dynamics, and the nature of climate change (Pahl et al. 2014: 375) often lead to a sense of temporal distancing and a detachment from gradual changes in weather patterns and environmental conditions. Therefore, an ethnographic perspective can offer valuable insights into how different cultures understand time in relation to climate change. It also highlights how contemporary issues caused by climate change can alter historically and socially embedded perceptions of time, which often function on various temporal and spatial scales.

If climate change and the Anthropocene compel us to confront a different kind of time, one that involves multiple temporalities, then it becomes clear that introducing the temporal dimension into thinking about climate change should move us beyond periodization or chronology. It should also compel us to reconsider our understanding of “urgency” and situate it within the context of resilience. If resilience is understood as What do we mean by “urgency”, and how does “urgency” manifest in Adriatic coastal communities? How is the notion of “now” articulated within cultural and geographical contexts where the effects of extreme weather events are most acutely experienced? How do culture and climate interact in the everyday lives of coastal communities, and how is the idea of resilience shaped through these interactions? In this paper, I explore some of these processes in order to answer above mentioned questions, drawing on my years of ethnographic research on small islands and coastal communities in the Adriatic region.

II. The Time is Now? Ethnographic Insights and Cultural Nuances of ‘Urgency’ and ‘Now’

In 2021, the *Coastal Resilience Handbook for the Adriatic* was published as part of the AdriAdapt⁶⁷ project, which aimed to provide local and regional authorities on both the Croatian and Italian sides of the Adriatic with ideas and solutions to enhance coastal resilience. By the early 2000s, *resilience* had already become something of a buzzword within various strategic and policy frameworks, though it only began entering local communities years later. During my research on the islands of Silba (Oroz 2020) and Dugi otok (Oroz 2020a; Oroz 2022) in the Dalmatian part of the Adriatic, I encountered the concept of resilience on numerous occasions and explored how it was understood by local communities and individuals such as fishermen, agricultural workers, and firefighters in small coastal settlements.

At the time, the concept of resilience sounded unfamiliar to many of my interlocutors. It reminded me of what Clifford Geertz might call an *experience-distant* rather than an *experience-near* concept (Geertz 1983: 57). Until then, and especially following the COVID-19 period, the notion of resilience had begun to permeate public discourse, and almost everyone had become aware of it. This was particularly evident in coastal communities, even though the concept had long existed under different vernacular terms. Suddenly, many of my interlocutors recognized themselves as resilient, but the term, now “an empty signifier that can easily be filled with any meaning to justify any specific goal” (Weichselgartner & Kelman 2014: 249), often differed significantly from the definitions found in handbooks and policy documents. In the midst of the heated atmosphere during summer months but also discussions about climate change, the call for resilience was often accompanied by the fact that local knowledge emerging from the local traditions could be recognized as pathway for fostering resilience. However, in the case of the Adriatic Sea, a small inner Mediterranean body of water with rocky and karstified shores, local knowledge was often viewed as a remnant of the past. It struggled to address the challenges posed by uncontrolled urban expansion fueled by tourism development and urbanization. This situation is further complicated by various environmental issues, including sudden and unmanaged wildfires, the spread of non-native plant and animal species, droughts, and water-related problems. Additionally, the legacy of island depopulation, industrialization, and coastal development has contributed to contemporary challenges. In the end, resilience and local knowledge were seen as a double-edged sword – a potential solution in theory, but hardly effective in practice.

A common denominator in the diverse interpretations of the concept of *resilience* that have emerged over the past decade has often been tied precisely to the issue of *urgency* and the call to act *now*. It is this “urgency” of the “now”—so frequently invoked in strategic

⁶⁷ <https://adriadapt.eu/>

documents and various initiatives—that, from a research perspective, has highlighted the importance of temporality. As an anthropologist, I was particularly interested in exploring the different ways in which the temporal modality of “now,” as well as “urgency” itself, are shaped within various cultural contexts, and how such modes are interwoven with the issue of climate change. Ethnographic insights into the cultural contours of “urgency” of the “now,” which I witnessed during numerous fieldworks over the past decade, revealed that the concept of time is understood in very elastic ways for a variety of reasons. Discourses of imminence emerging from diverse institutional levels (e.g. IPCC reports, local or (sub)national strategies, projects, laws, action plans, etc.) were often fractured or slowed down when filtered through the local experiences and social atmospheres of small coastal communities, due to a range of factors. Among these factors, we can identify a kind of temporal dissonance, embedded in attitudes of “it does not affect me yet”; also, a pronounced localism or *campanilismo*, especially in the Mediterranean, where the safety of small communities contributes to a perception of climate change as something happening “somewhere else.” In small island communities affected by demographic decline or intense emigration over the past few decades, the question of “urgency” and climate change was often shrouded in a kind of defeatism and discouragement that permeated the social atmosphere. Efforts to enhance resilience framework in local mitigation against climate change frequently faltered at the outset, as population loss and a sense of safety rooted in the immediate natural surroundings shaped an understanding of climate change as a process that was not perceived as an immediate or primary concern. In a strange mixture of denial, misunderstandings, postponement and local customary practices, the call for urgent change often stumbled at the local level, failing to bridge the gap between global processes and local effects. Navigating in this tension between “the most local of local detail and the most global of global structure” (cf. Geertz 1983: 69), one often fails to see that the scales climate change implies are not just spatial or temporal, but also processual. For example, during my research on Dugi otok island in Dalmatia and visit to the local Nature Park, I visited a family farm where I assisted farmers repairing fences designed to protect grapevines from mouflons and deer—wild animals spreading unchecked from nearby hunting grounds. Our conversations unfolded amid growing frustration over crop damage caused by these wild animals. Raised voices and occasional curses revealed deeper tensions about who truly “owns” the park, what counts as natural and authentic, and the fragile balance between wildlife and the island’s shrinking human population. Very soon our discussions expanded to broader concerns: overtourism, pesticide use, lack of agricultural tools, changing crop varieties, fishing challenges, foreign labor, and invasive fish species. However, there was a palpable pride in local resilience. While disregarding climate change as something happening out there, farmers showed me on their mobile phones photos of wildlife and flood few years ago proud on the fact how they managed to overcome troubles they found themselves in. When I brought up climate change, the mood shifted noticeably. One farmer responded sharply: “Climate change? What climate

change? Maybe it exists, maybe not—I don't care. All I know is that nature is taking over. The islanders are gone. This beautiful land is being swallowed by uncontrolled spread of Aleppo pine and high temperature that help it spread.” The relationship between climate and weather underscores a significant challenge related to scale and temporality. Climate operates as a vast, planetary phenomenon that evolves across prolonged time spans, making it elusive and complex. From an ethnographic perspective, we can only record fragments of everyday experiences, which often associate climate with tangible realities of weather patterns (cf. Gupta 2021: 33).

Despite the evident lack of understanding regarding the relationship between extreme weather events and climate change, ethnographic insights show that resilience can be successfully developed through the notion of belonging. In small island communities such as the one mentioned above, pride in resourcefulness figures as a feature of island life, sort of generational local knowledge that emerges from strong bonds among the remaining members of the community. This can serve as a powerful driver of resilience. Within such a temporality, which is embedded in long-term generational perspectives, the risks of climate change may present a potential for resisting individualistic, short-term outlooks. Solidarity and cooperation, as an autonomous strategy for building resilience (cf. Pahl et al. 2014: 378), are perhaps best illustrated through examples such as the dry-stone walling workshops I had the opportunity to observe on the island of Siba. Dry-stone walls play a crucial role in fire prevention and containment, as well as in mitigating soil erosion. They help keep local paths clear during a fire, thereby reducing potential damage during drought conditions. The techniques of terracing and dry-stone wall construction have been used historically to enclose fields and reduce the steepness of slopes. However, neglect of these structures, often due to depopulation on islands, along with the winding paths and properties they border, makes them ideal candidates for restoration. This has led local non-governmental organizations (NGOs) to work in collaboration with communities to restore this piece of valuable local heritage. In this collaborative effort between experts, who emphasized the importance of dry-stone walls in the Mediterranean landscape and their role in fire prevention, and local participants, knowledge was exchanged as both sides engaged in building together. The workshops offered a space for passing on dry-stone walling techniques to younger generations. In these intergenerational encounters, local practices and local knowledge proved to be a successful framework for developing resilience, even though local community members themselves did not necessarily perceive it in those terms. Within such frameworks, the issue of climate change is brought closer to the ideals of a bottom-up approach, which emphasizes the local perspective and its adaptive capacities (cf. Crate and Nuttall 2009: 13). This approach to climate change, one that has “a human face” (ibid.), evokes anxiety over vanishing cultures and highlights the risks faced by small coastal communities. This is particularly evident with the emergence of new plant and animal species. For instance, the arrival of species such as the lionfish and fireworm from the Red Sea into the Adriatic Sea often raises questions about fishing rights, shifts in the marine ecosystem, and the

new temporal cycles introduced by their presence. The overlapping of diverse temporal rhythms caused by the introduction of these species—linked to rising sea temperatures—draws attention to the temporal dimensions of climate change. As Pahl et al. observe, “If the timescales of climate change are perceived as out of step with those of the human mind, future implications may become meaningful only when translated into a nearer time horizon.” (2014: 383). With the appearance of new species, the sense of “urgency”—once indefinitely postponed—suddenly becomes visible and is embodied in the changing environment. The temporality of urgency thus shifts from an undefined future to events unfolding in the present, generating new uncertainties (Samimian-Darash 2022: 93–94) and provoking novel temporal orientations in the way climate change is understood (ibid.: 104). The social consequences of environmental change, in turn, trigger responses that foster adaptive strategies within communities.

Another ethnographic example of resilience was evident during my ethnographic research on the island of Silba. Silba, the northernmost of the Zadar islands, lies 29 nautical miles from the city of Zadar and spans just 15 square kilometres, making it among the smallest Adriatic islands (Magaš and Brkić-Vejmelka 2013, 20–21). Widely perceived by non-islanders and tourists as a rare Croatian island without road traffic, Silba is often idealized as a natural paradise, peaceful, uncrowded, and surrounded by crystal-clear sea. Administratively, however, the island is governed from Zadar on the mainland, which limits local municipal authority. As a result, islanders must rely on mainland bureaucrats to approve even minor initiatives, making governance a complex and often frustrating task. Yet this very challenge has fostered a culture of self-management, where locals depend on traditional, unwritten rules and community-based strategies to maintain autonomy and solve everyday problems. Everyday life on Silba is deeply grounded in what anthropologists recognize as local knowledge, closely tied to the islanders' sense of identity. On Silba, this identity is rooted in a rich and layered past. On the one hand, the island's proud 19th-century maritime heritage is celebrated through narratives of sailing, shipping, and notable historical figures. On the other hand, a more recent cultural memory of the late 1960s and 1970s highlights Silba as a refuge for artists, hippies, and naturists who embraced an alternative lifestyle. These two overlapping discourses—seafaring prestige and countercultural creativity—shape the island's unique self-image, in which nature plays a central role.

Ethnographic fieldwork on Silba revealed that, within this cultural context, resilience holds a unique significance. However, resilience is not necessarily understood by that name. Instead, it is an embodied practice rooted in a sense of belonging and a do-it-yourself attitude. This spirit is reflected in the work of two NGOs: the Society for the Preservation of Natural and Cultural Heritage of Silba Island and the Marine Explorers Society 20,000 Leagues. These organizations, which bring together locals and visitors alike, lead initiatives that connect art, science, and ecology. One such project is the GEA (Garbage Epic Art) environmental art colony, which combines beach clean-ups with the

artistic transformation of collected waste into instruments, installations, and exhibitions, often with participation from well-known Croatian artists. These events reinforce Silba's identity as a creative, self-sustaining, and ecologically conscious place, where knowledge integration serves as a foundation for resilience-building programs co-designed by scientists and local populations (Weichselgartner & Kelman 2014: 263). Importantly, these initiatives do not impose resilience from above. They grow organically from the island's longstanding ethos of self-reliance, often reflected in local proverbs that permeate everyday conversation. These practices retain contemporary relevance, enabling islanders to address modern challenges, such as climate change, on their terms. Workshops conducted in collaboration with various organizations have further emphasized traditional techniques and highlighted the importance of local ecological knowledge of the sea. For instance, the meadows of *Posidonia oceanica* that flourish around Silba's ridges and islets have long been known to fishermen, even before marine science recognized them as essential blue carbon ecosystems. These underwater meadows, which once quietly sustained coastal life, are now increasingly threatened by nautical tourism and rising sea temperatures. As critical global contributors to carbon storage, oxygen production, and biodiversity, their conservation has become urgent. NGOs, scientists, and the local community of Silba have responded by incorporating these meadows into awareness campaigns, educational programs, and even tourist offerings, transforming seagrass into a symbol of sustainable identity. Through such efforts, parts of Silba's seascape have been incorporated into the Natura 2000 ecological network, demonstrating the importance of local stewardship in global environmental strategies. Because Silba's identity remains firmly rooted in the prestige of maritime oriented economy such as sailing and fishing, these activities continue to serve not only as economic and cultural practices but also as key elements of ecological preservation. Ultimately, it is this combination of tradition, identity, and grassroots environmentalism that enables Silba to navigate the challenges of contemporary island life, transforming resilience from a silent necessity into a conscious way of living.

However, one must not overlook the temporal aspect or allow reflections on resilience to remain solely at the spatial level. The question of temporality, in the context of this brief ethnographic reflection, shows that the way of life on the island—often camouflaged in the timelessness and representational aesthetics of heritage—is, through strong intergenerational ties, oriented toward the future. Although local heritage on Croatian islands usually appears to be inspired and directed toward the past, its potential to preserve local knowledge can open it up to the future and help raise awareness of local cultural phenomena that contain within themselves the capacity for developing resilience. The growing awareness of the importance of the underwater sea meadows of *Posidonia oceanica* in the context of general overtourism does not only concern pressing issues of everyday life. It also leads to a kind of attunement with different temporal rhythms that are not solely human, and through generational solidarity and care for future generations, become synchronized and oriented toward the future.

III. Conclusion

The question of “acting now” or the rhetoric of “urgency,” which is strongly emphasized in climate change strategies, is in this short ethnographic reflection connected in many ways to the notion of resilience, but above all to the culture that sustains and animates these sometimes-abstract concepts. To effectively address climate change issues and enhance resilience, discussions can benefit from being framed ethnographically and grounded in specific cultural contexts. This approach enables a deeper understanding of the diverse experiences, perspectives, and responses of people to emerging environmental challenges. As a result, anthropologists can act as cultural mediators and translators, bridging local and scientific viewpoints and ensuring meaningful interconnection between them (Sillitoe 2022: 3, 7). The temporal aspect analyzed in this paper, in addition to complementing the spatial dimension of resilience, highlights how the rhythms and lived experiences of the “now,” as well as the notion of “urgency,” are embedded in multiple, overlapping and sometimes even conflicting temporalities that emerge from human interactions with more-than-human worlds.

Through several short ethnographic vignettes, it becomes clear that acting in the present as a prerequisite for developing resilience in the face of unavoidable climate change is not merely a matter of short-term individual perspectives but of long-term intergenerational action. These actions activate aspects that represent the greatest strengths of otherwise small, often depopulated and vulnerable coastal communities in the Adriatic. Above all, these strengths include solidarity and cooperation, which enable the envisioning of future scenarios and the taking of action to cultivate resilience. In this way, the individual “I” shifts from a defeatist tone toward a collective “we” that extends across multiple generations into the future. This shift enables the mobilization of existing capacities within specific cultural settings as drivers of change while also expanding the anthropocentric temporal horizon to encompass diverse temporal rhythms. In a rapidly changing environment, multiple temporalities could encourage collective transformation and emphasize the importance of responsibility.

However, local knowledge that can strengthen the resilience of coastal communities must not remain isolated or be reduced to a nostalgic longing for better times. Only through collaboration with scientists can such knowledge become the foundation for engaged science that supports resilience-building programs (Weichselgartner and Kelman 2014: 263). Since the anthropological approach seeks to anchor global processes and local perspectives in a reconciliatory dialogue, collaboration —central to contemporary ethnographic research —can serve as a basis for integrating diverse forms of knowledge into effective public policies (Forsyth 2024: 198). In this process, scientists, policymakers, and local community members can collaborate to create knowledge that is contextually appropriate, socially robust, and actionable (Kelman and Weichselgartner 2014: 263). In this way, the concept of resilience could cease to be an abstract term or empty signifier and become a concept that is negotiated and defined through social and

cultural processes, aiming for the broad inclusion of diverse actors who, through education, can effectively integrate resilience into community life (Lewis & Kelman 2010: 208).

IV. Bibliography

Baker, Zeke; Law, Tamar; Vardy, Mark and Stephen Zehr (eds). 2024. *Climate, Science and Society: A Primer*. London, New York: Routledge.

Bandak, Andreas & Paul Anderson. 2022. „Urgency and Imminence: The Politics of the Very Near Future.“ *Social Anthropology* 30, br. 4: 1–17. <https://doi.org/10.3167/saas.2022.300402>

Barak, On. 2013. *On Time: Technology and Temporality in Modern Egypt*. Berkeley etc.: University of California Press. <https://doi.org/10.1525/california/9780520276130.001.0001>

Crate, Susan A. 2011. “Climate and Culture: Anthropology in the Era of Contemporary Climate Change.” *Annual Review of Anthropology* 40 (1): 175–94. doi:10.1146/annurev.anthro.012809.104925.

Flaherty, Michael. 2011. *The Textures of Time. Agency and Temporal Experience*. Temple University Press.

Forsyth, Tim. 2024. "Climate Change Adaptation and Resilience Sociotechnical and Knowledge Dimensions". In Baker, Zeke et al. (eds). *Climate, Science and Society: A Primer*. London, New York: Routledge, 198 – 206.

Geertz, Clifford. 1983. From the native’s point of view: On the nature of anthropological understanding. In *Local knowledge: Further essays in interpretive anthropology*. New York: Basic Books.

Geertz, Clifford. 1990. “History and Anthropology.” *New Literary History* 21 (2): 321–35.

Gell, Alfred. 1992. *The Anthropology of Time. Cultural Constructions of Temporal Maps and Images*. Oxford, Washington: Berg.

Gupta, Akhil. 2021. “Feeling Climate Change”. *City & Society*, 33. <https://doi.org/10.1111/ciso.12383>

Hamilton, Clive, Christophe Bonneuil, i François Gemenne, eds. 2015. *The Anthropocene and the Global Environmental Crisis: Rethinking Modernity in a New Epoch*. London and New York: Routledge.

Latour, Bruno. 2015. “Telling Friends from Foes in the Time of the Anthropocene”. In *The Anthropocene and the Global Environmental Crisis. Rethinking modernity in a new epoch*. Clive Hamilton, Christophe Bonneuil and François Gemenne, eds. London and New York: Routledge, 145-155.

Magaš, Damir & Jadranka Brkić-Vejmelka. 2013. “Prirodno-geografska obilježja Silbe”. In *Otok Silba, prirodno i kulturno blago*. Jasmina Mužinić & Jenő J. Purger, eds. Zadar: Sveučilište u Zadru, 19-38.

Morton, Timothy. 2013. *Hyperobjects: Philosophy and Ecology after the End of the World*. Minneapolis: University of Minnesota Press.

Munn, Nancy D. 1992. “The Cultural Anthropology of Time: A Critical Essay”. *Annual Review of Anthropology* 21: 93–123. <https://doi.org/10.1146/annurev.an.21.100192.000521>

Nanni, Giordano. 2012. *The Colonization of Time. Ritual, Routine, and Resistance in the British Empire*. New York: Manchester University Press. <https://doi.org/10.7228/manchester/9780719082719.001.0001>

Ogle, Vanessa. 2015. *Global Transformation of Time, 1870–1950*. London, Cambridge: Harvard University Press. <https://doi.org/10.4159/9780674915992>

Oroz, Tomislav. 2020. “Near, Far of Beyond? Migration from the Dalmatian Islands of Olib and Silba”. U: *The Notion of Near Islands: The Croatian Archipelago*, Starc, Nenad, ed. Landham, Boulder, New York: Rowman & Littlefield, 153–172.

Oroz, Tomislav. 2020a. “Pomalo and Fjaka as the Island State of Mind. Cultural Anatomy of Time(lessness) on the Dalmatian Islands of Hvar and Dugi otok”. In *Proceedings 5e colloque international du Collège international des sciences territoriales (CIST) Population, temps, territoires*. Claude Grasland and France Guérin-Pace, eds. Paris-Aubervilliers: Centre des colloques du campus Condorcet, Université de Paris, Pantheon Sorbonne, Campus Condorcet, INED (Diderot), 43–47.

- Oroz, Tomislav. 2022. "Multiple Island Temporalities: 'Island Time' and the Spatialisation of Slowness on the Dalmatian Island of Dugi otok." *Narodna umjetnost* 59 (2): 9–38. <https://doi.org/10.15176/vol59no201>
- Pahl, Sabine, Stephen R. J. Sheppard, Christine Boomsma, and Christopher Groves. 2014. "Perceptions of Time in Relation to Climate Change." *WIREs Climate Change* 5: 375–388. <https://doi.org/10.1002/wcc.272>.
- Paquot, Thierry. 2014. "Un temps à soi. Pour une écologie existentielle." *Esprit*, 410 (2): 18-35.
- Rose, Deborah Bird. 2013-2014. "Anthropocene Noir". *Arena journal*, 41/42: 206-219.
- Samimian-Darash, Limor. 2022. "Scenarios in a time of urgency: shifting temporality and technology". *Social Anthropology* 30(4): 90–109.
- Sillitoe, Paul, ed. 2022. *The Anthropocene of Weather and Climate. Ethnographic Contributions to the Climate Change Debate*. New York, Oxford. Berghahn books.
- Tsing, Anna, Mathews, Andrew, & Bubandt, Nils. 2019. *Patchy Anthropocene: Landscape Structure, Multispecies History, and the Retooling of Anthropology*. In *Arts of Living on a Damaged Planet: Ghosts and Monsters of the Anthropocene*, Anna Tsing, Heather Swanson, Elaine Gan, and Nils Bubandt, eds. Minneapolis: University of Minnesota Press, 186–210.
- Weichselgartner, Juergen & Ilan Kelman. 2014. "Geographies of resilience: Challenges and opportunities of a descriptive concept". *Progress in Human Geography*, 39 (3): 249-267. <https://doi.org/10.1177/0309132513518834>
- Lewis, James & Ilan Kelman. 2010. "Places, people and perpetuity: Community capacities in ecologies of catastrophe". *ACME: An International E-Journal for Critical Geographies*, 9(2), 191–220. <https://doi.org/10.14288/acme.v9i2.866>

Section 2

Renforcer la résilience climatique dans
l'Union européenne : une réflexion
pluridisciplinaire menée par les
étudiants de La Rochelle Université

CHAPITRE 1

AGRICULTURE ET BIODIVERSITÉ

Impact climatique de l'élevage intensif et rôle des politiques européennes : la question de l'alimentation animale

Lou BOCCACCINI, Cassandra DENGREMONTE, Esteban DI-MASCIO, Emma DIOME, Manon LIZA, Maurine PETIT, Dorine REINHARD, Amaia SAUVE, Azeline TACHAT.

I. Introduction

1. Présentation générale du sujet

L'agriculture et l'élevage sont deux activités qui ont un impact significatif sur l'environnement et le changement climatique. Selon les données du GIEC [1], ces secteurs sont responsables d'environ un quart des émissions de gaz à effet de serre mondiales. L'élevage intensif, en particulier, contribue fortement à ces émissions, notamment de méthane et de protoxyde d'azote, qui ont un potentiel de réchauffement global bien plus élevé que le dioxyde de carbone. En outre, l'élevage intensif peut également entraîner d'autres problèmes environnementaux tels que la pollution des eaux souterraines et de surface, la déforestation et la perte de biodiversité [2]. Pour répondre à ces enjeux, des politiques publiques et des pratiques agricoles durables sont nécessaires pour minimiser l'impact environnemental de l'agriculture et de l'élevage.

L'élevage intensif est une pratique agricole qui, en raison de son intensification, a des répercussions importantes sur l'environnement, en particulier en ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre (GES). Dans cette partie, nous allons décrire plus en détail ce qu'est l'élevage intensif et comment il contribue au changement climatique.

Les émissions de gaz à effet de serre de l'élevage intensif sont significatives, en particulier celles de méthane et de protoxyde d'azote. En effet, les ruminants émettent du méthane lors de la digestion, tandis que les excréments des animaux contribuent aux émissions de protoxyde d'azote. De plus, la production d'aliments pour les animaux, tels que les cultures de soja ou de maïs, peut également être source d'émissions de GES. En outre, les déchets générés par l'élevage intensif, tels que les déjections animales et les effluents des installations de production, peuvent polluer l'environnement et contribuer à la détérioration de la qualité de l'eau et des sols [3]. L'impact de l'élevage intensif sur le

changement climatique est donc significatif et nécessite des solutions urgentes pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

2. Objectifs de la recherche

L'élevage intensif est responsable d'une grande part des émissions de gaz à effet de serre, avec des sources variées telles que les émissions de méthane et de protoxyde d'azote, la production d'aliments pour les animaux et les déchets générés par l'élevage.

Les émissions de gaz à effet de serre de l'élevage intensif proviennent de différentes sources, notamment la digestion des ruminants, les déjections animales, la production d'aliments pour animaux, et la gestion des déchets. La fermentation entérique, ou la digestion des aliments dans le système digestif des ruminants, est la principale source de méthane émis par l'élevage intensif. Les déjections animales et les effluents des installations de production sont également des sources importantes d'émissions de méthane et de protoxyde d'azote. La production d'aliments pour animaux tels que les cultures de soja ou de maïs peut également être source d'émissions de GES. Enfin, la gestion inadéquate des déchets d'élevage peut entraîner des émissions de méthane, de protoxyde d'azote et de gaz carbonique [4].

Maintenant que nous avons examiné les différentes sources d'émissions de gaz à effet de serre liées à l'élevage intensif, intéressons-nous à l'efficacité des politiques européennes pour réduire ces émissions.

L'Union européenne a mis en place plusieurs politiques pour réduire les émissions de gaz à effet de serre liées à l'élevage intensif, telles que la réglementation de l'utilisation des antibiotiques, la promotion de l'agriculture biologique, et la réduction des subventions à l'agriculture intensive [5]. Cependant, ces politiques ont des limites et ne sont pas toujours efficaces. Par exemple, la réglementation des antibiotiques est contournée par certaines pratiques d'élevage intensif, tandis que la promotion de l'agriculture biologique ne résout pas le problème de la surconsommation de viande. Les subventions agricoles sont souvent orientées vers l'agriculture intensive, au lieu de promouvoir des pratiques agricoles durables [6].

Maintenant que nous avons examiné les différentes sources d'émissions de gaz à effet de serre liées à l'élevage intensif et évalué les politiques européennes existantes pour les réduire, il est temps d'explorer les solutions possibles pour un élevage plus durable et respectueux de l'environnement.

Il existe différentes solutions pour rendre l'élevage plus durable et respectueux de l'environnement, telles que la réduction de la consommation de viande, l'adoption de pratiques agricoles durables, la promotion de l'agriculture biologique, et la production locale d'aliments pour animaux. Les pratiques agricoles durables telles que l'agroforesterie, la gestion holistique des pâturages, et la production de fourrage à base de plantes peuvent réduire les émissions de gaz à effet de serre, améliorer la santé des sols et des écosystèmes, et augmenter la résilience face aux changements climatiques.

La production locale d'aliments pour animaux peut réduire la dépendance aux cultures d'importation et réduire l'empreinte carbone de l'élevage intensif.

3. Impact de l'élevage intensif sur l'environnement et la santé publique

L'élevage intensif est une pratique répandue dans l'industrie agroalimentaire, mais les impacts environnementaux et sanitaires sont souvent négligés. Les émissions de gaz à effet de serre de l'élevage intensif sont une préoccupation majeure, car elles contribuent de manière significative au changement climatique. Les ruminants, comme les vaches, produisent du méthane dans leur système digestif, qui est un gaz à effet de serre plus puissant que le dioxyde de carbone [7]. Les déjections animales et les effluents d'installations de production peuvent également libérer du méthane et du protoxyde d'azote dans l'atmosphère [8]. Ces émissions contribuent à l'augmentation des températures globales et à des phénomènes météorologiques extrêmes tels que les sécheresses et les inondations.

Pour répondre aux défis environnementaux posés par l'élevage intensif, l'Union européenne a mis en place plusieurs politiques pour réduire les émissions de gaz à effet de serre de ce secteur [9]. Ces politiques, bien que diverses, visent toutes à améliorer l'efficacité de l'élevage, à réduire les pertes et les gaspillages, et à encourager des pratiques plus respectueuses de l'environnement.

L'Union européenne a pris des mesures pour réduire les émissions de gaz à effet de serre de l'élevage intensif. Les politiques européennes pour l'agriculture durable encouragent une utilisation efficace des ressources, une réduction des émissions de gaz à effet de serre, une gestion durable des sols et une protection de la biodiversité. Les agriculteurs peuvent recevoir des subventions pour adopter des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement et pour mettre en œuvre des technologies plus propres. Malgré ces efforts, les émissions de gaz à effet de serre de l'élevage intensif restent élevées et il est nécessaire de continuer à améliorer les politiques pour atteindre les objectifs climatiques de l'UE.

Cependant, les politiques européennes ne sont pas suffisantes pour résoudre tous les problèmes environnementaux liés à l'élevage intensif. Pour un changement réel et durable, il est nécessaire de promouvoir des solutions novatrices et des pratiques plus durables, qui répondent aux besoins des éleveurs et des consommateurs tout en réduisant l'impact environnemental de l'élevage. Dans cette perspective, différentes pistes peuvent être explorées pour encourager l'élevage extensif, réduire la consommation de viande, améliorer la gestion des déchets d'élevage, ou encore favoriser la production et la consommation de viande issue de l'agriculture biologique et durable.

Pour un élevage plus durable et respectueux de l'environnement, il est essentiel d'adopter des pratiques agricoles plus durables. Les fermes biologiques qui utilisent des pratiques agricoles durables peuvent réduire les émissions de gaz à effet de serre et améliorer la qualité de l'eau et du sol. Les aliments produits localement ont également

un impact environnemental moindre car ils nécessitent moins de transport. De plus, la réduction de la consommation de viande peut aider à réduire les émissions de gaz à effet de serre de l'élevage intensif. Les substituts de viande tels que les légumineuses, les noix et les graines sont des sources de protéines alternatives et durables. Enfin, la gestion efficace des déchets d'élevage peut réduire les émissions de gaz à effet de serre et produire de l'énergie renouvelable grâce à la production de biogaz.

II. L'impact climatique de l'élevage intensif

1. Définition de l'élevage intensif

L'élevage intensif est une pratique agricole qui consiste à élever un grand nombre d'animaux dans un espace restreint avec un recours important aux produits pharmaceutiques, aux aliments concentrés et aux méthodes de production intensives. Ceci est fait, afin de maximiser la production et le rendement. Selon la définition de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) [10], cette méthode d'élevage implique l'utilisation de quantités importantes de concentrés alimentaires et l'administration régulière d'antibiotiques pour prévenir les maladies qui peuvent se propager rapidement dans les élevages surpeuplés. Cette approche a pour conséquence de réduire les coûts de production pour les éleveurs, mais elle soulève également des préoccupations en matière de bien-être animal et de santé publique.

En l'absence de définition officielle, selon la définition de Wikipédia [11], l'élevage intensif est une forme d'élevage industrialisée qui utilise des techniques, des outils et des produits spécifiques pour optimiser la production. Par exemple, les éleveurs peuvent utiliser des machines à traire pour extraire le lait des vaches plus rapidement et de manière plus hygiénique, ou encore des gaves pour engraisser les canards destinés à la production de foie gras. Cependant, ces pratiques peuvent avoir des effets négatifs sur le bien-être animal, en particulier si les animaux sont maintenus dans des conditions de confinement permanentes qui limitent leur mouvement et leur expression de comportements naturels.

En somme, l'élevage intensif est une pratique controversée qui soulève des questions sur les impacts environnementaux, sanitaires, éthiques et sociaux de la production animale à grande échelle.

2. Les différentes sources d'émissions de GES liées à l'élevage intensif (méthane, protoxyde d'azote, production d'aliments pour animaux)

Depuis 2013, selon la FAO, l'élevage intensif émet à l'échelle mondiale 14,5 % des émissions de gaz à effet de serre [12]. En Europe, l'élevage représente 15,7 % des émissions de gaz à effet de serre (en considérant les émissions agricoles totales ainsi que les émissions supplémentaires liées à l'utilisation des terres) [13]. L'élevage est dans l'ensemble responsable de la libération de 65 % de protoxyde d'azote (N₂O) lié aux produits azotés (engrais, fumier, lisier) et de 37 % du méthane (CH₄) principalement émis par la fermentation entérique des animaux [14]. Ces deux gaz peuvent avoir des impacts

conséquents sur l'effet de serre, mais aussi sur l'augmentation de la température. Certes, ce sont des gaz moins connus que le dioxyde de carbone (CO₂), mais qui restent nocifs pour la planète. Il faut savoir que le méthane est l'un des gaz les plus puissants et dangereux, il a un pouvoir de réchauffement 28 fois plus élevé que celui du dioxyde de carbone [14].

Les activités de l'élevage intensif regroupent différentes sources d'émissions des gaz à effet de serre. Ces émissions proviennent en effet des différents procédés utilisés dans l'élevage intensif allant de la production des aliments pour les animaux à la gestion des déchets [14]. Au total, si l'on considère uniquement l'élevage intensif, environ 20 % des gaz sont produits par les bâtiments d'élevage ainsi que les engins et les machines agricoles [14]. En effet, sur les lieux d'élevage, beaucoup d'énergie est utilisée. L'Union européenne utilise 10,5 % d'énergie pour le secteur de l'élevage [17]. Tandis que 80 % des gaz sont dus au transport du bétail, au cycle de vie des animaux ainsi qu'à la nourriture produite pour les nourrir [14].

Avant d'installer les cultures et les animaux, les éleveurs doivent défricher les forêts. C'est à ce moment-là que débutent les premières émissions de gaz à effet de serre liées à l'élevage intensif. La production d'aliments pour nourrir les animaux ainsi que le transport de ces aliments rejette de nombreuses quantités de gaz comme par exemple dans les cultures de riz qui émettent du méthane [15]. En France, l'agriculture intensive est en lien avec l'élevage intensif puisqu'une partie des terres (40 %) est dédiée uniquement à la production de nourriture pour les animaux d'élevage que ce soit en prairies artificielles ou en cultures de plantes [16].

L'agriculture intensive épand aussi des engrais azotés qui libèrent 36 % de protoxyde d'azote en Europe [13]. L'azote, le phosphore et d'autres nutriments permettant d'enrichir la terre peuvent alors se retrouver dans les sols et dans les nappes phréatiques.

Ainsi, il faut savoir que 50 % du méthane est libéré par les bovins et les ovins qui rejettent des gaz digestifs durant leur cycle de digestion à cause de la fermentation entérique [12]. Ils émettent ces gaz par des flatulences, mais aussi par leurs déjections, car le fumier rejette aussi beaucoup de protoxyde d'azote. Les plus petits ruminants comme les chèvres, vont émettre une quantité de méthane moins importante. Les pourcentages d'émission de gaz dépendent principalement de l'empreinte carbone de chaque animal et notamment de leur alimentation, de leur provenance ainsi que de leur environnement.

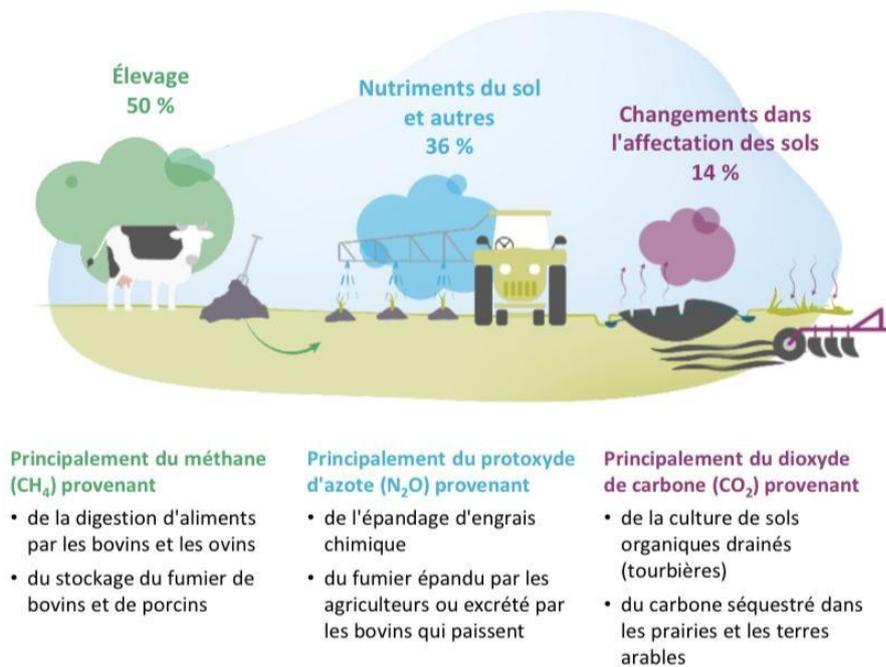


Figure 1. Représentation des principales sources d'émission de gaz à effet de serre (en équivalents CO₂) liées à l'élevage intensif (source : [13] - Cour des Comptes Européenne sur la base des inventaires des gaz à effet de serre de l'EU-27 pour 2018).

Il faut aussi prendre en compte la transformation des produits alimentaires destinés à la consommation (fromages, yaourts, viandes...) qui nécessite l'utilisation de machines énergivores souvent dépendantes des énergies fossiles et qui doivent être ensuite transportées en France mais aussi dans l'Union européenne. La gestion des déchets (carcasses des animaux) est aussi à prendre en considération dans les phénomènes d'émissions de gaz à effet de serre.

Finalement, ces émissions de gaz sont induites d'une part par les animaux, par les transports mais aussi par une part agricole.

3. L'ampleur de l'impact de l'élevage intensif sur le changement climatique (méthane, protoxyde d'azote, production d'aliments pour animaux)

En effet, comme expliqué ci-dessus, l'élevage intensif est une source multifactorielle incontestable de gaz à effets de serre. Mondialement, le secteur de l'élevage est responsable de l'émission de 7 Gt d'équivalent CO₂, soit 14,5 % des émissions de gaz à effet de serre liées aux activités humaines [18]. Cela représente plus que les émissions directes liées au transport.

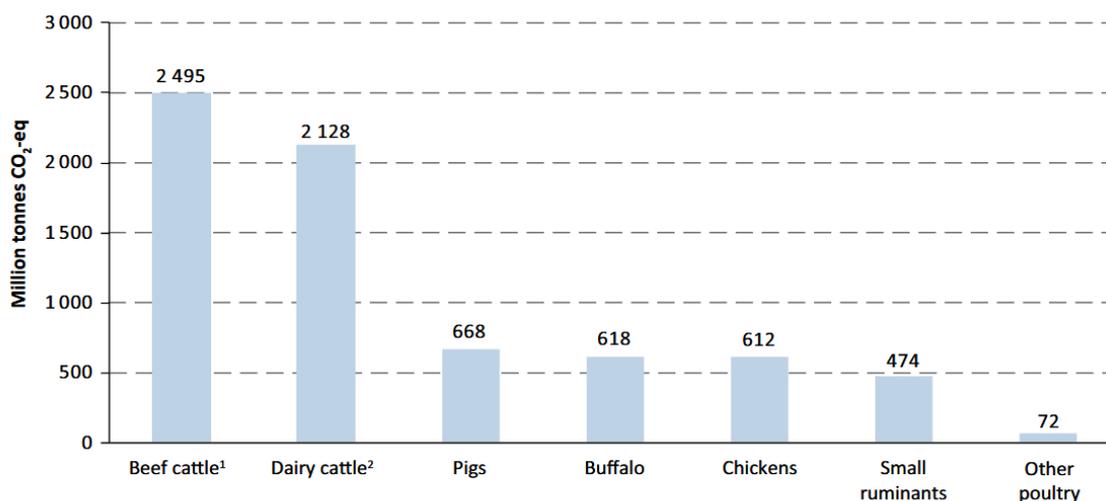
L'élevage intensif produit trois gaz principaux : le dioxyde de carbone, le méthane et le protoxyde d'azote. Le méthane est le principal gaz émis par ce secteur, représentant 44 % des émissions. Le protoxyde d'azote et le dioxyde de carbone sont à peu près émis en quantité équivalente avec respectivement 29 % et 27 % [12]. Le CO₂ est le gaz à effet de serre le plus connu, on l'utilise comme gaz de référence pour mesurer les émissions en convertissant les autres gaz en équivalent CO₂. Le méthane, ou CH₄, a un pouvoir de

réchauffement global plus élevé que celui du CO₂. En effet, 1 tonne de CH₄ équivaut à 28 tonnes de CO₂ [19]. Le protoxyde d'azote, ou N₂O a un pouvoir de réchauffement global encore plus élevé que celui du méthane, 1 tonne d'N₂O équivalent à 265 tonnes de CO₂ [19].

La production de nourriture destinée à l'alimentation des animaux représente une grande partie des émissions émises par le secteur de l'élevage. Dans le monde, 75 % des terres agricoles servent à faire pousser la nourriture des animaux d'élevage [18]. Le soja produit mondialement, dont seulement 4 % est utilisé pour l'alimentation humaine, est responsable de 91% de la déforestation de la forêt amazonienne, un puits de carbone très important [18]. Au niveau de l'Union européenne, 162,5 millions de tonnes des 303 millions de tonnes de céréales produites servent à l'alimentation animale [20]. En effet, 60 % des surfaces productrices en céréales sont dédiées aux animaux et 40 % sont importées d'Amérique [21].

L'augmentation significative de la demande et de la consommation en viande mondiale n'a fait qu'augmenter les émissions du secteur de l'élevage. En 2015, ce n'est pas moins de 318,7 millions de tonnes de viande produite dans le monde, ce qui représente 66 milliards de bêtes élevées chaque année, 26 % de plus qu'en 2003 [18]. L'Europe est sur le podium des régions du monde consommant et produisant le plus de produits animaux, avec par exemple 20 % de la production du lait de la planète consommée par l'Union européenne et 19 % de la viande de porc. Pour les autres produits animaux, l'Europe se situe entre 9 % et 12 % [22]. En moyenne, la moitié des dépenses alimentaires des foyers européens seraient pour les produits issus des animaux. Si l'on prend l'exemple de la France, seulement 1 % des exploitations françaises produisent les deux tiers des porcs, poulets et œufs sur le total produit en France [20]. Cela représente très peu d'exploitations devant produire beaucoup pour satisfaire la demande.

Le rapport de la FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations) nous explique que 65 % des émissions proviennent des bovins. Les cochons, la volaille et d'autres petits ruminants émettent moins de gaz à effet de serre avec 7 % à 10 % chacun [12]. La figure 2 ci-dessous explicite bien ces chiffres.



*Includes emissions attributed to edible products and to other goods and services, such as draught power and wool.

¹ Producing meat and non-edible outputs.

² Producing milk and meat as well as non-edible outputs.

Source: GLEAM.

Figure 2. Diagramme représentant les estimations globales des émissions par espèces en millions de tonnes d'équivalent CO₂. (source : Rapport de la FAO "Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities", 2013).

En Europe, l'agriculture est le 3^e secteur émetteur de particules primaires, l'élevage représentant 1/3 des émissions agricoles. Les émissions produites par les troupeaux se situent entre 630 et 863 Mt CO₂-eq soit 12 à 17% des émissions totales de l'UE-27 en 2007 [22].

L'impact climatique de l'élevage intensif n'est donc pas négligeable aux vues de son ampleur importante. De plus, elle fait également participer l'agriculture intensive, ce qui encourage la déforestation, l'utilisation de pesticides et d'engrais. La consommation de viande déjà élevée dans les pays développés ne va faire qu'augmenter dans les pays en développement si aucunes mesures ne sont mises en place pour limiter l'ampleur des dégâts.

III. Les politiques européennes de réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'élevage intensif

1. Présentation des politiques mises en place par l'UE

Plusieurs exemples de politiques européennes peuvent être cités en matière d'élevage intensif et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. L'Union européenne souhaite promouvoir des pratiques agricoles durables, notamment en matière de gestion des déchets et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Elle le fait par le biais notamment de politique agricole commune (PAC), est l'un des principaux instruments de l'UE pour soutenir l'agriculture. De plus, différentes stratégies de l'Union européenne peuvent concerner l'élevage intensif. C'est le cas de la stratégie de l'UE en matière de

biodiversité qui vise notamment à réduire les pressions exercées sur les écosystèmes. Or l'élevage intensif est considéré comme l'une des principales pressions sur la biodiversité, en raison de l'utilisation intensive des terres et de la dégradation des sols. L'UE a également développé une stratégie en matière d'agriculture biologique. En réduisant l'utilisation des engrais et des pesticides chimiques. L'agriculture biologique peut également contribuer à réduire les émissions de gaz à effet de serre en utilisant des pratiques agricoles plus durables. L'Union européenne tente en effet de promouvoir les pratiques agricoles durables.

L'encadrement et la surveillance des émissions de polluants atmosphériques, émises par certaines industries comme celle de l'élevage intensifs résultent aujourd'hui d'une directive européenne de 2010 relative « directive IED » (Industrial Emissions Directive), d'ailleurs transposée en droit français. Cette directive est relative aux émissions industrielles, qui a pour objectif de parvenir à un niveau élevé de protection de l'environnement grâce à une prévention et à une réduction intégrées de la pollution provenant d'un large éventail d'activités industrielles et agricoles. Elle est liée avec une directive de 2012 sur les risques chroniques dite « Seveso 3 ».

Ce texte est une belle avancée, car il permet la réunion en un seul texte de sept directives préexistantes relatives aux émissions industrielles. On peut d'ailleurs noter que les dispositions correspondant à la directive IPPC sont regroupées au sein de son chapitre II de cette dernière, et renforcées. Elle élargit légèrement le champ d'application initial et introduit de nouvelles dispositions en matière de remise en état des sols. (La directive dite « IPPC » pour Integrated Pollution Prevention and Control est une directive de 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution. Il existe environ 6 000 installations IPPC en France et de l'ordre de 55 000 installations IPPC en Europe.)

Parmi les principes directeurs de la directive de 2010, se trouve en premier lieu celui du recours aux Meilleures Techniques Disponibles (MTD) afin de prévenir les pollutions de toutes natures. Les MTD sont les techniques les plus efficaces en matière de protection de l'environnement qui puissent être mises en œuvre à l'échelle industrielle et à coût acceptable. Ces techniques permettent notamment de déterminer le meilleur procédé de fabrication, ainsi que les possibilités de substitution de certains produits chimiques dangereux. Ensuite, l'on trouve le principe de réexamen périodique des conditions d'autorisation. Enfin, l'objectif est la remise en état du site dans un état au moins équivalent à celui décrit dans un « rapport de base » qui décrit l'état du sol et des eaux souterraines avant la mise en service.

2. Évaluation de l'efficacité des politiques de l'UE

L'harmonisation des exigences en matière de bilan environnemental des installations industrielles au sein d'un seul et unique texte favorise les conditions de concurrence homogènes dans l'Union européenne. En effet, les politiques de l'Union sur les GES peuvent être soumises à des pressions économiques pour maintenir les coûts bas, ce qui

peut les inciter à ne pas investir dans des technologies et des pratiques durables. Or, si tous les États d'une même alliance sont soumis aux mêmes exigences, ces pressions sont déjà diminuées.

Cependant, le principal instrument de l'Union européenne pour prévenir et réduire les émissions de polluants des activités industrielles, possède des limites. Notamment parce que son champ d'application est limité. En effet, la directive IED couvre les installations d'élevage intensif de grande taille qui sont considérées comme des installations industrielles. Cependant, de nombreuses exploitations agricoles plus petites, qui contribuent également aux émissions de GES, ne sont pas couvertes par la directive.

De plus, la directive ne contient pas de mesures spécifiques pour réduire les émissions de GES de l'élevage intensif. Elle se concentre plutôt sur la mise en place de limites d'émission pour les installations industrielles et la surveillance des émissions.

Enfin, les politiques de diminution des GES se confrontent à l'éternelle problématique de la mise en œuvre des directives régionales de manière uniforme au sein des États membres. En effet, les États membres de l'Union ont une certaine marge de manœuvre dans la mise en œuvre de la directive, ce qui peut entraîner des différences dans la réglementation des émissions de GES de l'élevage intensif entre les pays, et à fortiori diminuer la protection.

La proposition de révision de la directive IED présentée par la Commission en avril 2022 proposait d'inclure une plus grande partie du secteur de l'élevage pour que les objectifs de réduction des émissions soient conformes aux objectifs du Pacte vert pour l'Europe et à la stratégie de l'Union européenne en matière de méthane. Concrètement, il était question d'étendre le champ d'application de la directive aux bovins et d'abaisser les plafonds d'émissions pour les porcs et les volailles. Ce qui aurait été plus que nécessaire, en permettant à 13 % des plus grandes exploitations bovines, porcines et avicoles d'Europe (lesquelles représentent approximativement 60 % des émissions d'ammoniac et 43 % des émissions de méthane du secteur de l'élevage dans l'Union européenne) d'être couvertes. Un grand pas pour l'environnement, mais l'opportunité n'a pas été saisie. La raison principale de ce refus d'avancer, c'est pour les États membres un alourdissement de la charge administrative qui suscite l'inquiétude des agriculteurs et de la commission de l'Agriculture et du Développement rural (AGRI). Ces politiques peuvent donc être en conflit avec d'autres objectifs politiques de l'UE, comme l'emploi.

Finalement, il est important de noter que la réduction des émissions de GES de l'élevage intensif est un problème complexe qui nécessite des efforts concertés à tous les niveaux. Les politiques européennes ne peuvent pas, à elles seules, résoudre le problème de l'élevage intensif et de ses émissions de GES. Les agriculteurs, les consommateurs et les gouvernements doivent tous travailler ensemble pour réduire les émissions de GES de l'élevage intensif.

IV. Les défis et les opportunités pour la mise en œuvre des politiques

1. Le manque de coopération internationale

Le manque de coopération internationale au sein de l'Union européenne constitue le principal obstacle à la fin de l'élevage intensif car cela rend difficile la mise en place d'une législation harmonisée sur le bien-être animal et la protection de l'environnement pour l'ensemble de l'Union. Cela peut entraîner des distorsions de concurrence entre les éleveurs de différents pays de l'UE et rendre plus difficile l'adoption de mesures efficaces pour mettre fin à l'élevage intensif.

Quelques exemples de décisions juridictionnelles en référence :

- Dans un arrêt de 2019, la Cour de justice de l'Union européenne a statué que les États membres de l'UE doivent imposer des restrictions aux élevages intensifs afin de protéger la qualité de l'air, conformément aux directives de l'UE sur la qualité de l'air. Cet arrêt a été rendu suite à une affaire impliquant une exploitation porcine intensive en Catalogne, en Espagne.
- En 2020, la Cour de justice de l'UE a également statué que les élevages industriels de poulets doivent respecter les normes environnementales de l'UE, même s'ils sont situés à proximité de zones protégées. Cette décision a été prise à la suite d'une affaire impliquant une exploitation avicole intensive dans la région de Flandre, en Belgique.
- En 2018, la Cour de justice de l'UE a également jugé que les États membres de l'UE doivent garantir le bien-être des animaux dans les élevages, conformément aux normes de l'UE en la matière. Cette décision a été prise dans le cadre d'une affaire impliquant un élevage de lapins intensifs en Hongrie.

Un autre défi majeur serait celui de la concurrence déloyale : l'abolition de l'élevage intensif constituerait un défi pour l'Union européenne en termes de concurrence avec les pays tiers. En effet, si l'UE adoptait des normes plus strictes en matière de bien-être animal et de protection de l'environnement pour les exploitations agricoles, cela pourrait entraîner des coûts plus élevés pour les producteurs, qui pourraient devenir moins compétitifs sur le marché mondial. Les pays tiers qui n'ont pas les mêmes normes pourraient ainsi produire des produits à moindre coût et les exporter vers l'UE.

Cependant, il est important de noter que l'UE a déjà mis en place des réglementations strictes sur le bien-être animal et la protection de l'environnement pour les exploitations agricoles, ce qui a conduit à une amélioration progressive de la qualité des produits. De plus, de plus en plus de consommateurs sont sensibles aux questions environnementales et au bien-être animal, ce qui peut créer une demande croissante pour des produits de qualité supérieure et respectueux de l'environnement.

Exemples de directives adoptées par les juridictions Européennes :

- Directive 98/58/CE sur la protection des animaux dans les élevages : Cette directive établit des normes minimales pour la protection des animaux d'élevage, y compris des dispositions concernant la nourriture et l'eau, l'hébergement, la manipulation, les soins vétérinaires et l'abattage.
- Directive 2008/120/CE sur les normes minimales relatives à la protection des porcs : Cette directive établit des normes minimales pour la protection des porcs, y compris des exigences concernant la taille des enclos, la qualité de la litière, l'accès à l'eau et à la nourriture, et la prévention des blessures et des maladies.
- Règlement (UE) n° 1305/2013 relatif au développement rural : Ce règlement prévoit des mesures pour encourager les agriculteurs à adopter des pratiques respectueuses de l'environnement, y compris des mesures visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à promouvoir la biodiversité.
- Règlement (CE) n° 834/2007 relatif à la production biologique et à l'étiquetage des produits biologiques : Ce règlement établit des normes strictes pour la production biologique, y compris des exigences en matière de bien-être animal et de protection de l'environnement.

2. Les opportunités (innovation technologique, consommation de viandes alternatives)

Face aux constats alarmants de la FAO et d'autres organismes comme le GIEC au regard des techniques d'élevage intensifs et traditionnels, le questionnement sur l'alimentation mondiale est devenu fondamental. La nécessité de repenser la consommation de viande et sa chaîne d'approvisionnement, couplée aux problématiques de santé publique, d'environnement et de bien-être animal a sérieusement été mise en avant. Certains chercheurs ont donc eu pour projet de mettre la technologie au profit du marché alimentaire, malgré le développement accru des nombreuses variantes végétales de produits d'origine animale (tofu, farine de gluten, protéines végétales texturées...). Cette idée était déjà d'actualité dans les années 30. Dans son discours « Fifty Years Hence » en décembre 1931, Winston Churchill nous soumet la phrase suivante : « Nous mettrons un terme à cette absurdité qui consiste à faire grandir un poulet entier afin de manger seulement le blanc ou les ailes, par un développement séparé de ces parties dans un milieu adéquat. ». L'idée de repenser la consommation de viande était née. Dans cette partie, nous allons étudier deux types d'innovations technologiques pouvant permettre de mener à une consommation de viande alternative et de reconsidérer le produit carné en lui-même, tout en limitant les impacts environnementaux.

L'agriculture cellulaire a longtemps été considérée comme un projet techno-utopique, entre futurisme et réalité. C'est en 1971 que Russell Ross, chercheur et professeur en pathologie, expérimenta pour la première fois la mise en culture *in vitro* de fibres musculaires. Cependant, cette technique n'a connu son essor qu'à la fin du XX^e siècle, grâce à des financeurs des milieux public et privé comme la NASA, la fondation nationale pour la Science des États-Unis ou encore l'ONG Good Food Institute en premier temps à

des fins médicales. La culture de cellules *in vitro* à des fins alimentaires a, quant à elle, pu voir le jour grâce à trois principaux facteurs : le développement des secteurs du médical et des biotechnologies, l'industrialisation de la production de nourriture et l'amplification des mouvements animalistes et environnementalistes. Cette technique non-intrusive consiste en un prélèvement de cellules-souches par biopsie sur des animaux vivants puis à la culture de celles-ci dans un milieu riche en nutriments, caractéristique de l'environnement physico-chimique et biologique de l'organisme duquel ces cellules proviennent. Il s'agit le plus souvent de sérum fœtal spécifique de l'organisme en question. La culture est ensuite prolongée pour mener à la formation d'un tissu similaire à une pièce de viande. Cette méthode possède néanmoins ses avantages comme ses inconvénients. Elle permet de limiter voire, de supprimer l'utilisation de terres agricoles pour l'élevage et l'utilisation d'eau. Parallèlement à l'élevage traditionnel, le rejet de déchets liés à l'agriculture cellulaire est moindre. De plus, cette technique n'emploie pas l'application d'engrais ou de pesticides et n'implique pas de dégâts liés à l'environnement comme la déforestation. Elle présente un volume de production plutôt large, dont les prix concurrencent ceux des produits carnés issus de l'élevage traditionnel. Cependant, les bio-ingénieurs font face à des obstacles non-négligeables de nature technique, économique, politique, sociale et morale. En effet, un développement optimal et pérenne de cette agriculture innovante nécessite un investissement dans des infrastructures de production comme des usines, respectueuses de l'environnement au regard de l'énergie, afin de remplacer la production en laboratoire. D'autre part, il est indispensable de prendre en compte la complexité d'élaboration de pièces carnées agencant les tissus musculaires avec les tissus osseux et adipeux. Concernant les problématiques économiques, les financeurs actuels de la recherche constituent essentiellement des sources non-stables mais tendraient à s'équilibrer dans le futur. Quant à la sphère politique, en cas de transition radicale du modèle alimentaire vers l'agriculture cellulaire, un soutien financier aux zones rurales dû à la perte d'emploi dans le domaine de l'élevage s'avèrerait envisageable. Le défi le plus important à relever reste d'ordre moral : comment convaincre le grand public d'adopter la viande cellulaire ? La solution la plus probable pour le moment serait d'instruire les consommateurs sur la manière dont les produits carnés issus de l'agriculture cellulaire sont produits, en insistant sur le caractère non-intrusif de cette technique et sur ses bénéfices en matière de respect de l'environnement [23].

L'idée d'une viande imprimée en 3D paraît de prime abord quelque peu extravagante. C'est le pari qu'a fait Giuseppe Scinti, fondateur de la société NOVAMEAT basée à Barcelone. Cet expert en ingénierie tissulaire et biomédecine a appliqué le principe de reconstitution de tissus humains utilisé en médecine, à l'alimentaire, ayant pour objectif de reconstituer des pièces carnées à partir de plantes, plus précisément à base de protéines de pois et d'algues. Eshchar Ben-Shitrit, PDG de la start-up israélienne Redefine Meat partage son idée de créer une nouvelle catégorie de viande grâce à une technologie alimentaire innovante, qui pourrait à l'avenir, constituer une solution

fournissant des substituts carnés de qualité et de manière rapide. Cette technique nécessite l'étude de l'histologie des tissus animaux afin de pouvoir reproduire le plus fidèlement possible une viande, à partir de fibres végétales naturelles (sans OGM). Le fondateur de NOVAMEAT déclare que la principale difficulté de cette technique réside dans la réorganisation des nanofibres des protéines végétales, car contrairement à l'agriculture cellulaire se limitant majoritairement à la production de viande hachée, l'impression de viande 3D est capable de reproduire un véritable steak, résolvant le problème de l'acceptation des viandes alternatives liée à leur apparence. Concernant le prix, il serait aussi abordable qu'une viande issue de l'élevage traditionnel.

Dans la mesure où ces technologies viendraient à se développer de manière inconditionnée à l'avenir, elles pourraient permettre une réduction considérable des élevages, des emballages ainsi que des déchets alimentaires à condition d'être adoptées par le grand public. Elles pourraient permettre de remettre en considération la vision du produit carné en lui-même, celle du bien-être animal ainsi que la consommation de viande mondiale [24].

V. Solutions pour réduire les émissions de GES de l'élevage intensif

1. Utilisation de technologies durables (capteurs, systèmes d'informations géographiques, intelligence artificielle)

Afin de répondre aux défis actuels de l'agriculture et de promouvoir une production alimentaire durable, les technologies numériques durables telles que les capteurs, les systèmes d'informations géographiques et l'intelligence artificielle, permettent de répondre à ces défis. Ces technologies permettent aux éleveurs de surveiller et d'analyser de manière précise les données liées à la santé et au bien-être des animaux, à la gestion des terres et à l'impact environnemental de leur activité. Dans cette partie, nous allons explorer les avantages de ces technologies pour l'élevage durable.

Les capteurs [25] sont devenus des outils essentiels dans l'élevage moderne en permettant de mesurer des paramètres physiologiques et comportementaux des animaux de manière précise et continue. En mesurant des données telles que la température corporelle, le rythme cardiaque, l'activité ou la rumination, les éleveurs peuvent détecter des signes précoces de maladies ou de stress chez les animaux. Cette détection précoce permet aux éleveurs d'intervenir rapidement pour traiter les animaux malades ou stressés, ce qui contribue à améliorer leur santé et leur bien-être. De plus, l'utilisation de capteurs permet aux éleveurs de suivre et d'optimiser l'alimentation et la reproduction des animaux en fonction de leurs besoins individuels, ce qui peut améliorer la productivité et la rentabilité de l'exploitation. En somme, les capteurs sont des outils précieux pour l'élevage durable, permettant aux éleveurs de surveiller la santé et le bien-être des animaux de manière plus efficace et de prendre des décisions éclairées pour optimiser leur production.

Les drones [26] sont une technologie émergente qui offre des avantages pour l'agriculture et l'élevage durables, notamment en ce qui concerne la collecte de données géographiques. Les drones peuvent être équipés de caméras haute résolution et de capteurs qui permettent de collecter des données sur les cultures, les sols et les animaux. Les données géographiques collectées par les drones peuvent être utilisées pour créer des cartes précises des terres agricoles et des pâturages, ce qui permet aux éleveurs de mieux planifier l'utilisation des terres et de maximiser les rendements. Les données peuvent également aider à détecter les maladies des cultures et des animaux, en permettant aux éleveurs d'intervenir rapidement et de limiter les pertes. De plus, les données géographiques collectées par les drones peuvent être utilisées pour suivre et évaluer l'impact environnemental de l'élevage et de l'agriculture sur les écosystèmes locaux. En somme, les drones offrent un potentiel considérable pour collecter et analyser des données géographiques précises, qui peuvent aider les éleveurs à prendre des décisions éclairées pour une production alimentaire plus durable.

2. Développement de systèmes alimentaires durables pour les animaux

Le développement de systèmes alimentaires durables pour les animaux est un domaine important pour réduire l'impact environnemental de l'élevage intensif. Les systèmes alimentaires durables pour les animaux visent à minimiser l'empreinte écologique de l'alimentation animale tout en assurant le bien-être des animaux.

Pour commencer, les systèmes alimentaires durables pour les animaux peuvent inclure l'utilisation de cultures plus durables et résistantes à la sécheresse pour produire des aliments pour les animaux. Les cultures durables réduisent l'utilisation de pesticides et d'engrais chimiques, ce qui contribue à la réduction de la pollution des sols et de l'eau.

De plus, les systèmes alimentaires durables pour les animaux encouragent l'utilisation de sous-produits de l'agriculture ou des industries alimentaires, les co-produits de la production d'huile ou les restes alimentaires [27]. L'utilisation de ces sous-produits réduit la quantité de déchets alimentaires envoyés à la décharge et peut réduire les coûts de production pour les agriculteurs.

En outre, les systèmes alimentaires durables pour les animaux incluent l'amélioration de la qualité de la nourriture pour eux. Une nourriture de meilleure qualité peut améliorer la santé des animaux, ce qui réduit la nécessité d'utiliser des antibiotiques et d'autres produits pharmaceutiques.

Enfin, les systèmes alimentaires durables pour les animaux encouragent l'utilisation de l'agriculture régénératrice pour produire des aliments pour les animaux [28]. L'agriculture régénératrice est une méthode de production alimentaire qui vise à améliorer la santé des sols et la biodiversité, tout en réduisant l'utilisation de produits chimiques. Cette approche peut avoir des effets positifs sur l'environnement et la santé des animaux.

3. Transparence et traçabilité des données sur les émissions de GES liées à l'élevage intensif

La transparence et la traçabilité des données sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) liées à l'élevage intensif sont des éléments essentiels pour mesurer l'impact environnemental de cette pratique et pour mettre en place des politiques efficaces de réduction des émissions [29].

La transparence des données permet aux autorités de réglementation et aux consommateurs d'accéder à des informations fiables sur les émissions de GES produites par l'industrie de l'élevage. La traçabilité des données permet de suivre l'origine et la quantité de GES émis tout au long de la chaîne de production, permettant ainsi aux autorités de réglementation et aux consommateurs de comprendre comment les émissions de GES sont générées et de mettre en place des politiques de réduction efficaces.

La mise en place de systèmes de transparence et de traçabilité des données peut être un défi pour l'industrie de l'élevage, car cela nécessite souvent la mise en place de nouvelles pratiques de collecte et de suivi des données. Cependant, de nombreux pays ont commencé à mettre en place des programmes de certification volontaires pour l'industrie de l'élevage, ce qui encourage les producteurs à collecter et à divulguer des données sur les émissions de GES.

En outre, les politiques publiques peuvent jouer un rôle important dans la promotion de la transparence et de la traçabilité des données sur les émissions de GES liées à l'élevage intensif. Par exemple, les gouvernements peuvent exiger des producteurs de viande qu'ils fournissent des données sur leurs émissions de GES dans le cadre de leur conformité aux réglementations environnementales.

4. Promotion de l'agriculture biologique et de l'élevage extensif

Il existe diverses alternatives à l'agriculture intensive comme l'agriculture biologique et l'agriculture extensive.

L'agriculture biologique est un mode de production respectueux de l'environnement et du bien-être animal tout en étant de bonne qualité. En effet, elle permet de préserver les ressources naturelles et la biodiversité tout en améliorant la fertilité des sols et en maintenant la qualité de l'eau. Les élevages quant à eux sont de taille réduite et n'utilisent pas d'hormones de croissance diminuant les impacts écologiques. Les produits issus de ce type d'agriculture sont cependant plus chers à l'achat car la culture nécessite plus de temps, plus de soin, et la production est moindre que celle d'agriculture intensive.

Tous les producteurs qui l'utilisent doivent respecter un cahier des charges rigoureux privilégiant des procédés non polluants et qui respecte les écosystèmes et les animaux. L'utilisation des OGM est exclue limitant le recours aux intrants, restreignant l'utilisation de produits chimiques de synthèse et favorisant l'emploi de ressources naturelles et renouvelables [30].

L'agriculture biologique est donc un système de gestion durable pour l'agriculture. Elle utilise une grande variété de produits agricoles et alimentaires de qualité. C'est une source d'innovations pour l'agriculture car elle a une approche écologique. Dans l'UE (2020) 15,3 millions d'hectares sont réservés à la production biologique (2,78 millions d'ha en France en 2021) et on comptabilise près de 354 000 fermes bio [30]. Une même réglementation s'applique dans toute l'UE concernant l'agriculture biologique : c'est le règlement 2018/848 et ses textes d'application précisant l'ensemble des dispositions à respecter. Il est relatif à la production biologique et l'étiquetage des produits biologiques. Des règlements secondaires ont par ailleurs été adoptés se basant sur le règlement 2018/848.

Ainsi, les produits certifiés bio peuvent être reconnus par l'eurofeuille qui est le logo bio européen et par le marquage AB. En effet, le logo bio européen est obligatoire pour tous les produits alimentaires provenant de l'agriculture biologique vendus dans l'Union européenne. Il est appliqué si les produits contiennent 100% d'ingrédients issus du mode de production biologique ou au moins 95% de produits agricoles biologiques dans le cas des produits transformés. Ce logo est devenu obligatoire le 01/07/2010 sur les étiquetages des produits alimentaires préemballés dans l'UE. Quant au logo national AB, il existe depuis 1985 et appartient au ministère chargé de l'agriculture.

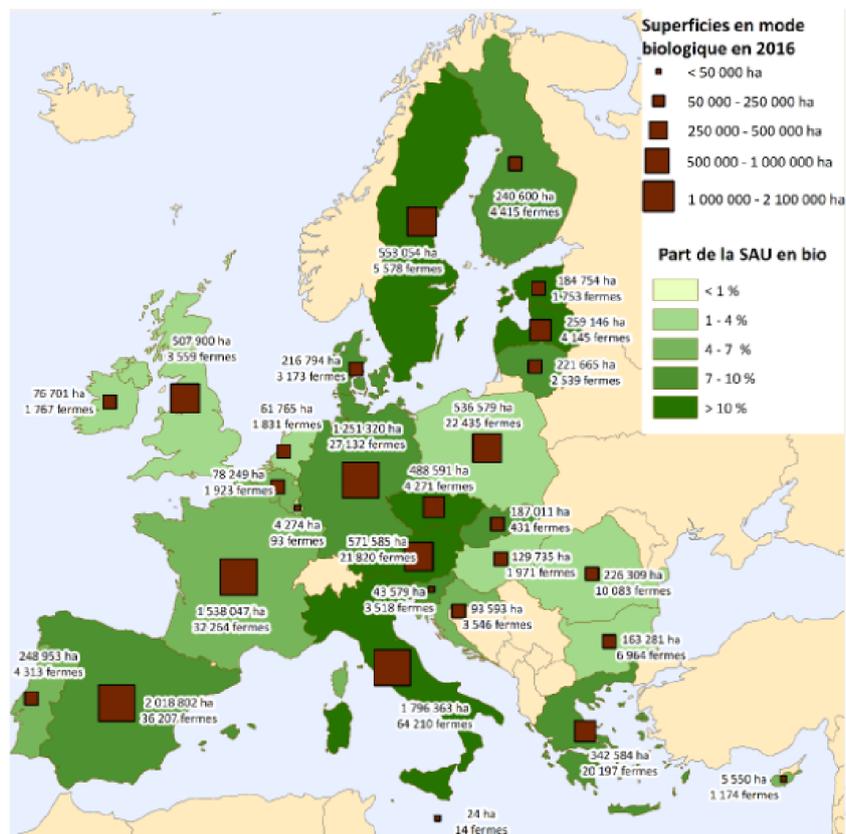
Par ailleurs, l'INAO (Institut National de l'Origine et de la Qualité) joue un rôle sur la réglementation et la protection de l'agriculture biologique. C'est l'INAO qui est chargé d'appliquer les dispositions législatives et réglementaires sur le Bio grâce à son expertise technique et juridique, en se basant sur les réglementations européennes et nationales. Elle contrôle également les produits AB avant leur mise sur le marché. Ainsi, elle assure la protection de la marque française associée. Lorsque le droit européen requiert des précisions, le Comité national de l'agriculture biologique (CNAB) est consulté afin d'éclaircir certains points sur la réglementation et de formuler des propositions vers les administrations concernées telle que la Direction générale de la Performance économique et environnementale des entreprises (DGPE) et la Direction générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des fraudes (DGCCRF). L'INAO s'occupe également (dans le cadre réglementaire adéquat) de la délivrance de dérogations individuelles prévues par les règlements en cas de circonstances exceptionnelles notamment.

L'INAO agréé aussi les organismes certificateurs (OC) assurant le suivi et la bonne exécution des contrôles. Mais elle assure aussi la protection et la défense de la marque AB si celle-ci est utilisée à des fins frauduleuses ou n'est pas bien appliquée. Elle participe à des coopérations internationales contribuant à la mise en valeur de l'agriculture biologique à travers le monde.

Ainsi, tous les agriculteurs peuvent se lancer dans l'agriculture biologique. Ils doivent déclarer leurs activités auprès de l'Agence BIO et contractualiser avec un organisme

certificateur agréé par l'INAO et accrédité par le Comité français d'accréditation. En effet, chaque pays de l'UE désigne des organismes ou des autorités de contrôle chargés de mener des inspections auprès des opérateurs de la chaîne alimentaire biologique. Il existe également des aides et des formations pour apprendre à produire bio.

Finalement, l'agriculture biologique est un secteur qui se développe rapidement dans l'UE notamment car les consommateurs s'intéressent à celle-ci.



2016 pour tous les pays sauf Hongrie : 2015
 Source : Agence BIO d'après différentes sources européennes

Figure 3. Carte représentant les superficies cultivées en bio, le nombre d'exploitations bio et part de la SAU (superficie agricole utilisée) au totale en bio dans l'UE en 2016 (source : Les carnets de l'Agence BIO) [31].

Entre 2014 et 2015, le nombre de fermes et la surface bio de l'UE ont progressé de 4,7 % et 9,0 %. Entre 2015 et 2016, le nombre de fermes et la surface bio de l'UE ont progressé respectivement de 8,4 % et 7,6 %. L'agriculture biologique se développe donc dans l'UE [31].

L'agriculture extensive est un système de production qui profite du sol et de ses ressources naturelles dans le but de pouvoir produire sur le long terme. Ainsi, elle se pratique sur de très grandes surfaces qui combinent les ressources offertes par la nature avec le travail des agriculteurs. C'est un système de production agricole qui utilise moins de facteurs de production, moins de machines industrielles, peu d'intrants afin de diminuer les effets nocifs sur l'environnement. Cela concerne la qualité de l'air, des sols

et des nappes phréatiques, mais également la qualité des aliments produits. Cependant elle est plus lente et nécessite plus d'espace. Ainsi, le rendement des terres est plus faible, mais exige moins de travail spécialisé.

Il est donc possible de produire des cultures à grande échelle sans trop exploiter la nature. De cette façon, le sol peut se régénérer entre les récoltes. Ce type d'agriculture participe également à la prévention de l'eutrophisation des eaux (processus est dû à une décharge excessive de nutriments azotés dans le sol). Ainsi, elle contribue à éliminer l'eutrophisation des eaux car il n'y a pas de rejets de grandes quantités d'engrais azotés. Elle est également utilisée lors de manque de main d'œuvre, manque de moyens financiers, ou lors de la volonté/obligation de protéger l'environnement et de restaurer le sol car elle permet de lutter contre l'érosion, la désertification et de maintenir la biodiversité.

Par ailleurs, en Europe, les zones où est pratiquée l'agriculture extensive, correspondent aux zones agricoles où la naturalité est la plus élevée et où les systèmes agricoles à haute valeur naturelle ont été identifiés par l'Agence européenne de l'environnement. L'agriculture extensive est donc l'opposé de l'agriculture intensive. La production diminue donc mais l'impact sur l'environnement diminue également. En effet, dans les années 1990, afin de protéger l'environnement et dans le but de lutter contre l'eutrophisation par les engrais et les pesticides, l'agriculture extensive a été encouragée notamment en Europe avec les mesures agri-environnementales dans le cadre de la Politique agricole commune ou sur certains sites Natura 2000 [32].

Ainsi, en Europe et dans les années 1970-1980, l'agriculture extensive a été assimilée à l'agriculture traditionnelle propre à certaines régions défavorisées par des conditions naturelles : agriculture de montagne, agriculture traditionnelle de certaines régions méditerranéennes, élevage en zone humide.

VI. Conclusion

En conclusion, l'élevage intensif est une pratique agricole qui a un impact environnemental important en raison des émissions de gaz à effet de serre, de la pollution de l'eau et des sols, ainsi que de la perte de biodiversité. Cependant, il est possible de réduire cet impact en mettant en place des pratiques plus durables, telles que l'utilisation de systèmes alimentaires durables pour les animaux, la transparence et la traçabilité des données sur les émissions de GES, la promotion de l'agriculture biologique et de l'élevage extensif.

La promotion de l'agriculture biologique et de l'élevage extensif est une alternative viable à l'élevage intensif, car elle permet de préserver les ressources naturelles, de protéger la biodiversité, de réduire l'utilisation de pesticides et d'engrais chimiques, et d'améliorer la santé des sols et des animaux. Cependant, ces pratiques nécessitent plus de temps et de soin, ce qui rend les produits issus de l'agriculture biologique et de l'élevage extensif plus chers à l'achat.

La transparence et la traçabilité des données sur les émissions de GES liées à l'élevage intensif sont également essentielles pour mesurer l'impact environnemental de cette pratique et pour mettre en place des politiques efficaces de réduction des émissions. Les systèmes alimentaires durables pour les animaux sont également une mesure importante pour réduire l'empreinte écologique de l'alimentation animale tout en assurant le bien-être des animaux.

Enfin, il est important de noter que la consommation de viande a également un impact significatif sur l'environnement. Les consommateurs peuvent contribuer à la réduction de l'impact environnemental en choisissant des produits issus de l'agriculture biologique ou de l'élevage extensif, en réduisant leur consommation de viande, en optant pour des viandes issues de sources durables et en évitant le gaspillage alimentaire.

En somme, la réduction de l'impact environnemental de l'élevage intensif est un véritable enjeu économique agricole, ainsi qu'un enjeu environnemental et de santé publique. Les gouvernements, les producteurs et les consommateurs peuvent tous jouer un rôle dans la promotion de pratiques agricoles plus durables et plus respectueuses de l'environnement

VII. Références

Giec, 2014

“Élevage industriel : un effet bœuf sur l’environnement”, Greenpeace, 2017, <https://www.greenpeace.fr/elevage/>

Courtney Lindwall, “Industrial Agricultural Pollution 101”, NRDC, 21/07/22, <https://www.nrdc.org/stories/industrial-agricultural-pollution-101>

“European Nitrogen Assessment”, Fondation européenne pour la science, 2011, https://assets.cambridge.org/97811070/06126/frontmatter/9781107006126_frontmatter.pdf

Anja Hazekamp, “Garantir la sécurité alimentaire et la résilience à long terme de l’agriculture dans l’Union” , (2022/2183(INI)), 02/03/2023, https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiVu_____q_omIT-AhWxaqQEHS5DiQQFnoECBUQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.europarl.europa.eu%2Fdoceo%2Fdocument%2FENVI-AD-739666_FR.docx&usg=AOvVaw2yBxBa7nupTFmrvd5iA17

Nicolas Desquinabo, “Politiques agricoles : l’agriculture intensive et les productions importées sont toujours abondamment soutenues”, Agir pour le Climat - Pacte

Finance-Climat, 20/05/2022, <https://www.agirpourleclimat.net/politiques-agricoles-lagriculture-intensive-et-les-productions-importees-sont-toujours-abondamment-soutenues/>

Lucile Meunier, “Mettre les ruminants au régime pour diminuer les gaz à effet de serre ?”, Usbek et Rica, 04/07/2019, <https://usbeketrica.com/fr/article/mettre-les-ruminants-au-regime-pour-diminuer-les-gaz-a-eff-et-de-serre>

Peyraud J.-L., Cellier P. Donnars C. et al, “Les flux d'azote liés aux élevages Réduire les pertes, rétablir les équilibres” , 2012 , Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA (France), 68 p., <https://www.inrae.fr/collaborer/expertise-appui-aux-politiques-publiques>

Communiqué de Presse, “Pacte vert: Moderniser les règles de l'UE relatives aux émissions industrielles afin d'orienter les grandes industries dans la transition écologique à long terme”, Commission Européenne, 05/04/2022, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_22_2238

“L'élevage et l'environnement”, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, <https://www.fao.org/livestock-environment/fr>

https://fr.wikipedia.org/wiki/Élevage_intensif

Gerber P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G., 2013. Tackling climate change through livestock – Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Cour Des Comptes Européenne. 2021. *Politique agricole commune et climat*. Rapport spécial présenté en vertu de l'article 287, paragraphe 4.

Rapport scientifique de l'Association végétarienne de France (AVF). 2015. *Élevage et climat, comprendre le problème et évaluer les solutions*.

Website. La conscience des étudiants. 2021. L'enjeu climatique des rizières du riz blanc pas si propre.

Passion céréales. 2014. Des chiffres et des céréales : l'essentiel de la filière. p.10

Ministère de la transition écologique. 2021. *Chiffres clés du climat*

Vidéo Youtube n°55 de la chaîne Data Gueule. 2016. *Quand la boucherie, le monde pleure*.

Diaporama du cours de Mr Gérard Blanchard pour le Projet Rescue. 2023. *Conférence introductive sur le changement climatique*.

Rapport de Greenpeace. 2020. Industrialisation de l'élevage en France : Le rôle des pouvoirs publics dans l'essor des fermes-usines.

Revue Pour n°231, pages 129 à 136. 2016. *Éloge de l'élevage... Mais quel élevage?*

Bertrand Dumont, Pierre Dupraz, Catherine Donnars. 2019. *Impacts et services issus des élevages européens*.

Viande cellulaire par Jan Dutkiewicz, *La pensée végétale*, Renan Larue. 2020

La viande imprimée en 3D est-elle le futur de la viande...sans viande ?. 3D Natives. 2019 . <https://www.3dnatives.com/viande-imprimee-en-3d-10062019/#!>

VEISSIER I, KLING-EVEILLARD F, MIALON M-M, SILBERBERG M, DE BOYER DES ROCHES A, TERLOUW C, LEDOUX D, MEUNIER B, HOSTIOU N, “Élevage de précision et bien-être en élevage : la révolution numérique de l'agriculture permettra-t-elle de prendre en compte les besoins des animaux et des éleveurs ?”, *INRAE Prod. Anim.*, 24/04/2019, 32(2):281-90, <https://productions-animales.org/article/view/2478>

“DRONES ET ÉLEVAGE DE PRÉCISION”, *Innovatione AgroFood Design*, 06/04/2020, <https://innovatione.eu/fr/2020/04/06/drones-et-elevage-de-precision/>

Vastolo Alessandro, Calabrò Serena, Cutrignelli Monica Isabella, “A review on the use of agro-industrial CO-products in animals' diets”, *Italian Journal of Animal Science*, 31/12/2022, <https://doi.org/10.1080/1828051X.2022.2039562>

Anne Bellancourt, Patrick Falcone, “Politique RSE des entreprises et Transition agroécologique”, Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, Rapport n° 21035, 09/2021, <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewiEv-GnqIT-AhWvVaQEHWtTDtAQFnoECAgQAQ&url=https%3A%2F%2Fagriculture.gouv.fr%2Ftelecharger%2F128074%3Ftoken%3D29fef0f5f1a421c2ec39b8a8d796e7e68315fe294456be5e7b819a127e4b47c5&usg=AOvVaw0UClAigYBGcMaLpFCpFr4y>

Anne Garreta, Marie-Noëlle Orain, “Les enjeux relatifs aux conditions d'élevage, de transport et d'abattage en matière de bien-être animal”, *Journal Officiel de la République Française*, Mandature 2015-2020 – Séance du mercredi 27/11/2019, 27/11/2019, https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj5g-ai1qoT-AhVktQqEhbY1B4YQFnoECBAQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.lecese.fr%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fpdf%2FAvis%2F2019%2F2019_29_bienetre_animal.pdf&usg=AOvVaw08loA-yALWe9pYvicUkLb-

Institut National de l'Origine et de la Qualité (inao.gouv.fr) – *Agriculture Biologique* La Bio dans l'Union européenne. Les carnets de l'Agence BIO. 2017.(agencebio.org)

Wikipédia

JardinageOn (jardineriaon.com) - *Agriculture extensive*

VIII. Annexe

Potentielles sources utiles :

Google Scholar : une base de données en ligne de recherches scientifiques et académiques. JSTOR : une base de données en ligne de livres, d'articles de revues et de sources primaires dans de nombreux domaines.

Project MUSE : une base de données en ligne de revues universitaires et de livres électroniques dans les sciences humaines et sociales.

Archive.org : une bibliothèque numérique en ligne qui offre un accès gratuit à des millions de livres, de films, de musiques et d'archives Web.

TED Talks : des conférences en ligne sur une variété de sujets donnés par des experts du monde entier.
technologie durable élevage :

L'élevage : terrain de jeux des innovations et nouvelles technologies (eilyps.fr)

Présentation PowerPoint (idele.fr)

Les Haies dans le cadre de la Politique agricole commune 2023-2027

Lola LEVÊQUE, Sciences de la vie,
Clémence LEROY, Sciences de la vie,
Pauline VAN CUYCK, Sciences de la vie,
Amandine HILLAIRET, Droit,
Hiva-Oa ROSSETTO, Droit,
Lena BARBEREAU, Droit/LEA,
Sébastien BERNAUD, Droit.

Chateaubriand écrivait dans son ouvrage apologétique *Le Génie du Christianisme* paru en 1802 que « *L'homme est suspendu dans le présent, entre le passé et l'avenir, comme sur un rocher entre deux gouffres : derrière lui, devant lui, tout est ténèbres* », véhiculant alors cette idée que l'homme ne serait pas en mesure de prendre conscience du passé et de le dépasser, subsumant une certaine forme de déterminisme de l'Histoire.

La notion contemporaine de résilience⁶⁸ vient pourtant battre en brèche cette idée que l'homme serait prisonnier du présent et prit dans une dynamique historique intangible qui le dépasse.

L'humain, qui s'est largement inscrit dans une vision naturaliste du monde⁶⁹, s'étant efforcé de s'extraire au moins théoriquement de son environnement en le considérant comme extérieur à lui-même, a dû se rendre à l'évidence de sa capacité destructrice de son propre habitat, de la maison commune⁷⁰, et, a su montrer une capacité à intégrer les troubles dont il est à l'origine et à chercher les solutions propres à y palier, sans néanmoins vouloir les résoudre ...

Et, l'image de l'homme *mangeur de monde*⁷¹ et *faiseur de monde*⁷², qui détient cette capacité ambivalente de destruction et de reconstruction, constitue désormais notre réel. En France, un phénomène a particulièrement mis en lumière *l'homme mangeur de terre* : le remembrement⁷³.

⁶⁸ La résilience peut être définie comme « *la capacité d'une personne ou d'un groupe à se développer bien, à continuer à se projeter dans l'avenir, en présence d'événements déstabilisants, de conditions de vie difficiles, de traumatismes parfois sévères* » Michel MANCIAUX, *La résilience un regard qui fait vivre*, in ETUDES, Tome 395, édition S.E.R., 2001, pp. 321-330

⁶⁹ Philippe DESCOLA, *Par-delà Nature et Culture*, éd. Gallimard, coll. Folio Essais, 2015, 800 pages

⁷⁰ Lettre encyclique – LAUDATO SI' du Saint Père FRANCOIS sur la sauvegarde de la maison commune, 2015.

⁷¹ Référence au documentaire de Jean-Robert VIALLET intitulé *l'homme a mangé la terre*, sorti en France le 24 avril 2019

⁷² Il pourrait ici être fait référence à l'ouvrage de Yuval Noah HARARI, *HOMO DEUS Une brève Histoire de l'avenir*, paru aux éditions Albin Michel en 2017, dans lequel l'auteur explique comment l'homme qui a conquis le monde (et donc la nature), qui a tué dieu (par cette même technologies), a fait de lui-même le nouveau dieu.

⁷³ Le remembrement désigne une opération de réaménagement du foncier rural. Ce type d'opération trouve sa source au XVIII^e siècle, mais c'est dans la période 1955-1995 qu'il trouvera son apogée, révélera ses effets pervers, et sa

En effet, la loi agraire du 4 mars 1941, justifiée par les besoins de dynamisation et de rationalisation de la production agricole française, a jeté les bases « *d'un remembrement moderne créant des parcelles simplifiés, adaptés aux progrès de la mécanisation* »^{74/75}, et a été mis en œuvre concrètement une dizaine d'années plus tard, avec l'entrée en vigueur en 1955 du décret d'application de la loi agraire.

Le remembrement français était porteur d'une vision d'une agriculture productiviste et s'est réalisé en parallèle de l'entrée en vigueur, en 1962, de la Politique Agricole Commune (PAC), dont l'objectif était d'atteindre l'auto-suffisance alimentaire en Europe⁷⁶. Aussi, le remembrement et la PAC poursuivaient un objectif commun, selon une échelle différente. Cependant, les effets pervers du remembrement ont rapidement été mis en évidence.

En effet, les impacts sur l'environnement n'avaient pas été considérés, notamment à l'égard des haies⁷⁷, et, c'est sous l'impulsion d'association de protection de l'environnement et d'études scientifiques, que « *l'intérêt écologique des haies* »⁷⁸ a été mis en lumière, aboutissant à l'adoption de la loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature, imposant la réalisation d'études d'impact avant toute réalisation d'opérations de remembrement.

En revanche, la PAC, quant à elle, ne s'est pas intéressée aux éléments spécifiques du paysage rural que sont les haies avant qu'elle ne soit révisée pour la période 2015-2022. Cette révision s'est faite notamment à travers les bonnes conduites agroécologiques (BCAE), en particulier la BCAE7 qui prévoyait « *le maintien des particularités*

capacité destructrice de l'environnement. (Husson Jean-Pierre, Marochini Eric. Les remembrements agricoles entre économie et écologie. In : Norois, n°173, Janvier- Mars 1997. Crises et mutations agricoles et rurales. pp. 195-208)

⁷⁴ Husson Jean-Pierre, Marochini Eric. Les remembrements agricoles entre économie et écologie. In : Norois, n°173, Janvier- Mars 1997. Crises et mutations agricoles et rurales. P. 195

⁷⁵ On peut retrouver l'objectif du remembrement inscrit à l'alinéa 2 de l'article L123-7 du Code Rural dans sa version en vigueur du 12 décembre 1992 : « *Il a principalement pour but, par la constitution d'exploitations rurales d'un seul tenant ou à grandes parcelles bien groupées, d'améliorer l'exploitation agricole des biens qui y sont soumis. Il doit également avoir pour objet l'aménagement rural du périmètre dans lequel il est mis en œuvre.* »

⁷⁶ La Politique Agricole Commune telle que pensée initialement par les six états membre de la Communauté Économique Européenne (CEE), qui est la prémisse de l'Union européenne, avait pour objectif « *de fournir aux citoyens de l'UE des denrées alimentaires à un prix abordable et d'assurer un niveau de vie équitable aux agriculteurs* », cette objectif formant le 1^{er} Pilier de la PAC (Pilier Historique) (consulter : <https://agriculture.gouv.fr/la-politique-agricole-commune-pac-60-ans-dhistoire>)

⁷⁷ La haie peut être définie de manière générale comme une « *Clôture végétale servant à limiter ou à protéger un champ, un jardin* », Dictionnaire LE ROBERT de poche plus, ed. 2018, p.344. L'arrêté du 4 mars 2023 définit la haie dans son annexe VII comme « *Une haie est définie comme une unité linéaire de végétation ligneuse, d'une largeur inférieure ou égale à vingt mètres, implantée à plat, sur talus ou sur creux, avec une présence d'arbustes et, le cas échéant, une présence d'arbres et/ou d'autres ligneux (ronces, genêts, ajoncs...), ou une présence d'arbres et d'autres ligneux (ronces, genêts, ajoncs...).* »

⁷⁸ Jacques BAUDRY, les bocages entre sciences et actions publiques, in Sciences Eaux et Terroirs, ed. Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), 2019, numéro 30, p. 10

topographiques »⁷⁹, malgré une intégration croissante depuis le début des années 1990 des enjeux environnementaux, notamment avec la création du second Pilier de la PAC (FEADER) relatif aux mesures dédiées au développement rural.

La PAC pour la période 2023-2027, entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2023, issue du paquet de réforme PAC approuvé par le Conseil et le Parlement Européen en 2021⁸⁰, a intégré le caractère essentiel des éléments du paysage rural, tel que les haies, et les services socio-environnementaux que ces éléments rendent, précisément en matière de captation carbone.

La grande nouveauté de cette PAC 2023-2027 est l'intégration et l'application locale de la PAC à travers les plans stratégiques nationaux, que chaque État membre devait élaborer⁸¹.

La PAC révisée met ainsi l'accent sur « *la présence et la gestion durable des éléments de paysage et surfaces favorables à la biodiversité* » que ce que le plan stratégique national français, approuvé le 31 août 2022 par la Commission européenne, a visé à renforcer⁸².

Aussi, les haies telles que consacrées par la PAC révisée, sont-elles de nature à répondre favorablement aux objectifs liés aux changements climatiques ?

La PAC révisée a consacré les haies, définies comme infrastructures agroenvironnementales, mais il s'agit d'une consécration en demi-teinte (I), ce qu'une étude de cas sommaire permet de confirmer (II).

I. La PAC 2023-2027 : une consécration des haies en demi-teinte

La PAC révisée a consacré les haies comme infrastructures agroenvironnementales (IAE) en renforçant l'exigence du maintien des éléments favorables à la biodiversité qu'elles constituent.

La nouvelle bonne conduite agroécologique (BCAE) n°8, qui vient en remplacement de la BCAE n°7 (PAC 2015-2022), prévoit désormais, au titre d'une conditionnalité dite renforcée⁸³, une obligation de détention par les agriculteurs d'un minimum de 4 %

⁷⁹ La Politique Agricole Commune 2015-2022, Modalités de gestion des haies dans le cadre de la conditionnalité – BCAE7, Annexe 12.

⁸⁰ La PAC pour la période 2023-2027 repose sur trois règlements européens : (1) le règlement relatif aux plans stratégiques relevant de la PAC (règlement (UE) n° 2021/2115) ; (2) le règlement horizontal relatif au financement, à la gestion et au suivi de la PAC (règlement (UE) n° 2021/2116) ; (3) le règlement modifiant les règlements portant organisation commune des marchés (OCM) dans le secteur des produits agricoles, relatifs aux systèmes de qualité et relatifs aux mesures de soutien aux régions éloignées. (Consulter : <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/cap-introduction/cap-future-2020-common-agricultural-policy-2023-2027/>)

⁸¹ Les plans stratégiques nationaux relevant de la PAC correspondent à une planification financière par éléments de priorités prédéterminés par chaque État en accord avec les objectifs européens.

⁸² Plan stratégique national 2023-2027, France, p. 11 ; (consultable sur le site internet du ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire français : <https://agriculture.gouv.fr/pac-2023-2027-le-plan-strategique-national>)

⁸³ C'est-à-dire de conditions infra-minimales d'accès aux aides des 1^{er} et 2nd Piliers.

d'infrastructures agroécologiques ou, au moins, 7 % d'éléments favorables incluant les cultures dérobées et fixant l'azote, dont un minimum de 3 % d'IAE.

Cette conditionnalité renforcée par l'imposition relative du maintien des haies existantes et l'incitation à la plantation de haies nouvelles s'inscrit dans un objectif de préservation et de gestion durable des haies, et plus largement des éléments du paysage favorable à la biodiversité.

La France, à travers son Plan Stratégique National Français a quant à elle fait de la préservation et de la gestion durable des haies, identifiées comme moyen de favoriser la captation carbone, sa priorité première qualifiée d'indispensable ^{84/85}.

La conditionnalité renforcée doit cependant être relativisée puisque s'il est mentionné que la condition est acquise par le respect des seuils fixés, en réalité la non-détention des seuils déterminés n'empêche pas l'accès aux aides du premier et du second pilier, mais a simplement pour conséquence une réduction des aides convoitées⁸⁶.

Dans un article intitulé *La Politique agricole commune protège-t-elle les haies ? Interprétations plurielles de la conditionnalité des aides relative à la BCAE 7*, Léo Magnin s'interroge sur les effets de la PAC 2015-2022 à l'égard des haies à travers l'application de la conditionnalité issue de l'ancienne BCAE7 qui prévoyait le maintien des haies existantes⁸⁷.

Il a démontré que l'ancienne BCAE7 a donné lieu « à des interprétations plurielles par les agriculteurs, les services de l'État et les conseillers agroforestiers », indiquant que cela serait dû à la complexité de l'arrêté ministériel pris pour son application et met en évidence que le BCAE7 n'a pas été appliquée uniformément par les services de l'État chargés de son application (ancienne DDT) et que les agriculteurs ont perçu cette « bonne

⁸⁴ Plan stratégique national 2023-2027, France, p. 19 ; (consultable sur le site internet du ministère de l'agriculture et de la souveraineté alimentaire français : <https://agriculture.gouv.fr/pac-2023-2027-le-plan-strategique-national>).

⁸⁵ Une étude menée dans les années 1970 a pourtant rapporté la démonstration de ce que les haies constituaient « écosystème en équilibre », rendant des services socio-environnementaux ; l'étude démontrant que les haies sont « importantes pour la faune et la flore, réduisent l'érosion, la vitesse de circulation de l'eau, régulent le climat ». (Jacques BAUDRY, *les bocages entre sciences et actions publiques*, in Sciences Eaux et Terroirs, ed. Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), 2019, numéro30, pp. 10-11).

Une seconde étude (Programme « Participation des structures boisées linéaires (haies, plantations d'alignement, ripisylves) à des formes nouvelles d'aménagement des paysages ruraux ») menée dans le courant des années 1990 a démontré l'importance des haies sur le plan écologique et hydrologique en ce qu'elles constituent une structure en réseau. (Jacques BAUDRY, *les bocages entre sciences et actions publiques*, in Sciences Eaux et Terroirs, ed. Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), 2019, numéro 30, pp. 12-13)

Il faudra attendre la loi n° 2009-967 du 3 août 2009 de mise en œuvre du Grenelle de l'environnement (Loi grenelle 1) qui prévoit la création des Trames Vertes et Bleues, pour que la haie soit alors pleinement réhabilitée dans sa fonction de réseau et considérée comme une continuité écologique (un corridor).

⁸⁶ Le Plan Stratégique National PAC 2023-2027, p.4.

⁸⁷ Léo MAGNIN, *La Politique agricole commune protège-t-elle les haies ? Interprétations plurielles de la conditionnalité des aides relative à la BCAE 7*, in Sciences Eaux & Territoires, ed. Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), 2019, numéro 30, pp. 94-97.

pratique agroenvironnementale », pensée pour préserver l'environnement, comme heurtant frontalement leur droit de propriété⁸⁸.

Aussi, l'ancienne BCAA7 a abouti à l'inverse de son objectif de préservation puisque les agriculteurs ont largement arraché les haies qui existaient sur leur exploitation pour ne pas avoir à respecter l'obligation de maintien.

*« À la fin de l'année 2014, un message circulait dans des canaux de communication plus ou moins informels et disait en substance : plus vous gardez de haies, plus vous aurez de contraintes. Comme le confie l'éleveur cité plus haut : « Ils auraient pas interdit l'arrachage des haies, ça s'en serait pas arraché la moitié. (...) Le fait de dire que ça allait être interdit : [imite un son de coupe] ». Tout se passe ainsi comme si la BCAA7 avait redoublé la définition de la haie comme une contrainte ».*⁸⁹

L'entrée en vigueur récente de la PAC pour la période 2023-2027 ne permet pas de conclure sans réserve à une reproduction du passé, mais il est fort à parier que la BCAA8 produise les mêmes effets que celle qui l'a précédé, d'autant que la PAC révisée a renforcé la conditionnalité en imposant désormais un seuil minimal de détention d'infrastructure agroécologique, type haie.

Par ailleurs, que ce soit la PAC 2023-2027 issue du paquet de règlement prévoyant sa révision ou le Plan Stratégique National français, qui a vocation et ambition l'application au niveau national de la PAC 2023-2027 par la définition de grandes priorités en fonction des besoins nationaux, ils ne prennent pas en considération les différents types de sol et d'essences propres à y être implantées ou maintenues, ainsi que le coût associé.

II. Étude de cas : le cas de Jeanlin agriculteur français à l'heure de la PAC 2023-2027

Cette partie sera dédiée à l'application pratique des mesures de soutien aux revenus des agriculteurs, prévus par le premier Pilier de la PAC 2023-2027, s'intéressant aux infrastructures agroécologiques (IAE) que sont les haies, précisément dans le cadre de l'éco-régime⁹⁰.

Pour ce faire, l'hypothèse de travail sera celle d'un agriculteur français propriétaire d'un parcellaire agricole conforme à la moyenne française, soit un parcellaire cultivable (surface agricole utilisée (SAU) de 63 ha⁹¹, dépourvue de toute haie, lequel souhaiterait bénéficier des aides liées aux infrastructures agroécologiques type haie.

⁸⁸ Ibidem, p. 95-96.

⁸⁹ Ibidem, p.95

⁹⁰ L'éco régime est une aide découplée prévue par le 1er Pilier de la PAC (FEAGA) qui vient en remplacement du paiement vert. (Plan Stratégique Nationale de la PAC 2023-2027, Partie 5. FICHE INTERVENTIONS, section 31.01, pp. 359-374)

⁹¹ Selon un étude INSEE datant de l'année 2016, une exploitation agricole moyenne était composé pour cette année d'une surface cultivable de 63 ha. (Consulter : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3676823?sommaire=3696937>)

Il sera donc étudié le critère de la conditionnalité renforcée sans lequel aucune aide ne peut être envisagée (1), puis la validation d'un éco-régime selon la voie des infrastructures agroécologiques (2), les coûts prévisibles liés à l'implantation et à l'entretien de haies en milieu agricole (3), pour finir par une conclusion générale suivant les éléments issus de l'étude des points 2 et 3 (4).

1. Sur le critère de la conditionnalité renforcée appliquée aux infrastructures agroécologiques type haies

Depuis le 1er janvier 2023, la conditionnalité dite renforcée issue de la PAC 2023-2027 impose, en ce qui concerne les infrastructures agroécologiques, un minimum de 4 % d'IAE. Cette conditionnalité renforcée remplie, cela permettra de prétendre à la validation d'un éco-régime selon la voie des infrastructures agroécologiques type haies. Aussi, pour le cas qui nous occupe, Jeanlin disposant de 63 ha de surface agricole utilisée (SAU), il lui faudra détenir 1,26 km de haies pour valider la conditionnalité renforcée.

Méthode de calcul : 4% de 63ha = 2,52 ha. La règle de l'équivalence des mètres linéaires de haies en ha détermine que 1 km de haies vaut 2 ha⁹². En conséquence, 2,52 ha = 1,26 km de haies. Ce qui signifie que Jeanlin devra posséder un minimum de 1,26 km de haies sur ses 63 hectares de surface agricole utilisée (SAU), pour remplir le critère de la conditionnalité renforcée et prétendre à la validation d'un éco régime de niveau 1 ou 2.

2. Sur la validation d'un éco-régime selon la voie des infrastructures agroécologiques types haies

Sur la validation d'un éco régime de niveau 1

Pour prétendre à une aide au titre d'un éco régime de niveau 1, autrement dit pour valider un éco-régime de niveau 1, il est nécessaire de détenir entre 7 % et 9 % d'IAE rapportées à la surface agricole utilisée, en l'occurrence 63ha.

Reprenant la même méthode de calcul : 7% de 63 ha = 4,41 ha = 2,21 km de haies. Il sera nécessaire pour Jeanlin de détenir 2,21 km de haies sur sa surface agricole utilisée pour valider un éco régime de niveau 1.

Le montant de l'éco régime de niveau 1 est fixé à 60 euros / ha maximum.

Aussi, 2,21 km de haies correspondant à 4,41 hectares selon la règle de l'équivalence, Jeanlin pourrait prétendre à la perception d'un éco régime de niveau 1 d'un montant de **264,6 €/an** au maximum.

⁹² La règle de l'équivalence des mètres linéaires de haies a été révisée dans le cadre de la PAC 2023-2027, de sorte que la PAC révisée prévoit un doublement de l'équivalence et passe de 1km de haies équivalent à 1ha à 1km de haies équivalent à 2ha. (Consulter : <https://cerfrancebfc.cerfrance.fr/actualites/pac-2023-le-paiement-vert-remplace-par-les-eco-regimes>)

Sur la validation d'un éco-régime de niveau 2

Pour prétendre à une aide au titre d'un éco régime de niveau 2, autrement dit pour valider un éco-régime de niveau 2, il est nécessaire de détenir au moins 10 % d'IAE rapportées à la surface agricole utilisée, en l'occurrence 63 ha.

Reprenant la même méthode de calcul : 10 % de 63 ha = 6,3 ha = 3,15 km de haies. Jeanlin devra donc détenir 3,15 km de haies sur sa surface agricole utilisée pour valider un éco régime de niveau 2. Le montant de l'éco régime de niveau 2 est fixé à 82 euros / ha maximum. Aussi, 3,15 km de haies correspondant à 6,3 hectares selon la règle de l'équivalence, Jeanlin pourrait prétendre à la perception d'un éco régime de niveau 2 d'un montant de **516,6 €/an** au maximum.

3. Sur le coût moyen d'implantation et d'entretien d'une haie en milieu agricole

Selon la Chambre d'Agriculture le cout d'implantation et d'entretien d'une haie en milieu agricole est estimé à ⁹³ :

- Implantation : 6 à 15 €/100 mètres linéaires
- Entretien : 10 à 30 €/100 mètres linéaires/an

Appliqué au cas de Jeanlin, le coût d'implantation dans la perspective de valider un éco régime de niveau 2 s'élèverait en moyenne à la somme de 252 euros et le coût d'entretien s'élèverait, quant à lui, à la somme de 472,5 euros par an en moyenne.

Il résulte de ce qui vient d'être évoqué que, le simple coût d'entretien impacterait considérablement le montant perçu au titre de l'éco régime de niveau 2, à savoir après déduction une somme théorique de 44,1 euros.

4. Conclusion de l'étude de cas

En conclusion, l'homme dans sa dimension économique, l'Homo economicus, agissant de manière rationnelle par un calcul coût/bénéfice n'investirait manifestement pas le champ de l'Eco régime par la voie des infrastructures agroécologiques, le bénéfice pouvant être retiré étant trop faible par rapport aux coûts.

Et, cela quand bien même il pourrait être envisagé de valoriser économiquement le bois de haies⁹⁴.

III. Conclusion générale

La PAC 2023-2027 semble être en ce qui concerne les haies la promesse de lendemains qui chantent. En effet, l'objectif de préservation et de gestion durable des éléments topographique propre au monde rural, comme les haies, dans un but pluridimensionnel, notamment de captation carbone à raison de l'urgence à constituer des puits de carbone

⁹³ *IMPLANTER DES HAIES SUR SON EXPLOITATION : UNE STRATÉGIE ÉCONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTALE GAGNANTE*, article consultable sur le site de la chambre d'agriculture. (Consulter : <https://chambres-agriculture.fr/actualites/toutes-les-actualites/detail-de-lactualite/actualites/implanter-des-haies-sur-son-exploitation-une-strategie-economique-et-environnementale-gagnante/>)

⁹⁴ Ibidem

au regard de la réalité prégnante des effets du changement climatique⁹⁵, est la manifestation de la résilience de la PAC et plus largement des institutions européennes dans le domaine agricole.

Cependant, la consécration de la haie comme infrastructure agroécologique, favorable à la biodiversité, et, l'effectivité de cette consécration ne semble de prime abord pas survivre à l'analyse. De surcroît, reste entière la question des contrôles des seuils d'infrastructures agroécologiques par les services de l'État en charge de l'application de la BCAE8. Le bilan de la PAC 2023-2027, notamment de la BCAE8 et de l'éco-régime par la voie des infrastructures agroécologies, sera à dresser à l'horizon 2027.

IV. Bibliographie

Philippe DESCOLA, *Par-delà Nature et Culture*, éd. Gallimard, coll. Folio Essais, 2015, 800 pages.

Jean-Pierre HUSSON, Eric MAROCHINI, *Les remembrements agricoles entre économie et écologie*. In : *Norois*, n°173, Janvier- Mars 1997. Crises et mutations agricoles et rurales. pp. 195-208.

Jacques BAUDRY, *les bocages entre sciences et actions publiques*, in *Sciences Eaux et Terroirs*, ed. Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), 2019, numéro 30, pp. 10-16.

Léo MAGNIN, La Politique agricole commune protège-t-elle les haies ? Interprétations plurielles de la conditionnalité des aides relative à la BCAE 7, in *Sciences Eaux & Territoires*, ed. Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), 2019, numéro 30, pp. 94-98

Dictionnaire LE ROBERT de poche plus, ed. 2018, p.344.

V. Sites Internet

<https://agriculture.gouv.fr/la-politique-agricole-commune-pac-60-ans-dhistoire>

<https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/cap-introduction/cap-future-2020-common-agricultural-policy-2023-2027/>

<https://www.insee.fr/fr/statistiques/3676823?sommaire=3696937>

<https://cerfrancebfc.cerfrance.fr/actualites/pac-2023-le-paiement-vert-remplace-par-les-eco-regimes>

<https://chambres-agriculture.fr/actualites/toutes-les-actualites/detail-de-lactualite/actualites/implanter-des-haies-sur-son-exploitation-une-strategie-economique-et-environnementale-gagnante/>

⁹⁵ Un concept assez récent forgé au début des années 2000 par le philosophe Glenn ALBRECH, rend compte d'un phénomène psychologique de profonde anxiété liée aux changements climatiques et à ses effets : la solastalgie ou eco-anxiété.

Adaptation et résilience de l'Union européenne dans un contexte de raréfaction des ressources en eau

Hugo BIGNOLAIS, Sciences de l'environnement.

Essentielle à l'équilibre de notre planète et au développement de l'humanité, la ressource en eau a depuis toujours été considérée comme surabondante et infinie (Gemenne, 2022). Néanmoins, le réchauffement climatique et les activités anthropiques ont un impact négatif sur celle-ci, limitant sa présence dans les milieux naturels et réduisant sa disponibilité pour les activités humaines (De Marsily et al., 2018). L'Union européenne (UE) doit désormais faire face à la raréfaction de cette ressource et mettre en place une politique de résilience et d'adaptation dans le but de maintenir le droit à l'eau pour tout citoyen européen et garantir un partage équitable entre les différents usages.

Le réchauffement climatique est en effet une cause majeure de la disparition de l'eau de notre continent. En avril 2022, le Stockholm Resilience Centre a établi qu'une 6^e limite planétaire avait été franchie, celle de l'eau douce. Cela engendre des difficultés pour assurer la résilience de la biosphère, sécuriser les puits de carbone terrestres et pour réguler la circulation atmosphérique (Wang-Erlandsson et al., 2022). La mission GRACE (*Gravity Recovery And Climate Experiment*), conjointement menée par la NASA et l'agence spatiale allemande (*Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt*), a permis de déterminer les variations en eau douce des réserves du continent européen. Les satellites jumeaux de la mission GRACE ont mesuré les changements gravitationnels de la Terre pour évaluer le volume des grandes réserves de la planète, telles que l'eau stockée sous terre dans les aquifères, l'eau qui coule à la surface dans les lacs et les rivières, ou encore l'eau sous forme solide dans les inlandsis et les glaciers. Le constat est sans appel, entre 2002 et 2022, le volume d'eau dans les aquifères s'appauvrit régulièrement. Les chercheurs estiment que l'Europe perd en moyenne 84 gigatonnes d'eau par an depuis le début du XXI^e siècle (Barnett, 2022).

Ce constat est corroboré par les rapports du GIEC (2022), qui ont montré une fracture dans la répartition des masses d'eau. Les régions des hautes latitudes et des basses latitudes, sont de plus en plus humides tandis que les latitudes moyennes et les régions semi-arides, dans lesquelles sont compris de nombreux pays européens, sont de plus en plus sèches (Scheff et Frierson, 2012). Le volume des précipitations tend donc à diminuer. Ce phénomène pourrait être expliqué par la baisse des vents en Europe et l'augmentation des anticyclones. En effet, les vents sont cruciaux dans le cycle de l'eau car ils permettent le transport de l'eau dans les continents et les territoires (Haziza, 2022). En 2014, les projections du GIEC à + 1,5 °C estimaient qu'environ 110 millions d'hectares cultivables dans les latitudes méditerranéennes devraient être perdus d'ici 2100 à cause de la désertification et que 160 millions d'hectares devraient être gagnés dans les

latitudes nordiques (Canada, Alaska, Sibérie) par suite du réchauffement climatique. Malheureusement, les mesures prises par les États entraineraient plutôt la Terre à un réchauffement de +2 °C à +4 °C, décuplant inéluctablement les chiffres précédemment cités et les tensions géopolitiques qui y sont liées (GIEC, 2022). Ce phénomène est accentué par la répartition de ces précipitations sur l'année. Le réchauffement climatique provoque une augmentation des phénomènes extrêmes et un clivage est observé entre les épisodes de sécheresse l'été et d'inondation l'hiver (Meehl et al., 2000). La concentration des épisodes de pluie provoque le phénomène de lessivage. L'eau arrivant sur terre s'intègre dans le cycle de l'eau superficielle et ruisselle jusqu'à rejoindre les cours d'eau sans permettre le rechargement efficace des nappes (Haziza, 2022).

Le changement climatique n'est toutefois pas la seule raison de l'appauvrissement en eau du vieux continent. Les activités anthropiques sont hautement responsables de l'incapacité des sols à capter les eaux pluviales et contribuent fortement au dérèglement du cycle de l'eau verte (Ogé, 2013). Cette « eau verte » correspond à l'eau des sols, des sous-sols et de la végétation et représente 66 % de l'eau précipitant sur les continents et qui permet une répartition plus homogène des précipitations continentales dans le temps et dans l'espace (Euzen et al., 2017). Le remplacement d'espaces de nature et de végétaux par des sites urbains, le drainage des zones humides, la construction de barrage, l'artificialisation des sols, etc. sont des facteurs ayant déstabilisé ce cycle et favorisé les événements extrêmes localisés (Ogé, 2013). Par effet cascade, ces événements vont provoquer un pompage plus intensif et plus en profondeur dans les nappes phréatiques par les agriculteurs, les industriels et les villes afin de compenser le manque de précipitations et les records de chaleur, quitte à dépasser grandement le taux de réalimentation naturel des aquifères et perturber encore davantage le cycle de l'eau verte (Lall et al., 2020).

C'est dans ce contexte crispé que seront étudiées les politiques mises en place par l'Union européenne pour s'adapter à la raréfaction de l'eau et permettre un arbitrage équitable entre les différents acteurs du territoire dans le but de limiter les conflits d'intérêts actuels et à venir. Dans un premier temps, la question de l'arbitrage des usages en période de sécheresse sera évoquée. Il sera ensuite étudié comment l'Union européenne intervient pour favoriser le captage de l'eau par des procédés de renaturation de nos paysages. Enfin, nous étudierons les freins et leviers à l'intégration des politiques européennes de gestion de l'eau à l'échelle nationale et locale en étudiant le cas de la France.

I. Garantir l'accès à l'eau pour tous

De nombreuses études caractérisent l'eau comme un bien commun de par la diversité des services essentiels et vitaux qu'elle rend aux écosystèmes et aux humains. Il est donc

primordial de rendre cette ressource accessible à tous, de la partager et de ne pas la soumettre à la loi du marché⁹⁶ (Euzen, 2022).

Effectivement, il est essentiel pour l'Union européenne d'assurer la disponibilité de l'eau pour l'ensemble de la population et d'assurer sa sécurité alimentaire et énergétique. Néanmoins, la notion de « guerre de l'eau » apparaît aujourd'hui dans le débat public suite aux différents usages et accaparement de cette ressource autant dans le domaine de l'agriculture, par la construction de « méga-bassines », que dans le secteur énergétique avec le pompage de l'eau de rivière pour le refroidissement des centrales nucléaires ou le stockage de cette ressource par des barrages hydrauliques.

Pour limiter les inégalités d'accès à l'eau, l'Union européenne a mis en œuvre en 2000 la Directive Cadre sur l'Eau⁹⁷ (DCE) afin de garantir une utilisation durable de l'eau par les particuliers et les entreprises. Cette directive confère aux autorités nationales diverses responsabilités dont la mise en place de plan de gestion des bassins hydrographiques pour limiter leurs dégradations, la surveillance et la qualification de l'état de ces bassins ainsi que l'analyse de l'impact des activités humaines et économiques sur la ressource en eau. En parallèle de cela, l'UE a mis en place une feuille de route « Pour une Europe efficace dans l'utilisation des ressources⁹⁸ » (2011) et un Plan d'action pour la sauvegarde des ressources en eau de l'Europe : « Blueprint » (2012). Ces documents permettent, comme la DCE, d'assurer la durabilité de toutes les activités qui ont une incidence sur l'eau et de garantir ainsi la disponibilité d'une eau de bonne qualité pour une utilisation durable et équitable de cette ressource. Ces outils réglementaires permettent de concilier les usages néanmoins, ces mesures ayant été adoptées durant la décennie précédente, il est légitime de se demander si elles sont suffisantes pour répondre aux enjeux actuels. Une évaluation de la DCE en 2019 a montré qu'il n'était pas nécessaire de la modifier malgré la non atteinte des objectifs de bon état écologique des masses d'eaux. De fait, le commissaire européen chargé de l'environnement, Virginijus Sinkevičius, indique que cet échec est largement dû à un financement insuffisant, à une mise en œuvre lente et à une intégration insuffisante des objectifs environnementaux dans les politiques sectorielles, plutôt qu'à des lacunes dans la législation. L'été 2022 semble avoir été un électrochoc pour bon nombre de décideurs qui souhaitent désormais transformer les politiques de leurs territoires dans leur globalité en y intégrant les enjeux d'adaptation et de résilience face au changement climatique. Il faut désormais accélérer ce processus en sensibilisant davantage la population et les élus avec, entre autres, des

⁹⁶ C'est le cas au Chili où depuis la dictature d'Augusto Pinochet l'eau est une ressource privatisée qui s'achète comme des titres de propriété. Les grands agriculteurs et industriels bénéficient de cette ressource au détriment des particuliers qui vivent sous rationnement. L'initiative citoyenne : Right2water a pour objectif de faire évoluer la législation de l'UE en exigeant des gouvernements qu'ils fournissent à tous les citoyens un accès suffisant à l'eau potable et à des services d'assainissement.

⁹⁷ Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau - *Journal officiel* n° L 327 du 22/12/2000 p. 0001 – 0073

⁹⁸ Feuille de route pour une Europe efficace dans l'utilisation des ressources [COM(2011) 571 final du 20.9.2011].

outils comme l'Observatoire européen de la sécheresse qui permet de rendre compte de l'état des nappes phréatique en temps réel et donc d'adapter au mieux les comportements.

II. Favoriser l'infiltration de l'eau dans les sols

Dans un même temps, il est essentiel que l'Union européenne mène des politiques d'aménagement du territoire, de désimperméabilisation des sols et de développement des espaces de nature mais également de restauration des écosystèmes et de renaturation afin de restaurer les services écosystémiques permettant de ralentir l'eau, de la répartir plus équitablement sur le territoire, de favoriser son infiltration et son stockage en milieu naturel.

Pour ce faire, l'UE a dans un premier temps mobilisé 1 700 milliard d'euros grâce au plan de relance NextGenerationEU et le Cadre Financier Pluriannuel dont 600 milliards d'euros seront attribués au Pacte Vert pour l'Europe. Ce « Green Deal », signé en 2020, permet de financer des projets à l'échelle européenne, nationale et locale qui s'intègre dans différents programmes et plans d'actions tels que Fit for 55⁹⁹, LIFE, la stratégie de l'UE en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030¹⁰⁰, la loi sur la restauration de la nature ou encore une Politique Agricole Commune plus verte¹⁰¹. Chacun répond à des objectifs d'amélioration du bon état écologique de la nature tels que l'augmentation des puits de carbone, la restauration de la biodiversité et des milieux à enjeux, le développement d'infrastructures vertes, la restauration des continuités écologiques et le financement d'une agriculture respectueuse de l'environnement. Toutes ces initiatives permettent la restauration du cycle de l'eau verte et donc accroît la disponibilité en eaux pour les différents usages.

L'Union européenne impose également aux États de respecter certains axes de développement en instaurant des réglementations et des délais de mises en œuvre d'actions. C'est le cas pour la Directive Cadre sur l'Eau qui oblige les États membres à établir des plans de gestion des bassins hydrographiques pour atteindre les objectifs de bon états écologiques des masses d'eaux, et pour la loi sur la restauration de la nature (en cours d'examen) qui contraint les pays membres de l'UE à soumettre des plans nationaux de restauration de l'environnement et de rendre compte de leurs progrès à la Commission Européenne. Ces deux instruments juridiques permettent de sanctionner les États si les objectifs ne sont pas atteints ou si les actions mises en place ne sont pas assez ambitieuses. Cette synergie entre accompagnement et réglementation permet de décupler les efforts des États pour intégrer les politiques environnementales à l'échelle

⁹⁹ Commission européenne, 'Fit for 55': réalisation de l'objectif climatique 2030 de l'UE sur la voie de la neutralité climatique. Bruxelles, 14.07.2021. COM (2021) 550 final

¹⁰⁰ Commission européenne, Stratégie de l'UE en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030. Bruxelles, 20.5.2020. COM/2020/380 final

¹⁰¹ Politique Agricole Commune 2023-2027. <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/cap-introduction/cap-future-2020common-agricultural-policy-2023-2027/>

nationale et permet une adaptation et une résilience accrue au changement climatique et à la raréfaction de l'eau.

III. Les freins et leviers à l'application des politiques européennes en France

Néanmoins, le dernier rapport du GIEC (2023), démontre que les efforts des États ne sont pas suffisants pour enrayer le changement climatique et pour adapter notre société à la raréfaction de l'eau. Il serait donc nécessaire d'accroître le pouvoir juridique de l'Union européenne afin qu'elle puisse mettre les États face à leurs responsabilités, tout en fixant un cadre clair, des objectifs et des échéances.

La France est un pays avec un modèle de gestion de l'eau qui a longtemps été plébiscité dans le monde entier. Pourtant, ce modèle est inadapté aux enjeux de la gestion quantitative de l'eau d'après le dernier rapport annuel de la Cour des comptes¹⁰². En effet, le mille-feuille administratif associé à la gestion de la ressource (État, Région, Département, Établissement Public de Coopération Intercommunale, Commission Locale de l'Eau ou encore les syndicats) dilue les moyens et les responsabilités de chaque instance, entraînant des difficultés pour faire respecter la loi. Ce problème d'application et de police juridique ainsi que l'utilisation privilégiée d'outils peu efficaces et dépourvus de sanctions, tels que les démarches volontaires, expliquent en partie les conflits d'intérêts liés à la raréfaction de la ressource en eau. Notamment par les agriculteurs, qui, bien que soumis au droit communautaire, jouissent d'un accès prioritaire à l'eau et en consomment une grande partie au dépend des secteurs de l'économie, de l'énergie et des villes (Tiberghien, 2012).

Ce système n'est plus tenable et les arrêtés relatifs aux restrictions d'usage de l'eau et de la sécheresse instaurés chaque année le montrent. Il est donc essentiel d'agir sur la gouvernance de l'eau et sur les sanctions lors de non-respect de la loi. Cela pourrait se traduire par une meilleure organisation territoriale des politiques de gestion de l'eau au niveau des sous bassins, par l'augmentation des moyens des structures de gestion de l'eau (Commission locale de l'eau) afin de développer des outils juridiques contraignants tels que les Schémas d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (qui ne couvre actuellement que 54 % du pays) et par une taxation plus élevée en cas de manquement à la réglementation.

Ces lacunes dans l'application des lois Européenne en France s'appliquent également pour la renaturation et l'imperméabilisation des sols. En effet, la commission Européenne a imposé aux États membres d'établir un Plan National de la Biodiversité¹⁰³. Parmi les actions proposées par les décideurs français pour freiner l'érosion de la

¹⁰² Cour des comptes. RAPPORT PUBLIC ANNUEL 202. La décentralisation 40 ans après. Mars 2023 https://www.ccomptes.fr/system/files/2023-03/20230310-RPA-2023_0.pdf

¹⁰³ Stratégie nationale biodiversité 2030. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/strategie%20Biodiversit%C3%A9%202030_1er%20volet.pdf

biodiversité, se trouve l'objectif « Zéro artificialisation nette » (ZAN) qui consiste à lutter contre l'artificialisation des sols. Afin d'assurer sa bonne réalisation, le ZAN doit être validé par le Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable du Territoire, puis le Schéma de Cohérence Territoriale et enfin les Plans Locaux d'Urbanisme et Plans Locaux d'Urbanisme intercommunaux. Pour ce faire, de nombreuses réunions de concertation doivent avoir lieu entre les acteurs des territoires qui trouvent cet objectif flou et injuste. Flou car la notion de « nette » est peu définie¹⁰⁴ et injuste car les villes sont avantagées par rapport au milieu rural qui ne peut pas se reconstruire sur lui-même¹⁰⁵. Ces concertations sans fin ralentissent la mise en place de mesures essentielles au bon état écologique du milieu et à la restauration du cycle de l'eau vert (La Gazette des communes, 2019).

IV. Conclusion

Ces défauts de concertation – qui affaiblissent l'adaptation et la résilience de l'Union européenne - démontrent un problème organisationnel dans la gouvernance des politiques françaises qui pourrait également être répertorié dans les autres États membres de l'UE. Malgré un engagement fort de l'Union européenne dans la transition écologique, les États manquent de moyens et d'outils pour appliquer l'ensemble des directives communautaires et il est crucial de les accompagner, à l'échelle nationale et locale, dans ces missions pour adapter nos usages de la ressource en eau, assurer une répartition équitable de celle-ci et pour améliorer la résilience de notre écosystème et de notre société face au changement climatique.

V. Bibliographie

Barnett, C. (2022). Crise de l'eau en Europe : la situation est plus grave que ce que l'on pensait. *National Geographic*.

De Marsily, G., del Rio, R. A., Cazenave, A., & Ribstein, P. (2018). Allons-nous bientôt manquer d'eau ? *La Météorologie*, 2018(101), 39-49.

Emma Haziza, (propos recueillis par Mathieu Vidard) (2023/02/20). « La Terre au carré ». *France Inter*.

Euzen, A., Eymard, L., & Gaill, F. (Eds.). (2017). Le développement durable à découvert. *CNRS Éditions via OpenEdition*.

François Gemenne, (propos recueillis par Lionel Gougelot) (2022/08/08). « L'invité actu ». *Europe 1*.

IPCC. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

IPCC. (2022). Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: *Climate Change 2022:*

¹⁰⁴ La sociologue Fanny Guillet alerte sur le mot « nette » qui renvoie à une compensation et n'empêche pas la consommation d'espaces.

¹⁰⁵ L'Association des Maires de France (AMF) – reprochant que les textes ont été rédigés de « façon technocratique et [risquent] de s'appliquer au détriment de la ruralité » – a déposé un recours devant le Conseil d'État courant juin contre les deux décrets d'application. D'autre part, un rapport sévère dressé par la commission des finances du Sénat en date du 29 juin estime que le « modèle économique du ZAN reste à définir ».

Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–33, doi:10.1017/9781009325844.001.

IPCC. (2023). Synthesis report of the IPCC sixth assessment report. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Core Writing Team, Hoesung Lee and Katherine Calvin (eds.)]. IPCC, Interlaken, Suisse, 85 pp.

La Gazette des communes (2019). Dossiers du Club Techni.Cités: L'objectif « Zéro artificialisation », pas si net que cela...

Lall, U., Josset, L., & Russo, T. (2020). A snapshot of the world's groundwater challenges. *Annual Review of Environment and Resources*, 45, 171-194.

Meehl, G. A., Zwiers, F., Evans, J., Knutson, T., Mearns, L., & Whetton, P. (2000). Trends in extreme weather and climate events: issues related to modeling extremes in projections of future climate change. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81(3), 427-436.

Ogé, F. (2013). Eau et risques environnementaux. Tout savoir sur l'eau du robinet, *CNRS Editions*, p. 216-221.

Tiberghien, F. (2012). Eau et agriculture: problématiques actuelles. *Pour*, (1), 37-43.

Scheff, J., & Frierson, D. M. (2012). Robust future precipitation declines in CMIP5 largely reflect the poleward expansion of model subtropical dry zones. *Geophysical Research Letters*, 39(18).

Wang-Erlandsson, L., Tobian, A., van der Ent, R. J., Fetzer, I., te Wierik, S., Porkka, M., Bai, X., & Rockström, Y. (2022). A planetary boundary for green water. *Nature Reviews Earth & Environment*, 3(6), 380-392.

Pollution Lumineuse et Résilience Climatique : éclairage sur les stratégies de l'Union européenne

Léa BOUCHET, Master Gestion de l'Environnement et Écologie Littorale.

Depuis plusieurs années, le changement climatique et ses perspectives d'aggravation exigent une réévaluation profonde des stratégies d'adaptation envisagées par les différentes instances gouvernementales (Quenault, 2013 ; Bériot, 2013). Dans un contexte d'incertitudes pesant sur le climat futur et de fragilités systémiques, de nouvelles réflexions conduisent au développement de la résilience, c'est-à-dire à des actions ne se limitant pas à des mesures déterministes, mais visant plutôt le développement d'une « aptitude à s'adapter » à divers futurs possibles (Bériot, 2013). L'Union européenne (UE), coalition singulière regroupant 27 nations européennes, est confrontée à de nouveaux défis en matière de résilience climatique, notamment face à une série de pressions et d'impacts anthropiques. Parmi ces facteurs de pression figure la pollution lumineuse, peu étudiés jusqu'à présent (Kyba *et al.*, 2023). Pourtant, plus de 99 % de la population de l'UE réside dans des zones où le ciel nocturne dépasse le seuil de pollution lumineuse, lui conférant ainsi le statut de "pollué", avec une luminosité artificielle excédant de 10 % la lumière naturelle nocturne (Emerson, 2021). Cette réalité souligne l'ampleur de l'impact de la pollution lumineuse sur le territoire européen.

Cette pollution qualifie donc la présence de lumière artificielle dans le ciel pendant la nuit (Zufferey & Febbraro, 2005). Ce phénomène insidieux résultant de l'excès de lumière artificielle émise par les infrastructures urbaines, industrielles et résidentielles, est devenue une préoccupation importante dans le contexte de la protection de l'environnement (Challéat, 2009). Ce phénomène engendre une série d'effets néfastes tant sur les écosystèmes que sur la santé humaine et provoque de nombreuses perturbations s'ajoutant aux multiples pressions anthropiques déjà présentes sur les territoires de l'UE (Commission européenne, 2023).

Dans ce contexte, l'Union européenne joue un rôle crucial en matière de gestion et de régulation de cette pollution dans le cadre de sa stratégie globale de lutte contre le changement climatique et de résilience climatique. À travers l'application d'actions et de mesures visant à réduire l'impact de la pollution lumineuse, l'UE peut constituer un levier d'action prometteur.

Alors, quelles initiatives concrètes l'UE entreprend-elle dans sa quête de résilience climatique ? Quelles sont leurs limites et quelles solutions devraient être envisagées à l'avenir pour la lutte contre la pollution lumineuse ?

Dans un premier temps, nous examinerons les enjeux et la responsabilité de l'Union européenne face au concept de résilience climatique. Ensuite, nous aborderons les différentes sources et leviers d'action engagés par l'UE dans la lutte contre la pollution

lumineuse. Enfin, nous envisagerons les limites actuelles de ces mesures ainsi que des perspectives d'amélioration.

I. Union européenne et Résilience Climatique : quels enjeux et quelles responsabilités ?

La résilience climatique est un concept fondamental dans la lutte contre le changement climatique, définissant la capacité des sociétés, des écosystèmes et des économies à absorber les chocs et les perturbations liés au climat, tout en continuant à fonctionner et à se développer de manière durable (Bériot, 2013). Cette notion englobe donc une gamme d'adaptations et de mesures visant à renforcer la capacité des communautés à faire face aux impacts du changement climatique. Cela tout en minimisant les risques et les dommages potentiels, et en y tirant des enseignements (ONU, 2004).

Dans un contexte d'urgence climatique, la résilience incarne une solution essentielle et stratégique pour répondre aux défis posés à l'Union européenne. En renforçant la résilience des infrastructures, des systèmes, des habitats urbains et des écosystèmes naturels, il est possible de mieux s'adapter aux événements climatiques extrêmes, réduisant ainsi les pertes humaines, économiques et environnementales associées à ces événements (Bériot, 2013).

L'Union européenne s'est fortement engagée à intégrer la résilience climatique dans ses politiques et ses stratégies en matière de lutte contre le changement climatique. À travers des initiatives telles que le « Pacte Vert pour l'Europe » ou « Green Deal européen », l'UE vise à promouvoir une transition vers une économie neutre en carbone et résiliente au climat (Fetting, 2020). Cela comprend des mesures visant à renforcer la résilience des secteurs clés tels que l'agriculture, les infrastructures, la santé publique et les écosystèmes, ainsi que des investissements dans la recherche et l'innovation pour développer des solutions technologiques et des pratiques durables (Szpilko & Ejdays, 2022).

De plus, l'UE met l'accent sur la coopération internationale en matière de résilience climatique, reconnaissant que les impacts du changement climatique ne connaissent pas de frontières (Conseil européen – Conseil de l'Union européenne, 2024¹⁰⁶). À travers des partenariats avec d'autres régions du monde et des contributions au financement climatique mondial, l'UE cherche à renforcer la capacité des pays en développement à s'adapter aux changements climatiques et à promouvoir des sociétés plus résilientes et durables à l'échelle mondiale. En 2022, près de 28.5 milliards d'euros ont été consacrés au financement de l'action climatique (Conseil de l'union européenne, communiqué de presse du 23 novembre 2023). Ainsi, ces ressources financières soutiennent des mesures

¹⁰⁶ <https://www.coeconsilium.europa.eu/fr/policies/climate-change/climate-external-policy/>

d'atténuation et d'adaptation dans les pays partenaires de l'UE dans le monde afin de renforcer leur résilience face aux effets du changement climatique.

La résilience climatique représente donc une approche essentielle et prometteuse pour faire face aux défis du changement climatique. En intégrant cette notion dans les politiques et les actions de l'Union européenne, les capacités collectives à faire face aux impacts du changement climatique et à bâtir un avenir plus sûr, plus durable et plus résilient pour les générations futures seront renforcées.

II. Pollution lumineuse et Union européenne : quelles connaissances et quelles actions ?

1. État des connaissances

Du point de vue de l'écologie, la pollution lumineuse est un rayonnement lumineux infrarouge, UV et visible, émis à ou vers l'extérieur, qui, par sa direction, intensité ou qualité, peut avoir un effet nuisible ou incommodant sur l'homme, sur le paysage ou les écosystèmes (Kobler, 2002). À l'inverse d'autres formes de pollution telles que la pollution de l'air ou de l'eau, les sources de lumière sont aisément identifiables, et souvent visibles sur de longues distances (Challéat, 2009). Ces sources proviennent d'une multitude de zones artificielles, réparties à travers divers environnements (Sordello, 2017). Parmi celles-ci figurent principalement l'éclairage public, essentiel pour assurer la visibilité des routes, les chemins, les places, les parkings, ainsi que sur les terrains de sport. De plus, l'éclairage des monuments historiques comme les châteaux, les ruines, les ponts et les églises, ainsi que celui des œuvres d'art telles que les fontaines et les statues, contribuent également à cette forme de pollution (Challéat, 2009). L'éclairage publicitaire, qu'il s'agisse des vitrines, des enseignes lumineuses ou des projecteurs publicitaires, constitue également une source significative de pollution lumineuse. L'éclairage des véhicules est également une source majeure de lumière artificielle. Cette dernière est cependant rendue obligatoire selon le décret n°2001-251 du 22 mars 2001 relatif à la partie réglementaire du code de la route.

Au-delà de ces aspects urbains, l'éclairage privé, qu'il soit extérieur (dans les entrées, les allées, les jardins, les balcons et les terrasses) ou intérieur (dans les pièces éclairées en l'absence de rideaux, de stores ou de volets), contribue également de manière importante à cette pollution (Challéat, 2009). L'éclairage des bateaux et des ports, ainsi que la signalisation lumineuse pour les avions sur les édifices comme les tours, les antennes et les pylônes, sont autant de sources supplémentaires de lumière artificielle (Challéat, 2009).

Le constat est alarmant : la présence de ces différentes sources lumineuses est en constante augmentation, et ce, suivant une courbe de croissance exponentielle. En effet, la pollution lumineuse augmenterait de 10 % par an en Europe et aux États-Unis selon une étude très récente (Kyba *et al.*, 2023).

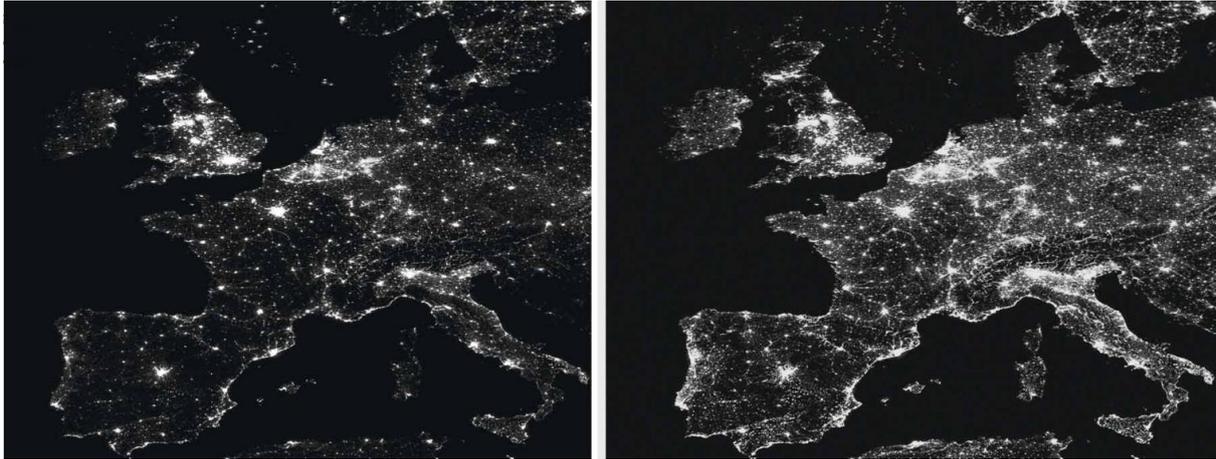


Figure 1. Évolution de l'éclairage artificiel dans l'ouest de l'Europe. À gauche : 1992 ; à droite : 2013. Source : Image and data processing by NOAA's National Geophysical Data Center. DMSP data collected by US Air Force Weather Agency. Acquisition & Production par La TeleScop.

À l'échelle de l'UE, en considérant une vision moyenne, près de la moitié de la population est désormais privée de la possibilité d'observer la Voie lactée traversant le ciel nocturne (Emerson, 2021). Un constat qui confirme les alertes de l'association française pour la protection du ciel et de l'environnement nocturne (ANPCEN).

2. La réglementation européenne :

La population mondiale croissante, associée à l'urbanisation croissante, a conduit à une utilisation accrue de l'éclairage artificiel à l'intérieur des bâtiments, mais aussi à l'extérieur, la nuit (Science for Environment Policy, 2023). L'éclairage qui cause la pollution lumineuse est souvent désigné par l'acronyme générique « ALAN », se référant à la lumière artificielle la nuit (Science for Environment Policy, 2023). La législation européenne occupe une place importante dans la lutte contre la pollution lumineuse, reconnaissant son impact néfaste sur l'environnement et sur la santé humaine. Plusieurs directives européennes abordent directement ou indirectement cette problématique, contribuant ainsi à réguler et à limiter les émissions de lumière artificielle excessive :

- **La Directive-cadre sur l'eau (Directive 2000/60/CE)** constitue l'un des piliers du cadre réglementaire européen en matière de protection de l'environnement. Cette directive vise à assurer le bon état des eaux européennes en prévenant et en réduisant la pollution, y compris la pollution lumineuse. Elle souligne notamment l'importance de préserver les écosystèmes aquatiques sensibles, où la lumière artificielle peut perturber les cycles naturels et la reproduction des espèces aquatiques.
- **La Directive sur les émissions industrielles (Directive 2010/75/UE)** impose des normes environnementales strictes aux installations industrielles en Europe. Cette directive exige que les entreprises adoptent des mesures pour limiter leurs émissions de polluants, y compris la lumière. Ainsi, les industries sont tenues de

mettre en place des systèmes d'éclairage efficaces et de réduire les fuites de lumière hors du site, contribuant ainsi à la réduction de la pollution lumineuse.

- **La Directive relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement (Directive 2002/49/CE)** traite indirectement de la pollution lumineuse en abordant les nuisances sonores dans les zones urbaines et sensibles. Cette directive encourage l'adoption de mesures d'atténuation du bruit, qui peuvent inclure la réduction de l'éclairage nocturne excessif pour minimiser les perturbations pour les populations résidentielles.

De plus, le règlement (UE) 2019/2020 de la Commission du 1^{er} octobre 2019 concernant les exigences en matière d'éco-conception pour les sources lumineuses, dont les dispositions sont désormais en application, fixe des critères minimaux pour les sources lumineuses. Cela entraîne progressivement le retrait du marché européen des lampes à forte consommation énergétique telles que les lampes halogènes et les lampes fluorescentes fermées. Ce règlement encourage également la transition vers les LED, qui attirent moins les insectes¹⁰⁷ : *« La part de marché des LED dans l'éclairage public au niveau mondial croît de 53,3 % en 2014 à 93,8 % en 2023, la baisse des prix des lampadaires LED publics entraînant une transition mondiale des techniques d'éclairage anciennes vers les LED plus modernes, plus efficaces et mieux contrôlables »* (d'après le *Rapport technique de la Commission européenne*).

Dans l'ensemble, le droit européen offre un cadre réglementaire pour aborder la problématique de la pollution lumineuse, intégrant cette question dans diverses directives et initiatives visant à protéger l'environnement, la santé publique et la biodiversité, et ce, toujours dans une optique de résilience climatique.

3. Les actions de l'Union européenne :

L'UE est un soutien aux États membres dans la transition de leurs marchés de l'éclairage vers des technologies visant à réduire toutes les formes de pollution lumineuse. Plusieurs pays, notamment l'Italie, la Slovénie, l'Espagne, la France et la Croatie, ont mis en place des lois régionales et nationales contre la pollution lumineuse. D'autres pays de l'UE ont établi des zones où le ciel étoilé est protégé et ont exploité cela comme un avantage pour développer de nouveaux services éco-touristiques.

L'Union européenne souligne l'importance de concilier les besoins humains en matière d'éclairage avec la protection de l'environnement, en privilégiant une approche basée sur une utilisation minimale et responsable de la lumière artificielle nocturne. Fin 2015, l'Union européenne a notamment lancé le projet "STARS4ALL" (*Starlight Initiatives for the Preservation of Dark Skies and the Promotion of Astronomy for All*), initiative de recherche et de sensibilisation européenne sur la pollution lumineuse¹⁰⁸.

¹⁰⁷ https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-9-2020-000296-ASW_FR.html

¹⁰⁸ <https://stars4all.eu/>

En janvier 2019, l'UE a révisé les « Critères applicables aux marchés publics écologiques pour l'éclairage de rue et feux de signalisation ». L'objectif de l'UE à travers ce programme MPE (Marchés Publics Ecologiques) est de porter l'attention sur la réduction de la pollution lumineuse, enseigner les bonnes pratiques dans la consommation d'énergie, et d'améliorer la durabilité globale des luminaires (Emerson, 2021).

En outre, l'Union européenne soutient la recherche et le développement de technologies d'éclairage plus efficaces et respectueuses de l'environnement. À travers des programmes-cadres de recherche tels que « *Horizon Europe (2021 – 2027)* », des fonds sont alloués pour encourager l'innovation dans le domaine de l'éclairage, visant à promouvoir des solutions durables tout en réduisant la pollution lumineuse et la consommation énergétique associée.

La Commission européenne a récemment publié, en novembre 2023, un dossier intitulé "*Pollution lumineuse : mesures d'atténuation pour la protection de l'environnement*", réalisé par l'Université de Bristol (Royaume-Uni). Ce dossier, appelé « FUTURE BRIEF », est un document stratégique visant à fournir une vision prospective des défis et des opportunités auxquels l'UE pourrait être confrontée à moyen et long terme (Science for Environment Policy, 2021). Ce document est un guide permettant d'orienter les politiques et les actions futures de l'UE en fonction des tendances émergentes, des évolutions sociétales, économiques, environnementales et technologiques. En crer dans l'optique de la résilience climatique, les objectifs des "FUTURE BRIEF" sont donc multiples et visent à anticiper les changements majeurs qui pourraient affecter l'Union européenne dans les années à venir.

Les propositions émises à travers ces documents servent à éclairer les décideurs politiques sur les choix stratégiques à envisager pour assurer la résilience et la prospérité de l'Union européenne à long terme. Il fournit une analyse approfondie des différents scénarios possibles, des risques et des opportunités associés, afin d'éclairer les processus de prise de décision au niveau européen. Enfin, ils ont également pour fonction de sensibiliser les citoyens européens aux enjeux futurs et de favoriser un dialogue ouvert et participatif sur les orientations à donner à l'UE (*European Commission, Science for Environment Policy*).

Le dernier « FUTURE BRIEF » concernant la thématique de la pollution lumineuse propose une analyse bibliographique actualisée et approfondie des connaissances dans ce domaine, mettant en évidence la complexité du problème et les importantes lacunes dans la compréhension de l'impact de l'éclairage artificiel nocturne sur les espèces et les écosystèmes. Il rappelle également les bonnes pratiques largement acceptées pour réduire la pression globale de la pollution lumineuse sur la vie sauvage (Science for Environment Policy, 2023).

Bien que les connaissances actuelles soient limitées, et face aux incertitudes quant à la quantification de ces impacts en fonction des espèces et de facteurs tels que l'intensité,

le spectre ou l'orientation de la lumière, ils préconisent l'application d'un principe de précaution. Celui-ci, défini lors du sommet de Rio de 1992, repose sur quatre piliers : prendre des mesures préventives en cas d'incertitude, transférer la charge de la preuve aux promoteurs d'une activité, explorer un large éventail d'alternatives et accroître la participation du public à la prise de décision (Bourguignon, 2015). Par exemple, les directives nationales australiennes adoptent une approche basée sur ce principe en matière d'éclairage, en préconisant que tout projet d'éclairage commence par la préservation de l'obscurité naturelle. Elles stipulent que l'éclairage artificiel ne doit être introduit que pour des raisons spécifiques, dans des endroits déterminés, et pour une durée limitée à celle nécessaire à des fins d'utilisation humaine (Science for Environment Policy, 2023).

Ce rapport met également en avant les principes largement acceptés par la communauté scientifique pour réduire les effets de la pollution lumineuse sur la faune et la flore, tels que :

- L'utilisation de lumières chaudes ayant un spectre lumineux réduit en "bleu".
- La direction de la lumière vers le bas et de manière ciblée.
- L'ajustement de l'intensité de l'éclairage en fonction des besoins et des périodes d'utilisation.

Dans l'annexe 1, une infographie résume l'ensemble des principales mesures techniques permettant de réduire la pollution lumineuse en ville et en campagne.

III. Limites et perspectives d'amélioration pour l'Union européenne :

Ce rapport soulève des problématiques cruciales qui remettent en question l'efficacité des approches traditionnelles de gestion de la pollution lumineuse, telles que la notion de "Trames noires". La Trame noire est définie comme un ensemble connecté de réservoirs de biodiversité et de corridors écologiques pour différents milieux (soustames), dont l'identification tient compte d'un niveau d'obscurité suffisant pour la biodiversité nocturne (Sordello *et al.*, 2021).

Ces dernières semblent cependant héritées de quelques défauts méthodologiques de la Trame Verte et Bleue (politique publique destinée à lutter contre la fragmentation des habitats naturels) (Sordello *et al.*, 2021). En effet, plutôt que de proposer des solutions concrètes pour réduire la pollution lumineuse, cette approche semble parfois servir à légitimer les aménagements urbains périphériques, ce qui soulève des préoccupations quant à son efficacité réelle. Le terme de "dark infrastructure", utilisé dans le domaine de l'écologie, témoigne d'une dérive technocratique qui détourne l'attention des véritables enjeux. Cette tendance illustre la nécessité d'adopter une posture plus holistique dans la gestion de la pollution lumineuse, plutôt que d'être entourés de concepts complexes souvent déconnectés de la réalité du terrain.

Il est impératif de reconnaître que la lumière artificielle nocturne constitue une forme de pollution qui nécessite une approche intégrée, prenant en compte à la fois des aspects

techniques et sociaux. Les rénovations énergétiques, de plus en plus incitées par l'UE, peuvent parfois aggraver le problème en utilisant des éclairages trop puissants et aux températures de couleur inadaptées, ce qui souligne l'importance d'une réglementation plus stricte et d'une sensibilisation accrue sur ce sujet.

Aussi, bien que les réglementations européennes visant à réduire la pollution lumineuse constituent une avancée significative, plusieurs freins peuvent entraver leur efficacité et leur mise en œuvre optimale. Tout d'abord, l'un des principaux défis réside dans la mise en œuvre et l'application cohérente de ces réglementations au niveau national et local. Les États membres de l'Union européenne peuvent interpréter et appliquer les directives différemment, ce qui peut entraîner des disparités dans les mesures prises pour réduire la pollution lumineuse. De plus, le contrôle et le suivi de la conformité aux réglementations peuvent être difficiles, notamment dans le cas des petites entreprises ou des installations dispersées géographiquement.

Un autre frein important est le manque de sensibilisation et de compréhension des enjeux liés à la pollution lumineuse, tant parmi le grand public que parmi les décideurs politiques et les entreprises. De nombreux citoyens européens ne sont pas conscients des effets néfastes de la lumière artificielle excessive sur l'environnement et sur la santé humaine, ce qui peut entraîner une faible adhésion aux réglementations et une résistance au changement. De plus, les intérêts économiques peuvent parfois entrer en conflit avec les objectifs de réduction de la pollution lumineuse. Certaines entreprises ou industries peuvent percevoir les restrictions sur l'éclairage comme des contraintes supplémentaires, ce qui peut entraîner une opposition à la mise en œuvre de mesures.

Les avancées technologiques rapides dans le domaine de l'éclairage peuvent également poser un défi. Alors que de nouvelles technologies d'éclairage LED plus efficaces et économiques sont développées, elles peuvent également entraîner une augmentation de la luminosité et une plus grande dispersion de la lumière. Cela peut donc contribuer à cette pollution si ces sources lumineuses ne sont pas correctement réglementées et contrôlées.

La mobilisation citoyenne autour de la question de la pollution lumineuse peut être influencée par divers facteurs sociologiques, notamment la perception de la lumière comme un élément rassurant et sécurisant dans l'espace public. La peur du noir, ancrée profondément dans la psyché collective, peut jouer un rôle significatif dans la manière dont les individus perçoivent la nécessité d'un éclairage abondant dans leur environnement. Historiquement, l'obscurité a souvent été associée à l'insécurité, aux dangers potentiels et à l'inconnu.

Ainsi, l'éclairage public intense est souvent perçu comme une mesure de prévention contre le crime et les accidents, procurant un sentiment de sécurité et de confort aux habitants des zones urbaines. Cependant, une revue systématique montre que l'éclairage de rue ne diminue pas la peur de la criminalité (Lorenc *et al.*, 2013). Une autre

étude scientifique met en évidence que les différents scénarios d'éclairage (extinction, diminution des puissances, éclairage plein) ne font pas varier le taux de criminalité (Steinbach *et al.*, 2015).

Il est important de souligner que la mobilisation citoyenne autour de la pollution lumineuse peut cependant être alimentée par une prise de conscience croissante des impacts néfastes de la lumière artificielle excessive sur la santé humaine, la biodiversité et la qualité de l'environnement nocturne. Les efforts de sensibilisation et d'éducation du public sur ces questions peuvent jouer un rôle crucial dans la promotion de pratiques d'éclairage plus durables et respectueuses de l'environnement.

En somme, l'approche sociologique de la mobilisation citoyenne autour de la pollution lumineuse met en lumière les perceptions complexes et les significations symboliques associées à la lumière dans nos sociétés. Comprendre ces dynamiques sociales est donc essentiel pour élaborer des stratégies efficaces de sensibilisation et de mobilisation en faveur de la réduction de la pollution lumineuse tout en répondant aux besoins de sécurité et de confort des citoyens.

IV. Conclusion

La question de la pollution lumineuse constitue un défi majeur pour l'Union européenne dans sa quête de résilience climatique. Alors que cette forme de pollution continue de croître à un rythme alarmant, il est impératif pour l'UE de prendre des mesures efficaces pour la réduire et atténuer ses effets néfastes sur l'environnement, la santé humaine et la qualité de la vie nocturne.

L'UE a déjà entrepris plusieurs initiatives pour lutter contre la pollution lumineuse, notamment en intégrant cette problématique dans diverses directives et programmes, en soutenant la recherche et le développement de technologies d'éclairage plus durables, et en encourageant la sensibilisation du public. Cependant, malgré ces efforts, des défis persistent, notamment en termes de mise en œuvre cohérente des réglementations, de sensibilisation du public et de gestion des intérêts économiques.

Pour surmonter ces défis et renforcer son action contre la pollution lumineuse, l'UE doit adopter une approche holistique et intégrée, qui tienne compte à la fois des aspects techniques, sociaux et économiques. Cela nécessite une collaboration étroite entre les États membres, les parties prenantes et les citoyens, ainsi qu'une volonté politique forte de promouvoir des pratiques d'éclairage plus durables et respectueuses de l'environnement.

La lutte contre la pollution lumineuse représente un enjeu crucial pour l'UE dans sa transition vers une économie plus verte et plus résiliente. En adoptant une approche proactive et en mobilisant l'ensemble de la société, l'UE peut contribuer à préserver l'accessibilité à tous du ciel nocturne, à protéger la biodiversité et à améliorer la qualité de vie des citoyens européens, tout en renforçant sa résilience face aux défis climatiques à venir.

V. Bibliographie

- BERIOT N., 2013. Résilience et adaptation climatique : une question globale ou une problématique sectorielle ? *Responsabilité & Environnement* n°27, 53 pages.
- BOURGUIGNON D., 2015. Le Principe de précaution : définitions, applications et gouvernance. *Service de recherche du Parlement européen – service de recherche pour les députés*, PE 573.876, 26 pages.
- CHALLEAT S., 2009. La pollution lumineuse : passer de la définition d'un problème à sa prise en compte technique. Eclairer la ville autrement- Innovations et expérimentations en éclairage public, *Presses Polytechniques Universitaires Romandes*, pp.182-197.
- Commission européenne, Direction générale de l'environnement, 2023. Pollution lumineuse : mesures d'atténuation pour la protection de l'environnement, *Office des publications de l'Union européenne*. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/906521>
- EJDYS J, & SZOILKO D., 2022. European Green Deal — Research Directions. a Systematic Literature Review. *Ekonomia i Środowisko - Economics and Environment* 81, no 2, pp.8-38. <https://doi.org/10.34659/eis.2022.81.2.455>
- EMERSON, 2021. L'Union européenne adopte de nouvelles orientations pour réduire la pollution lumineuse. 6 pages.
- FETTING C., 2020. "The European Green Deal", *ESDN Report*, ESDN Office, Vienna.
- KOBLER R., 2002. Die Lichtverschmutzung in der Schweiz. Mögliche Auswirkungen und praktische Lösungsansätze. *Diplomarbeit, Institut für Umwelttechnik*, Fachhochschule Basel.
- KYBA C., ALTINTAS Y., WALKER C., NEWHOUSE M., 2023. Citizen scientists report global rapid reductions in the visibility of stars from 2011 to 2022. *Science* 379, 265-268.
- LORENC T., PETTICREW M., WHITEHEAD M., NEARY D., CLAYTON S., WRIGHT K., 2013. Environmental interventions to reduce fear of crime: systematic review of effectiveness. *Syst Rev.* pp. 2:30. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-2-30>
- ONU, 2004. Secrétariat inter-institutions de la Stratégie internationale de prévention des catastrophes, Genève.
- QUENAULT B., 2013. « Retour critique sur la mobilisation du concept de résilience en lien avec l'adaptation des systèmes urbains au changement climatique », *EchoGéo* 24, 23 pages.
- Science for Environment Policy, 2021. The solution is in nature. Future brief 24. Brief produced for the European Commission DG Environment. Bristol : Science Communication Unit, UWE Bristol.
- Science for Environment Policy, 2023. Light Pollution: Mitigation measures for environmental protection. Future Brief 28. Brief Produced for the European Commission DG Environment by the Science Communication Unit, UWE Bristol.
- SORDELLO R., PAQUIER F., DALOZ A., 2021. Trame noire - Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre.
- SORDELLO R., 2017. Pollution lumineuse et trame verte et bleue : vers une trame noire en France ? *Territoire en mouvement*, no 35, 24 pages. <https://doi.org/10.4000/tem.4381>.
- STEINBACH R., PERKINS C., TOMPSON L., JOHNSON S., ARMSTRONG B., GREEN J., 2015. The effect of reduced street lighting on road casualties and crime in England and Wales: controlled interrupted time series analysis. *J Epidemiol Community Health.* 69, pp. 1118-24. <https://doi.org/10.1136/jech-2015-206012>
- ZUFFEREY A., FEBBRARO I., 2005. La pollution lumineuse. DarkSky Switzerland, 10 pages.

VI. Annexe



Figure 2. Infographie - Les méthodes de lutte contre la pollution lumineuse

CHAPITRE 2

Océans et enjeux maritimes

La politique intégrée de l'Union européenne pour l'Arctique : la protection globale est-elle envisageable ?

Anna RINUCCINI, Sciences de la Terre,

Azilis DAGORNE, Droit public,

Kévin DAVIAUD, Sciences de la vie,

Nicolas THARAUD, Sciences de la Terre.

L'Arctique est une région géographique située à une latitude 66°33'44 Nord. Sa définition varie en fonction du domaine d'étude. En écologie, par exemple, on définit sa limite grâce à l'isotherme 10°C atteint au cours du mois de juillet. D'un point de vue politique, l'Arctique abrite huit États nordiques : le Canada, le Royaume de Danemark avec le Groënland, la Finlande, l'Islande, la Norvège, la Fédération de Russie, la Suède et les États-Unis avec l'Alaska. Ces États font partie du Conseil de l'Arctique. Au total cette région abrite plus de 4,8 millions d'habitants sur son territoire, avec notamment les populations autochtones tels que les Inuits, les Yakoutes ou les Samis. Cependant cette région est fortement touchée par le réchauffement mondial que nous connaissons aujourd'hui. Ce réchauffement a débuté au début de l'ère industrielle au milieu du XIX^e siècle. Il est donc causé par les activités anthropiques avec notamment les transports, l'industrie et l'agriculture. Ces différentes activités vont libérer des gaz à effet de serre dans l'atmosphère contribuant à faire augmenter l'effet de serre. Ce réchauffement climatique est présent mondialement cependant certaines régions sont plus touchées par celui-ci comme l'Arctique. Ce réchauffement entraîne une fonte des glaces dans cette région, ce qui donne accès à des ressources halieutiques et la possibilité de créer de nouvelles routes commerciales plus rapides que celles utilisées actuellement. La fonte de la banquise polaire est l'une des conséquences du réchauffement climatique en Arctique. D'après le National Snow and Ice Data Center (NSIDC), la banquise polaire avait une superficie de 12,36 millions de kilomètres carrés en mai 2020 soit 930 000 kilomètres carrés en moins que sur les moyennes du mois de mai de la période 1981 à 2010.

Average Monthly Arctic Sea Ice Extent
May 1979 - 2020

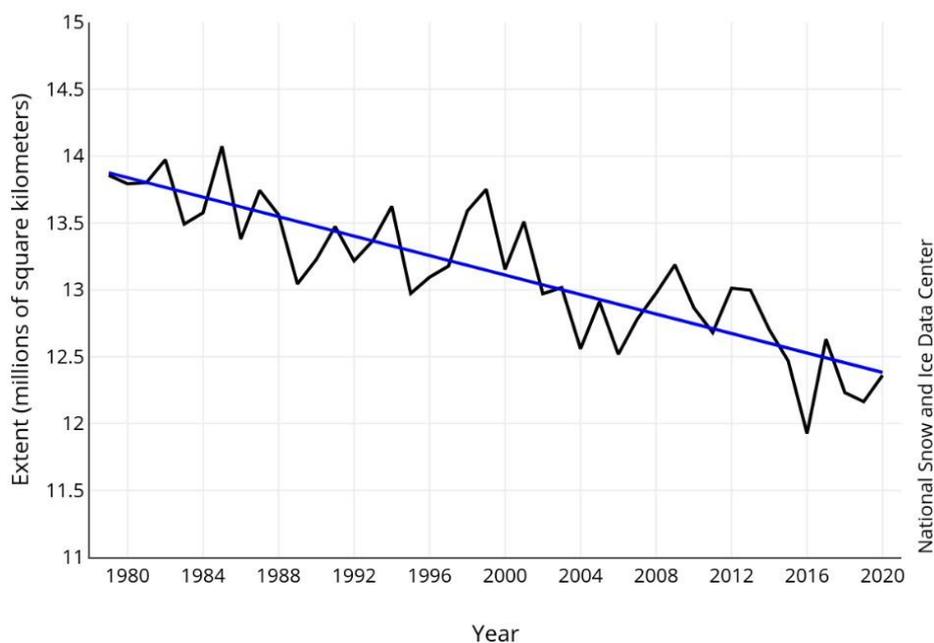


Figure 1. D'après les données de la NSIDC, l'étendue de glace en Arctique diminue en moyenne de 2,7 % toutes les décennies soit 36 400 km² par an.

Dans un contexte de réchauffement climatique mondial, les COP (conférence des parties) internationales sur les changements climatiques vont voir le jour. Elles se déroulent chaque année dans le but de mettre en place des objectifs climatiques internationaux afin de réduire les gaz à effet de serre. C'est le cas par exemple lors du protocole de Kyoto en 1997 où les différents états vont se rencontrer et signer le premier accord international mettant en place des objectifs de réduction de gaz à effet de serre de 5 % entre 2008 et 2012. Les COP sont organisées par l'Organisation des Nations Unies (ONU) et à ce jour 193 États font partie de cette dernière.

L'Union européenne (UE), quant à elle, est aussi une organisation préoccupée par le changement climatique. Elle reconnaît son implication sur ces derniers. Elle va alors mettre en place une politique intégrée dans le but de protéger la région dans laquelle elle opère. Elle va aussi jouer un rôle dans la région arctique. En effet, trois de ces États membres (la Suède, le Danemark et la Finlande) sont des États de l'Arctique et en plus de cela elle possède des liens avec la Norvège et l'Islande. L'UE a des intérêts pour l'Arctique au niveau économique avec la présence de ressources naturelles et d'un point de vue géopolitique car c'est un carrefour international.

Dans la région arctique, nous avons cependant une évolution du contexte géopolitique depuis les années 2000. C'est montré par l'exemple de la Russie qui en 2007 vient planter un drapeau sur la dorsale Lomonossov se situant dans l'Océan Arctique. Cette action avait pour but de revendiquer ce secteur et d'agrandir sa ZEE. De plus le contexte actuel

évolue lui aussi avec notamment la guerre en Ukraine qui engendre une augmentation des prix des matières premières et va favoriser une utilisation des ressources présentes en Arctique. Dès lors, concernant la politique intégrée de l'UE pour l'Arctique : la protection globale est-elle envisageable ?

Dans un premier temps, nous aborderons les contextes climatiques et environnementaux en Arctique, nous poserons dans un second temps le cadre juridique européen puis nous conclurons en discutant de la mise en place d'une protection totale dans cette région.

I. Contexte climatique et environnemental de l'Arctique

1. Evolution de l'Arctique et contexte climatique actuel

Au cours des dernières 50 millions d'années (Ma), la température de surface de la Terre a diminué conduisant à la formation d'une calotte de glace en Antarctique à la fin de l'Eocène vers 40 Ma et d'une calotte de glace au Groenland au Pliocène vers 3 Ma. Comprendre les mécanismes responsables de ces changements climatiques et son fonctionnement est important dans le contexte actuel, même si les échelles de temps des processus ne sont pas identiques. En effet, depuis environ un siècle, nous assistons à un réchauffement global de la planète.

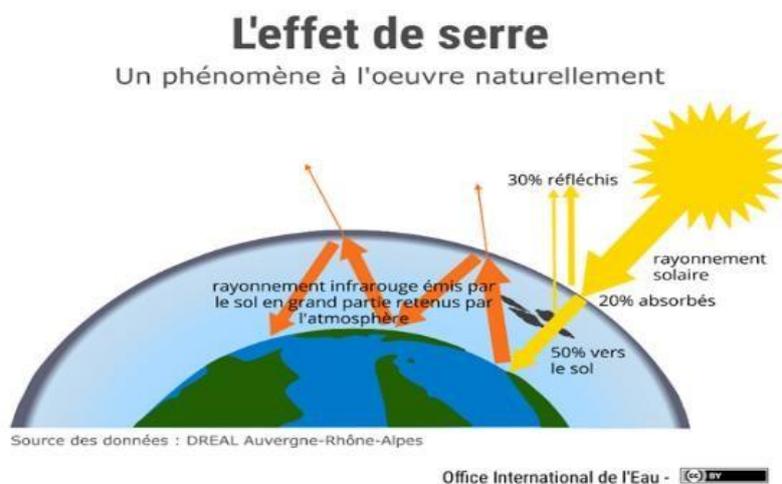


Figure 2. Schéma de l'effet de serre.

L'effet de serre est d'abord un phénomène naturel qui a notamment permis le développement de la vie sur Terre. Mais aujourd'hui, cet effet s'intensifie au regard des émissions de plus en plus importantes de gaz à effet de serre (combustion de pétrole, gaz et charbon, cimenterie). Pour comprendre le fonctionnement de ces gaz à effet de serre, il faut noter que le soleil émet un rayonnement. Lorsque ce rayonnement, filtré par les différentes couches de l'atmosphère, arrive à la surface de la Terre, cette dernière en absorbe une partie et renvoie le reste sous forme de rayonnement infrarouge (cf. figure 2). Les gaz à effet de serre sont des composants qui absorbent ce rayonnement infrarouge et par réaction chimique produisent de la chaleur lors de son absorption. Il en résulte un

réchauffement de la troposphère (couche de l'atmosphère la plus proche de la surface terrestre).

Certaines régions sont plus touchées que d'autres par ce réchauffement, comme c'est le cas pour l'Arctique. Cette région joue un rôle important dans la régulation du climat dans l'hémisphère Nord. Actuellement l'Arctique se réchauffe en moyenne deux fois plus vite que le reste du monde en raison de la diminution de l'albédo (moins de neige, de glace continentale ou de banquise) ce qui pourrait avoir de lourdes conséquences sur la circulation océanique (courants marins) et atmosphérique (masses d'air).

L'albédo (valeur variant de 0 à 1) est le rapport entre le rayonnement solaire réfléchi et le rayonnement solaire incident. Plus l'albédo global est élevé, plus la surface de la Terre réfléchit le rayonnement solaire incident et se refroidit et inversement, plus l'albédo est faible, plus la Terre aura tendance à se réchauffer.

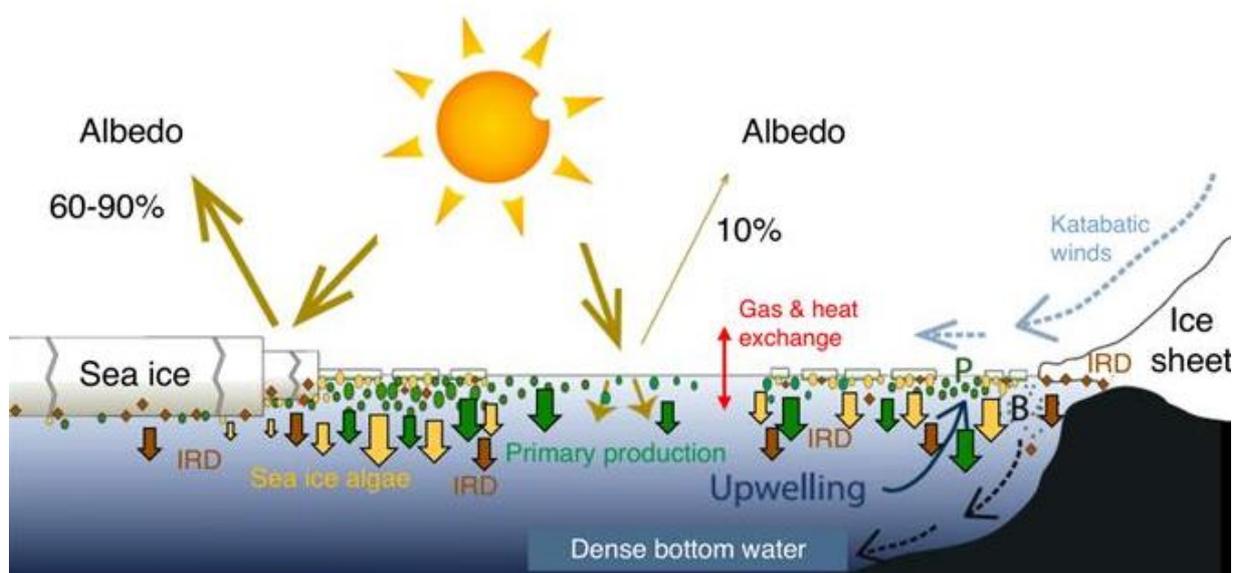


Figure 3. Schéma simplifié du rôle de la glace de mer dans le couple océan-atmosphère et représentation simplifiée de l'albédo (R. Stein et al. 2019).

À l'échelle des temps géologiques, les variations de la concentration en gaz à effet de serre, notamment en CO_2 contribuent aux changements climatiques mais la réponse climatique dépend également des changements paléogéographiques (mouvements tectoniques).

La température moyenne de surface atmosphérique dans le monde est de $26,7^\circ\text{C}$ à 40 Ma, $22,1^\circ\text{C}$ à 30 et 20 Ma et $13,4^\circ\text{C}$ à l'actuel. Cette chute des températures résulte d'abord de la baisse de la pression partielle de CO_2 dans l'atmosphère mais elle est amplifiée par la rétroaction de l'albédo sur la température. Ces changements d'albédo sont liés à l'évolution de la glace de mer principalement. Elle est caractéristique d'un passage d'une période « Greenhouse » à une période « Icehouse » avec la présence de calottes de glace. La température de surface de l'océan présente une amplitude

thermique plus faible que celle de l'atmosphère, cela est dû à la capacité calorifique de l'océan. La glace de mer (ou banquise) se forme lorsque la température devient inférieure à -1.9°C pour de l'eau de mer à 35g/L de sel.

La formation de glace de mer se produit lorsque la concentration en CO_2 passe sous la barre des 840 ppm de CO_2 ¹⁰⁹, on franchit un point de non-retour qui marque le début de l'englacement. Cette valeur seuil n'est pas la même pour un déglacement des calottes de glace mais fonctionne de la même manière.

À 40 Ma, l'albédo est 0,12 en été et de 0,19 en hiver (la différence est liée à l'angle d'incidence du rayonnement solaire incident sur la surface de l'océan Arctique qui est différent entre l'été et l'hiver à cause de l'obliquité de la Terre). Pour l'actuel, l'albédo est de 0,31 en été et de 0,38 en hiver. L'augmentation de l'albédo induit une forte chute des températures de surface en raison d'une baisse de l'absorption du rayonnement solaire incident par la surface terrestre.

La salinité et la température déterminent la densité de l'eau de mer ; à température égale, une eau plus salée sera plus dense que l'eau moins salée. De ce fait, une eau plus salée deviendra de la glace à une température plus basse que de l'eau douce. Ainsi, depuis 40 millions d'années, on constate que la salinité des océans n'a cessé d'augmenter en Arctique (24,02 « practical salinity unit » - psu - il y a 40 Ma, 30,72 psu à l'actuel). Il y a plusieurs causes à cette évolution.

Une cause géographique : en s'ouvrant, l'océan Atlantique Nord favorise des échanges entre les eaux Nord Atlantique et Arctique. L'Atlantique Nord apporte de l'eau salée à l'Arctique. Ce mécanisme est visible à partir de la simulation à 11 Ma.

La densité des masses d'eau, tout comme la bathymétrie sont des facteurs importants influant sur la circulation thermohaline¹¹⁰. Cette même circulation pilote le climat par des interactions entre le couple atmosphère - océan, ainsi un dérèglement mineur dans le système entraîne un changement majeur afin de rééquilibrer le système. La Terre est comparable au corps humain, lors d'un dysfonctionnement le corps humain va s'efforcer à puiser dans ses réserves pour retourner à un état stable. La Terre fonctionne de la même façon ; il est donc pertinent de préciser qu'un dérèglement du système climatique en Arctique engendrera une réponse du système forte à un niveau local mais qu'il y aura des répercussions sur le système climatique mondial. Il est donc important de ne pas utiliser l'Arctique d'un point de vue économique car d'un point de vue environnemental l'homme n'aura plus le contrôle des événements, même en prenant des mesures drastiques il sera déjà trop tard.

¹⁰⁹ Ppm signifie « partie par million » et correspond au nombre de molécule de CO_2 pour un million de molécules d'air.

¹¹⁰ Densité des masses d'eau piloté par la température et la salinité.

2. Biodiversité de l'Arctique et changement climatique

Bien qu'elle soit encore aujourd'hui très méconnue, la richesse de la biodiversité arctique reste sous-estimée. Certes moins nombreuses que dans les régions moins extrêmes, les espèces présentes en Arctique, de par leur adaptation aux conditions environnementales, représentent une biodiversité unique. De par le peu de connaissance que nous disposons sur l'Arctique par rapport aux autres écosystèmes, il est difficile de savoir dans quelle mesure cette biodiversité sera capable d'adaptation face aux changements climatiques. Cependant le contexte actuel de l'Arctique, évoqué précédemment, n'est pas sans conséquence sur la biodiversité locale. Tout d'abord, on observe une modification de la répartition actuelle des biomes¹¹¹. En effet, majoritairement composées de végétation naine et dépourvues d'arbres, la toundra (steppe) arctique est actuellement menacée par le déplacement vers le nord de la taïga (forêts boréales). En se réchauffant, les conditions climatiques sont alors moins extrêmes, ce qui va favoriser l'expansion de la forêt et donc un déplacement de la limite forestière vers le nord, aux dépens de la toundra et des espèces qui s'y trouvent. Par ailleurs, les conifères actuellement très présents au niveau de la taïga, sont menacés par la fonte du permafrost, qui provoque une perte de leur stabilité, et donc les déracine (en plus de libérer différents gaz à effet de serre). Indirectement, le remplacement voire la disparition de certains types de végétation, propre à ces biomes, mettrait en péril les herbivores, ainsi que leurs prédateurs, et entraînerait des répercussions sur l'ensemble du réseau trophique¹¹² (CFFA, 2013).

Mais outre cet aspect, l'une des conséquences les plus radicales est l'explosion de la production primaire¹¹³ (KR. Arrigo et al. 2012). En effet, jusqu'à présent l'expansion de phytoplancton, qui est à la base de la chaîne alimentaire, se produisait lors de la fonte de glace de mer annuelle, puisque sa croissance nécessite de la lumière. Mais l'amincissement de la mer de glace, et le fait qu'elle disparaisse plus tôt dans l'année, permet à la lumière de pénétrer dans les eaux profondes. Ce qui assure au phytoplancton l'énergie nécessaire à la photosynthèse, et à son bon développement. C'est cette forte prolifération de phytoplancton qui pose problème. L'anormale disponibilité de cette ressource en Arctique risque de provoquer l'arrivée d'espèces de latitudes inférieures dans ces eaux, qui en temps normal ne s'y serait pas aventuré. On pourrait donc avoir un remplacement progressif des espèces arctique par des espèces boréales, liées à l'augmentation de la ressource disponible, mais pas seulement. En effet l'augmentation de la température globale des océans favorise aussi cette redistribution spatiale des

¹¹¹ Ensemble d'écosystèmes caractéristique d'une aire biogéographique et nommé à partir de la végétation et des espèces animales qui y prédominent et y sont adaptées.

¹¹² Ensemble des chaînes alimentaires interconnectées au sein d'un écosystème, qui correspondent donc au flux d'énergie et de biomasse circulant.

¹¹³ Production de matière organique à partir de matière minérale et d'un apport en énergie, par unité de temps et d'espace.

espèces. Des relevés de chaluts scientifiques sur une période de 1994 à 2020 montrent une augmentation de la richesse spécifique¹¹⁴ en corrélation avec l'augmentation de la température des fonds marins (C. Gordó-Vilaseca et al. 2023). Parallèlement à cela, les espèces endémiques vont soit migrer dans des zones très restreintes, soit disparaître. Les conséquences d'une telle redistribution d'espèces au niveau du réseau trophique arctique ne sont pas négligeables. On voit par exemple que l'ajout de seulement 11 espèces boréales, modifient drastiquement la structure du réseau trophique de l'arctique en augmentant la connectivité (L. Pécuchet et al. 2020). Ce type de redistribution risque donc affecter d'une part le fonctionnement, mais surtout la vulnérabilité de l'écosystème vis-à-vis d'autres perturbations.

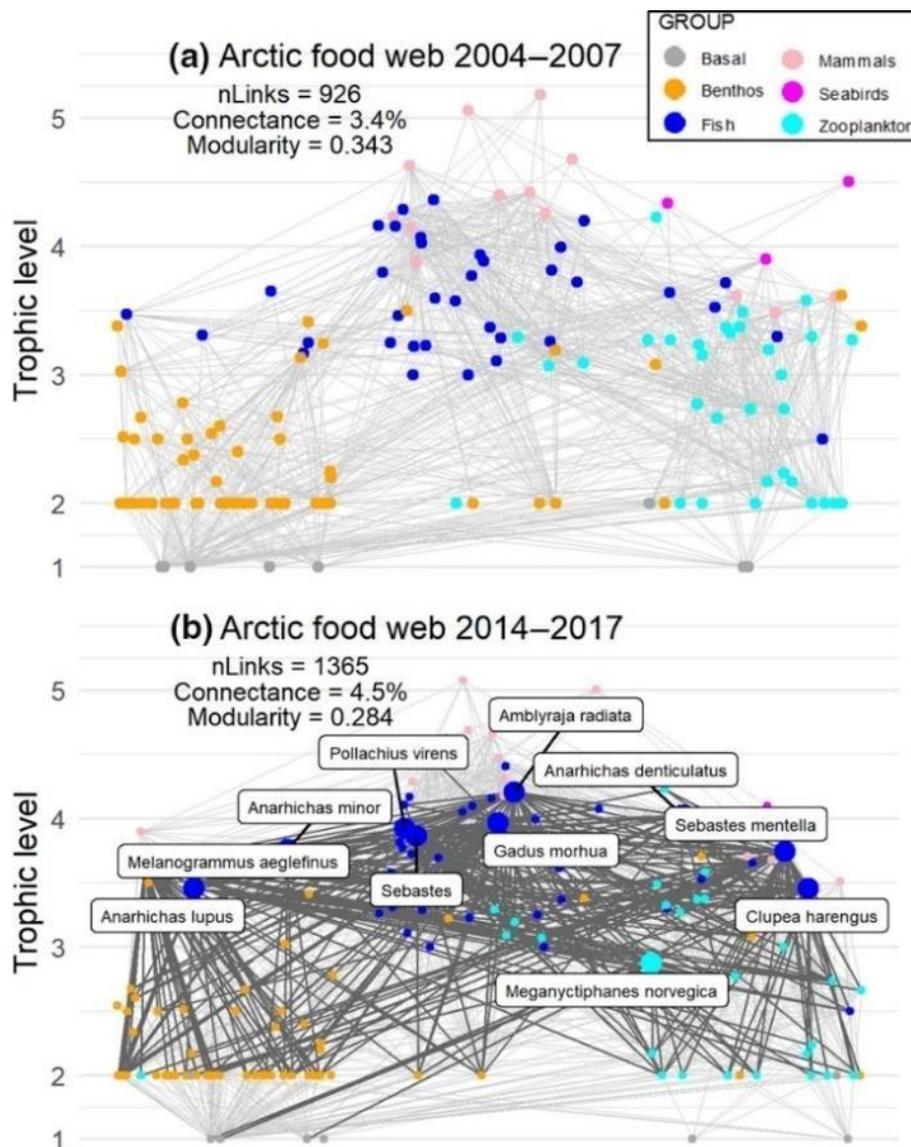


Figure 4. (a) Liens (relations trophiques, lignes grises) et propriétés du réseau trophique de l'Arctique sur la période 2004 à 2007. (b) Modifications du réseau trophique (relations

¹¹⁴ Nombre d'espèces différentes au sein d'une communauté.

trophiques, lignes foncées) de l'Arctique suite à l'ajout de 11 espèces boréales (étiquettes nominatives) observées sur une période de 2014 à 2017.

Bien sûr il ne s'agit ici que d'une infime partie des conséquences du changement climatique, au même titre que la diminution progressive des populations d'espèces emblématiques tel que l'ours polaire lié à la fonte de leur habitat. En effet, la fragmentation de la banquise induit une augmentation des dépenses énergétiques lors du déplacement des ours polaires, et donc un besoin en apport nutritionnel plus important (A. M. Pagano, *et al.* 2018). Cependant la raréfaction des proies dû au changement climatique ne leur permet pas de compenser leurs dépenses énergétiques, et même une modification de leur régime alimentaire, incluant maintenant plus de végétaux terrestres, reste insuffisante.

Cette même fonte qui, en facilitant l'accessibilité de l'Arctique aux populations humaines, notamment via la possibilité de nouvelles voies maritimes, risque d'apporter de nouveaux facteurs de stress pour cet écosystème. En effet, le transport maritime est l'un des principaux acteurs d'introduction d'espèces exotiques marines. C'est pourquoi l'intégration de la conservation de la biodiversité dans les prises de décision pour l'Arctique est indispensable, notamment dans l'exploitation des ressources, le transport, ou encore la pêche. Enfin, il est important de comprendre que la résilience d'un écosystème, autrement dit sa capacité à retrouver sa structure et ses fonctions après une perturbation, dépend directement de la résilience des individus qui le compose. C'est pourquoi le maintien des communautés d'espèces endémiques est indispensable pour assurer le maintien et la résilience de l'écosystème arctique. Sans quoi sa capacité à se rétablir des perturbations causées par le changement climatique sera affectée.

II. Situation juridique actuelle

1. Le fonctionnement de l'Union européenne

L'UE est une organisation internationale originale regroupant 27 États membres. La création de l'UE remonte aux années 50, période post seconde guerre mondiale, durant laquelle 6 États, l'Allemagne, l'Italie, la Belgique, les Pays-Bas, la France et le Luxembourg, créent la communauté européenne du charbon et de l'acier (CECA, traité de Rome du 25 mars 1957). L'UE dénommée en tant que telle est créée par le traité de Maastricht de 1992 et prend la suite des communautés européennes. Désormais son fonctionnement repose avant tout sur deux grands traités : Le Traité sur l'UE (TUE) et le Traité sur le Fonctionnement de l'UE (TFUE).

L'UE est créée dans un premier temps pour des raisons économiques, son but originel étant la création d'un marché commun du charbon et de l'acier. Ce principe du marché commun a été étendu à la plupart des secteurs économiques et est toujours à l'heure actuelle un principe phare de l'UE (UE).

L'UE a également une portée politique. En 1957, l'objectif fixé était de maintenir la paix en Europe. Aujourd'hui, encore cet objectif est maintenu mais les ambitions politiques de l'UE se sont étoffées. À l'article 3 du TUE, on retrouve notamment des objectifs de sécurité, de libre circulation des personnes, de croissance économique, de justice et de protection sociale, mais également que l'UE "*œuvre pour le développement durable de l'Europe (...) et un niveau élevé de protection et d'amélioration de la qualité de l'environnement*".

Afin de d'atteindre ses objectifs et mettre en œuvre ses politiques, l'UE dispose de compétences qui lui sont attribuées par les États membres. L'article 5 du TUE précise que "*en vertu du principe d'attribution, l'Union n'agit que dans les limites des compétences que les États membres lui ont attribuées dans les traités pour atteindre les objectifs que ces traités établissent. Toute compétence non attribuée à l'Union dans les traités appartient aux États membres*".

Plusieurs institutions ont été créées au sein de l'UE afin de la gouverner. Les quatre principales institutions sont le Parlement Européen, la Commission européenne, le Conseil Européen et le Conseil de l'UE. Chacune de ses institutions ont un rôle défini dans l'élaboration des politiques. En quelques mots, le conseil européen est composé des chefs d'État ou de gouvernement et impulse les politiques. La Commission, composée de 27 commissaires, est la gardienne des traités et à la compétence de l'initiative c'est-à-dire qu'elle propose des politiques et des actes au Parlement Européen. Celui-ci représente les citoyens. Les eurodéputés y sont élus au suffrage universel direct dans tous les États membres. Le Parlement Européen possède notamment un pouvoir législatif partagé avec le Conseil de l'UE dans le cadre de la procédure législative ordinaire. Ce co-législateur, le Conseil de l'UE, est composé quant à lui des ministres des gouvernements de tous les États membres.

Afin de d'élaborer des politiques de l'UE, les institutions adoptent des actes. Elles choisissent le type d'acte en fonction de l'importance de la politique et surtout de leur intensité normative. L'article 288 du TFUE prévoit 5 types d'actes : les règlements, directives, décisions, recommandations et avis. Les règlements sont les actes les plus contraignants à l'égard des États membres puisqu'ils sont de portée générale, obligatoire et d'application directe. Dans notre cas, nous nous intéresserons davantage aux actes non contraignants de l'UE c'est-à-dire sans portée normative, qui ne créent pas d'obligation envers les États membres. Il s'agit par exemple des résolutions, rapport, consultations, communications... etc.

L'action de l'UE est encadrée par la Cour de Justice de l'UE.

2. La dimension Arctique de l'Union européenne

L'UE a une dimension arctique dans la mesure où trois de ses États membres sont des États d'Arctique : Le Danemark (depuis 1973), la Finlande et la Suède (depuis 1995). La population de ces États membres représente 4 % de sa population globale. Ces États lui

permettent d'avoir une dimension terrestre de l'Arctique mais également en mer grâce au Groenland qui est constitutif du Royaume du Danemark. L'UE s'appuie en grande partie sur cet aspect arctique de son territoire afin de justifier et légitimer son action. L'adhésion de la Finlande et la Suède en 1995 lui permettent réellement d'ouvrir un nouveau chapitre "Arctique" dans sa politique.

Afin de légitimer son action en Arctique, l'UE se base sur d'autres motifs, l'ambassadeur itinérant de l'Arctique pour l'UE, Micheal Mann, en note 3 (motifs).¹¹⁵

Premièrement, l'UE est une très grande consommatrice des ressources de l'Arctique. C'est le cas concernant les ressources halieutiques mais également pour les ressources en énergies comme le gaz ou le pétrole dont la sécurité énergétique dépend. Deuxièmement, l'UE reconnaît sa responsabilité concernant le réchauffement climatique de l'Arctique dû, notamment, au transport maritime. Troisièmement, elle se reconnaît comme étant un "*leader mondial en matière d'actions de lutte contre le réchauffement climatique*".

Dès lors, l'UE se positionne dans sa politique Arctique comme ayant "*un devoir de protection*"¹¹⁶ et souhaite s'imposer comme un acteur incontournable de la zone Arctique.

Sa présence en Arctique a pourtant été remise en cause à plusieurs reprises par les États tiers d'Arctique. En effet, le Conseil de l'Arctique, organe phare de la gouvernance de la région, a refusé et refuse toujours l'adhésion de l'UE comme membre d'observateur permanent. Il est pourtant indiqué à l'article 3 de la déclaration d'Ottawa de 1996, créant le Conseil de l'Arctique, que l'adhésion des "*organisations intergouvernementales et interparlementaires, mondiales et régionales*" était permise en tant que membre observateur. Ce statut lui est refusé dans un premier temps du fait d'un conflit avec le Canada sur la réglementation européenne sur les produits dérivés du phoque, puis une seconde fois par la Russie du fait de la prise de position de l'UE suite à l'annexion de la Crimée. En 2013, on lui accorde un statut "d'invité permanent". Dans les faits, ce statut est similaire au statut d'observateur et est une reconnaissance symbolique mais est également perçu comme un "*traitement diplomatique humiliant*"¹¹⁷. Les États Arctique ne veulent pas que l'UE s'immisce dans leurs affaires, l'auteur parle d'un "*elephant in the room*".

Pour autant, Micheal Mann, ambassadeur itinérant de l'Arctique pour l'UE, retient que "*le Conseil de l'Arctique n'est pas l'Alpha et l'Oméga de l'Arctique*". En effet, l'UE s'impose dans la région via d'autres organisations internationales. C'est le cas par exemple du

¹¹⁵ E.Casanova et al., 2021, Quelle est la politique de l'UE en Arctique ? une conversation avec l'ambassadeur Michael Mann, Le Grand Continent

¹¹⁶ Conférence Marie-Ange Schellekens Gaiffe, Université de la Rochelle, conférence, 2018 : La nouvelle politique intégrée de l'UE pour l'Arctique

¹¹⁷ L.Mayet, 2021, Nouveau cap de l'UE sur l'Arctique, Robert Schuman

Conseil EuroArctique des Barents dans lequel la Commission européenne est membre aux côtés de la Norvège, la Suède, la Finlande, l'Islande, le Danemark et la Russie, ou encore du Conseil des États de la mer Baltique.

Dès lors, il faut souligner que l'UE agit sur la région Arctique dans le cadre de coopérations internationales mais pas seulement. En effet, l'UE agit à sa propre échelle via une politique intégrée pour l'Arctique.

La politique de l'UE en Arctique se développe dès les années 90 dans le cadre de sa politique septentrionale. Le but est de coopérer avec les États septentrionaux tels que la Norvège, l'Islande et la Russie, notamment sur des questions économiques et environnementales. Cette coopération se concrétise via des recherches scientifiques subventionnées par l'UE. Le traité de Lisbonne de 2007 va permettre à l'UE de prendre un vrai tournant Arctique puisque jusque-là, elle ne possédait pas suffisamment de compétences pour mener une politique extérieure. Elle va ainsi imposer sa dimension Arctique au sein de la politique maritime intégrée.

En 2008, est franchie la *“première étape officielle de l'UE vers une politique Arctique Européenne”*¹¹⁸.

En effet, le 9 octobre 2008, le Parlement Européen prend une résolution sur la gouvernance de l'Arctique, suivi, le 20 novembre 2008, d'une communication de la Commission Européenne sur *“L'UE et la région Arctique”*. La communication de la Commission indique 3 objectifs fondamentaux : la protection de l'Arctique et sa préservation en accord avec sa population, l'exploitation durable de ressources biologiques et fossiles ainsi que la gouvernance multilatérale de l'arctique. Ce premier pas au sein de la région Arctique a fortement déplu aux États tiers car elle s'impose, notamment en critiquant la gouvernance de l'Arctique, d'où le refus cette même année de son intégration au sein du Conseil. En 2009, le Conseil de l'UE émet une conclusion sur l'Arctique mais c'est en 2012 que le second pas de l'UE en Arctique est engagé via une communication conjointe sur la politique de l'UE pour la région Arctique¹¹⁹. Cette deuxième communication sera rédigée avec plus de tact et de diplomatie que la première. Ici, la stratégie se déploie en 3 axes : la connaissance scientifique de la région, la responsabilité de l'UE dans le réchauffement climatique et l'engagement via la coopération internationale. De nouveaux fonds pour la recherche seront débloqués afin de mettre en œuvre sa politique : le Fonds de développement régional, Fonds social européen, Fonds de cohésion, Fonds européen agricole pour le développement rural, Fonds européen pour les affaires maritimes et la pêche et Instrument d'aide de préadhésion. Grâce au FEDER (fonds de développement régional), elle engage par

¹¹⁸ A.Thieffry, 2016, Mémoire, L'UE un nouvel acteur arctique ? Stratégie, intérêts et défis émergents, Université de Laval

¹¹⁹ Une politique arctique intégrée de l'UE, Communication conjointe au parlement européen et au conseil, Commission Européenne, 2016

exemple des fonds d'aide aux populations autochtones “ 4,3 millions d'euros au sous-programme transfrontalier Sápmi pour aider la population Sami à développer son mode de vie traditionnel et son secteur culturel de manière durable”.

Une conclusion du Conseil de 2014 appelle au développement d'une politique intégrée pour l'Arctique. Cette politique est mise en œuvre par une communication conjointe au Conseil et au Parlement Européen du 27 avril 2016. Cette politique intégrée se fonde sur les *“initiatives précédentes (...) s'employant à faire progresser la coopération internationale de manière à faire face aux effets du changement climatique sur le fragile environnement de l'Arctique, ainsi qu'à promouvoir le développement durable et à y contribuer, notamment en ce qui concerne la partie européenne de l'Arctique”*. Elle prend également note de l'accord de Paris établi l'année précédente et introduit pour la première fois la notion de “résilience” dans les conceptions de politiques Arctiques : *“il est du devoir de l'UE de protéger l'environnement de l'Arctique et de renforcer la résilience de son écosystème”* ainsi qu’*“améliorer la résilience économique, sociale et environnementale des populations vivant dans l'Arctique”*. La communication précise également que *“ L'UE devrait maintenir son niveau de financement actuel en faveur de la recherche sur l'Arctique (soit quelque 200 000 000 d'euros pour la dernière décennie) dans le cadre du programme Horizon 2020”*.

Le dernier pas de la politique intégrée de l'Arctique par l'UE, à ce jour, a été franchi en 2021 dans une énième communication conjointe¹²⁰ qui réunit plusieurs institutions de l'UE : le Parlement Européen, le Conseil, le Comité économique et social et le Comité des régions. La question arctique rassemble de plus en plus d'acteurs au sein de l'UE. Dans cette nouvelle politique, l'UE s'engage et va traiter de sujets sensibles sur la scène internationale, notamment la position géopolitique de la Russie et de la Chine, elle souhaite favoriser la *“coopération pacifique dans le nouveau contexte géopolitique”*. L'UE pointe du doigt notamment les infrastructures militaires de la Russie sur son territoire Arctique et interpelle l'OTAN, ce qui n'avait pas été fait auparavant, et qui n'est pas souhaité par les 8 États Arctique. Elle s'engage également dans un volet “Résilience” de l'Arctique et dans une transition *“verte, bleue et numérique”*, notamment en se fondant sur le pacte vert pour l'Europe qu'elle a développé en 2019 et qui doit lui permettre d'atteindre la neutralité climatique. Une autre question sensible est pointée du doigt : la question des hydrocarbures. *“l'UE est déterminée à faire en sorte que le pétrole, le charbon et le gaz restent enfouis dans le sol, y compris dans les régions arctiques”* et qu'un cadre juridique soit établi.

¹²⁰ Un engagement renforcé de l'UE en faveur d'une région arctique pacifique, durable et prospère, Communication conjointe au parlement européen, au conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions, Commission Européenne, 2021

III. La protection globale de l'Arctique

1. La mise en place d'un traité de protection globale de l'Arctique

Un traité de protection globale d'une zone, région ou continent est un traité international qui a pour but de protéger et d'encadrer juridiquement ladite zone du fait de son importance écologique, scientifique ou encore climatique.

L'exemple phare en la matière concerne l'Antarctique. L'Antarctique est, dès le 1er décembre 1959, encadré par le traité de Washington qui lui permet de jouir d'un statut spécial et d'une utilisation par les États uniquement dans le cadre de relations pacifiques. Ce traité est complété par le protocole de Madrid du 4 octobre 1991, entré en vigueur en 1998, qui établit un réel cadre de protection globale de l'Antarctique. Il a pour but de créer sur ce continent une "*réserve naturelle consacrée à la paix et à la science*". C'est-à-dire que sur ce continent ne sont autorisées que des recherches scientifiques. Par exemple, il ne peut pas y avoir d'exploitation de ressources d'hydrocarbures comme c'est le cas en Arctique. Ce traité international a été ratifié par 32 États parties.

L'UE n'est pas partie à ces traités bien que certains de ces États membres, comme la France l'aient ratifié.

Dès lors, si un traité international a permis de créer une bulle de protection autour de l'Antarctique, est-il possible d'envisager la réalisation d'un tel texte concernant l'Arctique ?

La réponse est oui. L'UE, en 2008 a déjà envisagé d'établir un traité de protection globale de l'Arctique. En effet, la résolution du Parlement Européen en date du 9 octobre 2008 suggérait à la commission d'"*œuvrer en faveur de l'ouverture de négociations internationales visant à parvenir à l'adoption d'un traité international pour la protection de l'Arctique, s'inspirant du traité sur l'Antarctique, complété par le protocole de Madrid en 1991*"¹²¹. Cette position de l'UE a été vite évincée dans la communication de la Commission qui a suivi. En effet, les États Arctiques, non membres de l'UE l'ont perçu comme une contingence de leur souveraineté nationale. En réponse les 5 États côtiers Arctique ont établi en 2008 la déclaration d'Ilulissat¹²² dans laquelle ils refusent une nouvelle gouvernance de l'Arctique.

Les États Arctiques refusent la mise en place d'un traité établissant la protection globale de l'Arctique puisque cela viendrait les contraindre dans l'utilisation qu'ils font de l'Arctique, notamment concernant l'exploitation d'hydrocarbures et l'établissement d'une route maritime (qui n'était pas encore envisagée à l'époque).

Un des principaux facteurs pour lesquels un système de protection ne serait pas applicable à l'Arctique est le fait que l'Arctique soit un des puits de ressources

¹²¹ Résolution du Parlement européen du 9 octobre 2008 sur la gouvernance arctique, Bruxelles

¹²² Observatoire de l'Arctique, UE

incontournable à l'ère de la mondialisation, que des États souverains ont déjà commencé à l'exploiter et que ce n'est pas un continent éloigné de milliers de kilomètres. S'ajoute à cela la présence, en Arctique, de populations autochtones ayant besoin d'exploiter la région pour survivre.

Cependant, le Cercle Polaire, ONG soutenue par des fondations européennes, a esquissé un traité sur la protection globale de l'Arctique sur la base de "*l'intérêt de l'humanité*" en incluant les populations autochtones¹²³. Également, dans sa résolution, le parlement européen soulignait "*la différence fondamentale résidant dans le fait que l'Arctique est peuplé et dans les droits et les besoins des populations et des nations de la région arctique qui en découlent ; estime cependant qu'un tel traité pourrait, dans un tout premier temps, couvrir au moins les zones non peuplées et non revendiquées du centre de l'océan Arctique*".

Un traité inspiré de celui établi pour l'Antarctique pourrait être ratifié, si les enjeux géopolitiques des États arctiques n'étaient pas mis sur le devant de la scène et que la protection d'un espace préservant le climat global était une motivation mondiale. Mais sans cette volonté et au regard de la situation géopolitique en Arctique, ce traité fait figure d'utopie. L'UE n'en parle plus et l'ambassadeur de l'Arctique pour l'UE parle d'ailleurs d'un "faux départ" en évoquant la position initiale du Parlement Européen.

2. Le contexte géopolitique

La fonte de la banquise de l'Arctique pourrait conduire à de nouvelles opportunités en termes de trafic maritime notamment puisque cette dernière pourrait disparaître en été dans les prochaines années. En effet, les glaces vont se séparer plus tôt dans l'année et la banquise se reformera plus tard. Les glaces dans lesquelles il est possible de naviguer, c'est-à-dire où la banquise n'est pas compacte, seront présentes sur des périodes plus longues. De nouvelles voies de passage pour les bateaux qui sont plus économiques et surtout plus rapides sont par conséquent envisageables. D'un point de vue économique et commerciale c'est une solution parfaite puisque qu'il sera beaucoup plus économique et rapide de se déplacer pour se rendre dans les différents océans. Du point de vue des émissions de carbone c'est aussi positif puisque la réduction du temps de trajet entraîne une diminution des émissions de carbone. Cependant cela varie suivant les trajets réalisés. Dans certains cas, passer par le canal de Panama ou bien par le Canal de Suez et le détroit de Malacca sont des solutions plus rapides.

¹²³ Traité relatif à la protection de l'environnement arctique, Groupe d'Etudes sur l'Arctique (GEA) du Cercle Polaire, 2008



Figure 5. Distance des différentes routes commerciales possibles en kilomètres (Source : Lasserre, 2010).

Ces routes pourraient être utilisées par l'Asie du Nord-Est et plus particulièrement la Chine puisque ces voies pourraient leur être bénéfique sur certains trajets comme celui se rendant en Europe du Nord.

Depuis les années 1980, la Chine est présente en Arctique grâce à des recherches scientifiques dans cette région avec par exemple la fondation de l'Institut chinois de recherches polaires créée en 1989. En 2010, le premier transport d'hydrocarbure est réalisé en provenance de la Russie et à destination de la Chine. Cela s'est effectué par le passage du Nord-Est. Cet essai est suivi d'un accord entre Sovcomflot (une société russe de transport maritime) et China National Petroleum Corporation à propos du domaine de la navigation en Arctique et pour le développement du passage du Nord-Est (appelé RMN correspondant à la route maritime du nord) en novembre 2010. Entre 2010 et 2012, le trafic maritime utilisant la RMN est alors passé de 5 à 47 bateaux. En 2013, la Chine se voit promue à la place d'observateur au Conseil de l'Arctique. Cette place lui permet de créer des liens commerciaux avec la Suède, l'Islande et le Danemark menant le 26 août 2013 à l'utilisation du passage du Nord-Est par un navire commercial chinois. Au vu des possibilités commerciales et économiques que ces routes offrent, certains états comme la Russie et la Chine veulent promouvoir cette route. Cependant laisser circuler des bateaux dans ce milieu sensible accroît les risques d'accident et par conséquent de pollution de l'eau et la destruction de la biodiversité. En effet, une marée noire ou bien même le rejet des eaux de ballast au mauvais endroit peut être désastreux pour l'environnement et l'écosystème. Ces dernières peuvent notamment transporter des bactéries ou des espèces envahissantes pouvant causer des dégâts sur la biodiversité présente en Arctique, un système qui, comme expliqué précédemment, est déjà impacté par le changement climatique actuel.

La fonte de cette banquise laisse aussi apparaître de nouvelles sources d'hydrocarbure offshore tel que du pétrole et du gaz naturel. En 2008, des recherches ont été effectuées par le United

States Geological Survey et ils ont estimé que cette région possédait 13 % des réserves de pétrole mondiales et 30 % des réserves mondiales de gaz naturel. La Russie est l'État d'Arctique possédant le territoire avec le plus de ressources. Pendant longtemps, les ressources pétrolières étaient trop coûteuses et compliquées à exploiter. C'est pour cette raison que de nombreuses entreprises avaient abandonné l'idée d'exploiter cette région. C'était le cas notamment de l'entreprise Shell en 2012 qui a suspendu ces activités ou bien de Total qui lui n'avait pas immédiatement lancé ses activités dans cette région à cause des conditions extrêmes (le projet Yamal LNG verra cependant le jour). La Russie a depuis longtemps commencé à utiliser ses ressources offshore dans le champ arctique de Prirazlomnoye par exemple via l'entreprise Gazprom mais aussi dans le champ Bovanenkovo produisant à lui seul 115 milliards de mètres cubes de gaz naturel par an. Parmi cette production, la majorité est transportée au marché européen. Quant à elle, la Norvège, elle exploite principalement dans la mer Barents (situé dans l'Océan Arctique) avec notamment le champ pétrolier Goliat, l'extraction pétrolière Skuld ou bien le champ gazier Snøhvit. Elle est dépendante économiquement de ces ressources arctiques mais ne soutient que des projets qui suivent des normes écologiques et environnementales précises. La Chine aussi s'intéresse aux ressources présentes en Arctique puisqu'en mars 2013, la China National Petroleum Corporation (CNPC) et Rosneft (une société russe spécialisée dans l'extraction ainsi que la transformation et la distribution de pétrole) signent un partenariat. Ce partenariat permet à la CNPC d'utiliser en même temps que Rosneft trois gisements pétroliers se trouvant en Arctique. La CNPC a aussi un partenariat avec Novatek (une société russe de gaz naturel) afin de construire le complexe gazier de Iujnoe Tambeiskoe.

Ces différents exemples d'utilisation des ressources hydrocarbures mettent particulièrement en avant le contexte géopolitique se déroulant en Arctique. Bien que ce soit majoritairement les états arctiques qui exploitent les ressources, il y a aussi une dimension internationale avec l'arrivée de la Chine mais aussi avec par exemple le Vietnam qui s'associe à Novatek via PetroVietnam ou bien la Corée avec la Korean Gas Company qui en 2012 obtient 20 % du gisement d'Umak en Arctique canadien.

Avant la guerre ukrainienne, c'était la Russie qui fournissait principalement l'UE en gaz naturel et pétrole ainsi que la Norvège. Cependant une partie des gaz naturels et du pétrole produits en Norvège et en Russie proviennent d'extractions réalisées en Arctique comme expliqué précédemment. Actuellement, le contexte politique expose l'UE à une rupture de ces ressources énergétiques au vu de sa dépendance avec les fournisseurs russes. Pour répondre à cela, la Commission Européenne a proposé, le 18 mai 2022, le plan d'action RePowerUE visant à accélérer la transition vers une énergie durable et propre : « *REPowerEU est le plan de la Commission européenne visant à rendre l'Europe*

indépendante des combustibles fossiles russes bien avant 2030, compte tenu de l'invasion de l'Ukraine par la Russie.» (REPowerEU : une énergie abordable, sûre et durable pour l'Europe, s. d.).

3. Les solutions possibles

Dans le rapport d'information du Sénat¹²⁴ rédigé par M. André Gattolin, des propositions sont discutées dans le but de faire avancer la politique en Arctique. Cela montre que l'UE cherche à prendre des mesures afin de préserver cette zone. Malheureusement son pouvoir d'action en Arctique reste limité. L'UE se heurte aux motivations financières des pays constituant le conseil de l'Arctique. Ainsi, dans ce rapport, nous souhaitons faire des propositions qui pourraient servir d'alternatives à l'utilisation des ressources en Arctique en étant le plus en accord possible avec le contexte socio-économique actuel.

Une première idée serait de laisser ceux qui exploitent les ressources en Arctique, en dissuadant par un facteur financier les entreprises qui souhaiteraient exploiter de nouvelles ressources et en encadrant avec un système juridique strict les entreprises qui y sont déjà implantées. L'exemple de la Norvège montre que cela est possible. En effet, ce pays utilise beaucoup de ressources halieutiques présentes en Arctique (dans la mer Barents principalement) mais elle suit des législations strictes pour ne pas polluer l'océan. Le but de cette idée serait de mettre en place différentes taxes (carburant, type d'engins utilisés...), afin que le coût total de l'exploitation des ressources revienne plus cher à l'entreprise que les bénéfices qu'elle fait. Ces taxes pourraient s'appliquer aux entreprises qui souhaitent passer par l'Arctique pour que les coûts du transport maritime soient plus chers que si elles utilisaient les routes maritimes déjà en place. Le problème majeur d'une législation protégeant l'environnement est qu'elle permet aux entreprises l'utilisation des ressources en Arctique et malheureusement il y a toujours des déviations que la loi ne voit pas tout de suite ; dans une zone comme l'Arctique le moindre « faux pas » peut être fatal au système climatique mondial avec des processus qui évolueraient de façon exponentielle.

Dans les propositions du rapport d'information, la considération des peuples autochtones est mise en avant par la proposition 10 dans laquelle la Commission des affaires européennes propose de mettre en place une représentation du peuple Sami auprès des institutions européennes. Le peuple Sami vit dans le Nord de la Suède, de la Norvège, de la Finlande et en Laponie (péninsule de Kola située en Russie). Ils sont donc au cœur de la problématique Arctique puisqu'ils se trouvent dans cette région. Aujourd'hui ce peuple est représenté en Norvège et en Finlande par le Parlement Sami qui est élu démocratiquement et permet de représenter ce peuple. Il est considéré comme une autorité gouvernementale dans ces pays. Cependant aucune représentation de ce peuple n'est faite au Conseil de l'Arctique ou au sein de l'UE. Ce peuple n'est pas le

¹²⁴ Rapport d'information fait au nom de la commission des affaires européennes sur la politique de l'UE pour l'Arctique, par M. André GATTOLIN, Sénateur, enregistré à la Présidence du Sénat le 5 avril 2017

seul à n'avoir aucune voie face à ces grandes organisations. Les petits peuples de Russie font aussi face à un manque de parole. Ils sont cependant concernés par cette région puisqu'elle constitue leur apport de ressources (bien que la plupart des peuples ont vu leur culture se modifier dû à la « modernisation » que connaît ces pays) nécessaire à leurs activités tel que la pêche, l'élevage de rennes, etc... Ces peuples vivent depuis plusieurs générations sur ces territoires et ont donc une très bonne connaissance de leur environnement. C'est cette bonne connaissance de leur territoire qui leur a permis de développer un mode de vie respectueux de l'environnement. Alors pourquoi développer une économie en utilisant les ressources de ces peuples pour enrichir un pays polluant, avec le temps, les sols et les océans ?

Une solution pacifique serait de calquer le mode de fonctionnement des pays « développés » sur le modèle socio-économique des peuples vivant dans ces régions hostiles. Cette solution permettrait une meilleure communication entre les populations autochtones et les pays développés, mais aussi une meilleure représentation de ces peuples à qui l'on pourrait rendre une véritable identité. D'un point de vue environnemental, l'impact des pays développés y serait moins fort, ce qui pourrait réduire certaines émissions de GES.

L'Arctique représente un intérêt économique sans précédent, le réchauffement climatique favorisant l'exploitation de ses ressources. Cependant ce dernier joue un rôle majeur dans la régulation du climat mondial, donc commencer à l'exploiter aurait un impact sur le climat mondial. La protection globale de l'Arctique est donc nécessaire, cependant sa mise en place reste très compliquée dans une société où le facteur économique passe avant le facteur social et environnemental. Notre pouvoir d'action reste faible mais nous espérons être entendu par le biais de ce rapport.

IV. Bibliographie

A. M. Pagano, G. M. Durner, K. D. Rode, T. C. Atwood, S. N. Atkinson, E. Peacock, D. P. Costa, M. A. Owen, T. M. Williams, High-energy, high-fat lifestyle challenges an Arctic apex predator, the polar bear. *Science* 359, 568–572 (2018).

A.Thieffry, 2016, Mémoire, L'UE un nouvel acteur arctique ? Stratégie, intérêts et défis émergents, Université de Laval

Altendorf, D., *L'amplification arctique induit bien un affaiblissement des vents d'ouest*, 2022. <https://sciencepost.fr/amplification-arctique-affaiblissement-vents-douest>, 2022.

Analysis | Arctic Sea Ice News and Analysis | Page 6. (2020, 2 juin). <http://nsidc.org/arcticseaicenews/category/analysis/page/6/>

Aurore Richel (avril 9, 2021) . L'Arctique : l'objet de toutes les convoitises en matière de ressources fossiles ? <http://www.chem4us.be/energie/arctique/>

C. Gordó-Vilaseca et al. Three decades of increasing fish biodiversity across the northeast Atlantic and the Arctic Ocean. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 120,4 (2023), doi.org/10.1073/pnas.2120869120

C.Escudé-Joffres,(septembre 19, 2019). *Les régions de l'Arctique entre États et sociétés — Géoconfluences*. Géoconfluences ENS de Lyon. <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-regionaux/arctique/articles-scientifiques/regions>[http://geoconfluences.ens-](http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-regionaux/arctique/articles-scientifiques/regions)

lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-regionaux/arctique/articles-scientifiques/regions-arctiques-entre-etats-et-societesarctiques-entre-etats-et-societes#section-2

Chauvin, H., *Les nuages amplifient la crise climatique*, 2021. <https://reporterre.net/Les-nuages-amplifient-la-crise-climatique>, 2021.

Conférence Marie-Ange Schellekens Gaiffe, Université de la Rochelle, conférence, 2018 : La nouvelle politique intégrée de l'UE pour l'Arctique

Conservation de la flore et de la faune arctiques (CFFA). 2013. Évaluation de la biodiversité de l'Arctique : Résumé destiné aux décideurs Conservation de la flore et de la faune arctiques, Akureyri, Islande.

E. Casanova et al., 2021, Quelle est la politique de l'UE en Arctique ? une conversation avec l'ambassadeur Michael Mann, Le Grand Continent

Greatbatch, R. J., *The North Atlantic Oscillation*, Stochastic Environmental Research and Risk Assessment 14 (2000), 213-242, Springer-Verlag, 2000.

Integrated Ocean Drilling Program, Expedition 302, Preliminary Report, Arctic Coring Expedition (ACEX), Paleoceanographic and tectonic evolution of the central Arctic Ocean, 7 August–13 September 2004.

Kergomard, C., Quelques effets de la circulation atmosphérique sur l'extension des glaces marines dans les mers arctiques européennes (situations hivernales), Norois. Revue géographique de l'Ouest et des pays de l'Atlantique Nord Poitiers, 1982, vol. 29, n°. 116, p. 599-613.

KR. Arrigo et al. "Massive phytoplankton blooms under Arctic Sea Ice." *Science (New York, N.Y.)* vol. 336,6087 (2012): 1408. doi:10.1126/science.1215065

L. Pecuchet et al., Novel feeding interactions amplify the impact of species redistribution on an Arctic food web. *Glob. Chang. Biol.* 26, 4894–4906 (2020)

L.Mayet, 2021, Nouveau cap de l'UE sur l'Arctique, Robert Schuman

La dépendance énergétique dans l'UE. (2023, janvier). TOUTELEUPE.EU. <https://www.touteleurope.eu/environnement/la-dependance-energetique-europeenne/>

Lasabuda, A., Geissler, W. H., Laberg, J. S., Knutsen, S.-M., Rydningen, T. A., & Berglar, K. (2018). Late Cenozoic erosion estimates for the northern Barents Sea: Quantifying glacial sediment input to the Arctic Ocean. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 19, 4876–4903. <https://doi.org/10.1029/2018GC007882>, 2018.

Moran, K., Backman, J., Brinkhuis, H. et al. *The Cenozoic palaeoenvironment of the Arctic Ocean.* *Nature* 441, 601–605 (2006). <https://doi.org/10.1038/nature04800>, 2006.

O'Regan, 2011 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 14 012002

P.Pic, (14 février, 2020). *Naviguer en Arctique — Géoconfluences.* Géoconfluences ENS de Lyon. <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiershttp://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-regionaux/arctique/articles-scientifiques/naviguer-en-arctiqueregionaux/arctique/articles-scientifiques/naviguer-en-arctique>

O. V. Alexeeva & F.Lasserre, (2013, mars). La Chine en Arctique : Stratégie raisonnée ou approche pragmatique ? *Études Internationales*, 44(1), 25-41. <https://doi.org/10.7202/1015121ar>

Rapport d'information fait au nom de la commission des affaires européennes sur la politique de l'UE pour l'Arctique, par M. André GATTOLIN, Sénateur, enregistré à la Présidence du Sénat le 5 avril 2017

REPowerEU : une énergie abordable, sûre et durable pour l'Europe. (mai 18, 2022).

Commission européenne. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowerEU-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_fr2024/european-green-deal/REPowerEU-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_fr Résolution du Parlement européen du 9 octobre 2008 sur la gouvernance arctique, Bruxelles

Simonet, L. (2016). Les hydrocarbures de l'Arctique : Eldorado ou chimère ?. *Géoéconomie*, 82, 73-98. <https://doi.org/10.3917/geoec.082.0073>

Stein, R. (2019), *The Late Mesozoic-Cenozoic Arctic Ocean Climate and Sea Ice History: A Challenge for Past and Future Scientific Ocean Drilling*. *Paleoceanography and Paleoclimatology*, 34: 1851-1894. <https://doi.org/10.1029/2018PA003433>, 2019.

Tardif, D., Fluteau, F., Donnadiou, Y., Le Hir, G., Ladant, J.-B., Sepulchre, P., Licht, A., Poblete, F., Dupont-Nivet, G.: *The origin of Asian monsoons: a modelling perspective*, *Clim. Past*, 16, 847-865, 2020, 2020.

Traité relatif à la protection de l'environnement arctique, Groupe d'Etudes sur l'Arctique (GEA) du Cercle Polaire, 2008

Un engagement renforcé de l'UE en faveur d'une région arctique pacifique, durable et prospère, Communication conjointe au parlement européen, au conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions, Commission Européenne, 2021

Une politique arctique intégrée de l'UE, Communication conjointe au parlement européen et au conseil, Commission Européenne, 2016

L'importation par voie maritime : Impacts climatiques et environnementaux, politiques et juridictions européennes de transport maritime

Première partie

Nicolas BOUSQUET, Sciences de la vie,

Matéo ROY, Sciences de la vie,

Noé LIENARD, Droit,

Théo COIFFARD, doctorant en Mathématiques appliquées.

Deuxième partie

Clémentine BINARD, Sciences de la vie,

Carla DREON, Biologie,

Raphaël FERJOUX, Sciences de la vie,

Pierre SERGENT, Sciences de la vie.

Remerciements

Nous remercions Agnès Michelot et Marie-Ange Schellekens pour votre engagement dans ce module. Pour la plupart d'entre nous, ce projet nous a permis de travailler sur des thématiques que nous n'avons jamais abordé de notre vie, en particulier la juridiction et le droit. Un grand plaisir de les découvrir dans cette thématique en lien avec nos convictions personnelles. L'ensemble de l'équipe tient aussi à remercier l'ensemble des intervenants présents lors des différentes présentations dans le cadre de ce module.

Organisation du rapport

Ce rapport est organisé en deux parties distinctes.

La première abordera l'économie liée au transport maritime, les différentes questions telles que « Pourquoi l'Europe importe ? », « Comment s'organise l'importation au sein des infrastructures portuaires européennes ? », « Quelles sont les conséquences climatiques liées ? », et « Quels impacts sanitaires ? feront l'objet de réponse au sein de ce rapport.

Secondement, va être analysé les différents problèmes bio-écosystémiques, relatant plutôt d'une démarche scientifique et parallèlement les différentes directives et juridictions afin de pallier ces problèmes volontaires ou non, comme le dégazage, les pollutions liées ou encore l'introduction d'espèces invasives dans de nouveaux milieux.

Introduction

Depuis la découverte de la flottaison, par l'alliance de plusieurs troncs d'arbre, la navigation maritime a commencé son épopée. Historiquement, les navires maritimes du XV^e siècle permettaient de coloniser les premières terres, et ce jusqu'à en obtenir les ressources que ces dernières regorgeaient.

Tragiquement apparentés aux trafics d'êtres humains afin de répondre aux « besoins » des nobles dans l'obtention d'une main d'œuvre amoindrie, plusieurs dizaines de milliers d'hommes et de femmes traversent mers et océans afin de rejoindre les terres pour s'asservir à leur bourreau.

Le transport maritime pendant l'époque du XV^e siècle était long et périlleux, dû à sa source d'énergie limitée : le vent, et la force humaine. Les navires, étant essentiellement construits avec du bois, rendant la navigation dangereuse et causant ainsi de nombreux morts.

C'est aux abords de l'ère industrielle que le transport maritime prend une autre tournure. Avec l'émergence de l'industrie du XIX^e siècle, les importations-exportations commencent à se faire de plus en plus importantes. Entre 1880 et 1914, de nombreux grands canaux maritimes ont été construits, augmentant ainsi considérablement la quantité de voies navigables commerciales. La construction du canal de Panama en 1914 diminue considérablement le temps de navigation entre les océans Pacifique et Atlantique. En effet, la durée du trajet était de plusieurs semaines par les routes maritimes traditionnelles en contournant l'Amérique du Sud. Avec le canal, la traversée n'est plus que de 9 heures. De plus, la création du canal du Suez, reliant la mer Méditerranée avec la mer Rouge, a facilité les transactions commerciales vers l'Asie pour les États européens. L'émergence de ces canaux a donc facilité les échanges maritimes entre les différents pays du monde et a permis un essor de la mondialisation.

Cependant, la main-d'œuvre liée aux chargements et déchargement des navires étaient importantes. En effet, les marchandises étaient chargées sans conditionnement spéciaux sur les bateaux créant un désordre de gestion. C'est l'arrivée des conteneurs, créés par Malcolm McLean en 1956, qui permettra de répondre à cette problématique de gestion de l'espace et des marchandises. Les marchandises sont, ainsi, conditionnées dans des boîtes, facilitant la gestion des cargaisons et le chargement des bateaux. Leur robustesse et leur facilité à s'empiler feront de cette invention un véritable tremplin dans le transport maritime.

Avec le conteneur, le temps de chargement des marchandises a fortement diminué. Il est, en effet, passé de plusieurs semaines à quelques heures. À l'heure actuelle, il est estimé que le chargement d'un conteneur dure 30 secondes, sachant que certains bateaux peuvent en contenir 20 000. De ce fait, le transport maritime est devenu le leader mondial des transports commerciaux longues distances.

Depuis ces dernières décennies, le transport maritime est devenu le mode de transport international dominant pour les marchandises, représentant 80 % du commerce mondial. L'augmentation considérable du nombre de navires marchands dans les eaux européennes a des conséquences catastrophiques pour le climat et la biodiversité marine. Le rapport suivant traitera du transport maritime et de ses impacts climatiques et environnementaux.

I. Impacts socio-climatiques du transport maritime

1. Importer, pourquoi ?

L'importation a toujours existé et à la vue de la place qu'elle occupe aujourd'hui dans nos vies, elle n'est pas prête de s'arrêter. Celle-ci n'est pas juste une histoire d'échanges de bons procédés ou de cultures, mais elle est bien là pour faire fonctionner l'économie du pays qui exporte. Selon une étude publiée par Eurostat, une direction générale de la Commission européenne qui se charge d'effectuer des statistiques à l'échelle communautaire et qui fournit par la même occasion les statistiques officielles de l'Union européenne, la Chine est, sans aucune surprise, le pays qui exporte le plus avec plus de 472,3 milliards de dollars par an. Ces importations sont à destination de l'Union européenne qui, en 2021, est devenue le premier partenaire commercial de ce pays. En effet, l'importation des produits venant de Chine atteint 22 % contre 11 % pour les produits venant des États-Unis [TEU, 2021], il s'agit d'une augmentation conséquente, puisque en 2012, l'importation des produits venant de Chine n'atteignait que 12,6 % contre 16,2 % pour les produits en provenance des États-Unis [ECCE, 2014]. On remarque ainsi une augmentation et surtout une préférence pour l'importation de produits chinois au détriment des produits américains voir même des produits en provenance de pays faisant partis ou anciennement de l'Union européenne comme le Royaume-Uni avec un taux de 7 % avec 146,8 milliards d'euros [TEU, 2021], les autres pays adhérant eux sont compris dans les 46 % d'importation provenant des autres pays avec un budget de 978,5 milliards d'euro [TEU, 2021]. Selon un communiqué de presse publié par le Service de presse d'Eurostat, l'Europe en 2018 a fait importer de Chine principalement des machines et des véhicules (31 %), d'autres articles manufacturés (26 %), tel que les vêtements, mais aussi de l'énergie avec 19 % [ECP].

De plus, selon un rapport publié par l'Académie nationale de Pharmacie, la France, mais aussi les pays de l'Union européenne sont en proie à différentes ruptures de médicaments. Ces pénuries sont dues au fait que la Chine et l'Inde sont les principaux producteurs des substances actives qui entrent dans la composition des médicaments les plus « basiques » tel que le paracétamol. Ainsi, 80 % des substances actives pharmaceutiques utilisées en Europe sont fabriquées hors de l'Espace économique européen (source EMA : Agence Européenne des Médicaments) [ANP, Juin 2018]. De ce fait, on a une délocalisation de la production des principes actifs vers les pays d'Asie afin de minimiser les coûts de production mais aussi afin de s'affranchir des contraintes environnementales qui dans certains cas peuvent être coûteuses. En effet, comme le prévoit la deuxième sous-section de l'article L541-10 du code de l'environnement : Filières soumises à la responsabilité élargie du producteur : Il peut être fait obligation aux producteurs, importateurs et distributeurs de ces produits ou des éléments et matériaux entrant dans leur fabrication de pourvoir ou de contribuer à la prévention et à la gestion des déchets qui en proviennent. Mais aussi comme le prévoit l'article L.4211-2-1 du Code de la Santé Publique, relatif à la responsabilité élargie du

producteur ou encore l'Avis n°12-A-17 du 13 juillet 2012 concernant le secteur de la gestion des déchets couvert par le principe de la REP.

Ce taux de production étant conséquent, l'importation de médicaments ou même de matériel médical en provenance de Chine est elle aussi importante. De ce fait, dans ce domaine-là, l'Europe et la France en sont presque entièrement dépendantes, ce qui peut expliquer les différentes pénuries auxquelles on a fait face.

Avant la crise, l'achat de produits « Made in China » ou en provenance d'autres pays tels que le Bangladesh, Pakistan ou L'inde, se comprenait puisque les prix étaient moins chers que le « Made in France ». En effet une production « Made in France » est bien souvent plus chère car les conditions de fabrication sont bien différentes de celles que l'on retrouve généralement à l'étranger. Il faut prendre en compte les conditions de travail mais surtout les salaires. En effet, selon une étude publiée par Clean Clothes Campaign en 2020 [UPTP, 2020], le salaire mensuel en Inde serait de 116,6 dollars américains et de 113 dollars américains pour le Bangladesh. De plus, selon les grilles de salaires prévues par la convention collective IDCC 18 (Convention collective nationale de l'industrie textile) applicables au 1^{er} août 2022, le salaire mensuel minimum auquel aurait droit un salarié serait de 1792 dollars américains fluctuant suivant le marché [CCT]. Cette différence de salaire et par conséquent la disponibilité de la production de textile en France qui est beaucoup moins importante qu'elle ne l'est à l'étranger est d'ailleurs montrée une autre étude publiée par l'INSEE en 2018 où l'on observe depuis les années 1990, une baisse de la production de textile en France, mais aussi une baisse de l'effectif des salariés au détriment d'une augmentation du coût destiné à l'importation passant de 15 milliards d'euros en 1991 à 36 milliards en 2015 (Figure 1 [INSEE]).

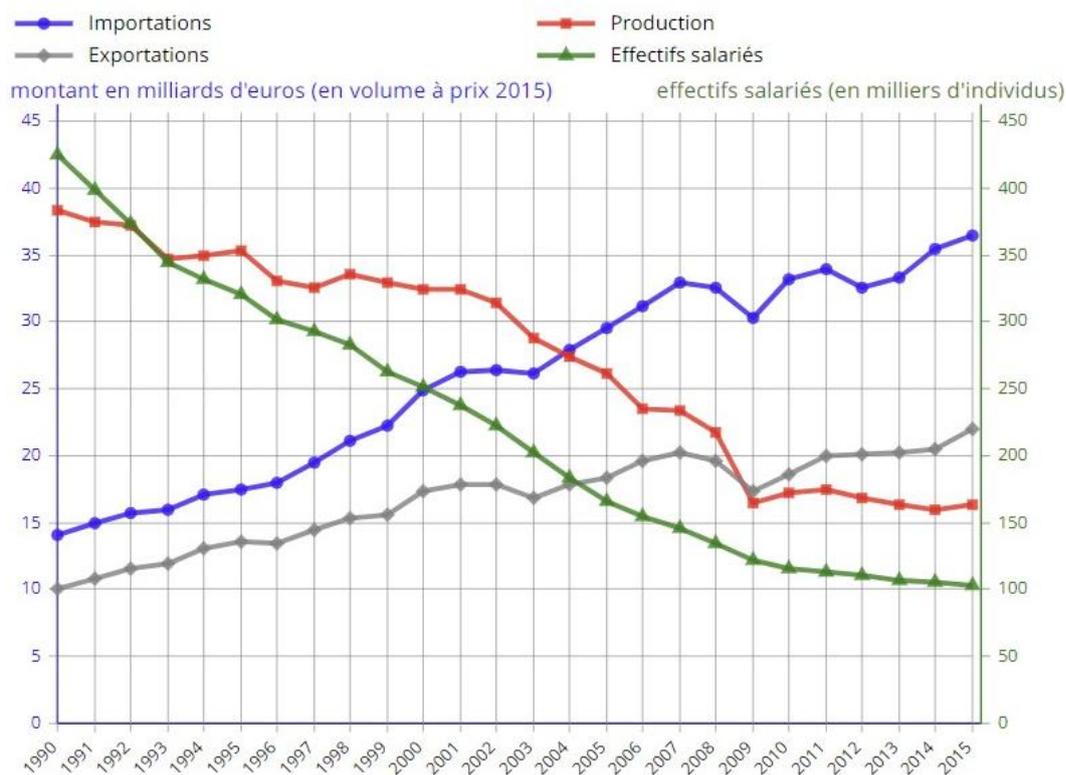


Figure 1. Le textile en France depuis 1990 : effectifs, production et commerce extérieur.

Les conditions de travail dans ces pays de l'Est ne sont pas aussi encadrées que dans les pays occidentaux. En effet, et notamment en Chine, certains procédés utilisés dans la fabrication de textile sont encore utilisés alors que la plupart sont interdits. Notamment la méthode du sablage qui consiste à donner un aspect vieilli aux jeans. Des études ont d'ailleurs montré que cette méthode entraînerait le développement de la silicose, une maladie pulmonaire mortelle dans la majorité des cas [CCC].

Aujourd'hui, la question du « Made in France » ou du « Made in UE » ne se pose plus. Puisque suite à la crise de la Covid-19, les prix de transport des conteneurs ont grandement augmenté. En effet, selon l'indice World container, le prix d'un conteneur de 40 pieds serait passé de 2.000 dollars américains avant la crise à plus de 14.000 dollars en 2021 durant la crise sanitaire [WCI]. Néanmoins, il faut être conscient que ce problème de prix était principalement dû à une pénurie de main d'œuvre au sein des différentes plateformes qui interviennent dans ce commerce, à savoir les ports, mais aussi au niveau de la disponibilité des conteneurs. Bien évidemment, depuis la crise sanitaire, le prix des conteneurs baisse, mais reste quand même élevé par rapport à ceux que l'on pouvait trouver avant la pandémie.

2. Comment l'importation s'opère-t-elle ?

L'importation faite en Europe nécessite divers moyens afin d'être mis en place comme les infrastructures portuaires et les moyens de transports.

Les ports sont la structure d'accueil de la marchandise et donc une composante essentielle de l'importation. En Europe en 2020, les 3 plus grands ports étaient Rotterdam avec 15 M EVP*, Anvers avec 12 M EVP et Hambourg avec 8.5 M EVP [LPC, 2020]. Le plus grand port français était le Havre avec 2.35 M EVP [LPC, 2020]. En comparaison, le plus grand port de monde était Shanghai avec 43.5 M EVP [LPC, 2020]. Tous ces ports européens sont sous la juridiction de leur état mais aussi de l'UE qui va permettre de réglementer les infrastructures et la gestion de ces ports. Ces règlements permettent d'uniformiser à l'échelle de l'Europe des lois afin de mieux préserver les ports et l'environnement. Par exemple, la directive (EU) 2019/883 qui est devenue une loi dans les États membres le 28 juin 2021 qui fait payer des frais supplémentaires aux navires dans les ports pour les autoriser à livrer des déchets, notamment. Elle incite aussi les États membres à contrôler les capacités de leurs ports et de gérer les déchets des navires [EURLEX, 2022].

Pour relier les ports et livrer les marchandises, ce sont les navires de transport de marchandises qui interviennent. Pour le transport de marchandises, il existe de nombreux type de navire en fonction du type de matériel transporté : Les plus connus sont les porte-conteneurs qui permettent de transporter de nombreuses marchandises dans des conteneurs certains peuvent faire 300m et transporter 8 000 EVP, ou encore les vraquiers qui sont spécialisés dans le transport des minerais et énergies fossiles [LOGCONS]. Ce genre de navire consomme un carburant nommé fioul soute ou mazoute lourd qui est un carburant visqueux dégageant des pollutions acides dans l'air et l'environnement [LETPS, 2016]. Ce fioul utilisé pour la propulsion des navires possédait une teneur en soufre de 4.5 % massique avant, ce qui causait des problèmes de pollution et endommagerait les navires, mais l'OMI a permis de réduire ce taux d'abord à 3.5 % en 2016 et a choisi la date du 1^{er} janvier 2020 pour abaisser le taux à 0.5 % [WIK, 2022]. En 2016, le parlement européen a aussi donné des directives afin d'abaisser cette teneur en soufre dans les fiouls lourds [EURLEX]. Les navires usant de ce type de carburant sont de fait très polluants car ils libèrent aussi de nombreuses particules fines dans l'atmosphère. Pour lutter contre ces pollutions, il existe certaines alternatives plus ou moins radicales. Fin 2017, le CMA CGM a commandé 4 petits porte-conteneurs et 9 maxi porte-conteneurs fonctionnant au GNL qui est un gaz naturel liquéfié et qui ne rejeterait pas de soufre dans l'air [WIK, 2023]. Ces navires, une fois trop endommagés doivent être pris en charge et recyclés. En France, leur recyclage est contrôlé car ces navires en fin de vie sont considérés comme des déchets qui peuvent être dangereux. Ce recyclage est encadré par la Convention de Bâle ainsi que le règlement (CE) n° 1013/2006 qui précise que le démantèlement doit être effectué selon un protocole précis dans les bonnes conditions afin de ne pas nuire à l'environnement [ECO.GOUV, 2022], [EURLEX, 2006]. Cependant, en Europe, malgré les lois et règlements, le nombre d'entreprises de démantèlement agréé par l'UE est très faible, ainsi 95 % des navires européens sont démantelés en Asie du Sud-Est [ACTENV, 2017].

Les navires, pour rejoindre les différents ports, suivent des routes maritimes.

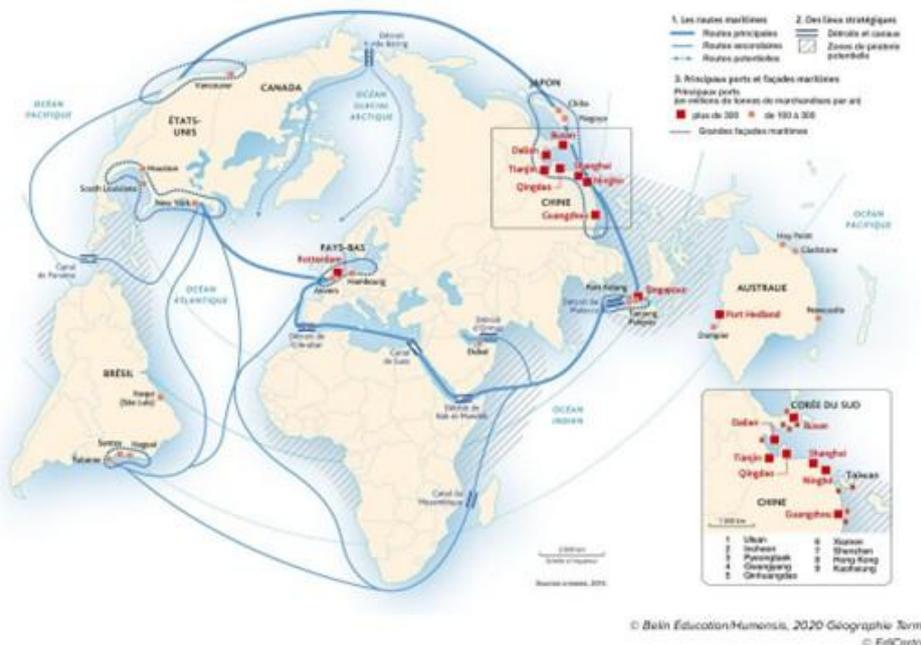


Figure 2. Principales routes maritimes au niveau international.

Ces routes étant internationales, sont difficiles à réguler pour l'Europe car elles souffrent de compétitions géopolitiques [VIEPUB, 2021]. Cependant, l'UE peut contrôler les eaux à proximité afin de contrôler l'impact environnemental dû au transport maritime. C'est pourquoi en 2014, la commission a publié une communication afin de partager les informations entre États membres [COM(2014)0451], [EUROPA, 2022].

3. Qui est en charge de l'importation ?

Les grandes compagnies maritimes sont des acteurs importants dans l'importation maritime de l'Union européenne. Selon une étude de 2019 de la Commission européenne [ECE-2019], les 10 plus grandes compagnies maritimes du monde sont responsables de plus de 80 % des importations de conteneurs dans l'Union européenne. Parmi ces compagnies, on trouve Maersk, Mediterranean Shipping Company, CMA CGM, Hapag-Lloyd et COSCO Shipping.

Ce sont des multinationales qui opèrent dans un environnement mondial très concurrentiel. Pour rester compétitives, elles cherchent à minimiser les coûts de transport, ce qui peut les amener à opérer dans des conditions qui ne respectent pas toujours les normes environnementales.

Cependant, certaines grandes compagnies ont pris des mesures pour améliorer leur performance environnementale. Par exemple, plusieurs compagnies maritimes ont adopté des pratiques de transport plus durables [GME-2021], telles que la réduction de la vitesse de leurs navires pour économiser du carburant et réduire les émissions de gaz

à effet de serre. L'adoption de ces pratiques de transport plus durables n'apparaît pas seulement naturellement par des élans écologiques venant des grandes compagnies. Elle est aussi et surtout forcée par les normes environnementales qui apparaissent.

L'UE a le pouvoir de créer du droit international, notamment en matière environnementale. Face à l'urgence climatique, elle a donc souvent fait jouer de sa capacité normative notamment en adoptant, en 2012, une directive qui impose des normes d'émissions plus strictes pour les navires circulant dans les eaux européennes [2012-33-UE]. Parallèlement, en 2018, la Commission européenne a adopté un plan d'action pour promouvoir une économie bleue durable dans l'Union européenne [COM/2018/647]. Ce plan vise premièrement à encourager une utilisation plus durable des ressources marines mais présente aussi un projet de transition vers des modes de transport maritime plus respectueux de l'environnement. Concrètement, l'Union européenne va ici mettre ses fonds à disposition pour accompagner ces compagnies dans leur transition écologique afin, entre autres, de rendre les transports maritimes plus écologiques.

Néanmoins, il reste encore beaucoup à faire pour garantir que toutes les grandes compagnies maritimes respectent les normes environnementales. Les gouvernements et les organisations internationales peuvent jouer un rôle important en incitant les entreprises à adopter des pratiques plus durables et en veillant à ce que les réglementations soient mises en œuvre de manière efficace.

Globalement, la politique de l'Union européenne en matière d'importation maritime vise à favoriser le commerce international tout en garantissant le respect des normes sociales et environnementales. L'Union européenne est l'un des plus grands importateurs de marchandises au monde et elle dépend donc fortement du transport maritime pour l'acheminement de ces marchandises.

Les politiques de l'Union européenne en matière de commerce sont définies par la Commission européenne, qui négocie des accords commerciaux avec les pays tiers. Les accords commerciaux visent à faciliter le commerce et l'investissement en éliminant les barrières douanières et les obstacles techniques, mais aussi en veillant au respect des normes environnementales et sociales.

L'UE a mis en place différentes politiques indirectement liées à son importation maritime. Il existe ainsi depuis 2009 une politique européenne du "Système d'échange de quotas d'émission pour le secteur de l'aviation et du transport maritime" [SEQE-UE], qui vise à limiter les émissions de gaz à effet de serre du secteur maritime et de l'aviation en limitant la quantité de permis d'émissions disponibles. Cette politique s'applique aux compagnies maritimes qui opèrent dans l'UE et aux pays tiers qui fournissent des services de transport maritime à l'UE. Celles qui dépassent leur quota d'émissions peuvent acheter des crédits d'émission auprès d'autres compagnies qui ont émis

moins que leur quota, ce qui crée un incitatif économique pour les compagnies à réduire leurs émissions.

D'autre part, l'Union européenne a mis en place des réglementations strictes en matière de sécurité alimentaire pour protéger les consommateurs et les producteurs européens. Les importateurs doivent respecter les normes de l'Union européenne en matière de santé et de sécurité des aliments, de traçabilité des produits et de respect des normes sanitaires des animaux et des plantes.

Enfin, l'Union européenne s'engage à lutter contre la pêche illégale, non déclarée et non réglementée (INN) en imposant des normes strictes en matière de pêche durable, en renforçant les contrôles douaniers et en encourageant les partenariats internationaux pour la conservation et la gestion des ressources halieutiques importées. Les importateurs doivent aussi prouver que les produits de la pêche ont été capturés légalement et respectent les normes sanitaires.

Le marché illégal est un autre aspect important de l'importation maritime de l'Union européenne. Les produits illégaux importés comprennent des substances contrôlées, des armes, des produits contrefaits, des espèces animales et végétales protégées, ainsi que des déchets toxiques [OLAF-2020].

Le marché illégal de l'importation maritime est un phénomène complexe qui implique souvent des réseaux de trafiquants et de criminels organisés. Les ports européens sont souvent utilisés comme points de passage pour ces produits illégaux, ce qui soulève des préoccupations en matière de sécurité nationale et de sécurité environnementale. L'Union européenne a mis en place des mesures pour lutter contre le marché illégal de l'importation maritime. Ces mesures comprennent des réglementations douanières plus strictes [ICS2-2023], une surveillance accrue des activités suspectes dans les ports [EMSA-2002], des contrôles plus rigoureux des navires et des cargaisons [EMSA-2002], ainsi que des sanctions pénales pour les contrevenants.

À ce sujet, une directive du Parlement européen et du Conseil de l'UE datant du 23 juillet 2014 établit les règles minimales concernant les infractions et les sanctions applicables aux activités relevant du droit de la mer, y compris les infractions liées au transport maritime et à l'importation illégale [2014/90/UE].

En outre, l'UE collabore avec d'autres pays et organisations internationales pour lutter contre le marché illégal de l'importation maritime. Par exemple, elle travaille avec Interpol pour échanger des informations et des pratiques exemplaires en matière de lutte contre le trafic illicite de drogue, d'êtres humains, mais aussi d'espèces sauvages et de matériaux [ITP- UE]. Cependant, le marché illégal de l'importation maritime reste un problème complexe à relever. Les trafiquants et les criminels organisés sont souvent très créatifs et utilisent des méthodes sophistiquées pour éviter la détection. Les gouvernements et les organisations internationales doivent continuer à travailler ensemble pour élaborer des stratégies efficaces de lutte contre ce phénomène.

L'Union européenne est partie à plusieurs accords internationaux en matière de transport maritime, tels que la Convention des Nations unies sur le droit de la mer [CNUDM-UE] et les conventions de l'Organisation maritime internationale [OMI-UE] concernant la sécurité, la pollution marine et les droits des marins. L'UE a également adopté des règles spécifiques pour lutter contre la pollution par les navires, telles que la directive sur les émissions de soufre dans les carburants utilisés par les navires [2005/33/CE].

Enfin, l'UE a instauré un système de contrôle des navires qui entrent dans ses ports, appelé système de surveillance, de contrôle et d'information sur le trafic maritime (SafeSeaNet) [SSN-EMSA]. Ce système permet aux États membres de surveiller le trafic maritime en temps réel et de s'assurer que les navires respectent les normes de sécurité et de protection de l'environnement en vigueur dans l'UE.

4. Les conséquences climatiques

Avec pour cycle allant de 40 000 à 100 000 ans, les périodes glaciaires qu'a connues la Terre, d'après la Nasa, permet de constater une diminution de la concentration en dioxyde de carbone, le CO₂. En totale corrélation avec la température terrestre, il est recensé que pendant les périodes « non glaciaires », la concentration en dioxyde de carbone avoisine au maximum 290 ppm (parties par million). À l'heure actuelle, les climatologues parlent d'une augmentation de teneur en dioxyde de carbone dans l'atmosphère de 30 à 40 % [NOAA], [EPC]. Déterminées par habitant, les émissions de GAS (Gaz à effets de serre) des habitants européens sont 50 % plus élevées que celles des habitants au niveau mondial. Région en constance de développement économique, l'Europe et son entité géopolitique l'Union européenne unissant 27 pays représentent un poids important dans ce dérèglement climatique, notamment par son industrie et sa consommation. L'urgence d'agir est plus que nécessaire au vu des prévisions climatiques à l'horizon 2100 se comportant par une augmentation de 1,5 °C dans le cas de mise en place de stratégie de réduction de gaz à effet de serre. Dans un cadre plus pessimiste, le rapport [CCNUCC, 2016] omet une potentielle augmentation de 2,7 °C. Représentant 8 % des gaz à effet de serre, le transport maritime est voué à répondre aux demandes face au besoin des industriels et de ses habitants. C'est dans les années 2000 qu'apparaît les premières directives stratégiques de la Commission Européenne dans le cadre de croissance, la stratégie de Lisbonne [LSB, 2000]. Elle vise à stimuler la croissance économique et l'emploi en Europe, notamment par le biais de l'innovation, de la compétitivité et de la durabilité. Rediscutée le 15 et 16 juin 2002 lors du conseil de Göteborg [GTB, 2002], la stratégie de Lisbonne se verra révisée, la Commission Européenne décide d'y ajouter un troisième axe pivot : l'environnement et le développement durable. Cette dernière décide de relever ainsi 4 axes majeurs dans lequel apparaît le changement climatique et le transport. Dans la dynamique résiliente face au changement climatique, l'UE décide en 2015 d'aborder la question de la place du transport maritime dans cette méthode. Souvent jugées injustes, les politiques mises en

place n'ont pas toujours été appliquées pour le transport maritime. La raison est liée notamment par la juridiction, qui dans les eaux internationales ne relatent plus uniquement d'un pays, mais d'une juridiction internationale. Dans cette démarche d'encadrement unilatéral pour l'ensemble des industriels maritimes, l'Europe s'engage en 1959 et contribue à la création de l'Organisation Maritime Internationale (OMI). En 2015, l'Union européenne décide d'intensifier ces relations avec cette dernière dans l'objectif de suivre les initiatives encadrées par le pacte vert [COM(2019) 640]. Ce pacte vert a pour objectif d'orienter l'ensemble des pays européens vers une réduction de 55 % des émissions de gaz à effet de serre à horizon 2030, et vers la neutralité carbone d'ici 2050. Cet ensemble d'initiatives fait suite aux accords de Paris [COP, 2015] fait le 12 décembre 2015 dans lequel 196 pays du globe décident de s'engager à prendre des décisions politiques afin de ne pas dépasser le seuil des 2 °C. La mise en place d'un Système d'Échange de Quotas des Émissions de dioxyde de carbone (SEQE), aussi appelé la taxe carbone permet de créer une économie propre dans lequel le pollueur est payeur et se doit d'acheter des crédits à d'autres acteurs économiques industriels plus propres afin de compenser ses émissions [COM(2014) 020]. Le transport maritime sera intégré à cette juridiction dès lors que le navire entre dans un port européen, ce sera aux ports de l'Union européenne de s'engager à une surveillance accrue dans les émissions de CO₂ et de polluants atmosphériques. Ce mécanisme d'ajustement carbone sera mis en place dès le 1^{er} octobre 2023. Jusqu'à fin 2025, les acteurs importateurs assujettis à cette directive devront déclarer leurs émissions afin de mettre en place en 2026 le marché du crédit carbone. Le SEQE dans son fond permet de rester dans une dynamique de libre-échange avec pour conviction de favoriser les transports courts, en effet le coût de transport en émission de gaz polluants lié à l'importation sera pris en charge dans la déclaration des émissions de gaz à effet de serre. Contraindre les industriels marins économiquement à devenir plus propres est une solution qui doit être corrélée avec des solutions. Organisée par l'OMI et l'ensemble de ses acteurs, la Convention MARPOL faisant suite à la Convention OILPOL (*International Convention for the Prevention of Pollution of the Sea by Oil*) est une Convention internationale pour la prévention de la pollution marine. Établie en 1954, elle dispose d'une annexe (Annexe VI) parmi les six présentes s'intéressant aux pollutions liées aux « gaz marin » [MEPC.176(58)]. En vertu de cette Convention, la Commission Européenne promeut l'utilisation de carburants plus propres tels que le GNL ou encore les biocarburants. Responsable de 13 % [WS, 2019], [CS, 2020] des émissions d'oxyde de soufre (SO_x) à l'échelle mondiale, le transport maritime présente des effets sur l'environnement autre que l'effet de serre. L'oxyde de soufre présente des conséquences accélérant le processus de fonte des glaces engendré par un dépôt de suie noire directement sur les banquises et glaciers empêchant le reflet des rayons solaires, un phénomène appelé l'effet albédo. Après adoption de la Convention MARPOL, la SEA/LNG, une coalition d'industriels marins, de gestionnaires portuaires, de fournisseurs énergétiques se développent afin de promouvoir au mieux les carburants alternatifs et retourner les différents obstacles dans sa promotion, allant de

la logistique, des infrastructures ou jusqu'à sa mise en place d'un point de vue technique ou encore financier. Dans l'exemple, un système d'épuration du mazout lourd pour restreindre les émissions en soufre ou la mise en place de moteurs fonctionnant au GNL est économiquement lourd pour les industriels. Dans le Tableau 1 sont présentés en second volet les différentes alternatives en comparaison au mazout lourd, majoritairement utilisé. Des zones de contrôle d'émission en soufre (SECA - Sulfur Emission Control Areas) ont été mises en place dans les mers nordiques et baltiques [GM]. Ces zones (non uniquement dans les zones européennes) situées dans le nord se voient être plus encadrées sur les émissions en oxyde de soufre limitées à 0,5 % de teneur en soufre, dans l'objectif de suivre les Directives de l'OMI de 2020 [IMO, 2020]. Elle a pour but d'étendre cet encadrement plus globalement (en particulier en mer Méditerranée) dans les prochaines années et d'agir secondement sur les oxydes d'azotes.

Tableau 1. Conséquences et effets des polluants SO_x , NO_x et CO_2 sur l'environnement; polluants liés à la combustion des carburants et ses propriétés. Sources : [WS, 2019], [CS, 2020], [GM]. ⁽¹⁾ Système d'épuration des gaz relâchés

CONSEQUENCES	POLLUANTS		
	SO_x	NO_x	CO_2
EFFET DE SERRE			x
OZONE STRATOSPHERIQUE			
OZONE AU NIVEAU DU SOL		x	
PLUIE ACIDE	x	x	
CARBURANTS			
ADAPTATION AU MAZOUT LOURD¹		x	x
GAZ NATUREL LIQUEFIE (GNL)		x (dim. 80%)	x (dim. 20%)
GASOIL MARIN	x (faible teneur)	x	x
MAZOUT LOURD	x	x	x

5. Les conséquences sur la santé humaine

Outre l'aspect environnemental, les différentes émissions de gaz polluants affectent de manière très importante la santé des humains. En effet, l'augmentation de la température sur la surface du globe engendrerait d'après un rapport du GIEC [GIEC, 2018] des augmentations accrues des phénomènes météorologiques extrêmes (canicule, inondation, cyclone, sécheresse...). En particulier, comme le souligne Valérie Masson-Delmote, co-présidente du groupe de travail n°1 du GIEC, le cycle de l'eau s'intensifie et engendrera des phénomènes plus récurrents, en particulier dans les pays d'Europe de l'Ouest. Avec une population pouvant être qualifiée de vieille, notamment dû au baby-

boom d'après-guerre, sa vulnérabilité face à ces conditions climatiques dures pourrait engendrer une augmentation conséquente de décès. D'après un rapport [VSS, 2021] regroupant 70 chercheurs internationaux sur le climat, il serait estimé que 30 à 40 % des décès liés aux canicules sont d'origine anthropique, directement liés au dérèglement climatique engendré par l'Homme. Principalement en lien avec les gaz à effet de serre, l'augmentation de la température n'est pas la seule cause anthropique impactant la santé mondiale. Le dioxyde de soufre SO₂ comme étudié dans le précédent paragraphe présente des conséquences dramatiques sur le plan respiratoire et notamment oculaire. Celui-ci peut venir par deux voies différentes, par inhalation et par les pluies acides contaminant les eaux, et peut causer notamment de l'asthme, des toux chroniques ou encore des irritations (dermatologiques et oculaires). Un rapport [ANSES, 2017] réalisé par l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire révèle une forte augmentation des maladies chroniques à proximité d'une zone industrialo-portuaire proche de Marseille, en France. À l'échelle nationale, 36,6 % de la population est touchée par des maladies chroniques, alors que les habitants en question de la cité phocéenne sont touchés de l'ordre de six personnes sur dix. C'est notamment dans une démarche sanitaire que l'Europe doit aussi être contrainte de se préparer au pire. Une seconde partie sera abordée concernant les différentes pollutions des milieux marins par notamment des marées noires ou de dégazage, qui affectent gravement la biodiversité et notamment la santé humaine par la consommation potentielle de ces ressources alimentaires. Une alternative possible non technique serait de limiter à des vitesses plus basses la vitesse des navires à une certaine distance des côtes. En effet, une réduction de 12 % de la vitesse entraîne une réduction de la consommation à hauteur de 27 % [QS, 2019] et donc les émissions en soufre seraient amoindries.

II. Les impacts bio-écosystémiques du transport maritime

La navigation des bateaux et l'importation maritime ont un impact non négligeable sur les écosystèmes de l'UE (Union européenne). Cela engendre, en effet, une augmentation des introductions d'espèces non-indigènes, mais aussi des actes de pollutions. La circulation des bateaux affecte également les écosystèmes.

1. L'introduction d'espèces par l'importation maritime dans l'UE

L'introduction d'espèces indiquée est l'action de déplacer des individus, de manière volontaire ou non, hors de leur aire de répartition naturelle. Elles deviennent alors des espèces nonindigènes (ENI), ou exotiques, et peuvent s'établir de manière permanente dans la zone où elles sont introduites et s'y propager, impactant alors la faune et la flore locales. Ce sont alors des espèces exotiques envahissantes (EEE). L'expansion d'EEE peut provoquer la disparition des espèces autochtones, présentes naturellement dans l'écosystème et impacter toute la chaîne trophique (Eaufrance, 2018).

Les espaces maritimes européens sont particulièrement touchés par ce phénomène. Une étude a déterminé que 986 ENI étaient présentes dans la Méditerranée en 2019 (Cabrin

et al., 2019). De plus, d'après l'Agence européenne de l'environnement, entre 1949 et 2017, 256 espèces non indigènes ont été enregistrées dans l'océan Atlantique (European Environment Agency, 2019).

Les impacts sur les archipels sont souvent plus importants, de par leur isolement géographique, le nombre restreint d'espèces et le fort taux d'endémisme (Eaufrance, 2018). En effet, les espèces présentes sur les îles vivent souvent uniquement à cet endroit et n'existent donc nulle part ailleurs. D'après l'ancien secrétaire général de l'Organisation Maritime Internationale (OMI), Koji SEKIMEZU, l'invasion d'espèces est une des « *menaces les plus significatives des temps modernes pour l'environnement marin* ».

L'un des principaux vecteurs d'introduction de ces espèces non-indigènes dans l'UE, est l'importation maritime (Keller et al., 2011). En effet, depuis 1949, le transport maritime est responsable de l'introduction de 50 % des EEE dans les mers autour de l'UE. Les EEE sont introduites par les bateaux principalement en s'accrochant à leur coque ou via les eaux de ballast des navires (European Environment Agency, 2021).

Les eaux de ballast

Pour stabiliser le bateau par rapport au poids des marchandises, il faut ajouter ce que l'on appelle des eaux de ballast. Lorsque le bateau est vide, pour compenser le manque de marchandises, il faut introduire de l'eau prélevée directement dans le port. Cette eau est ensuite rejetée lorsque le bateau est chargé en marchandises (National Invasive Species Information Center, n.d.).

Dans le monde, environ 10 milliards de tonnes de ballast sont déversées dans les océans chaque année. Ces eaux contiennent des espèces animales et végétales qui sont transportées partout dans le monde. Ces ENI peuvent, cependant, devenir envahissantes, une fois déposées dans un autre endroit du globe. (Niimi, 2004). Au niveau européen, le coût global de l'introduction d'EEE par les eaux de ballast serait de 2,2 milliards d'euros. Cela comprend les coûts économiques directs, les coûts de suivi et ceux liés à la perte de la biodiversité (Ministère de la Transition Ecologique, 2016).

Pour empêcher la propagation des EEE par les eaux de ballast, l'OMI a mis en place la Convention sur la gestion des eaux de ballast (BWM). Celle-ci a été adoptée en 2004 et est entrée en vigueur après ratification par 35 % de la flotte mondiale, le 8 septembre 2017 (OMI, 2004). Dans un premier temps, la norme d'échange des eaux de ballast (règle D-1) exige des navires qu'ils échangent un minimum de 95 % du volume d'eau de ballast en haute mer. Le renouvellement de ces eaux doit s'effectuer à « *200 miles marins de la terre la plus proche et par 200 mètres de fond au moins* », conformément à la règle D-4 (Ministère de la Transition Ecologique, 2016 ; OMI, 2004 ; Walker et al., 2019). En effet, l'échange d'eaux diminuerait la proportion d'organismes vivants dans les eaux de ballast de 80 à 95 % (Ruiz & Reid, 2007). Cela est notamment dû aux différences de salinités entre les eaux réceptrices et les eaux de rejets (Walker et al., 2019). Enfin, la règle D-2 stipule que les eaux de ballast rejetées peuvent contenir des organismes viables en deçà

des limites spécifiées. L'objectif final de l'OMI à travers cette convention est que tous les bateaux soient équipés d'un système de gestion des eaux de ballast à partir de 2024 (European Maritime Safety Agency & European Environment Agency, 2021 ; Ministère de la Transition Ecologique, 2016 ; OMI, 2004).

Cependant, tous les pays membres n'ont pas adopté cette convention, et aucune gestion spécifique aux eaux de ballast n'existe au sein de l'UE. Les pays qui n'ont pas signé la Convention n'ont donc aucune obligation de gestion des eaux de ballast. Ainsi, ces États n'empêchent pas l'introduction des ENI par ce biais.

L'encrassement des bateaux

Un autre moyen pour les ENI d'être transportées à travers le monde par les bateaux, est de se fixer sous la surface des navires, c'est ce qu'on appelle le biofouling ou l'encrassement biologique. Le biofouling commence par un biofilm formé par des bactéries, qui permet à des animaux plus gros de se fixer, jusqu'à créer une véritable chaîne trophique sur la coque du bateau (Fernandes et al., 2016). Les porte-conteneurs ne sont pas exclus. Une étude a permis d'établir que, malgré leur vitesse plus importante que les autres bateaux, ils présentent tout de même un grand nombre de taxons différents sur la coque. Les scientifiques ont également observé que les organismes étaient davantage concentrés dans les renforcements que dans les surfaces planes (Davidson et al., 2009).

Ces être-vivants accentuent le poids du bateau, ce qui augmente la consommation de carburant de 40 à 80 %. De plus, une étude a montré que l'encrassement par les ENI de la coque a un impact plus important, que les espèces autochtones, sur la consommation de carburant (Fernandes et al., 2016). Ainsi, pour lutter contre les dépenses liées à la consommation de carburants, les transporteurs appliquent des peintures antifouling qui empêchent l'ancrage des organismes. Cependant, ces peintures ne sont pas efficaces à 100 % et selon le type de peinture utilisé, certains organismes arrivent quand même à se fixer. En outre, l'utilisation de peinture antifouling constitue une source majeure de pollution par les métaux lourds, des milieux marins (Dafforn et al., 2008).

L'Union européenne lutte activement contre les substances dangereuses liées à l'utilisation de ces peintures. Le « *règlement des produits biocides* » a pour objectif de répertorier toutes les substances, contrôler leur utilisation, protéger le consommateur et limiter leurs effets sur l'environnement. Il répertorie ainsi une liste de molécules présentes dans les antifouling qui sont autorisées dans les peintures (Règlement n° 528/2012). Toutefois, aucune mesure n'oblige les importateurs à appliquer de l'antifouling sur leurs bateaux.

L'introduction d'espèces par les conteneurs

Le biofouling et les eaux de ballast sont les principaux vecteurs d'introduction d'espèces dans l'UE par l'importation maritime. Cependant, les ENI ont d'autres moyens d'être importées par les bateaux dans l'UE. Les conteneurs eux-mêmes peuvent transporter des

espèces à travers le globe. C'est, par exemple, par des poteries importées de Chine que les frelons asiatiques sont arrivés en France (Arca et al., 2015). Les grilles d'entrée d'airs de certains conteneurs sont quant à elles, des zones où des propagules de plantes peuvent se fixer (Lucardi et al., 2020).

Une étude a, de plus, montré dans 1174 conteneurs échantillonnés, la présence de plus de 7400 insectes (Stanaway et al., 2001). Ainsi, certaines cargaisons à risques peuvent être inspectées lorsqu'elles sont importées dans l'UE. La directive 2000/29/CE contient une liste d'organismes et de végétaux soumis à une obligation de contrôle (Directive n°2000/29/CE).

L'UE et l'introduction d'espèces

L'UE n'a pas mis en place de réglementation spécifique sur les eaux de ballast ou le biofouling mais des directives ont été instaurées pour limiter l'impact des EEE.

La première est la directive-cadre « stratégie pour le milieu marin ». Celle-ci stipule *que* « Les espèces introduites par le biais des activités humaines doivent se maintenir à des niveaux qui ne perturbent pas les écosystèmes » (DCSMM, 2020). Les États membres doivent donc agir en conséquence.

Le règlement n°1143/2014 a, ensuite, été mis en place pour prévenir, réduire et atténuer les effets néfastes des EEE sur les écosystèmes. Le but étant que les États instaurent des mesures pour éviter l'introduction d'EEE dans l'Union européenne, cela comprend donc l'importation par les eaux de ballast et par le biofouling des bateaux. L'intérêt est de prévenir le plus tôt possible l'introduction d'espèces pour limiter les impacts négatifs sur les espèces autochtones. Les États doivent, également, engager des mesures pour éliminer les EEE présentes sur leurs territoires (Règlement n°1143/2014). Cela favoriserait la résilience des écosystèmes en permettant aux espèces indigènes de pouvoir reprendre leurs niches trophiques d'origine.

Avec le contexte de réchauffement climatique, le taux d'introduction des EEE dans les eaux européennes pourrait augmenter de 15 à 30 % d'ici le milieu du siècle (Fernandes et al., 2016). Il est donc important d'agir le plus tôt possible avant que les EEE n'aient trop endommagé la biodiversité et que la résilience ne soit plus possible. Au sein de l'UE, aucune mesure spécifique n'a été prise face à l'introduction d'espèces par les biais cités ci-dessus et ce malgré leurs impacts non négligeables. Ce type d'action serait surtout bénéfique pour les archipels tels que la Polynésie française, les îles Canaries ou encore les Terres Australes et Antarctiques Françaises. Ces régions ont des écosystèmes beaucoup plus fragiles qu'en Europe car les espèces y sont endémiques et ne peuvent pas être réintroduites en cas de dégâts trop importants qui empêcheraient la résilience naturelle.

2. Le transport maritime, source de pollution occasionnelle et accidentelle

Le transport maritime représente au sein de l'UE une part d'échange de marchandises importante. En effet, avec 77 % de commerce externe et 35 % de commerce intra-UE, la

voie maritime est la voie de commerce privilégiée en Europe et dans le monde. Néanmoins, si le transport maritime est un acteur central du commerce en Europe, il n'est pas rare que des accidents se produisent. Les perturbations que cela entraîne ont alors des conséquences non négligeables sur les écosystèmes marins.

Les marées noires

La principale source de pollution quand on pense aux accidents liés au transport maritime, sont les marées noires. Une marée noire est une catastrophe écologique qui se produit lorsqu'une grande quantité de pétrole ou d'autres hydrocarbures est déversée accidentellement dans l'océan, la mer ou d'autres plans d'eau. Ces hydrocarbures ont un impact non négligeable sur les populations d'oiseaux (Kenneth T. Briggs et al, 1997), de poissons (Heintz et al, 2000), de mammifères marins (Duffy et al, 1993) et parfois sur l'écosystème entier (Peterson, 2003), entraînant une baisse voire une disparition de ces espèces dans les zones impactées. Les écosystèmes peuvent être endommagés quelle que soit la quantité d'hydrocarbures déversée et la dégradation des hydrocarbures dans l'eau étant lente et complexe (Hussein I. Abdel-Shafy, 2018), l'impact sur les espèces est d'autant plus important qu'il y a une persistance des polluants dans les zones contaminées (de quelques mois à plusieurs décennies en fonction des conditions du milieu et du type d'hydrocarbure). À cela s'ajoute la multiplication des zones touchées à cause des courants marins sans dépollution des sites (Klemas et al., 2010). De plus, des études ont montré la présence de ces hydrocarbures à différentes échelles trophiques des années après que les marées noires ont eu lieu (Kingston 2002). Pourtant, la problématique de lutte contre le déversement d'hydrocarbure en Europe n'est pas récente. En effet, de 1965 à 2002 la zone de l'Atlantique Européenne était l'endroit avec le plus de déversements d'hydrocarbures au monde (David R. Vieites et al., 2004), à cause d'un trafic important lié au commerce intérieur (européen) et extérieur (mondial), cf. Figure 3.

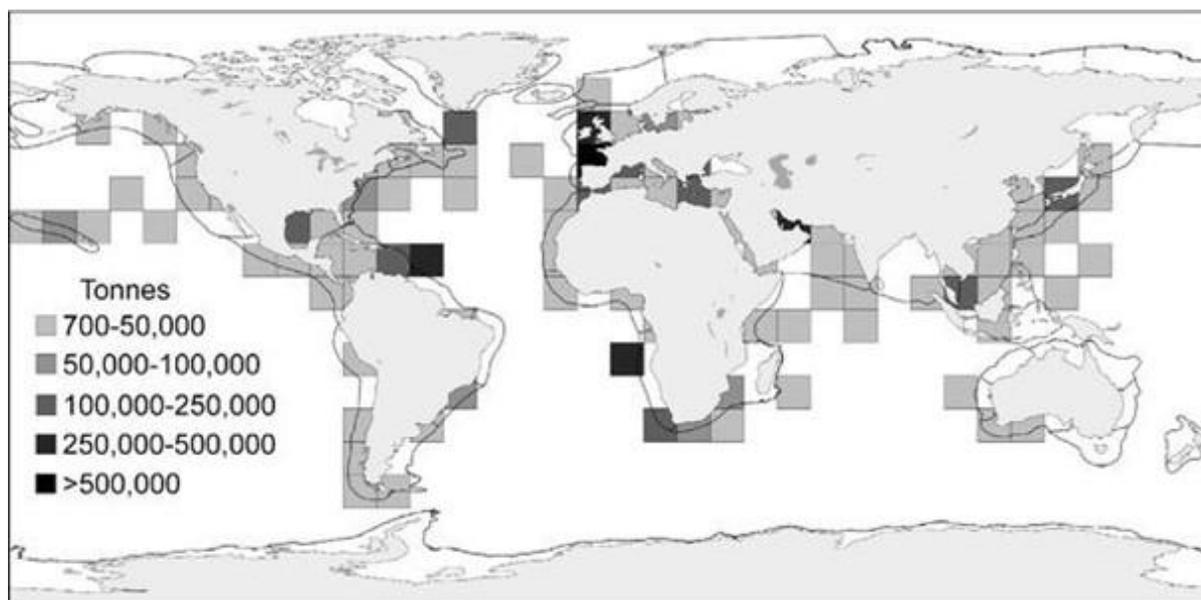


Figure 3. Répartition mondiale des hydrocarbures déversés en mer par le transport maritime de 1965 à 2002. Les différentes intensités de gris correspondent au nombre de tonnes déversées par carré de 10°.

Les solutions envisagées

En 2002, en réponse à une série de catastrophes maritimes, notamment le naufrage du pétrolier Erika en 1999 et celui du Prestige en 2002, qui ont eu un impact environnemental majeur sur les côtes européennes, l'Agence européenne pour la sécurité maritime, EMSA (European Maritime Safety Agency) a été créée par décret (Règlement n°406/2002).

Il s'agit d'une agence décentralisée de l'Union européenne (UE) utilisée pour renforcer la sécurité maritime en Europe en fournissant des services techniques et opérationnels aux États membres tout en offrant des conseils et une expertise en matière de réglementation maritime, de sécurité et de prévention de la pollution.

Récemment, l'EMSA a mis en place un plan de préparation et de réponse en cas de déversement d'hydrocarbures en mer, appelé le Plan européen de lutte contre la pollution marine (European Marine Pollution Emergency Response Plan, EMERPlan). Ce plan vise à prévenir la pollution marine, à limiter les dommages causés par les déversements d'hydrocarbures et à renforcer la coordination des opérations de lutte contre la pollution en mer. Dans le cadre de ce plan, l'EMSA a établi un réseau de navires d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures. Ces navires sont équipés de matériel spécialisé pour la récupération des hydrocarbures, ainsi que de moyens de communication et de surveillance pour permettre une réponse rapide en cas d'incident, cf. Figure 4.



Figure 4. Réseau de navires d'intervention en attente en cas de déversement d'hydrocarbures.

En parallèle, d'autres mesures ont été prises telles que la création de cadres réglementaires comme avec, la directive européenne 2005/35/CE sur la pollution causée par les navires et les sanctions pénales pour les infractions environnementales. Cette directive établit des règles strictes pour prévenir la pollution causée par les navires et pour imposer des sanctions pénales en cas d'infractions environnementales.

L'UE a aussi adopté la directive 2008/56/CE sur la stratégie pour le milieu marin. Cette directive vise à protéger le milieu marin en établissant des plans de gestion pour les zones marines et en prévenant les impacts environnementaux négatifs, tels que la pollution causée par les hydrocarbures et les produits chimiques.

Cependant même si ce genre d'initiative permet de limiter l'impact des hydrocarbures lors de contaminations, les déversements d'hydrocarbures peuvent se propager très rapidement et causer des dommages considérables en peu de temps.

Pour lutter de façon durable contre les déversements d'hydrocarbures, l'UE pourrait encore renforcer sa réglementation en termes de sécurité maritime pour faire en sorte que les navires respectent des normes plus importantes en matière de sécurité et de protection de l'environnement. De plus, l'UE peut aussi favoriser la recherche et le développement sur des alternatives aux hydrocarbures traditionnels avec par exemple l'utilisation d'hydrocarbures biodégradables.

Enfin, il existe d'autres types de pollutions liés à des accidents dont nous n'avons pas parlé par manque de place. Nous pouvons citer par exemple le déversement de cargaisons de produits chimiques lors d'accidents maritimes, tels que les acides, les produits toxiques ou les pesticides qui peuvent se déverser dans la mer et causer des dommages importants aux écosystèmes mais dont l'encadrement est strict. On peut citer notamment la mise en place par l'UE du règlement REACH (enregistrement, évaluation, autorisation et restriction des substances chimiques), qui impose des obligations aux entreprises qui produisent ou importent des produits chimiques en Europe. Ce règlement vise à garantir que les produits chimiques utilisés dans l'UE sont sûrs pour la santé humaine et l'environnement.

3. Le transport maritime comme source de pollution sur le long terme

Comme indiqué, des événements ponctuels peuvent marquer une pollution à une échelle géographique variable. Cependant, le transport maritime représente une activité annuelle importante (Transport maritime de marchandises, 03/2023) entre les divers pays de l'union européenne, qui perdure et s'intensifie en raison de la demande de marchandises croissantes (European Maritime Transport Environmental Report, 2021 ; Maritime transport of goods, 2023). Certains transports sont localisés, tandis que d'autres relient les collectivités territoriales des pays membres de l'union européenne. Le transport maritime est à l'origine de pollution durable générée par les navires, notamment par la libération des composés issus de la combustion des carburants.

Voies de passages

L'essor du transport maritime permet aujourd'hui d'importer des marchandises provenant de milliers de kilomètres à l'ensemble des territoires terrestres mondiaux.



Figure 5. Carte évolutive du transport maritime mondial du mercredi 29 Mars 2023. Les figurés ponctuels verts représentent des cargos de marchandises, les rouges représentent des navires-citernes (MarineTraffic : Global Ship Tracking Intelligence, 2023).

Ainsi, elles ne se réduisent pas aux pays de l'union européenne mais à l'ensemble du monde. Les échanges de marchandises entre collectivités territoriales et les pays membres couvrent des transports sur l'ensemble des océans mondiaux. Ceux-ci sont à l'origine de voies maritimes suivies telles que celles reliant Amérique du Sud et l'Asie de l'Est (figure 5). Ces voies de passage s'articulent majoritairement autour de l'axe équatorial, mais couvrent l'ensemble des océans du globe.

Carburants et émissions de gaz à effet de serre

Les carburants utilisés par les navires de transports sont généralement des carburants fossiles tels que le diesel, ou le fioul brut qui sont un dérivé du pétrole. Leur combustion permet d'assurer la propulsion des navires par les moteurs, cependant, elle entraîne également l'émission de gaz à effet de serre tels que le dioxyde de carbone, des oxydes de soufre et des oxydes d'azote (Gregersen, H. et al., 2020). En plus du réchauffement climatique induit par l'effet de serre (Duglas, J. 1993), l'émission durable du dioxyde de carbone contribue à l'acidification des océans (Doney, S. C., et al. 2009). Lorsque le CO₂ est absorbé par les océans, il réagit avec l'eau pour former de l'acide carbonique, ce qui augmente l'acidité de l'eau. Ces changements peuvent impacter la croissance de certains mollusques comme les huîtres (Rajan, K. C. et al., 2023 ; Asha, R. et al., 2023) et les moules (Zhao, L. et al. 2023) qui sont présents en grand nombre sur les côtes Atlantiques, mais aussi sur la croissance des poissons (Tegomo, f. et al., 2021) ou encore sur les crustacés dont la formation de leur coquille serait plus fragile (Shields, J., 2019).

D'autre part, les émissions ne se limitent pas au dioxyde de carbone, mais également à l'oxyde d'azote et de soufre. Ces gaz sont émis en plus faibles quantités mais ont des effets plus néfastes sur les organismes et écosystèmes. Les molécules d'oxyde de soufre en suspension dans l'air peuvent interagir avec les molécules d'eau et former des pluies acides, ce gaz joue le même rôle d'acidification des océans que le dioxyde de carbone, mais endommage également les surfaces terrestres en contaminant les lacs, rivières, sols et écosystèmes terrestres comme la faune et la flore (Impacts sur l'environnement et le climat, 2023). Le dioxyde de soufre est un gaz toxique et nocif, son impact est important sur les communautés aériennes telles que sur les oiseaux marins (Cruz-Martinez, L., 2015), mais aussi chez l'Homme (What are the effects of sulphur oxides on human health and ecosystems?, 2023) ou il peut provoquer des problèmes respiratoires, des irritations des yeux, du nez et de la gorge. Il peut aggraver les symptômes de maladies respiratoires préexistantes comme l'asthme et la bronchite chronique.

Réglementations et Solutions envisagées

Le transport maritime ne va pas diminuer dans les années à venir. La croissance démographique humaine est en corrélation avec les ressources dont l'Homme a besoin pour croître. Avec la mondialisation, le transport maritime est amené à s'accroître afin de toujours apporter une réponse à la demande dans le cadre européen comme dans le cadre mondiale. De par les enjeux environnementaux qui apparaissent, des réglementations sont prises à différentes échelles afin de limiter les conséquences

climatiques et environnementales du transport maritime tout en prenant en compte sa croissance.

Depuis le 2 octobre 1983, la convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL, 2023) à l'OMI est en vigueur au sein de l'union européenne. Elle est la principale convention internationale traitant de la prévention de la pollution du milieu marin. L'annexe VI a fixé des limites aux émissions d'oxyde de soufre et d'oxyde d'azote. Le 1er Janvier 2020, l'OMI a accentué cette convention en faisant entrer en vigueur « l'OMI 2020 » (IMO 2020 – cutting sulphur oxide emissions), un nouveau plafond limitant la teneur en soufre utilisé par les navires de 3,50 % à 0,50 % (Réduction significative des émissions d'oxydes de soufre, 2023).

Dans l'objectif de la résilience climatique, en France, diverses organisations ont été créées pour soutenir cet objectif tel que l'alliance nationale de recherche pour l'environnement (AllEnvie) qui est l'une des cinq alliances française permettant de fédérer, coordonner la recherche environnementale en coopération avec des structures scientifiques telles que IFREMER (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer), le CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) et de nombreuses autres.

Des associations non gouvernementales françaises telles que LemonSea, une association étudiante originaire de l'université La Rochelle, mène des actions de sensibilisation vis-à-vis de l'acidification des océans. D'autres associations plus grandes telles que des associations telles que Greenpeace et Sea Shepherd continuent de lutter contre la pollution marine causée par le transport maritime, en sensibilisant le public et en exigeant des politiques plus strictes pour protéger l'environnement.

Afin de répondre à ces enjeux, des technologies vertes telles que les énergies renouvelables, les biocarburants et l'utilisation de gaz naturel liquéfié pour alimenter les navires sont encouragées pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques.

De notre point de vue, le transport maritime ne peut que croître durant les années à venir, l'importance de l'émergence d'organisations internationales, nationales, régionales est adéquate pour fournir des solutions aux problèmes. En effet, c'est en ciblant un public varié, en s'adaptant aux profils afin de faire circuler les informations les plus importantes que les enjeux prendront sens et que des solutions seront réellement apportées. Il serait cependant délicat d'affirmer que les mesures et objectifs proposés tels que le remplacement des carburants fossiles par des technologies « vertes » sont les solutions aux problèmes, le plus souvent, ces solutions proposées ne sont que des utopies déguisées. Par exemple, le gaz naturel liquéfié peut encore causer des émissions de méthane, un gaz à effet de serre plus puissant que le dioxyde de carbone.

4. L'impact direct des navires sur la biodiversité marine

La mondialisation permet l'essor des échanges commerciaux par le transport maritime. Il y a une augmentation croissante du nombre de navires commerciaux sur les océans. La

présence de navires de plusieurs dizaines de mètres vient perturber la biodiversité marine par l'action d'ancrage, des possibles collisions avec la faune et par la pollution sonore que ces bateaux produisent. En effet, par exemple, une corrélation négative existe entre l'augmentation du nombre de navires commerciaux dans les ports et la diminution du taux de reproduction chez le manchot du cap (Pichegru et al., 2022).

Le mouillage

Le mouillage consiste en l'immobilisation du bateau en mer, grâce à une ancre (SNSM, 2022). Les navires ont une préférence pour l'ancrage dans les herbiers car ces derniers apportent un bon attachement, contrairement aux fonds sableux. Les dommages dus à l'ancrage sont divisés en trois phases : la jetée de l'ancre, le temps de mouillage, et enfin le relevage de l'ancre (Jrijer et al., 2016). Cependant, le mouillage conduit à la destruction des herbiers marins ainsi qu'aux cassures au niveau des fonds coralliens (OMMM, 2004).

Les herbiers sont un point clés à la durabilité des écosystèmes marins, en effet, ils contribuent au bien-être des communautés par la sécurité alimentaire grâce à la production de poissons, l'amélioration de la qualité de l'eau filtrée par les herbiers marins, la protection des côtes contre l'érosion, les tempêtes et les inondations, ou la séquestration et le stockage du carbone (Potouroglou et al., 2020). Le rapport publié par le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) en collaboration avec GRID-Arendal et le Centre mondial de surveillance de la conservation de la nature du PNUE (UNEP-WCMC) rappelle que les herbiers marins disparaissent de 7 % chaque année dû au développement des activités côtières, dont l'ancrage des bateaux, mais également à cause du changement climatique.

Les principales espèces touchées par l'ancrage des navires commerciaux sont le récif barrière de *Posidonie* et les pelouses des *Cymodocea* (figure 1). *Posidonia oceanica* est l'espèce composant l'herbier marin méditerranéen la plus importante mais qui est en déclin préoccupant depuis les dernières décennies (Telesca et al., 2015). En effet, le déracinement des propagules est l'une des principales causes de l'échec de reproduction de l'espèce (Zenone et al., 2022).

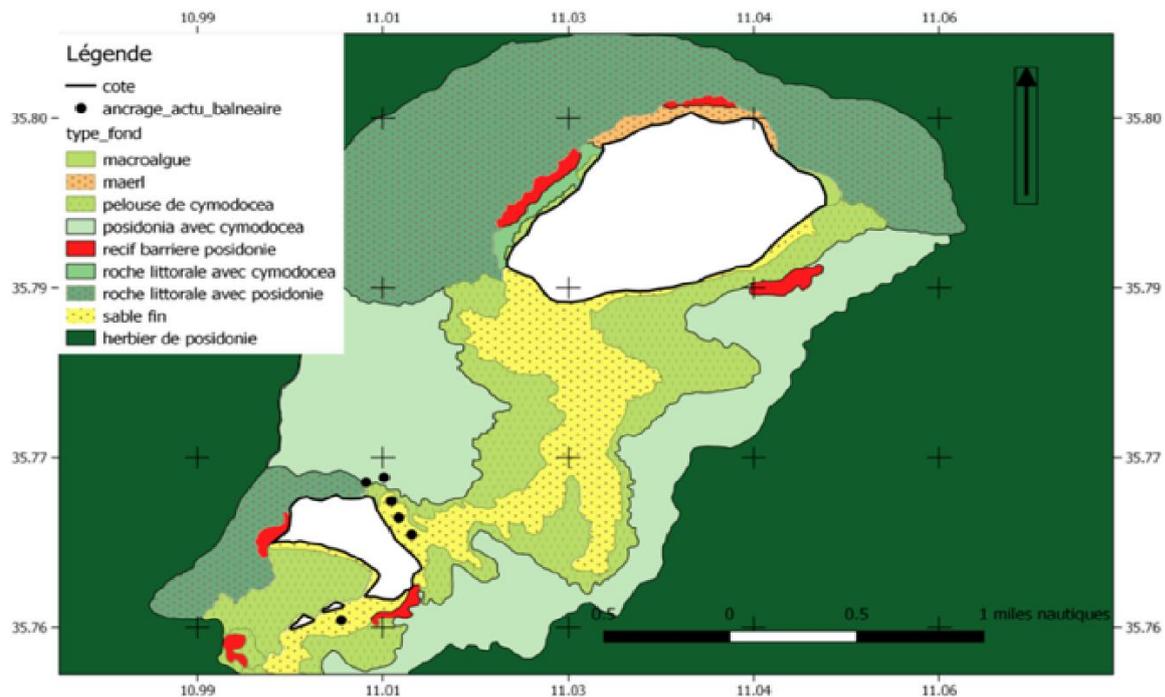


Figure 6. Les habitats touchés par le mouillage des bateaux commerciaux aux alentours des îles Kuriat. Source : Jrijer et al., 2016.

Pour lutter contre sa disparition, *Posidonia oceanica* et les herbiers qu'elle compose sont désormais protégés à l'échelle mondiale et régionale par la directive européenne sur les habitats (92/43/CEE), la directive-cadre "Stratégie pour le milieu marin" (2008/56/CE), ainsi que les conventions de Barcelone et de Berne (Alagna et al., 2020). De plus, l'arrêté préfectoral n°123/2019 interdit le mouillage de navires dans les zones contenant des espèces végétales marines protégées, dont notamment les herbiers de Posidonie.

Des associations non gouvernementales, telles que Notre Grand Bleu, se battent pour préserver la vie marine et côtière et réguler l'impact du mouillage des navires sur les herbiers de Méditerranée (Jrijer et al., 2016).

Pour préserver ces herbiers, certains scientifiques européens ont réalisé des réintroductions de propagules végétatives et sexuelles d'espèces, telle que *P. oceanica*, sur des sites sous-marins où les causes de régression des populations ont été éliminées (Alagna et al., 2020). Pour minimiser les dégâts causés par l'ancrage des navires, d'autres scientifiques ont élaboré des types d'ancres ayant un impact moindre sur les herbiers (Millazzo et al., 2004). Néanmoins, ces solutions ne suffisent pas. Les lois et les règles concernant le passage et l'ancrage des navires commerciaux sur ces zones refuge de biodiversité ne sont pas suffisantes, et si la situation actuelle ne progresse pas, la résilience des herbiers endommagés ne pourra avoir lieu.

Les collisions

Les collisions avec les navires représentent la première cause de mortalité non naturelle pour les grands cétacés (WWF, 2023). Les espèces les plus vulnérables aux collisions sont les mammifères marins, dont notamment les baleines, les odontocètes, les mysticètes mais également les tortues de mer, en raison de leur taille et de leur besoin de remonter à la surface pour respirer. Des collisions avec des petits cétacés ont également été relevées (Van Waerebeek et al. 2007). En outre, leurs itinéraires de migration peuvent chevaucher les voies de navigation du transport maritime (European Maritime Transport Environmental Report, 2021). Certains individus ne sont pas capables de détecter ou d'échapper aux navires, ainsi ils entrent en collision, entraînant des dommages à l'animal pouvant être mortels, mais également des dommages au navire et à son équipage (Schoeman et al., 2020). L'un des principaux problèmes dans l'estimation du taux de collisions fatales pour les cétacés est que la fréquence des collisions est largement sous-estimée (événements non remarqués, nécropsies incomplètes, masquage des collisions) (Abdulla et al., 2008).

Le rorqual commun est le seul mysticète sédentaire en Méditerranée et est également le deuxième plus grand animal sur notre planète. Notamment à cause de l'augmentation croissante des collisions avec les ferrys commerciaux, causant 20 % de mortalité en plus, il a été classé comme étant « Endangered » en Méditerranée par l'UICN (WWF, 2023).

L'UE a estimé l'impact potentiel des collisions des grands cétacés avec les navires issus du transport maritime en calculant le risque de collision. Le risque de collision est défini comme la probabilité qu'une collision se produise, combinée à la probabilité qu'elle entraîne un résultat grave (Schoeman et al., 2020). Lorsque le trafic maritime est intense dans des zones où la probabilité de présence de baleines est élevée, les valeurs de l'indice de collision est élevé (European Maritime Transport Environmental Report, 2021).

Lors de la directive 2009/18/ce du parlement européen et du conseil le 23 avril 2009, l'union européenne a mis en place des lois permettant de contrôler et de réguler les collisions avec la faune marine. L'OMI a également publié un document énumérant des mesures destinées à réduire les risques de collision ainsi que des documents d'orientation à consulter lors de la préparation des propositions de routage (Organisation maritime internationale, 2009). Un atelier sur les collisions avec les mammifères marins de Méditerranée s'est tenu à Monaco en novembre 2005 (ACCOBAMS, 2006), en se concentrant particulièrement sur le Sanctuaire Pelagos¹. Cet atelier a permis de déterminer les types de navires qui heurtent les cétacés et les lacunes dans les données essentielles, proposant aux scientifiques de réaliser des études approfondies permettant une résilience en réduisant le taux de mortalité lié aux collisions (Abdulla et al., 2008).

Depuis l'atelier sur les collisions avec les mammifères marins de Méditerranée en 2005, de nombreuses études suggérant des solutions pour réduire la collision avec la

biodiversité marine et augmenter la résilience ont été publiées (Schoeman et al., 2020). Des mesures de réacheminement proposent de détourner le trafic maritime des zones présentant le plus grand risque de collision (Vanderlaan et Taggart, 2009). La restriction de vitesse permet quant à elle de permettre aux animaux et aux équipages d'augmenter la probabilité de détection mais également de réduire la gravité des blessures lors de la collision de 50 % lors de vitesses inférieures à 10 nœuds (Vanderlaan et Taggart, 2009). Il est également envisageable d'employer un observateur formé à la détection de mammifères marins. De plus, des protections d'hélice peuvent être installées (Schoeman et al., 2020). Enfin, la technologie peut être un moyen efficace pour éviter les collisions. Par exemple, le système REPCET, basé sur le principe de la coopération et de la transmission des informations entre les navires, permet à chaque navire équipé de renseigner et d'être renseigné sur la présence de cétacés sur sa route via la communication satellite (WWF, 2023).

L'association WWF s'est particulièrement investie pour réduire le nombre de collisions entre les grands cétacés et les navires, en promouvant le dispositif REPCET, permettant à la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages adoptée en 2017 de rendre obligatoire le système REPCET aux navires longs de plus de 24 mètres et navigant dans les sanctuaires Pelagos.

Pourtant, malgré l'investissement de l'UE et de nombreuses associations défendant l'environnement, la situation en 2023 est catastrophique. Le taux d'échouage de mammifères marins liés aux collisions avec des navires commerciaux ne cesse de croître. En effet, entre le 11 et 21 mars, l'Observatoire Pelagis de La Rochelle a déjà comptabilisé plus de 200 échouages de dauphins. Sea Sheperd et la Ligue pour la Protection des Oiseaux protestent contre la situation actuelle en exposant des dauphins ayant été retrouvés échoués sur des places publiques, pour faire réagir la population, notamment à La Rochelle et à Paris.

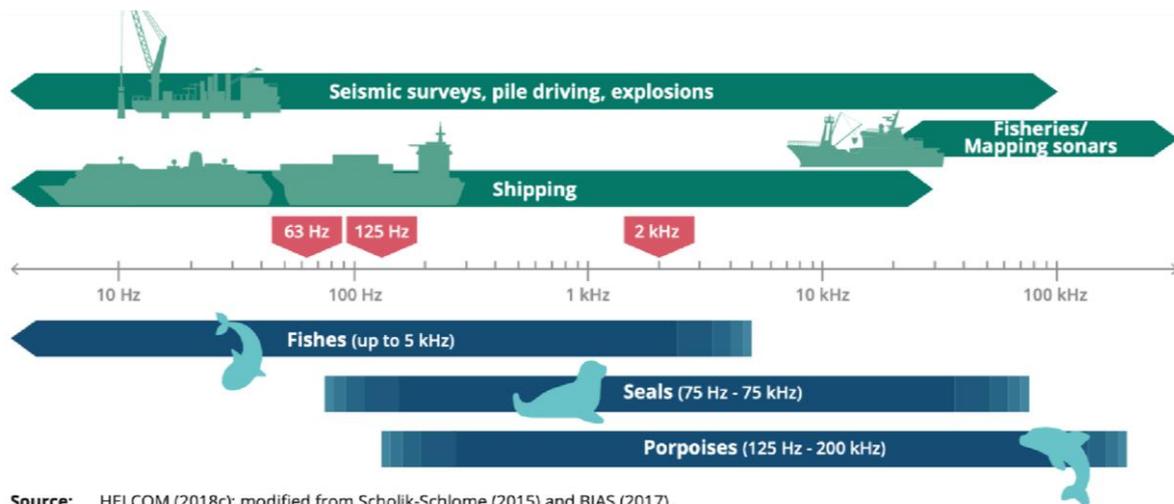
La pollution sonore

À partir d'une certaine profondeur, ou d'un niveau de turbidité, la lumière se fait rare dans les océans. Le son quant à lui se déplace quatre fois plus rapidement que dans l'air. Ainsi, la biodiversité marine utilise majoritairement l'ouïe pour s'orienter, s'accoupler, s'écholocaliser, détecter des proies ou des prédateurs (Erbe, 2012).

Les navires commerciaux émettent un bruit continu à basse fréquence (5-500 Hz) dans les océans, perturbant la biodiversité marine (European Maritime Transport Environmental Report, 2021). Le niveau sonore produit par les navires est en augmentation continue notamment dans l'Océan Pacifique Nord (McDonald et al., 2006), mais également dans la mer Baltique (Mustonen et al., 2019), avec une augmentation d'environ 15 dB au cours des 50 dernières années (Pine et al., 2016).

La gamme de fréquences sonores émises par les navires commerciaux interagit avec celle de diverses espèces marines (figure 2), perturbant en particulier les cétacés.

L'impact du bruit anthropologique sous-marin peut entraîner une perte d'audition ou un effet de masquage des sons (Pine et al., 2016), ce qui mène à un stress induisant des changements de comportement tels que la direction de nage, la durée de la plongée et de la remontée, la vitesse, la diminution du temps consacré à la recherche de nourriture, perturbation de la reproduction et de la migration ainsi que l'entraînement de blessures physiques pouvant être mortelles (Erbe, 2012 ; Pine et al., 2016).



Source: HELCOM (2018c); modified from Scholik-Schlome (2015) and BIAS (2017).

Figure 7. La gamme de fréquences sonores émises par les navires commerciaux par rapport à celle émise par des animaux marins. Source : European Maritime Transport Environmental Report, 2021.

Le poisson d'eau douce *Notropis hudsonius* a été soumis à des bruits de bateau en laboratoire. L'expérience a démontré un stress des individus par la diminution des comportements généraux de nage accompagnée d'une augmentation des mouvements de fuite en réponse au bruit du bateau (Stasso et al., 2022).

Le groupe technique (TG Noise) sur le bruit sous-marin a été créé en 2011 pour conseiller les États membres de l'UE à définir des valeurs seuils des niveaux acoustiques anthropologiques sous-marins (Walker et al., 2019).

L'OMI suggère de ne pas négliger, ni l'entretien des navires, en particulier des hélices qui sont la première source de bruit, ni les choix de navigation comme la vitesse de croisière ou les itinéraires (OMI, 2014). En effet, en plus d'augmenter les risques de collision, la vitesse élevée augmente également la cavitation des hélices augmentant les bruits sous-marins (Scott, 2004). Pour limiter les conséquences de la pollution sonore produite par les navires commerciaux, il est essentiel de diminuer les accélérations des bateaux (Khatami et al. 2022). Il est également envisageable d'utiliser des bateaux électriques (Lagrois et al., 2022).

Pour éviter les impacts du mouillage, de la collision et de la pollution sonore produits par les navires issus du transport maritime, il est nécessaire d'augmenter la régulation dans les zones refuges à la biodiversité marine, qui reste encore insuffisante.

III. Conclusion

Ce qui est notoire dans ce développement relate de la résilience climatique opérant au sein des institutions européennes. La constance de développement de plans d'action en lien avec la résilience climatique est bien présente. Avec dans l'exemple le programme Horizon Europe visant à dynamiser la Recherche et l'Innovation au sein des pays membres, par l'excellence de la recherche, les problématiques mondiales, la compétitivité industrielle, ainsi que de développer une Europe innovante. Son ambition et sa volonté à accroître sa transition vers une Europe « verte » et compétitive s'inscrit en partie dans le cadre de ce dernier programme.

Une Europe prête à être contrainte d'engager d'importants moyens au sein de ses infrastructures hospitalières est une priorité absolue, il est remarquable que la résilience climatique mène à une résilience sanitaire. Se préparer à des vagues de malades soudainement ; toute l'Europe n'est pas prête notamment après le passage de la crise sanitaire engagé par le COVID-19.

Dynamiser le territoire européen par une compétitivité économique est une priorité, recentrer son économie au sein de ces sujets s'engage dans une démarche écologique et environnementale, elle permettrait entre autres de favoriser les circuits courts.

Avoir une politique de pollueur payeur, en tant que tel est une bonne directive, en contrepartie proposer des solutions alternatives avec des accompagnements adéquates aux industriels voulant se réadapter au secteur du transport maritime « vert » doit être inscrit dans les directives. Proposer des lois ne doit pas permettre pas uniquement d'encadrer pénalement l'individu qui ne l'applique pas mais doit faire aussi disposer de droit, surtout dans une démarche écologique.

Une alternative possible serait de recentrer l'essentiel des besoins des européens (allant de l'échelle du simple consommateur aux industriels). En effet, l'Europe dans ses différents programmes de développement évoque la notion de croissance. Peut-être que cette notion de croissance est fortement corrélée avec les impacts climatiques ? C'est ce dont est convaincu Timothée Parrique, économiste écologique et auteur de *Ralentir ou périr : l'économie de la décroissance*. En effet, il estime que les institutions utopisent la notion de croissance par laquelle ces dernières la mesurent avec ce qui est appelé le PIB. Cette notion de PIB possède un frein, c'est d'ailleurs dès lors sa création par Simon Kuznets qui met en garde le monde quant à son utilisation « la mesure du revenu national peut difficilement servir à évaluer le bien-être d'une nation ». En effet, consommer des aliments provenant de l'autre bout du monde satisfait vraiment-elle nos sociétés lorsque l'on voit les conséquences qu'elles engendrent sur le climat et l'environnement. Si, ces facteurs environnementaux étaient intégrés dans cette mesure économique, ne serait-il pas en chute libre vers les abysses ?

IV. Bibliographie

Partie 1

Article L541-10 - Code de l'environnement - Légifrance (legifrance.gouv.fr)

Article L4211-2-1 - Code de la santé publique - Légifrance (legifrance.gouv.fr)

Avis n° 12-A-17 du 13 juillet 2012 concernant le secteur de la gestion des déchets couvert par le principe de la responsabilité élargie du producteur (autoritedelaconcurrence.fr)

[TEU, 2021]: Trade in goods by top 5 partners, European Union, 2021 Visualisations - Commerce international de biens - Eurostat (europa.eu)

[ECCE, 2014]: Eurostat, chiffres clés de l'Europe édition 2014 : ISSN 2315-2028 603150ec-82a4-43df-babf-7e6aaa88ee0f (europa.eu) page 103

[ECP]: Eurostat communiqué de presse du 20 mars 2019. Publié par : Service de presse d'Eurostat Romina BRONDINO. Production des données: Anne BERTHOMIEU-CRISTALLO et Anton ROODHUIJZEN 0c51b1a2-6ed6-44da-b637-ab513422cd9b (europa.eu)

[ANP, Juin 2018]: RAPPORT de l'Académie nationale de Pharmacie « Indisponibilité des médicaments » - Chapitre 3 du rapport AnP – juin 2018 - rapport sur l'indisponibilité des médicaments – Version 3 (acadpharm.org)

[UPTP, 2020]: Un(der)paid in the pandemic. An estimate of what the garment industry owes its workers - Report 2020 Un(der)paid in the pandemic. An estimate of what the garment industry owes its workers — Clean Clothes Campaign

[CCT18]: Convention collective Textile OETAM. Convention collective Textile (n°3106 | IDCC 18)

[INSEE]: L'industrie textile en France : une production mondialisée, sauf pour les produits de luxe et les textiles techniques, N° 1714, Paru le : 18/10/2018. [Publié par Bruno Labaye, division Industrie et agriculture, Insee]. L'industrie textile en France : une production mondialisée, sauf pour les produits de luxe et les textiles techniques - Insee Première - 1714

[WCI]: World Container Index assessed by Drewry. Source: Drewry Supply Chain Advisors. World Container Index - Infogram

[CCC]: Breathless for Blue Jeans: health hazards in China's denim factories. [Publié en juin 2013 par Dominique Muller]. Breathless for Blue Jeans: health hazards in China's denim factories — Clean Clothes Campaign

[LPC, 2020]: <https://www.lfc-conseil.fr/classement-des-plus-grands-ports-a-conteneurs-mondiaux-et-europeens-en-2020/>

[EURLEX, 2022]: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32019L0883>

[LOGCONS]: <http://www.logistiqueconseil.org/Fiches/Transport-maritime/Types-de-bateaux.pdf>

[LETPS, 2016]: <https://services.totalenergies.fr/pro/produits-services/carburants/carburants-adaptés-professionnels/carburants-marins>

[WIK, 2022]: https://fr.wikipedia.org/wiki/Fioul_lourd

[EURLEX, 2016]: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016L0802&from=LT>

[WIK, 2023]: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Porte-conteneurs>

[ECO.GOUV, 2022]: <https://www.ecologie.gouv.fr/recyclage-des-navires>

[ACTENV, 2017]: <https://www.actu-environnement.com/ae/news/avis-cese-demantelement-navireseurope-28830.php4>

[VIEPUB, 2021]: <https://www.vie-publique.fr/en-bref/281546-ue-une-nouvelle-strategie-europeenne-dans-la-region-indo-pacifique>

[EUROPA, 2022]: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fr/sheet/121/politique-maritime-integree-de-l-union-europeenne>

[ECE-2019] : Publications Office of the European Union. (s. d.). - Publications Office of the EU. © ;

European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/184bfed9-d57b-11e9-9d0101aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-102908003>

[GME-2021] Green Marine Europe : 13 armateurs et 323 navires certifiés. (s. d.). Alliance verte — Green Marine. <https://greenmarineeurope.org/fr/nouvelles/green-marine-europe-13-armateurs-et-323navires-certifies/>

[2012-33-UE] : EUR-Lex - 32012L0033 - EN - EUR-Lex. (s. d.-b). <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=celex%3A32012L0033>

[COM/2018/647] : EUR-Lex - 52018DC0647 - EN - EUR-Lex. (s. d.). <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/FR/TXT/?uri=COM%3A2018%3A647%3AFIN>

[SEQE-UE] : Système d'échange de quotas d'émission de l'UE. (s. d.). Climate Action.

https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_fr

[OLAF-2020] : OLAF / Rapport annuel / Publication – Délégation des Barreaux de France. (s. d.). <https://www.dbfbruxelles.eu/olaf-rapport-annuel-publication/>

[ICS2-2023] : Import Control System 2 (ICS2). (s. d.). Taxation and Customs Union. https://taxationcustoms.ec.europa.eu/customs-4/customs-security/import-control-system-2-ics2-0_fr

[EMSA-2002] : Agence européenne pour la sécurité maritime – AESM | Union européenne. (s. d.). European Union. https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-andbodies/institutions-and-bodies-profiles/emsa_fr

[2014/90/UE] : EUR-Lex - 32014L0090 - EN - EUR-Lex. (s. d.). <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/FR/TXT/?uri=CELEX:32014L0090>

[ITP- UE] : INTERPOL et l' Union européenne. (s. d.). <https://www.interpol.int/fr/Nospartenaires/Partenariats-avec-les-organisations-internationales/INTERPOL-et-l-Union-europeenne>

[2005/33/CE] L_2005191FR.01005901.xml. (s. d.). <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32005L0033>

[CNUDM-UE] : [https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:21998A0623\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:21998A0623(01))

[OMI-UE] : États Membres, OIG et ONG. (s. d.-c). <https://www.imo.org/fr/about/Membership/Pages/Default.aspx>

[SSN-EMSA] : SafeSeaNet - EMSA - European Maritime Safety Agency. (s. d.-c). <https://www.emsa.europa.eu/ssn-main.html>

[NOAA] : Concentration en CO₂ de Mauna Loa, Hawaii.

[EPC] : Forage glaciaire de EPICA Dome C, zone est de l'Antarctique.

[GIEC, 2018] : GIEC, 2018 : Réchauffement planétaire de 1,5 °C

[CCNUCC, 2016] : Rapport de synthèse Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques de 2016

[LSB, 2000] : Stratégie de Lisbonne, https://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_fr.htm

[GTB, 2002] : Rapport du conseil de Göteborg du 15 et 16 juin 2002, SN 200//1/01 REV 1

[COM(2019) 640] : Le pacte vert pour l'Europe, le 11 décembre 2019.

[COP, 2021] : Accords de Paris, le 12 décembre 2015

[COM(2014) 020] : Proposition de DÉCISION DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL concernant la création et le fonctionnement d'une réserve de stabilité du marché pour le système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre de l'Union

[MEPC.176(58)] : 10 octobre 2008 - pour une entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2007) : Amendements à l'Annexe au Protocole de 1997 modifiant la Convention internationale de 1973 pour la prévention de la pollution par

les navires, telle que modifiée par le Protocole de 1978 y relatif (Annexe VI révisée de MARPOL). Certificat IAPP.

[WS, 2019] : Tony R. Walker, Olubukola Adebambo, Monica C. Del Aguila Feijoo, Elias Elhaimer, Tahazzud Hossain, Stuart Johnston Edwards, Courtney E. Morrison, Jessica Romo, Nameeta Sharma, Stephanie Taylor, Sanam Zomorodi, Chapter 27 - Environmental Effects of Marine Transportation, Editor(s): Charles Sheppard, *World Seas: An Environmental Evaluation (Second Edition)*, Academic Press, 2019, Pages 505-530, ISBN 9780128050521, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-8050521.00030-9>.

[CS, 2020] : Carburants marins : qu'est ce que le mazout lourd ? <https://clearseas.org/fr/blogue/carburants-marins-quest-ce-que-le-mazout-lourd/>

[GM] : Le GNL et carburant maritime : état des lieux et perspectives, <https://www.gazmobilite.fr/dossiers/gnl-carburant-maritime-europe/>

[IMO, 2020] : IMO 2020 – cutting sulphur oxide emissions, <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Sulphur-2020.aspx>

[VSS, 2021] : Vicedo-Cabrera, A.M., Scovronick, N., Sera, F. *et al.* The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change. *Nat. Clim. Chang.* 11, 492–500 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01058-x>

[ANSES, 2017] : Les ports industriels pas bons pour l'asthme et le cancer, <https://www.humanite.fr/societe/sante/les-ports-industriels-pas-bons-pour-lasthme-et-le-cancer632387>

[QS, 2019] : More than 100 maritime CEOs want to fight climate change by slowing down ships, <https://qz.com/1608527/the-shipping-industrys-emissions-could-be-cut-by-slow-steaming>

[HRZ] : Programme Horizon Europe, <https://www.horizon-europe.gouv.fr/horizon-europe-les-textesofficiels-24560>

Partie 2

2005/35/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 7 septembre 2005 Relative à la pollution causée par les navires et à l'introduction de sanctions en cas d'infractions

Abdel-Shafy, H. I., & Mansour, M. S. M. (2018, 1 janvier). Microbial Degradation of Hydrocarbons in the Environment : An Overview. *Springer eBooks*, 353-386. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1840-5_15

Abdulla, A., & Linden, O. (2008c). Maritime Traffic Effects on Biodiversity in the Mediterranean Sea: Review of impacts, priority areas and mitigation measures. IUCN.

AIS Marine Traffic. MarineTraffic : Global Ship Tracking Intelligence (s. d.). MarineTraffic. <https://www.marinetraffic.com/fr/ais/home/centerx:42.2/centery:25.2/zoom:2>

Alagna, A., Zenone, A., & Badalamenti, F. (2020). The perfect microsite : How to maximize *Posidonia oceanica* seedling settlement success for restoration purposes using ecological knowledge. *Marine Environmental Research*, 161, 104846. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.104846>

Arca, M., Mougél, F., Guillemaud, T., Dupas, S., Rome, Q., Perrard, A., Muller, F., Fossoud, A., Capdevielle-Dulac, C., Torres-Leguizamon, M., Chen, X. R., Tan, J. C., Jung, C., Villemant, C., Arnold, G., & Silvain, J. (2015). Reconstructing the invasion and the demographic history of the yellow-legged hornet, *Vespa velutina*, in Europe. *Biological Invasions*, 17(8), 2357–2371. <https://doi.org/10.1007/s10530015-0880-9>

Asha, R., Pondeepak, P., Prabha, R., Senthil, G., & Bharrathi, A. P. (2023, 1 janvier). A novel approach effect of ocean acidification on oysters. *Materials Today : Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.01.194>

Bomas, B. (s. d.). *Plan de gestion*. Consulté le 20 mars 2023. <https://www.sanctuairepelagos.org/fr/accordpelagos/plan-de-gestion>

Briggs, K. T., Gershwin, M. E., & Anderson, D. G. (1997, août 1). Consequences of petrochemical ingestion and stress on the immune system of seabirds. *Ices Journal of Marine Science*, 54(4), 718-725. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1997.0254>

Cabrini, M., Cerino, F., De Olazabal, A., Di Poi, E., Fabbro, C., Fornasaro, D., Goruppi, A., Flander-Putrlle, V., Gollasch, S., Hure, M., Lipej, L., Lučić, D., Magaletti, E., Mozetič, P., Tinta, T., Tornambè, A., Turk, V., Uhan, J., & David, M. (2019). Potential transfer of aquatic organisms via ballast water with a particular focus on harmful and non-indigenous species: A survey from Adriatic ports. *Marine Pollution Bulletin*, 147, 16–35. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.02.004>

Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL). (s. d.). [https://www.imo.org/fr/about/Conventions/Pages/International-Convention-for-thePrevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/fr/about/Conventions/Pages/International-Convention-for-thePrevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)

Cruz-Martinez, L., Smits, J. E. G., & Fernie, K. J. (2015, 1 février). Stress response, biotransformation effort, and immunotoxicity in captive birds exposed to inhaled benzene, toluene, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 112, 223-230. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.10.016>

Dafforn, K. A., Glasby, T. M., & Johnston, E. L. (2008). Differential effects of tributyltin and copper antifoulants on recruitment of non-indigenous species. *Biofouling*, 24(1), 23–33. <https://doi.org/10.1080/08927010701730329>

Davidson, I., Brown, C., Sytsma, M. D., & Ruiz, G. M. (2009). The role of containerships as transfer mechanisms of marine biofouling species. *Biofouling*, 25(7), 645–655. <https://doi.org/10.1080/08927010903046268>

DCSMM (Directive cadre Stratégie pour le Milieu Marin). *Objectifs environnementaux*. (février 2020). Consulté le 23 mars 2023. <https://dcsmm.milieufrance.fr/A-propos/Objectifs-environnementaux>

DIRECTIVE 2008/56/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 17 juin 2008 Établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (directive-cadre «stratégie pour le milieu marin») Directive, 8 mai 2000, n°2000/29/CE *Directive concernant les mesures de protection contre l'introduction dans la Communauté d'organismes nuisibles aux végétaux ou aux produits végétaux et contre leur propagation à l'intérieur de la Communauté*

Doney, S. C., Fabry, V. J., Feely, R. A., & Kleypas, J. A. (2009, 25 mars). Ocean Acidification: The Other CO₂ Problem. *Annual Review of Marine Science*, 1(1), 169-192. <https://doi.org/10.1146/annurev.marine.010908.163834>

Duffy, L. K., Bowyer, R. T., Testa, J. W., & Faro, J. B. (1994b, avril 1). Chronic effects of the Exxon valdezoil spill on blood and enzyme chemistry of river otters. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 13(4), 643-647. <https://doi.org/10.1002/etc.5620130414>

Eaufrance. *Les introductions d'espèces potentiellement invasives*. (2018). Consulté le 22 mars 2023. <https://www.eaufrance.fr/les-introductions-despeces-potentiellement-invasives>

EGCSA.com. *What are the effects of sulphur oxides on human health and ecosystems?* (s. d.). <https://www.egcsa.com/technical-reference/what-are-the-effects-of-sulphur-oxides-on-human-health-and-ecosystems/>

Erbe, C., MacGillivray, A. O., & Williams, R. (2012). Mapping cumulative noise from shipping to inform marine spatial planning. *Journal of the Acoustical Society of America*, 132(5), EL423-EL428. <https://doi.org/10.1121/1.4758779>

European Environment Agency et European Maritime Safety Agency. *European Maritime Transport Environmental Report 2021*. LU: Publications Office, 2021. <https://data.europa.eu/doi/10.2800/3525>.

European Environment Agency. (2019). *Marine messages II: Navigating the course towards clean, healthy and productive seas through implementation of an ecosystem-based approach* (No. 17/2019). 77pp. ISBN 978-929480-197-5. <https://doi.org/10.2800/71245>.

European Environment Agency. *European Maritime Transport Environmental Report 2021*. (s. d.). <https://www.eea.europa.eu/publications/maritime-transport>

European Environment Agency. *Faits et chiffres : le rapport EMTER*. (2021). 7pp.

European Maritime Safety Agency & European Environment Agency. (2021). *European Maritime Transport, Environmental Report 2021*. 208pp. <https://doi.org/10.2800/3525>.

European Maritime Safety Agency. *Prevention of Pollution by Ships - EMSA* (s. d.). <https://emsa.europa.eu/wedo/sustainability/environment.html>

Fernandes, J. A., Santos, L., Vance, T. W., Fileman, T., Smith, D., Bishop, J. H., Viard, F., Queirós, A. M., Merino, G., Buisman, E., & Austen, M. C. (2016). Costs and benefits to European shipping of ballast-water and hull-fouling treatment: Impacts of native and non-indigenous species. *Marine Policy*, *64*, 148–155. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.11.015>

Gregersen, H., Zhang, Y., Yang, Z., Liu, Y., Peng, S., Hong, N., Hu, J., Wang, T., & Mao, H. (2020, 15 février). A comprehensive study of particulate and gaseous emissions characterization from an oceangoing cargo vessel under different operating conditions. *Atmospheric Environment*, *223*, 117286. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117286>

Heintz, R. A., Rice, S. D., Wertheimer, A. C., Bradshaw, R. W., Thrower, F. P., Joyce, J., & Short, J. W. (2000, 8 décembre). Delayed effects on growth and marine survival of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* after exposure to crude oil during embryonic development. *Marine Ecology Progress Series*, *208*, 205-216. <https://doi.org/10.3354/meps208205>

Hemminga, M. A., & Duarte, C. M. (2000). *Seagrass Ecology*. Cambridge University Press.

Ineris. *Impacts sur l'environnement et le climat* (s. d.). <https://www.ineris.fr/fr/risques/dossierthematiques/qualite-air/evaluation-impacts-pollution-atmospherique/impacts-0>

Jean Dunglas. (1993). Effet de serre et activités humaines (gaz à effet de serre d'origine anthropique. Sciences et changements planétaires / Sécheresse. 1993; 4(4):211-220. https://www.jle.com/fr/revues/sec/edocs/effet_de_serre_et_activites_humaines_gaz_a_effet_de_serre_dorigine_anthropique__271003/article.phtml?tab=supp

Keller, R. P., Drake, J. M., Drew, M. S., & Lodge, D. M. (2011). Linking environmental conditions and ship movements to estimate invasive species transport across the global shipping network. *Diversity and Distributions*, *17*(1), 93–102. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00696.x>

Khatami, R., Chen, B., & Chen, Y. C. (2023). Optimal voyage scheduling of all-electric ships considering underwater radiated noise. *Transportation Research Part C-emerging Technologies*, *148*, 104024. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2023.104024>

Kingston, P. (2002, 1 juin). Long-term Environmental Impact of Oil Spills. *Spill Science & Technology Bulletin*, *7*(1-2), 53-61. [https://doi.org/10.1016/s1353-2561\(02\)00051-8](https://doi.org/10.1016/s1353-2561(02)00051-8)

Klemas, V. V. (2010, 1 septembre). Tracking Oil Slicks and Predicting their Trajectories Using Remote Sensors and Models : Case Studies of the Sea Princess and Deepwater Horizon Oil Spills. *Journal of Coastal Research*, *265*, 789-797. <https://doi.org/10.2112/10a-00012.1>

Lagrois, D., Chion, C., Sénécal, J., Kowalski, C., Michaud, R., & Vergara, V. (2022). Avoiding sharp accelerations can mitigate the impacts of a Ferry's radiated noise on the St. Lawrence whales. *Scientific Reports*, *12*(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16060-2>

Les Sauveteurs en Mer. *Tout savoir sur le mouillage de son bateau*. (s. d.-b). Consulté le 21 mars 2023. <https://www.snsn.org/conseils/conseils-navigation/tout-savoir-sur-le-mouillage-de-sonbateau>

Lucardi, R. D., Bellis, E. S., Cunard, C. E., Gravesande, J. K., Hughes, S. J., Whitehurst, L. N., Worthy, S. J., Burgess, K., & Marsico, T. D. (2020). Seeds attached to refrigerated shipping containers represent a substantial risk of nonnative plant species introduction and establishment. *Scientific Reports*, *10*(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71954-3>

Maritime transport of goods – quarterly data, Report 2023. (s. d.). eurostat Statistics Explained. https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Maritime_transport_of_goods_-_quarterly_data

McDonald, M. A., et al. (2006) 'Increases in deep ocean ambient noise in the Northeast Pacific west of San Nicolas Island, California', *Journal of the Acoustical Society of America* *120*(2), pp. 711-718.

Ministère de la Transition Ecologique. (2016). La prochaine entrée en vigueur de la Convention sur les eaux de ballast et sédiments des navires.

Mustonen, M., Klauson, A., Andersson, M. H., Clorennec, D., Folegot, T., Koza, R., Pajala, J., Persson, L., Tegowski, J., Tougaard, J., Wahlberg, M., & Sigray, P. (2019). Spatial and Temporal Variability of Ambient Underwater Sound in the Baltic Sea. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48891-x>

National Invasive Species Information Center. *Ballast Water*. (n.d.). Consulté le 23 mars 2023. <https://www.invasivespeciesinfo.gov/subject/ballast-water>

Niimi, A. J. (2004). Role of container vessels in the introduction of exotic species. *Marine Pollution Bulletin*, 49(9–10), 778–782. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2004.06.006>

O’Hara, P. D., Serra-Sogas, N., McWhinnie, L., Pearce, K., Baron, N. L., O’Hagan, G., Nesdoly, A., Marques, T., & Canessa, R. (2022). Automated identification system for ships data as a proxy for marine vessel related stressors. *Science of The Total Environment*, 160987. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160987>

Ocean Acidification. (s. d.) Google Books. (2011). https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=8yjNFxkALjIC&oi=fnd&pg=PP1&dq=acidification+of+oceans+CO2&ots=NiwSHT4sU5&sig=wlyAtM2Ynd_RGnPA4DfKqa0J2t0&redir_esc=y#v=onepage&q=acidification%20of%20oceans%20CO2&f=false

Organisation Maritime Internationale. (2004). Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast et sédiments des navires (Convention BWM).

Peterson, C. H., Rice, S. D., Short, J. W., Esler, D., Bodkin, J. L., Ballachey, B. E., & Irons, D. B. (2003b, décembre 19). Long-Term Ecosystem Response to the Exxon Valdez Oil Spill. *Science*, 302(5653), 20822086. <https://doi.org/10.1126/science.1084282>

Pichegru, L., Vibert, L., Thiebault, A., Charrier, I., Stander, N., Ludynia, K., Lewis, M. A., Carpenter-Kling, T., & McInnes, A. M. (2022). Maritime traffic trends around the southern tip of Africa – Did marine noise pollution contribute to the local penguins’ collapse ? *Science of The Total Environment*, 849, 157878. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157878>

Pine, M. K., Jeffs, A. G., Wang, D., & Radford, C. A. (2016). The potential for vessel noise to mask biologically important sounds within ecologically significant embayments. *Ocean & Coastal Management*, 127, 63-73. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.04.007>

Rajan, K. C., Li, Y., Dang, X., Lim, Y., Suzuki, M., Lee, S. W., & Vengatesen, T. (2023, 25 janvier). Directional fabrication and dissolution of larval and juvenile oyster shells under ocean acidification. *Proceedings of The Royal Society B : Biological Sciences*, 290(1991). <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.1216>

Réduction significative des émissions d’oxydes de soufre des navires à compter du 1er janvier 2020. (s. d.-b). <https://www.imo.org/fr/MediaCentre/PressBriefings/Pages/34-IMO-2020-sulphur-limit.aspx>

RÈGLEMENT (CE) n°406/2002 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 27 juin 2002 instituant une Agence européenne pour la sécurité maritime

RÈGLEMENT (UE) 2016/1625 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 14 septembre 2016 modifiant le règlement (CE) no 1406/2002 instituant une Agence européenne pour la sécurité maritime

Règlement de l’Union Européenne, 22 mai 2012, n ° 528/2012, Règlement Concernant la mise à disposition sur le marché et l’utilisation des produits biocides.

Règlement de l’Union Européenne, 22 octobre 2014, n°1143/2014, Règlement relatif à la prévention et à la gestion de l’introduction et de la propagation des espèces exotiques envahissantes

Ruiz, G. M., & Reid, D. M. (2007). Current state of understanding about the effectiveness of ballast water exchange (BWE) in reducing aquatic nonindigenous species (ANS) introductions to the Great Lakes Basin and Chesapeake Bay, USA: synthesis and analysis of existing information. *NOAA Technical Memorandum*.

Schoeman, R. P., Patterson-Abrolat, C., & Plön, S. (2020). A Global Review of Vessel Collisions With Marine Animals. *Frontiers in Marine Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00292>

Shields, J. D. (2019b, novembre 25). Climate change enhances disease processes in crustaceans : case studies in lobsters, crabs, and shrimps. *Journal of Crustacean Biology*. <https://doi.org/10.1093/jcbio/ruz072>

- Stanaway, M., Zalucki, M. P., Gillespie, P. G., Rodriguez, C. M., & Maynard, G. V. (2001). Pest risk assessment of insects in sea cargo containers. *Australian Journal of Entomology*, 40(2), 180–192. <https://doi.org/10.1046/j.1440-6055.2001.00215.x>
- Stand-by Oil Spill Response Vessels. *EMSA - European Maritime Safety Agency*. (s. d.). <https://emsa.europa.eu/wedo/sustainability/pollution-response-services/oil-recovery-vessels.html>
- Stasso, J. J., Pieniazek, R. H., & Higgs, D. M. (2022). Interspecific variation in the response of fish to anthropogenic noise. *Freshwater Biology*, 68(1), 25-32. <https://doi.org/10.1111/fwb.14006>
- Tegomo, F. A., Zhong, Z., Njomoué, A. P., Okon, S. U., Ullah, S., Gray, N., Chen, K., Sun, Y., Xiao, J., Wang, L., Ye, Y., Kang, Z., & Shao, Q. (2021, 31 octobre). Experimental Studies on the Impact of the Projected Ocean Acidification on Fish Survival, Health, Growth, and Meat Quality; Black Sea Bream (*Acanthopagrus Schlegelii*), Physiological and Histological Studies. *Animals*, 11(11), 3119. <https://doi.org/10.3390/ani11113119>
- Telesca, L., Belluscio, A., Criscoli, A., Ardizzone, G., Apostolaki, E. T., Frascchetti, S., Gristina, M., Knittweis, L., Martin, C. S., Pergent, G., Alagna, A., Badalamenti, F., Garofalo, G., Gerakaris, V., Pace, M. L., Pergent-Martini, C., & Salomidi, M. (2015). Seagrass meadows (*Posidonia oceanica*) distribution and trajectories of change. *Scientific Reports*, 5(1). <https://doi.org/10.1038/srep12505>
- Transport maritime de marchandises. *Chiffres clés transport 2021*. (s. d.). Chiffres clés transport 2021. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-clestransport-2021/23-transport-maritime-de-marchandises>
- Van Waerebeek, K., Baker, A.N., Félix, F., Iñiguez, M., Sanino, G.P., Secchi, E., Slocum, G., Sutaria, D., Van Helden, A. and Wang, Y. (2007). 'Vessel collisions with small cetaceans worldwide and with large whales in the Southern Hemisphere: an initial assessment'. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 6(1):43– 69.
- Vanderlaan, A. S. M., & Taggart, C. T. (2009). Efficacy of a Voluntary Area to Be Avoided to Reduce Risk of Lethal Vessel Strikes to Endangered Whales. *Conservation Biology*, 23(6), 1467-1474. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01329.x>
- Vieites, D. R., Nieto-Román, S., Palanca, A., Ferrer, X., & Vences, M. (2004, 13 octobre). European Atlantic: the hottest oil spill hotspot worldwide. *Naturwissenschaften*, 91(11), 535-538. <https://doi.org/10.1007/s00114-004-0572-2>
- Walker, T. R., Adebambo, O., Del Aguila Feijoo, M. C., Elhaimer, E., Hossain, T., Edwards, S., Morrison, C. E., Sharma, N., Taylor, S., & Zomorodi, S. (2019). Environmental Effects of Marine Transportation. *Elsevier eBooks*, 505-530. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805052-1.00030-9>
- Walker, T. R., Adebambo, O., Del Aguila Feijoo, M. C., Elhaimer, E., Hossain, T., Edwards, S., Morrison, C. E., Sharma, N., Taylor, S., & Zomorodi, S. (2019). Environmental Effects of Marine Transportation. *Elsevier eBooks*, 505–530. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805052-1.00030-9>
- WWF. *STOP COLLISION: protéger les cétacés à Pelagos*. (s. d.). Consulté le 11 mars 2023. <https://www.wwf.fr/projets/repcet-protger-les-grands-cetaces-dans-le-sanctuaire-pelagos>
- Zenone, A., Badalamenti, F., Alagna, A., Gorb, S. N., & Infantes, E. (2022). Assessing Tolerance to the Hydrodynamic Exposure of *Posidonia oceanica* Seedlings Anchored to Rocky Substrates. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.788448>
- Zhao, L., Harvey, B. P., Higuchi, T., Agostini, S., Tanaka, K., Murakami-Sugihara, N., Morgan, H., Baker, P., Hall-Spencer, J. M., & Shirai, K. (2023, 1 mai). Ocean acidification stunts molluscan growth at CO₂ seeps. *Science of The Total Environment*, 873, 162293. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162293>

L'extraction minière des grands fonds marins dans l'Union européenne

Valentin JOSSERAND--SURRET, master SPE GAGL, porte-parole et coordinateur,

Léna LACOSTE, licence Sciences de la vie,

Paoline CIVET, licence Sciences de la vie,

Sarah GERMON, licence Sciences de la vie,

Rise DE BRITO, master de Droit.

Avant-propos

Suite à un décalage entre la production (printemps 2024) et la publication de ce rapport (2025) certaines mises à jour ont été effectuées. Les auteurs tiennent néanmoins à avertir le(s) lecteur(s) qu'en raison des contraintes éditoriales certaines corrections n'ont pu être réalisées¹²⁵.

En un an la situation a été profondément bouleversée dans le monde et en Europe sur la question de l'exploitation minière des grands fonds marins :

À l'échelle globale, il y a eu un changement de gouvernance au sein de l'Autorité Internationale des Fonds Marins avec l'élection lors de la 29^e session en août 2024 de Leticia Reis de Carvalho (contre l'exploitation) au poste de Secrétaire Générale, prenant la suite de Michael Lodge. L'année 2025 pourrait bien être un tournant stratégique pour les grands fonds marins avec les discussions sur le Code Minier voulues par des États pro-exploitations tels Nauru ou les Tonga¹²⁶. La guerre en Ukraine, les changements climatiques et les récents conflits et tensions géopolitiques (élection de Donald Trump et ambitions sur les ressources du Groenland et de l'Ukraine, décalage géostratégique sur l'Indo-Pacifique, etc.) ont exacerbé les enjeux de sécurité et de transition énergétique. Alors que de nombreux États rejoignent l'initiative de moratoire pendant 15 ans¹²⁷ demandé par la communauté scientifique, la récente décision de Donald Trump d'autoriser l'exploitation dans la zone internationale par *The Metals Company* au mépris des institutions internationales est un exemple frappant des nombreux bouleversements à l'œuvre.

À l'échelle plus régionale les élections en juin 2024 au Parlement Européen ont rebattu les cartes de la politique environnementale et énergétique européenne. Ainsi, suite à la pression des ONG, des citoyens et des élus situés à la gauche de la classe politique

¹²⁵ Pour plus d'approfondissements voir les sites officiels du Parlement Européen : <https://www.europarl.europa.eu/portal/fr> ; de la Commission Européenne : https://commission.europa.eu/index_fr et le portail du droit de l'environnement : <https://www.ecolex.org/fr/>

¹²⁶ Lucq, 18 mars 2025, Exploitation minière des fonds marins : 2025, un tournant institutionnel et stratégique ?, Institut de Relations Internationales et Stratégiques.

¹²⁷ International Platform for Ocean Sustainability (IPOS), 31 mars 2025, To mine or not to mine ? Scientific perspectives regarding deep-sea mining.

norvégienne, le Premier Ministre norvégien, Jonas Gahr Stoer a annoncé le 1^{er} décembre 2024 la mise en pause des projets d'exploitation des grands fonds marins pour la Norvège¹²⁸. Les besoins en métaux stratégiques motivent cependant l'exploitation. Le Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM) a ainsi lancé sur demande du gouvernement français une vaste campagne d'exploration à terre tandis que l'IFREMER mène celles en mer, à des visées de recherches scientifiques.

Remerciements

Les auteurs tiennent tout particulièrement à remercier Agnès Michelot et Marie-Ange Schellekens-Gaiffe pour leur accompagnement tout au long de la rédaction de ce rapport. Nous remercions également tous les intervenants du module Rescue Jean Monnet pour leurs enseignements. Enfin un grand merci à Bleuenn G. Guilloux pour avoir pris le temps d'apporter quelques éléments de corrections.

Introduction

L'Union européenne s'est placée en leader de la lutte contre les changements climatiques sur la scène internationale. Ce leadership n'a pu se faire que part des décisions prises à l'unanimité par les États membres de l'Union européenne. Une prise de position commune n'est toutefois pas toujours acquise comme on peut le voir dans l'épineuse question de l'exploitation minière des fonds marins, plus communément appelée « *deep-sea mining* » dans les médias. Les fonds marins sont patrimoine commun de l'Humanité depuis la résolution des Nations-unies n°2574 de 1969. Ils se définissent de multiples façons selon la discipline de référence. Les océanographes les conçoivent comme la zone en deçà de 200 mètres où la lumière ne pénètre pas assez pour la photosynthèse et où la pression est nettement plus forte (*Gambardella et al., 2025*). D'autres les définissent comme la zone au-delà de 1000 mètres de profondeur (*Fondation de la Mer, 2022*). Ils sont soit sous juridiction nationale, au sein d'une Zone Économique Exclusive (ZEE)¹²⁹, soit dans la zone internationale appelée « *la Zone* », principalement régie par l'Autorité Internationale des Fonds Marins (AIFM). Les fonds marins sont inclus dans la Convention des Nations-unies sur le droit de la mer de 1982, la Convention de Montego Bay.

L'exploitation minière des fonds marins dans les eaux de l'Union européenne soulève de nombreux enjeux contradictoires. Ils se situent entre la sauvegarde de l'environnement et la nécessité d'atteindre la souveraineté et l'efficacité énergétique dans le cas de la transition verte de nos systèmes d'énergies. La dynamique de l'Union européenne est complexe. Elle doit aussi s'observer à l'échelle de ses États membres comme la France qui est la seule nation à demander l'interdiction totale de l'exploitation des fonds marins

¹²⁸ Fabrégat, 2 décembre 2024, Fonds marins : la Norvège suspend ses projets d'exploitation minière, Actu Environnement.

¹²⁹ Sauf cas particulier concernant le plateau continental.

à des fins minières. Il est important de souligner que les politiques des différents États peuvent être à l'opposé des positions de la Commission ou du Parlement Européen.

La question énergétique est ainsi épineuse dans un contexte de crise de ressources. Ce contexte renvoie à la mondialisation, qui est un processus à trois volets : économique, culturel et environnemental, dernier impactant les deux premiers. Notre société actuelle nécessite de grandes quantités d'énergie pour se maintenir et se développer. De l'énergie peut être captée, produite à un point du globe pour être utilisée ailleurs. « *La mondialisation n'est pas réductible à la seule échelle mondiale. Le couple mondial/local (ou global) est un leurre car chaque échelle spatiale joue son rôle (...). La mondialisation n'est ni automatique, ni mécanique mais le fruit de rapports de forces et de jeux de puissance entre États* » (Carroué, 2018 cité par JBB, *Glossaire de Géoconfluence*, 2025). La mondialisation fait que les États sont interconnectés dans leurs échanges, interdépendants économiquement et énergétiquement.

Les « *terres rares* » sont des métaux indispensables au fonctionnement des technologies bas-carbone de la transition verte et numérique. Une transition devenue essentielle en cas d'abandon des énergies fossiles pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES). Une transition qui nécessite aussi des batteries et des systèmes toujours plus performants et miniaturisés. Toutefois, la transition est capitale dans la mesure où les changements climatiques sont officiellement reconnus comme inéluctables par la communauté scientifique malgré une remontée en puissance du climato-scepticisme dans toutes les franges de la population. Essentielle aussi dans la mesure où ces changements climatiques tendent à rendre des zones entières de la planète inhabitables pour l'espèce humaine. Inhospitalité qui s'explique par de nombreux facteurs comme un nombre trop élevé par an de jours où la température est considérée comme mortelle¹³⁰. Il faut ajouter à cela la hausse du niveau des mers, la pollution des milieux, la hausse en fréquence et en intensité des événements extrêmes et le changement global de la biodiversité. Ainsi selon le dernier rapport du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), limiter le réchauffement à 2 °C ne sera possible qu'en accélérant la baisse des émissions de GES pour ramener les taux mondiaux à zéro.

Les « *terres rares* » ou « *métaux rares* » sont devenus, dans ce contexte, une classe de matière première critique stratégique. Ils le sont aussi depuis la prise de conscience du quasi-monopole industriel de la Chine et de la dépendance associée depuis la fin de la Seconde Guerre Mondiale. Les « *terres rares* » sont principalement extraites et raffinées à l'extérieur de l'Union européenne. L'Union cherchait déjà à diversifier ses sources d'importation de minéraux dans un souci de transition énergétique avant la guerre en

¹³⁰ Au-delà de 50 °C (Lomazzi, 2023).

Ukraine¹³¹. Ainsi, depuis février 2022 et la fin du gaz et du pétrole russes il a fallu accélérer la transition énergétique.

Cette prise de conscience de la dépendance énergétique s'est renforcée, ajoutant une dimension sécuritaire à la transition énergétique en plus des objectifs de baisse de GES de l'Union européenne à l'horizon 2050, malgré certains paradoxes¹³². Il est estimé que les fonds marins recèlent d'importants gisements de métaux rares (cf. *Figure 1, Annexes*). Les pressions sociales et économiques sur les espaces marins, notamment internationaux sont donc importantes. Or ces espaces soumis aux pressions anthropiques sont les habitats de la faune et de la flore marines. La biodiversité est à la fois importante et fort méconnue dans le cas des fonds marins. Le plancher océanique suscite peu d'intérêt hormis pour la science et les industriels. La difficulté d'accès fait que pour la science l'étude n'y est que parcellaire, en un point donné à un moment donné, ce qui ne peut en aucun cas être représentatif et pour l'industrie ce n'est pas encore assez rentable. Or l'expérience terrestre nous a appris que toute activité industrielle induit des conséquences délétères sur les écosystèmes, parfois irréversibles. Ces effets résultent des techniques employées, des normes environnementales balbutiantes ou de leur non-respect au regard de la faible gouvernance des nations productrices ou du mépris des conventions internationales en raison d'un manque d'unanimité.

À l'échelle de l'Union européenne, il y a une nécessité absolue de continuer la transition énergétique par les nouvelles technologies permettant d'arriver au tout renouvelable pour les instances européennes. Mais les positions ne sont pas unanimes. L'Union européenne a un grand potentiel d'exploitation minière : deux océans, quatre mers et de vastes plateaux continentaux sur les façades nord, ouest et en Méditerranée sans compter les nombreux espaces outre-mer. La France, par exemple, a une ZEE comprenant un peu plus de dix millions de km² avec une potentielle extension du plateau continental en Nouvelle Calédonie et Polynésie Française. Selon la Convention de Montego Bay de 1982, entrée en vigueur en 1994, la ZEE garantit les droits d'exploitation souverains pour un État côtier sur un espace de deux cent milles marins pour la colonne d'eau et pouvant aller jusqu'à trois cent cinquante milles marins pour la marge continentale.

Au regard de ces éléments on peut se **demander comment l'Union européenne et la France se positionnent sur la question de l'exploitation minière des fonds marins dans un contexte de crise écologique et énergétique ?**

Pour répondre à cela nous nous sommes associés en une équipe pluridisciplinaire comportant des biologistes, un géographe et une juriste de différents niveaux. La

¹³¹ Concept de transition énergétique apparu pour l'Europe en 1980 en Allemagne dans un livre blanc et premier congrès à Berlin.

¹³² Allemagne qui se retourne vers le charbon pour compenser les 40 % de sa consommation provenant du gaz russe.

structure résultante du présent rapport est à la croisée de l'étude de cas scientifique et de l'analyse de l'action de l'Union européenne en matière de neutralité climatique dans le cas de l'exploitation minière des fonds marins. Nous avons réalisé une recherche documentaire sur le sujet, pour tendre le plus possible à un état de l'art associé à une analyse de ce qui est fait et de ce qui peut être fait.

Le présent document rapportera une synthèse non exhaustive des connaissances sur l'exploitation minière des fonds marins dans l'Union européenne, en y ajoutant une dimension plus internationale, mais également une analyse des politiques mises en œuvre pour enfin avoir une troisième partie critique.

I. État des lieux

1. Contexte

Environnement

La situation environnementale de l'Union européenne est à l'image de la situation mondiale : critique selon le sixième rapport du GIEC dont la synthèse fut publiée en 2023. Mais l'Union européenne œuvre de plus en plus en faveur de la protection de l'environnement, afin de garantir un environnement sûr et sain pour les générations présentes et futures. Vision issue des premières conventions comme celle de la conférence sur l'environnement de Stockholm en 1972, générant la Déclaration de Stockholm et la Convention sur la protection du patrimoine mondial naturel et culturel signée à Paris la même année, et la Charte mondiale de la nature en 1982.

À une échelle plus régionale, l'Union européenne, d'origine une organisation seulement économique, vise à devenir le leader de la lutte contre les changements climatiques. Passant de l'atténuation à l'adaptation notamment au tournant des années 2010. L'Union européenne se positionne finalement sur la résilience à travers sa stratégie globale de 2016. Une précision est apportée sur les changements climatiques comme facteurs aggravants de tous les risques avant de faire une communication conjointe en 2017. Ainsi l'approche de la transition énergétique et écologique est « *structurelle, à long terme et non linéaire des vulnérabilités, en mettant l'accent sur l'anticipation, la prévention et la préparation* » (Schellekens, 2024). La résilience est un concept large selon les acteurs mais peut être résumée à la survie d'une société en changeant en profondeur son mode de fonctionnement et de pensée. C'est un processus long quand on sait qu'une société nécessite environ 30 ans pour muter.

Le Pacte Vert européen et les différentes stratégies mises en place dans le contexte énergétique¹³³ tendent vers une réduction des émissions de (GES) pour atteindre la neutralité carbone en 2050 (Schellekens, 2024). Mais auparavant des étapes sont nécessaires, par exemple la baisse de 55 % des émissions de GES en 2030 (Schellekens,

¹³³ Première politique climatique et énergétique intégrée du Conseil Européen en 2007, première stratégie d'adaptation en 2013 et mentions dans l'Accord de Paris de 2015, Pacte Climat lancé en 2020 dans le cadre du Green Deal, Loi Climat en 2021, REPowerEU en 2022, etc.

2024). D'autres objectifs ont été émis pour la décennie 2020. Ils n'ont pas tous été tenus, hormis pour certaines baisses d'émissions de GES depuis le début de la guerre en Ukraine. L'Europe était dépendante en début février 2022 à 40 % du gaz russe et à 46 % du pétrole et du charbon russes pour sa consommation intérieure, contexte nécessitant le plan d'urgence REPowerEU pour l'indépendance énergétique (Schellekens, 2024).

Ainsi les changements climatiques pourraient faire atteindre 4,8 °C supplémentaire en 2100 par rapport à la période 1986-2005 et les émissions de GES ont augmenté alors que l'on cherche à réaliser la transition énergétique. Il faudrait que les émissions de GES baissent de 4 % par an à partir d'aujourd'hui (Les Collections des Sciences et Univers, 2024).

Concernant les espaces maritimes, le bilan est plus mitigé. En effet l'Union européenne dans le cadre de la Politique Maritime Intégrée de 2007 a mis en place en 2008 la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM). Cette directive impose de parvenir au bon état écologique des milieux marins avec un processus de révision tous les six ans tant que les objectifs ne sont pas atteints. La DCSMM traduit une volonté de se tourner vers les mers car s'y trouvent de nombreux enjeux, notamment pour le stockage de carbone. En effet, les océans absorbent et stockent presque la moitié des émissions mondiales de GES (Blanchard, 2024)¹³⁴.

L'utilisation des énergies fossiles et la pollution des mers et océans participent à dérégler ce cycle biochimique. Dérèglement très problématique car si les océans ne peuvent plus continuer leur actuel rôle de stockage de dioxyde de carbone, les changements climatiques s'amplifieront. Nous dépasserons alors bientôt les seuils critiques de dangerosité et d'impossibilité de revenir en arrière (Blanchard, 2023 ; Lomazzi, 2023). Qui plus est les changements climatiques amplifient aussi les aléas environnementaux (tempêtes, cyclones, sécheresses, etc.). Or nos sociétés sont vulnérables aux changements climatiques. » *La notion de vulnérabilité évaluée dans quelle mesure un système socio-spatial risque d'être affecté par les effets d'un aléa et cherche à quantifier ce qui est perdu* » (JBB, Glossaire de Géoconfluence, 2025). Si les aléas sont plus fréquents et intenses, la vulnérabilité fait que les risques sociaux, économiques et de gouvernance augmentent. C'est une situation de crise (Krzysztof et al., 2024).

Par ailleurs, les effets des changements climatiques sont différents selon les écosystèmes marins. Ces derniers n'ont pas tous les mêmes caractéristiques et degrés

¹³⁴ Plus précisément, il s'agit d'un processus chimique entre le dioxyde de carbone qui se dissout dans l'eau de mer en raison de la salinité, de la pression et de la température (Le Fouest, 2023). Le cycle de dissolution et de stockage du dioxyde de carbone permet ainsi de maintenir le Ph de l'eau de mer à un niveau constant : ni trop acide, ni trop basique. En revanche le surplus de dioxyde dans l'équation tend à acidifier les océans, les rendant moins habitables pour certaines espèces (coraux, planctons et certaines espèces de poissons) dont l'organisme nécessite du carbonate de calcium issu du processus chimique initial de calcification qui se trouve amoindri. Ce processus est le dioxyde de carbone qui se dissout dans l'océan, produisant des ions acides (H+) qui sont rendus neutres, limitant ainsi l'acidification (Le Fouest, 2023). On estime ainsi que plus l'eau est froide, plus elle absorbe de dioxyde de carbone, mais aussi que plus la pression augmente, plus le dioxyde de carbone est absorbé (Le Fouest, 2023).

de résilience. Il est d'ailleurs parfois difficile de mesurer cette résilience, notamment lorsqu'on ne connaît pas ces écosystèmes marins et que les indicateurs sont différents selon les milieux. Globalement on sait que les écosystèmes côtiers et océaniques sont en mauvaise santé, notamment pour les récifs coralliens, berceaux d'une grande partie de la biodiversité marine. On sait toutefois que ces formes de vie peuvent s'adapter, mais la vitesse est bien plus longue que le temps qui leur est donné par les activités anthropiques. Par exemple, la mer Méditerranée est un « *hotspot* » des changements climatiques (Tregarot et al., 2023). Cette mer voit la température de sa surface augmenter trois à quatre fois plus vite que le reste de l'océan (Juza et Tintor, 2021 ; Tregarot et al. 2023). Ainsi depuis le début des années 2000, cette zone est particulièrement touchée par des vagues de chaleur (Garrabou et al., 2009, Kersting et al., 2013, Marb'a et al., 2015 ; Tregarot et al., 2023). Cela s'accompagne d'une acidification des eaux qui peut se cumuler et s'amplifier avec l'exploitation minière en plus d'augmenter la toxicité.

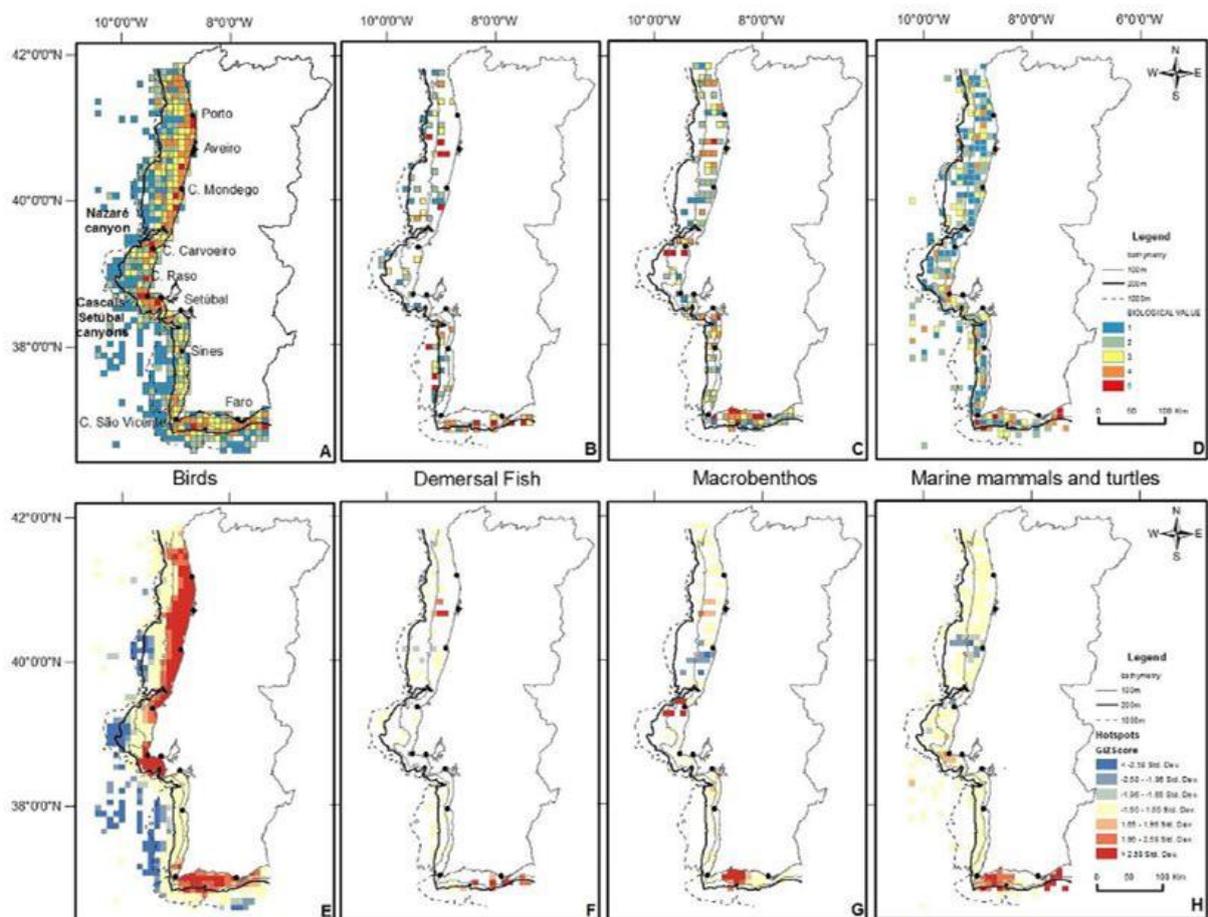


Figure 2. « Hotspots » de biodiversité des côtes portugaises. Gomes et al., 2018.

À plus petite échelle, les côtes de l'Union européenne ont été identifiées pour certaines comme des « *hotspots* » de biodiversité. Cette identification s'est notamment faite dans un contexte de planification maritime tournée vers l'exploitation du plateau continental

comme c'est le cas actuellement au Portugal (*Gomes et al., 2018*). Même si ce n'est pas pour l'exploitation minière, le Portugal s'étant positionné sur un moratoire interdisant toute exploitation minière des fonds marins dans sa ZEE courant 2025 et ce jusqu'en 2050 (*Nausicaa, 2025*).

On remarque sur la *Figure 2* que les tombants océaniques (talus entre le plateau continental et la plaine abyssale) sont des zones de fortes concentrations de biodiversité. Cela est dû à « *l'upwelling* » des eaux froides chargées en nutriments permettant la production biologique primaire (*Le Fouest, 2023*). On estime que 92 % des espèces identifiées dans ces zones sont inconnues (436 nommées pour un répertoire actuel de 5578 selon une étude de *Rabone et al.* parue en 2023. (*Orcutt et al., 2020*)). Or ces zones sont également recherchées pour l'exploitation minière des fonds marins.

Historique et technique

L'exploitation minière des fonds marins telle qu'on la connaît a suivi un long processus de maturation. On sait que des dépôts métalliques se trouvent sur les chaînes montagneuses, les pics, les canyons sous-marins et les plaines abyssales inexplorés depuis les années 1860. On sait également que ces minerais sont enrichis comparé à leurs équivalents terrestres. Ils sont supposés capables de couvrir les besoins de l'humanité en minéraux pour des décennies (*Méro, 1965*). Ces minéraux sont connus sous plusieurs appellations : « *métaux rares* », « *métaux critiques* », « *métaux stratégiques* », etc.

Formés sur des échelles de temps géologiques (*Cozigou, 2017*), il en existe trois grandes classifications :

- Les nodules polymétalliques (*cf. Figure 3*) tapissant les plaines abyssales et fonds marins entre trois milles et six mille cinq cent mètres. Ils sont de cinq à dix centimètres et principalement composés de manganèse, fer, cuivre, nickel, cobalt, titane, etc. ;
- Les encroûtements cobaltifères situés sur les monts sous-marins, entre huit cent et deux milles cinq cent mètres. Pouvant mesurer vingt-cinq centimètres, ils sont riches en fer, manganèse, cobalt, platine, terres rares, etc. ;
- Les sulfures polymétalliques (ou ferromanganèses) principalement situées sur les dorsales océaniques. Ces dernières sont le fruit des « *fumeurs noirs* » et riches en cuivre, tellure, tungstène, fer, zinc, argent, etc. (*Haugan et al., 2020 ; Fondation de la mer, 2022 ; Liu et al., 2023*).

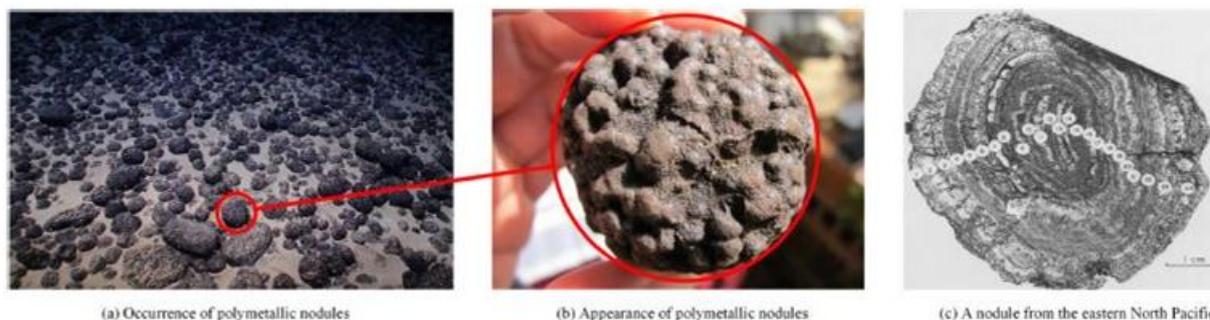


Figure 3. Visuel d'un nodule polymétallique. Liu et al., 2023.

Ce n'est que presque un siècle après la prédiction de Jules Verne que la géologie s'y est intéressée (*Chronique de l'ONU*). Toutefois, la richesse des fonds a été découverte, il y a près de 200 ans, à la fin du XIX^e siècle lors des missions océanographiques de la frégate *Challenge* de la Royal Navy.

En 1970 fut prise la résolution n°2749 des Nations-unies sous l'impulsion d'A. Pardo, ambassadeur maltais d'inscrire les fonds marins au patrimoine commun de l'Humanité. Une telle décision a permis d'éviter leur industrialisation par les pays développés du nord, pour en faire un usage pacifique et les disposer avec les sous-sols, en dehors des juridictions nationales pour tout ce qui n'est pas compris dans une ZEE. Vingt-quatre ans plus tard l'Autorité Internationale des Fonds Marins (AIFM) (*cf. Figure 4*) a vu le jour, dont l'Union européenne fait partie. Parmi les organes de gouvernance se trouvent également le Tribunal International du Droit de la Mer et la Commission des Limites du Plateau Continental, institutions moins connues du grand public (*Chronique de l'ONU*). Ces instances régissent les activités relatives aux fonds marins de la zone internationale en accord avec la Convention de Montego Bay de 1982 et les accords de 1994¹³⁵. Les espaces se situant dans les ZEE sont laissés sous la pleine juridiction des États côtiers en accord avec les conventions et traités internationaux. De surcroît selon l'Article 143 de la Convention de Montego Bay, les États parties doivent favoriser la coopération internationale en matière de recherche scientifique marine dans la zone internationale.

¹³⁵ Application de la Partie XI de la Convention de Montego Bay de 1982 (Collection des Traités des Nations-unies).

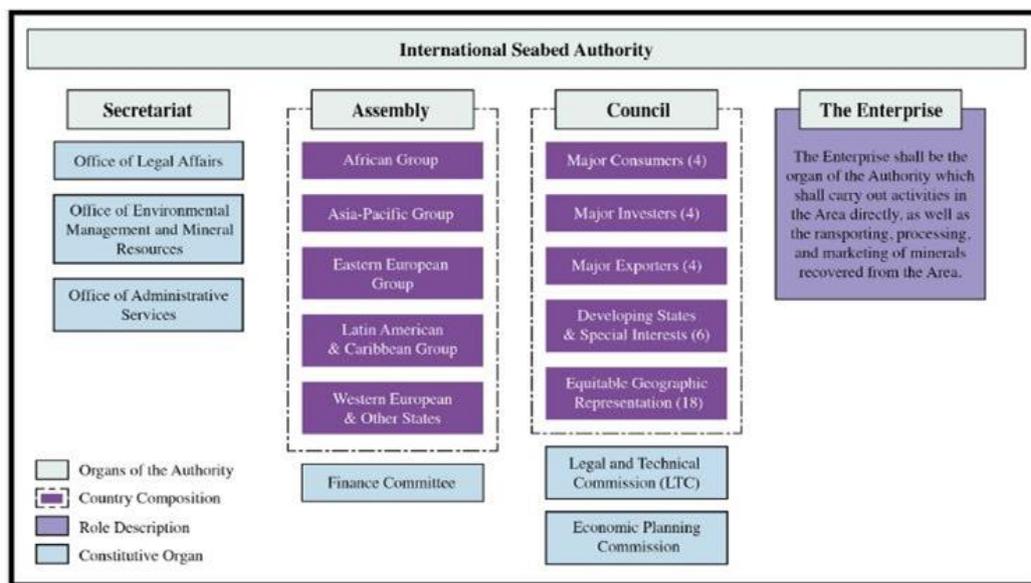


Figure 4. Autorité Internationale des Fonds Marins. Deberdt et al., 2024.

Les métaux rares des fonds marins deviennent progressivement économiquement attractifs, notamment dans les années 1960 menant à des consortiums miniers permettant l'exploration des gisements (Abadie, 2021). En outre, l'avancée des technologies sous-marines permettant une immersion en eaux profondes a fait que les fonds marins ont catalysé les espoirs de missions de découvertes, mais aussi, et surtout, une motivation économique pour l'exploitation de leurs ressources. Cependant cet attrait dépend aussi des facteurs économiques et sociaux. De plus, les ressources sont situées dans des zones peu accessibles et donc difficiles à faire accepter au grand public. Une ressource est ainsi définie comme : « une concentration minérale d'une taille et d'une teneur suffisantes, sous une forme et dans une quantité telles que l'extraction économique d'un produit de base à partir de la concentration est actuellement ou potentiellement réalisable » (Schulz et al., 2017 ; Sparenberg, 2019). C'est ainsi que les recherches sur les impacts environnementaux de l'exploitation des fonds marins débutèrent dans les années 1980 malgré le scepticisme des ONG, des biologistes marins et d'une part de l'opinion publique (Sparenberg, 2019). Les méthodes expérimentales d'exploitation ont évolué au fur et à mesure du temps. Les premiers tests eurent lieu en 1978 par le *Deep Ocean Mining Environment Study*, programme initié par la *U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration*. Dès lors, la communauté scientifique avait établi le constat du conflit entre protection des fonds marins et exploitation minière (Sparenberg, 2019). La technique de récolte consiste à racler, voire à aspirer le fond marin en soulevant un nuage de sédiments, mais aussi à casser ou découper des éléments des fonds marins. Après cela un tri doit s'opérer sur le navire usine via une séparation chimique ou mécanique afin de permettre le raffinage à terre (Liu et al., 2023). Le véritable défi est d'abord d'accéder aux gisements (cf. Figure 5).

L'exploitation minière des fonds marins aujourd'hui

De nos jours, l'AIFM peut accorder des permis d'exploration scientifique ou industrielle et des permis d'exploitation. Selon les Nations-unies il n'est pas possible à ce stade de réaliser une exploitation minière. Les fonds marins sont patrimoine commun de l'Humanité (cf. 1.1.2.). Ce régime prévoit une potentielle exploitation mais les règles n'ont pas été enclenchées ni précisées par le Code Minier bien que certaines parties existent déjà¹³⁶. Il y a toutefois des pressions fortes pour la délivrance de permis d'exploitation.

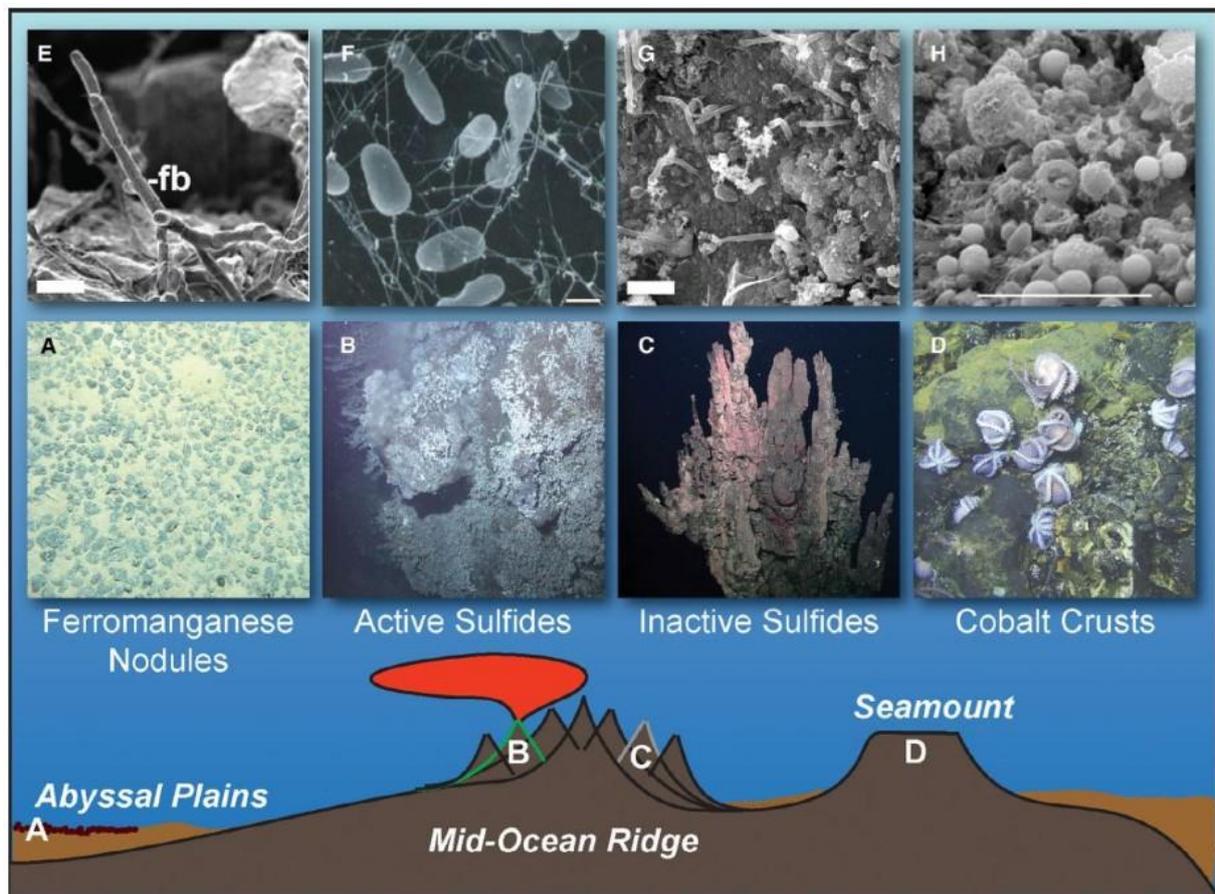


Figure 5. Types de gisements et emplacements caractéristiques. Orcutt et al., 2020.

Ainsi le sommet de l'AIFM en 2024 en Jamaïque fit que l'élaboration d'un Code Minier fut repoussée à 2025 faute d'unanimité sur la question. À titre d'exemple les nations favorables en 2024 sont pour les principales : la Norvège, la Chine, l'Inde, la Russie, la Belgique et bon nombre de petits États insulaires comme Nauru ou Tonga. Les nations défavorables sont principalement la France et le Royaume-Uni, partageant avec la Norvège et l'Union européenne des droits miniers dans l'archipel de Svalbard¹³⁷ ouvert

¹³⁶ Courtoisement partagé par B.G.Guilloux, 2024.

¹³⁷ L'archipel du Svalbard comporte des eaux dont les juridictions se partagent entre plusieurs États dont la Norvège, le Royaume-Uni et d'autres États membres de l'Union européenne.

ces dernières années à des projets d'exploitation¹³⁸. Néanmoins, une vingtaine de pays réclament une pause pour respecter le principe de précaution des conventions internationales sur le droit de l'environnement et de la mer (*Euractiv, 2023*). Concernant la France la position contre s'est exprimée lors du *One Planet Polar Summit* à Paris en novembre 2023. Pour l'Union européenne, une position de la Commission Européenne exprime son inquiétude sur les impacts environnementaux et une résolution datant de 2022 du Parlement Européen appelle la Commission Européenne et les États membres à un moratoire international sur l'exploitation minière des fonds marins tant que des études d'impacts non pas été établies (*Euractiv, 2024*).

La *Figure 6* illustre différents types de collecteurs susceptibles d'être utilisés pour une exploitation minière des fonds marins :

2. Nouveaux enjeux énergétiques

La Convention cadre des Nations-unies sur les changements climatiques signée à Rio de Janeiro en 1992 mène à un consensus international : les changements climatiques résultent bien des activités anthropiques. Face à ce constat, les enjeux énergétiques actuels et futurs sont grands pour l'Union européenne. La plupart des États membres ont pour principale source d'énergie des combustibles fossiles qui proviennent en grande partie de pays tiers à faible gouvernance. Ces pays sont par exemple la Russie ou la Chine.

¹³⁸ Mise à jour : Parmi les États membres des Nations-unies, au début de l'année 2025 la France est le seul État à bannir toute activité dans la zone internationale alors que le Portugal est le seul à se prononcer pour les activités dans sa ZEE. Les États favorables au moratoire dans la zone internationale sont : la France, l'Union européenne (ensemble d'États), les Fidji, les Palaos, Royaume-Uni, Canada, Mexique, Samoa, États Fédérés de Micronésie, Pérou, Nouvelle-Zélande et Suisse. Ceux favorables à une pause dans la zone internationale : France, Union européenne (ensemble d'États), Chili, Monaco, Costa Rica, Espagne, Portugal, Allemagne, Brésil, Équateur, Panama, République Dominicaine, Vanuatu, Finlande, Irlande, Suède, Tuvalu, Grèce, Malte, Honduras, Danemark, Guatemala et Autriche. L'Union européenne se positionne aussi contre toute exploitation dans la ZEE de ses États membres. Le Parlement norvégien s'est également prononcé contre l'exploitation fin 2024 tandis que les États-Unis ont accordé l'exploitation dans le Pacifique à la compagnie canadienne The Metals Company. Recherches, Josserand--Surret, 2025.

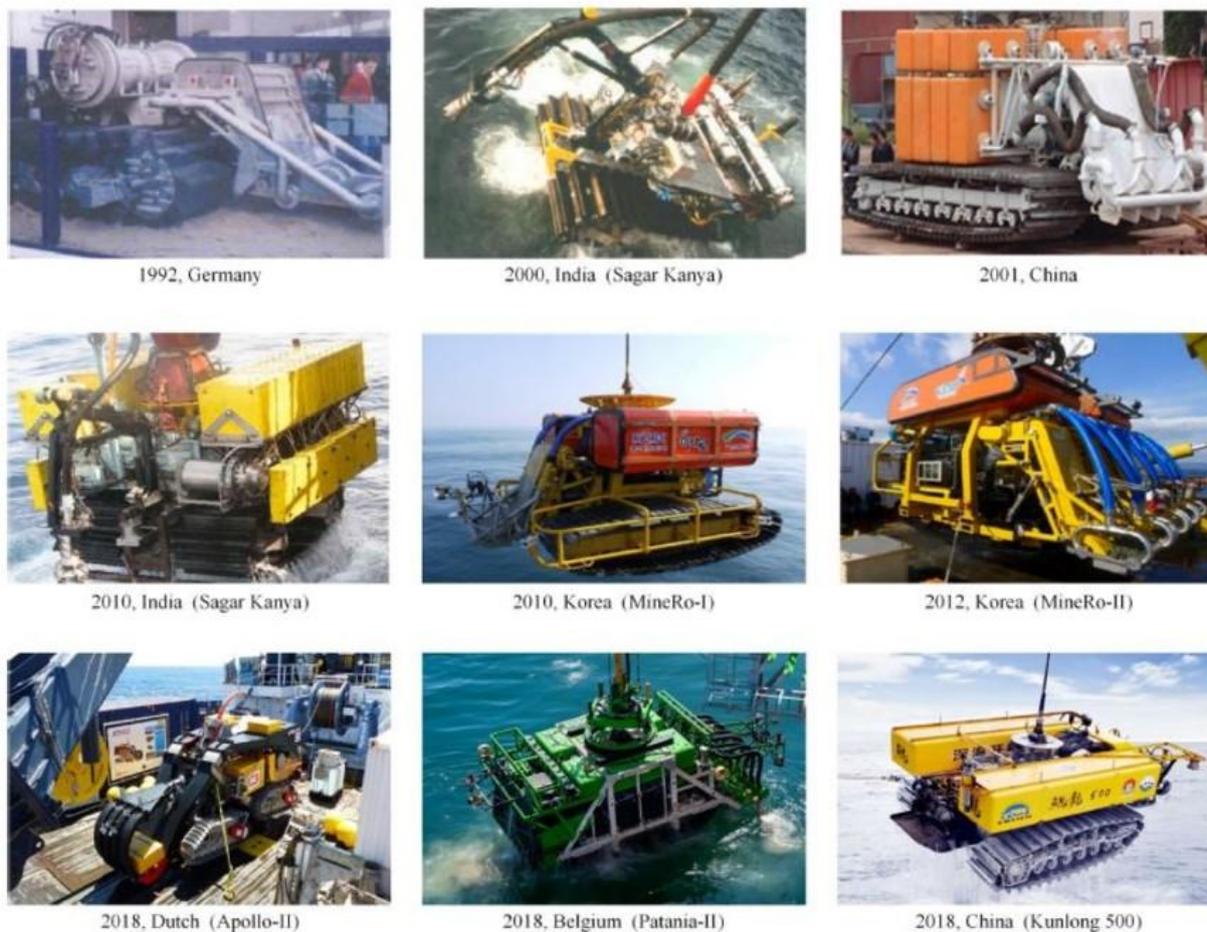


Figure 6. Prototypes de collecteurs. Liu et al., 2023.

Les enjeux énergétiques de l'Union européenne la pousse à se fixer des objectifs ambitieux. Tout d'abord le Pacte Vert qui est un ensemble de mesures visant à atteindre la neutralité carbone en 2050 (EASAC, 2023). Cette politique permettra à l'Union européenne de réduire ses importations énergétiques : pétrole, gaz, charbon principalement. Et de réduire la dépendance énergétique en diversifiant ses sources d'approvisionnement, mais également de réduire les dépenses associées afin de rediriger ces flux financiers dans des énergies plus « propres » au bénéfice du climat. De plus, une telle politique permettra à l'Union européenne de conserver son leadership en matière de lutte contre les changements climatiques.

Cette ambition politique se traduit par une double obligation juridique et conventionnelle. Les États membres se sont engagés à réduire les émissions de GES d'au moins 55 % d'ici à 2030. À titre d'exemple local, une ville française comme La Rochelle a intégré cette ambition dans des mesures municipales. Ainsi la France s'engage massivement sur la transition énergétique, notamment dans une logique de réduction de sa dépendance en énergie fossile. Cette souveraineté énergétique permettra de sécuriser le secteur en cas de crise géopolitique.

Le “bouquet énergétique” de l’Union européenne reposait essentiellement en 2024 sur cinq sources différentes : les produits pétroliers à environ 30 %, le gaz naturel à environ 24 %, les énergies renouvelables à environ 17 %, l’énergie nucléaire à environ 13 % et les combustibles fossiles, tel que le charbon à 12 % (*Europa, 2023*). Finalement, c’est près de 70 % de l’énergie disponible dans l’Union européenne qui est d’origine fossile en 2024.

Néanmoins à cause de leur niveau d’industrialisation hétérogène et leurs histoires variées, on observe de grandes disparités dans ce bouquet énergétique selon les États membres. En 2020, l’énergie nucléaire représentait près de 41 % de l’énergie disponible totale en France, alors qu’en Suède près de 50 % de l’énergie totale était d’origine renouvelable, ou encore que les « produits pétroliers représentaient plus de 85 % de l’énergie totale disponible à Chypre et à Malte » (*Europa, 2023*).

La volonté de transition vers des énergies « renouvelables » a été accélérée par la prise de conscience de la forte dépendance de l’Union européenne aux pays tiers en matière d’approvisionnement en énergie fossile et en matières premières. Cet enjeu de souveraineté et d’indépendance est fortement lié aux enjeux énergétiques et politiques. En effet, en 2020 c’est 42 % de « l’énergie totale disponible et consommée dans l’UE » qui y était également produite et les 58 % restants étaient importés (*Europa, 2023*). La guerre entre la Russie et l’Ukraine a révélé la dépendance de l’Union européenne au gaz russe puisque en 2020 elle fournissait près de 41 % du gaz naturel utilisé dans l’Union européenne mais encore 27 % du pétrole brut et 54 % des combustibles fossiles solides (*Conseil Européen*). De ce constat des objectifs européens ont été fixés pour 2030 : 10 % des ressources proviendraient directement de l’Union européenne, 40 % y seraient transformés, le taux de recyclage serait relevé à 25 % et l’approvisionnement par sources externes ne dépasserait pas les 65 % (*Conseil Européen*).

Pour l’Union européenne, la question de la transition énergétique est véritablement apparue en 2000 avec une Europe qui tente d’utiliser au maximum les énergies renouvelables ou au moins de faire un mélange entre l’utilisation des énergies fossiles et « vertes ». Les objectifs sont adaptés à chaque État et besoins de consommation en énergie par rapport aux années précédentes.

3. Nécessité d’action dans le cadre de la transition écologique et numérique

La Commission Européenne montre une volonté d’œuvrer pour la transition écologique en cherchant à favoriser les technologies numériques, perçues comme essentielles pour atteindre l’objectif de neutralité carbone. Ces technologies sont par exemple l’informatique, l’intelligence artificielle, les technologies bas-carbone, etc. La totalité du coût de ces investissements s’élève à cent vingt-cinq milliards d’euros. Mais le véritable essor de ces technologies numériques fut lors de la pandémie de COVID-19. À l’heure du confinement généralisé, les services tertiaires n’ont pu fonctionner en distanciel que grâce aux technologies numériques. Technologies qui ont même permis de ne pas amorcer de décroissance économique, tout au plus un ralentissement. Ainsi le

numérique et les technologies bas-carbone permettront dans un contexte de crise climatique de créer des synergies dans de nombreux domaines économiques et de développement tout en favorisant une économie circulaire intelligente.

L'efficacité énergétique et les énergies renouvelables apparaissent comme la solution. Mais il faut réviser les législations et identifier les secteurs prioritaires. Il faut également réunir les États membres sur la même politique, soit l'accélération de l'utilisation des technologies numériques. Des fonds sont également prévus comme les fonds NextGenerationEU et InvestEU.

L'apport du numérique apportera ainsi ses bénéfices dans les secteurs de l'énergie (efficacité énergétique), mais également du transport (nouvelles générations de batteries), de l'industrie (jumeaux numériques pour la conception), du bâtiment (consommation), de l'agriculture (gestion des productions), etc.

De plus, les technologies bas-carbone permettraient de ne pas se tourner vers d'autres formes d'énergies qui apparaissent auparavant comme des alternatives viables au pétrole. Par exemple le gaz de schiste, dont le sous-sol français regorge. Le gouvernement français s'est toutefois prononcé contre la fracturation hydraulique, trop néfaste pour l'environnement. Néanmoins, des importations de Gaz Naturel Liquéfié (GNL) s'opèrent en attendant de trouver une solution viable à grande échelle. En outre, une transition, associée à la sortie de la dépendance énergétique est un processus long qu'il faut anticiper. Cela devient aussi une question existentielle en cas de crise internationale.

Un exemple concret est la volonté française de convertir tout le parc automobile à l'électrique d'ici 2030. Il faut alors des infrastructures d'alimentation. De plus il y a la volonté de réduire les émissions des véhicules lourds (*Schellekens, 2024*). Or le marché actuel est important, lucratif, et tous les équipements sont pensés pour le pétrole.

Se pose alors la question de l'approvisionnement en matière première afin de réussir cette transition numérique. La Commission Européenne, dans son dernier rapport de prospective stratégique sur le couplage des transitions vertes et numériques, souligne le fait que la mise en œuvre des deux transitions doit être coordonnée. Ainsi il s'agira d'identifier les opportunités et de faire des compromis en cas d'incompatibilité. Elle recense dix domaines d'actions clés pour accroître les synergies, tout en réduisant les risques potentiels qui découlent de ce couplage. Cela permettra de faire émerger une nouvelle économie régénératrice et neutre pour le climat.

Les métaux rares sont essentiels au développement et fonctionnement des technologies renouvelables et bas-carbone (*Dutta et al., 2016 cités par Gaines et al., 2019*). Les ressources terrestres sont considérées par de nombreux acteurs industriels et politiques comme insuffisantes pour répondre à la demande croissante (*Dutta et al., 2016 ; Miller et al., 2018 cités par Gaines et al., 2019*). La transition énergétique induit ainsi un besoin croissant de matières premières (cf. *Figure 7*). Par exemple, les métaux rares sont essentiels au bon fonctionnement des microprocesseurs grâce à leurs propriétés

physico-chimiques : conductivité, résistance à la chaleur, solidité, stabilité ou encore magnétisme (*Conseil Européen*). C'est pourquoi ces métaux sont autant utilisés par notre société moderne dans beaucoup d'objets du quotidien : ordinateurs, téléphones, etc. Mais on les retrouve aussi dans les moteurs des voitures électriques. Ainsi, la production d'une voiture électrique, de sa batterie, demande en moyenne 80 kg de cuivre, et en moindre quantité du cobalt, du lithium ou encore du nickel. De sorte que la demande en lithium devrait être multipliée par quatre-vingt-neuf et la demande en gallium par dix-sept, d'ici 2050 selon la Commission Européenne. D'autres chiffres de l'Agence Internationale de l'Énergie avancent que l'électrification des transports multiplierait de quarante les besoins en lithium, de vingt pour le cobalt et le nickel et de trois pour le cuivre afin d'être compatible aux accords de Paris de 2015. De plus, les systèmes d'énergies renouvelables sont friands de métaux rares. C'est le cas de l'éolien en mer qui est la source d'énergie verte la plus en vogue, nécessitant de l'aluminium, du cuivre et du nickel. Un parc éolien requiert deux fois plus de métaux rares pour sa construction et son maintien qu'une centrale nucléaire (*Banque de France*). De même pour le secteur des panneaux solaires, les besoins en cuivre sont cinq fois supérieurs à ceux d'une centrale thermique à gaz pour la même production d'énergie (*Conseil Européen*).

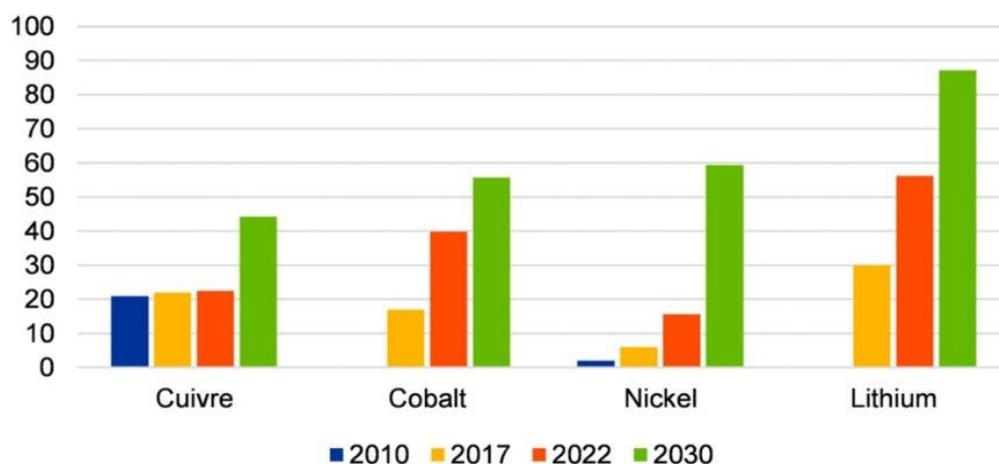


Figure 7. Evolution de la demande en métaux rares. Banque de France, s.d.

La transition énergétique comporte un caractère structurellement métallique (*cf. Figure 7*). Les intérêts commerciaux sont conséquents pour les ressources foisonnant au fond des océans. Selon un rapport du Sénat, la Commission Européenne désirait en 2012 le développement rapide de l'exploitation minière des fonds marins, les marchés étant estimés à cinq milliards de dollars pour 2022 et dix milliards pour 2030. L'enjeu était ainsi de se positionner sur le marché financier en plus de sécuriser les approvisionnements (*cf. Figure 8*). Ainsi les investissements en technologies bas-carbone ont été multipliés par dix depuis 2007.

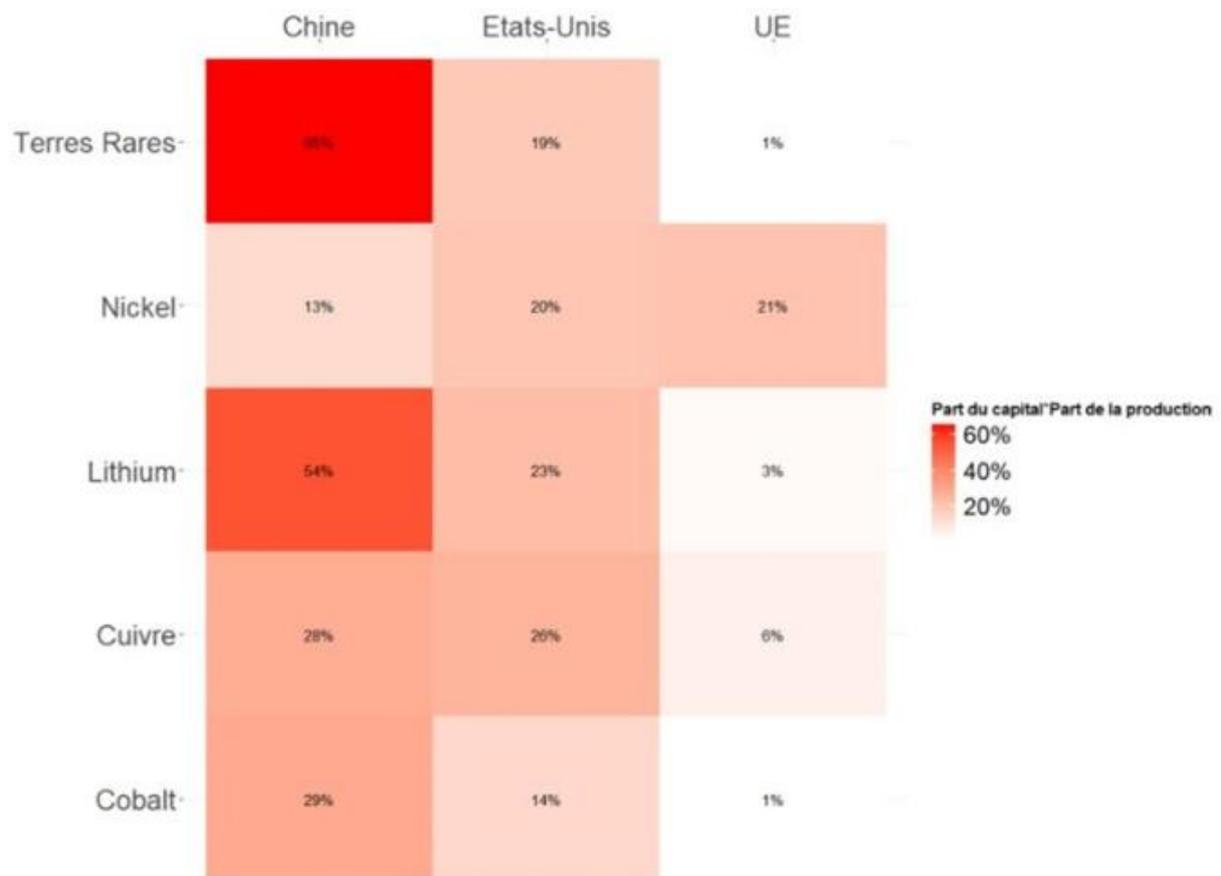


Figure 8 : Dépendance de l'Union Européenne en approvisionnement de métaux rares. Banque de France, s.d.

La demande en métaux rares va augmenter (cf. Figure 9) pour les scénarios de réchauffement climatique à plus de 2 °C. Un rapport de la Banque mondiale de 2020, *Minerals for Climate Action : the mineral intensity of the clean energy transition*, estime que les besoins seront multipliés par six en 2050 pour le cobalt, le lithium et le graphite par rapport à 2018. Le rapport quantifie l'extraction supérieure à 3,5 milliards de tonnes en 2050.

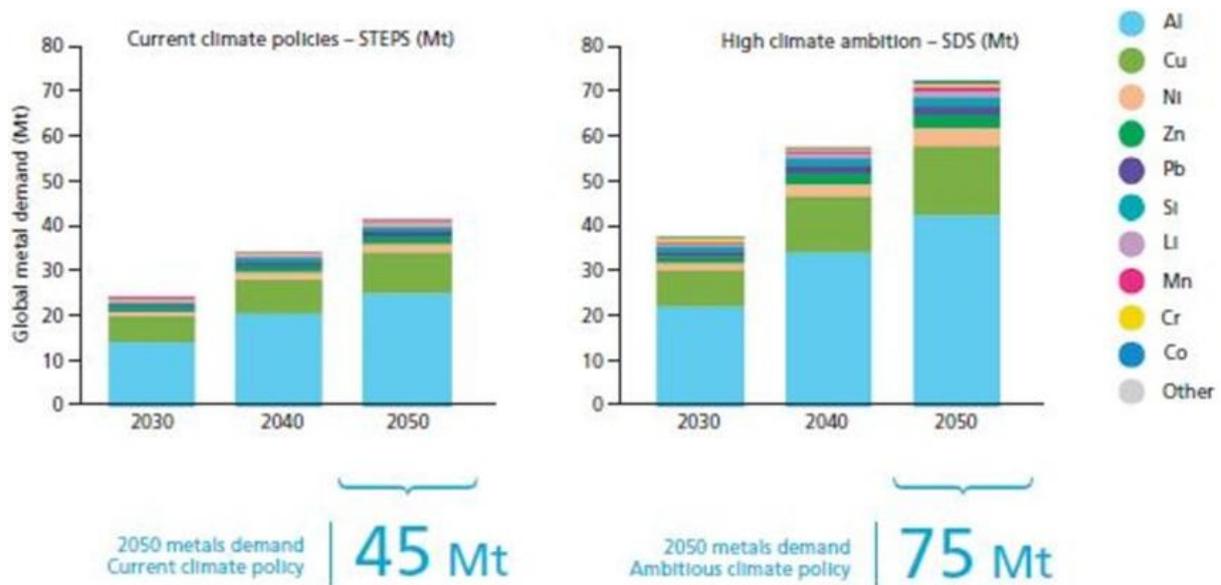


Figure 9 : Estimation de la demande en métaux rares pour la transition énergétique. EASAC, 2023.

II. Politiques mises en œuvre

1. Au niveau de l'Union européenne

Contexte

Depuis la pandémie mondiale du COVID-19 et la guerre entre la Russie et l'Ukraine, la Commission Européenne tente d'être plus autonome et de fournir plus d'efforts de résilience énergétique, en réduisant drastiquement les importations sur son territoire. Des lois sur l'accessibilité des matières premières ont été publiées en mars 2023 par la Commission Européenne stipulant que les importations de matières premières sur le territoire européen seraient garanties et ce de façon sûre et durable. Trois objectifs sont fixés : la diversification des ressources d'approvisionnement à travers des partenariats stratégiques, le recyclage et l'économie circulaire et enfin la relance de la filière minière en Europe¹³⁹.

Dans l'optique de développer les exploitations minières européennes, un premier défi est à relever : celui de modifier les stéréotypes liés aux mines pour attirer les investisseurs. En effet, le sujet des exploitations minières est sensible puisqu'il induit des impacts environnementaux. L'Union européenne fait la promotion des mines dites « vertes » en accord avec l'environnement : durables et responsables au travers de normes environnementales strictes. En parallèle, les entreprises minières tournées vers l'exploitation des grands fonds marins se décrivent comme la solution de la transition

¹³⁹ Par exemple un projet de mine de lithium dans l'Allier en France pour produire l'équivalent de 700 000 batteries électriques par an. Débat national entre le 11 mars et le 31 juillet 2024 (Site Internet de la Commission Nationale du Débat Public, s.d.).

durable sur le long terme, se qualifiant comme des firmes du secteur de la transition énergétique.

L'Union européenne assure vouloir privilégier les meilleures pratiques et les meilleures techniques disponibles pour contredire l'image des grandes mines à ciel ouvert qui détruisent la biodiversité. La Commission Européenne avance l'intérêt des mines souterraines qui n'auraient aucun impact sur l'environnement extérieur.

Principaux encadrements européens en matière environnementale

Le fonctionnement législatif de l'Union européenne est complexe. En matière environnementale il s'inscrit dans le temps avec une augmentation progressive du poids politique de l'environnement. Ces politiques successives ont contribué à affirmer l'actuelle position de l'Union européenne concernant la transition énergétique et expliquent la nécessité de son accélération par le biais des technologies bas-carbone issues des métaux rares.

Dès 1973 la Commission de l'Environnement se met en place avec pour rôle la responsabilité de l'examen des propositions législatives et de la préparation des rapports sur les propositions de la Commission Européenne. Ses missions touchent la gestion de la pollution de l'air, des sols, de l'eau, des déchets, des produits chimiques ainsi que les changements climatiques et la protection de la biodiversité. Elle est en collaboration avec la procédure législative ordinaire avec laquelle elle prend des co-décisions. Le consentement est demandé pour la ratification d'accords internationaux sur l'environnement. En 1973 eut également lieu la création de la Direction générale de l'environnement (DGenv). Cette direction a un rôle de priorisation politique des programmes et des actions en faveur de l'environnement.

En 1994 est créée l'Agence Européenne pour l'Environnement à Copenhague. C'est un organisme scientifique qui n'a aucun pouvoir de réglementation. Le rapport d'évaluation pour l'élaboration des politiques prône la participation citoyenne à la transition énergétique en s'appuyant sur l'importance des "*prosumers*" (consommateurs et professionnels) ainsi que l'adaptation urbaine en Europe. Il alerte sur les changements climatiques qui menacent la santé et le bien-être des populations (*Schellekens, 2024*). L'Agence Européenne pour l'Environnement recueille et diffuse des informations sur l'état de l'environnement auprès des institutions de l'Union européenne et des États membres. La mission de cette agence est aussi de renforcer l'atténuation de l'utilisation des énergies et des transports et de prévenir les impacts des changements climatiques (*Schellekens, 2024*).

Les *Conferences of the Parties* (COP) sont des événements internationaux qui ont permis le développement de la politique environnementale de l'Union européenne. La COP 3 aussi appelée Protocole de Kyoto a eu lieu en 1997. Ses objectifs principaux étaient de réduire les émissions de GES d'environ 6 % en fonction des capacités de chaque État

membre (-5 % à -8 %). Sur le long terme il faudrait une réduction de plus de 50 % des émissions dues aux activités anthropiques (Schellekens, 2024).

En 2010 après le succès de la DGenv, la Direction générale de l'action pour le climat (DGclimat) est formée avec 20 % du budget de l'Union européenne (cent quatre-vingts milliards d'euros) pour la période 2014-2020. Elle a pour rôle de concentrer les objectifs de la Commission Européenne pour lutter contre les changements climatiques au niveau de l'Union européenne puis au niveau international. Elle doit également mettre en œuvre les politiques climatiques de l'Union européenne et mettre en avant le Pacte Vert de l'Europe. Elle se doit d'encourager la résilience climatique et doit contribuer à « l'écologisation » de la finance (Schellekens, 2024).

En octobre 2014 fut adoptée une Politique Climat, politique ambitieuse fixant les objectifs de 2030. L'Union européenne souhaite ainsi devenir un acteur incontournable dans les décisions environnementales et ce avant la conférence des accords de Paris de 2015 (COP 21) (Schellekens, 2024). De plus, la COP 15 de Paris a eu pour objectif de maintenir le réchauffement climatique sous la barre des 2 °C par rapport à l'ère préindustrielle.

Le 12 décembre 2019 (avec un lancement dès le 1^{er} janvier 2020) le Pacte européen pour le Climat lance son objectif « Neutralité Carbone 2050 » en accord avec le GIEC (Schellekens, 2024). Enfin, en 2022, l'Agence Européenne de l'Environnement voit apparaître le Conseil Consultatif Scientifique Européen sur le Climat avec pour missions le tri des données du GIEC, la production de rapports scientifiques éclairant les mesures et les budgets à adopter, mais également de vérifier la cohérence des lois et des accords en matière environnementale (Schellekens, 2024).

Focus sur les grands fonds marins

L'Union européenne a reconnu ces dernières années que les matériaux critiques sont nécessaires à la transition vers une énergie neutre en carbone (cf. 1.3.) (Paleari, 2024). Elle priorise l'investissement dans le temps avec trois objectifs phares : connaître, surveiller et améliorer la dualité des projets civils et militaires ainsi que les coopérations européennes et internationales en devenant leader et en se développant dans les technologies et le recyclage des métaux rares. Elle veut développer ses collaborations au niveau international et faire appel au public en associant les populations aux grands choix stratégiques. L'Union européenne a également pour projet de mettre en place des sanctuaires des profondeurs via des zones totalement protégées de l'exploitation minière et reliées par des corridors biologiques sous-marins. D'un point de vue juridique, l'Union européenne est favorable à l'élaboration d'un Code Minier par l'AIFM pour l'exploitation des fonds marins.

Néanmoins la politique de l'Union européenne ne fut pas toujours celle d'aujourd'hui concernant les fonds marins (cf. 1.3.). Entre 2008 et 2012 l'accent était mis sur l'exploitation. Par exemple la croissance bleue de 2012, à différencier de l'économie

bleue¹⁴⁰. Cette croissance bleue fait la promotion d'une croissance économique durable dans les secteurs d'activités maritimes et côtiers, les ressources minérales des fonds marins étant considérées comme des vecteurs d'emplois, de compétitivité et d'innovation (*Cozigou, 2017*). En outre, l'Union européenne continue de briguer les ressources de la zone circumpolaire Arctique (*cf. III.2.*)

Les ressources des fonds marins apparaissent comme la solution à la crise énergétique (*cf. I.3.*). Loin des enjeux humains, sans déplacement de population ni conflits fonciers, non visibles, *etc.* Ces ressources permettraient d'apporter les deux cent vingt-sept mégatonnes de matériaux critiques nécessaires à la production des deux cent quarante millions de véhicules électriques que l'Union européenne cherche à diffuser sur le marché automobile du continent (*Paleari, 2024*).

Par ailleurs, suite aux pressions exercées sur l'AIFM par certains États comme Nauru pro-exploitation minière, une alliance des pays pour un moratoire sur l'exploitation minière des fonds marins a été créée au Parlement Européen durant la Conférence de Lisbonne en juin 2022. La Conférence de Lisbonne étant très attendue, une déclaration parlementaire mondiale pour un moratoire sur l'exploitation minière des fonds marins a été lancée en amont dans le même but d'adopter un principe de précaution. Cette déclaration a pu regrouper deux cent soixante-deux signatures de cinquante-deux pays à l'échelle mondiale. L'Europe a fortement participé à cette proposition, deux députées européennes françaises en étant à l'origine : Mme Marie Toussaint et Mme Caroline Roose (*Pgaction.org*).

L'Union européenne doit néanmoins s'approvisionner et diversifier cet approvisionnement. Ainsi, le Pacte Vert européen et le plan REPowerEU visent à améliorer l'autonomie stratégique de l'Union européenne (*Schellekens, 2024*). Il y a une nécessité de sécuriser les besoins en terres rares, lourdes et légères pour mener à bien la nouvelle politique industrielle européenne tournée vers l'Énergie, l'Espace et la Défense.

Des enjeux de souveraineté énergétique se cumulent donc à cette obligation de permutation de nos modes énergétiques mais on observe un manque de consensus sur la stratégie à adopter concernant les fonds marins au niveau des instances européennes. Certains estiment toujours que les fonds marins représentent un réservoir de minerais idéal (estimation de 84 % des réserves mondiales). Tandis que d'autres alertent sur les conséquences d'une telle exploitation. L'Union européenne se positionne en 2025 contre toute exploitation des fonds marins dans la ZEE de ses États membres. Elle s'affirme aussi en faveur d'un moratoire et d'une pause de l'exploitation dans la zone internationale¹⁴¹. Le moratoire, requis pour une durée minimale de quinze ans permettra d'affiner les connaissances scientifiques sur les fonds marins (*IPOS, 2025*). Les

¹⁴⁰ Cf les travaux de G. Pauli et la définition retenue lors de la conférence de Rio+20.

¹⁴¹ Recherches, Josserand--Surret, 2025.

investissements pour la recherche s'élèvent à quatre-vingts millions d'euros à l'échelle de l'Union européenne et la Loi sur les Matières Premières Critiques (CRMA) apporte des critères quant aux pays susceptibles de fournir des ressources. Il s'agit d'être en phase avec les valeurs de protection des droits de l'Homme et des normes environnementales que défend l'Union européenne. Cette initiative inclut les ressources terrestres et marines (Cozigou, 2017). Or la République Démocratique du Congo demeure le fournisseur de l'Union à hauteur de 63 % pour le cobalt alors que son indicateur de gouvernance est l'un des plus bas au monde.

2. Au niveau de la France

L'objectif France 2030 annoncé lors du CIMer (Comité Interministériel de la Mer) annonce en 2022 de nouvelles levées de fonds pour les projets de recherche. C'est le début d'une nouvelle transition écologique et énergétique dans le secteur maritime. La France est en opposition avec l'exploitation des fonds marins dans la zone internationale depuis novembre 2022 lors de la COP 27 à Charm-el-Cheick en Égypte. La déclaration du Président de la République française Emmanuel Macron contre cette exploitation induit un poids politique considérable de la France concernant les fonds marins. La ZEE française est l'une des plus vastes au monde avec presque onze millions de km² carrés. Il s'agit de la deuxième derrière les États-Unis d'Amérique, avec la particularité que ces zones sont réparties sur tous les océans et presque toutes les mers, comportant de vastes plateaux et talus continentaux, plaines abyssales et monts sous-marins. Le potentiel maritime et minier de la France est conséquent.

Cependant, malgré la portée symbolique de cette déclaration, il est bon de souligner qu'elle ne concerne que la zone internationale, le plan France Relance 2030 allouant des fonds à l'IFREMER. La France n'en initie pas moins des « *démarches diplomatiques auprès des États membres de l'AIFM en vue de rallier à sa position et coaliser les États favorables à un moratoire ou à une pause de précaution sur l'exploitation* » (Sénat, 2022). En plus de cela, la France est favorable à un changement de gouvernance de l'AIFM et notamment de son mode de financement, reposant sur les permis.

Plus précisément, la France souhaite que des études d'impacts soient établies et que les techniques de prélèvement soient plus avancées. Cet appel au moratoire fut entériné par une résolution à l'Assemblée nationale le 17 janvier 2023 à l'initiative du député écologiste de la Gironde, Nicolas Thierry (Le Monde, 2023). Il faut aussi noter que l'élaboration d'un Code Minier est écartée car il autoriserait à terme l'exploitation. Pour le moment, la France est tournée vers l'exploration via des campagnes menées par l'IFREMER ou le BRGM¹⁴².

Cet appel au moratoire est aussi le fruit de pressions de la part des Organisations Non Gouvernementales (ONG) alertant à propos des impacts de l'exploitation sur la chaîne

¹⁴² Pour plus d'approfondissements voir la stratégie interministérielle sur les fonds marins ainsi que la nouvelle doctrine de maîtrise des fonds marins à visée stratégique.

alimentaire et la colonne d'eau et souhaitant que des études d'impact soient réalisées. Études menées par de nombreux acteurs : IFREMER, BRGM, CNRS mais également des acteurs européens comme le Centre de Résilience Climatique de Stockholm.

La France est ainsi à l'avant-garde de la protection des fonds marins. Mais également à l'avant-garde de l'économie circulaire et du recyclage des métaux rares (*Assemblée Nationale*). Ainsi des recherches sont en cours pour diviser le besoin en métaux rares pour l'éolien en mer (*Commission Nationale du Débat Public, 2024*).

Par ailleurs, la transition énergétique est officiellement lancée par la Loi n°2015-992 de 2015 relative à la transition énergétique et à la croissance verte. La volonté est de réduire de 40 % la consommation énergétique via la sobriété et l'efficacité énergétique permises par les technologies bas-carbone par rapport à 2012. Or ces technologies induisent des dépendances aux métaux rares (*National Geographic, 2022*).

Cette loi rejoint néanmoins la volonté de l'Union européenne (Loi de décembre 2023) de réduire la dépendance envers la Chine et de diversifier les chaînes d'approvisionnement. Ainsi une option apparaît comme non négligeable pour la France : l'éolien en mer et l'hydrolien. Le potentiel est considérable au vu des façades maritimes françaises. Mais ces technologies sont encore très consommatrices de métaux rares et c'est une critique qui est apparue lors du processus consultatif "*La Mer en Débat*", visant à repenser la planification maritime métropolitaine via les Documents Stratégiques de Façade.

Enfin, fut définie en 2017 la Stratégie Nationale Mer et Littorale pour la première fois en France visant à atteindre le bon état écologique des milieux marins. La France entend ainsi afficher une forme de responsabilité environnementale (*Assemblée Nationale*).

3. Difficultés de mise en œuvre

Les politiques possibles de régulation de l'exploitation minière sont difficiles à mettre œuvre que ce soit à l'échelle nationale ou même mondiale, à cause de nombreux enjeux. Tout d'abord, il est parfois difficile pour un gouvernement de prendre en compte l'opinion publique. Même si 81 % des européens sont favorables à la promotion des technologies bas-carbone en dehors de l'Union européenne au bénéfice de l'économie européenne (*Europa.eu*), l'application n'est pas aisée. Les habitants des pays les plus développés sont habitués au confort numérique. L'Europe compte quatre cent soixante-cinq millions d'utilisateurs de téléphones mobiles sur une population totale de cinq cent douze millions d'habitants en 2017 (*Statista*). L'opinion générale peut alors être défavorable à un moratoire ou à une régulation de l'exploitation minière des métaux essentiels aux technologies numériques. Par conséquent, les instances politiques ont des difficultés à concilier une prise de position sur une régulation de l'exploitation minière des fonds marins et le respect de la voix démocratique. Une politique contraignant l'exploitation minière des fonds marins pourrait conduire à une perte de confiance de la part de la société, lorsque la promotion est faite des technologies qui y sont liées. Plus

concrètement, beaucoup d'enjeux administratifs et commerciaux tapissent un potentiel moratoire notamment au niveau des textes de loi.

De plus, une interdiction totale de l'exploitation minière des fonds marins mettrait en cause des accords potentiels entre États et entreprises de l'industrie minière. En effet, des TBI (Traités Bilatéraux en matière d'Investissement) ou des ALE (Accords de Libre-Échange) lient les entreprises et les États impliqués dans l'exploitation minière. Ils permettent de protéger les investissements pour l'entreprise et de faire face aux plaintes auxquelles les gouvernements sont confrontés. Ces plaintes représentent le résultat de nombreux conflits d'intérêts quand l'action des gouvernements est considérée comme nuisible aux activités de l'entreprise. Le moratoire ou le principe de précaution pourrait représenter la cause d'une potentielle plainte de nombreuses entreprises au niveau mondial.

Ces considérations nous amènent alors vers de forts enjeux géopolitiques mondiaux. Des décisions politiques d'une telle ampleur peuvent entraîner des pertes financières nationales comme pour le Costa Rica en 2013. L'entreprise minière canadienne *Infinite Gold* a réclamé des millions de dollars au gouvernement du Costa Rica sous la protection du TBI signé avec le Canada. Il en résulte alors de potentielles tensions géopolitiques entre ces deux pays (*Gutiérrez Haces, M. T., 2016*). Il serait difficile de concilier ce type de tensions entre plusieurs États européens. L'Union européenne pourrait s'en voir fragilisée. Aussi, les États en faveur d'un moratoire et ceux ne se prononçant pas ou se positionnant contre un moratoire s'affrontent idéologiquement en Europe¹⁴³. L'Union européenne fait face à des contraintes quant au respect des décisions supranationales ayant été fondée dans le respect de la volonté souveraine des États (*Schellekens, 2024*).

Enfin, l'exploitation minière des fonds marins entraîne de fortes conséquences sur l'environnement qui doivent être prises en compte dans les décisions politiques européennes. C'est pourquoi de telles exploitations des fonds marins dans les eaux européennes suscitent une faible acceptation sociale. Le syndrome "*Not in My Backyard*" généré est d'ailleurs une critique faite par les députés favorables à l'exploitation envers leurs adversaires souhaitant protéger les océans.

III. Discussion

1. Effets de l'exploitation minière des fonds marins

Les fonds marins représentent 56 % des océans d'après F. Besson, ingénieur géologue à l'IFREMER (*Marechal, 2022*). La lumière pénètre l'océan jusqu'à deux cent mètres de profondeur et avec suffisamment d'énergie pour permettre la photosynthèse. La lumière diminue au fur et à mesure que la profondeur augmente. À mille mètres la photosynthèse n'est plus possible mais de la lumière demeure. En deçà, se trouve la zone aphotique. Les

¹⁴³ Cf Polémique en raison de la décision de la Norvège d'exploiter les minéraux marins du Svalbard en janvier 2024 pour un vote se positionnant en faveur d'une pause en décembre 2024.

organismes y sont extrêmement sensibles (EASAC, 2023). Ces espaces marins demeurent très largement méconnus en raison de leur difficulté d'accès. Ainsi "on connaît mieux la surface de la Lune que le fond de nos océans. La meilleure carte bathymétrique mondiale existante a une résolution d'environ cinq cent mètres, contre 1,5 mètre sur la Lune". (Marechal, 2022). Néanmoins, les fonds marins ne sont pas exempts de toutes traces anthropiques. Depuis le XX^e siècle des déchets nucléaires et des surplus de munitions viennent polluer les grands fonds marins (Sparenberg, 2019). À cela s'ajoutent les polluants de toutes sortes, liés à l'activité industrielle ou à celle de l'agriculture, qui sont acheminés vers les océans et les mers du monde entier via les cours d'eau (Sparenberg, 2019).

Les pressions anthropiques sur les écosystèmes marins s'intensifient avec les changements climatiques et les activités humaines. Dans le cas de l'exploitation minière des fonds marins, les impacts sont dévastateurs. Pour récupérer quelques grammes de terres rares, c'est l'extraction de tonnes de roches et de sédiments qui sont nécessaires en raison des procédés utilisés (cf. 1.1.2.) et du fait que ces milieux extrêmes se caractérisent par des propriétés physico-chimiques stables (Sparenberg, 2019). De plus, on estime que les impacts ne se limitent pas uniquement à la zone de collecte. Des boucles de rétroactions pourraient s'opérer et perturber les cycles géochimiques des océans. Les sédiments piègent le dioxyde de carbone et les réactiver pourrait libérer ce dioxyde de carbone dans la colonne d'eau voire asphyxier les organismes.

Des études mettent en évidence le fait que les fonds marins prennent beaucoup de temps avant de recouvrer leur état d'équilibre. Par exemple, en 1989, des chercheurs allemands ont réalisé une expérience au large des côtes du Pérou nommée : DISCOL soit *DISturbance and reCOLonization experiment* afin de mimer les effets de l'exploitation des fonds marins (Simon-Lledó et al., 2019). Or, près de 30 ans plus tard, l'écosystème marin soumis à l'étude n'est toujours pas revenu à la normale malgré des dizaines d'années sans activités anthropiques (Deep Sea Conservation Coalition, 2023). Un exemple concret est la disparition des populations d'éponges, de coraux mous et d'anémones de mer (Simon-Lledó et al., 2019).

Par ailleurs, une étude de Sweetman et al. parue en 2024 dans *Nature* rapporte que les fonds marins produisent de « l'oxygène noir » révolutionnant les connaissances sur l'apparition d'oxygène sur Terre. Ce sont aussi des écosystèmes riches en biodiversité susceptibles d'éclairer la communauté scientifique sur les prémices de la vie sur Terre (Deep Sea Conservation Coalition, 2023).

Les impacts et altérations des écosystèmes des fonds marins restent difficilement prévisibles en raison du manque de connaissances scientifiques sur ces milieux. On sait néanmoins que lorsque les engins de collecte se posent sur le plancher océanique, ils écrasent inexorablement les espèces benthiques, c'est-à-dire vivant sur le fond et entre les nodules (Sparenberg, 2019). Par exemple une espèce de pieuvre qui pond ses œufs

sur les tiges mortes d'éponges de mer qui poussent sur les nodules (*Purser et al., 2016*). Les engins peuvent également libérer des « *panaches de sédiments* » près du plancher océanique (*Sprenberg, 2019*). Ceux-ci pourront s'étendre sur des distances dépassant largement la zone de collecte et pourraient provoquer des dommages dans la colonne d'eau : bruit, vibrations et lumière, tout en étouffant la « *neige océanique* » qui apporte les nutriments aux organismes (*EASAC, 2023*). Or, la faune et la flore du milieu aphotique ne sont pas habituées à des changements brutaux. C'est pourquoi on peut supposer que beaucoup d'organismes ne pourront pas y faire face (*Sprenberg, 2019*). Autrement dit, les sites seraient rendus inhabitables pour les espèces présentes (*EASAC, 2023*). Il y aurait une réduction de la biodiversité dû à la perte d'habitats pour les espèces (*cf. Figure 10, Annexes*).

De plus, un deuxième panache de sédiments se formerait près de la surface. En effet, après la collecte des nodules, vient le tri sur le navire usine. Les matériaux doivent être séparés des sédiments qui n'ont pas été expulsés auparavant via des opérations chimiques. Ainsi, il y a création d'un deuxième panache de sédiments, cette fois toxique et près de la surface. Il pourrait impacter les espèces pélagiques, à cause des concentrations en métaux et toxines (*Sprenberg, 2019*).

En somme, l'exploitation des fonds marins pourrait provoquer des extinctions locales. Or, la résilience de ces écosystèmes est longue. Sans compter que le matériel utilisé lors de l'exploitation peut être défaillant, entraînant des fuites, une pollution acoustique et lumineuse dans l'océan.

Ainsi les nodules font partie intégrante de l'écosystème aphotique, les prélever pourraient avoir de nombreuses conséquences, dont la perturbation de toute la chaîne trophique. Mais cela pourrait aussi impacter des processus biogéochimiques qui restent des processus fondamentaux à l'échelle globale (*EASAC, 2023*).

Des écosystèmes sont menacés d'être détruits avant même d'être découverts. Or ce sont nos meilleurs alliés face aux changements climatiques. La France se positionne donc sur un paradigme de protection radicale en attendant que l'AIFM ait clairement défini les impacts environnementaux. Néanmoins, les études d'impacts demeurent sous-dimensionnées au regard des enjeux.

2. Paradoxe entre considérations environnementales et économiques

Depuis les années 1980, de nombreux projets ayant pour but d'harmoniser les questions de financements européens pour la recherche scientifique entre les États membres ont vu le jour. En 2010, le programme Horizon 2020 devant durer de 2014 à 2020 a été lancé à la Commission Européenne. Cette stratégie dotée de quatre-vingts milliards d'euros avait pour but de « *permettre de renforcer la position de l'Union européenne dans le domaine scientifique* » et notamment sur des sujets actuels comme les changements climatiques, les sources d'énergies renouvelables ou l'innovation industrielle (*Touteurope.eu*). Dans tous ces domaines, les financements semblaient insuffisants et

un second programme plus ambitieux a alors suivi. C'est le programme cadre Horizon Europe planifié pour une période allant de 2021 à 2027. Son objectif est de rendre l'Union européenne plus résiliente et d'offrir une meilleure visibilité à la recherche et à l'innovation grâce à des financements mondialement compétitifs. Il est fondé sur quatre piliers (cf. Figure 11) : la science d'excellence, la compétitivité industrielle européenne, l'innovation, et le renforcement de l'espace européen de la recherche (*Horizon Europe*).

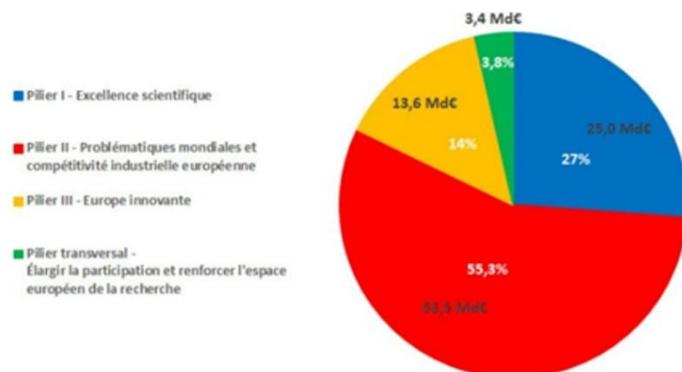


Figure 11. Diagramme circulaire représentant les proportions et budgets alloués aux quatre piliers fondamentaux du programme cadre Horizon Europe. Horizon Europe, s.d.

Les financements peuvent également provenir des Fonds pour une transition juste établis en 2021 par le Parlement Européen et le Conseil Européen (*Schellekens, 2024 ; Europa.eu*). Cet organisme permet d'accorder des subventions et est associé à la Banque Européenne d'Investissement pour appeler aux financements publics (*Europa.eu*).

Nous avons évoqué le caractère essentiel des métaux rares dans la transition énergétique des États membres (cf. I.3.). Le numérique représente 4 % des gaz à effets de serre mondiaux (*Arcep*). Le processus de digitalisation est dépendant du PIB de chaque État et de l'accès au numérique de la population. Plus généralement, la population mondiale augmente et entraîne avec elle un renforcement des besoins énergétiques et numériques en termes de métaux rares (*EASAC*). Cependant, les stocks de terres rares ne sont pas renouvelables à l'échelle de notre société au même titre que les ressources fossiles. Ils causent de plus d'importants dommages sur les écosystèmes marins (cf. III.1.). Il est donc indispensable de développer des énergies renouvelables plus fiables dans le temps et plus respectueuses de l'environnement. Cela résonne en termes de choix énergétiques.

Les positions à l'égard des fonds marins et du caractère supposé bénéfique de leur exploitation pour le développement durable ont changé avec les années. Bien que les métaux rares demeurent associés aux énergies de transition, encouragées. Par exemple, la filière nucléaire, déclarée comme énergie verte par l'Europe sous l'impulsion de la France. Un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières a été mis en place en décembre 2022. Les importations de produits polluants doivent alors suivre les règles du marché européen du carbone. Ces taxes sur le carbone touchent toutes les émissions

d'un État dans tous les secteurs. Ces taxes sont effectivement combinées en un seul taux national (*Taxfoundation.org* ; cf. *Figure 12, Annexes*).

Afin de donner un exemple concret de résilience en Europe, nous décrivons la situation en Arctique. L'Arctique est composée de huit états : le Canada, le Danemark (Groenland), la Finlande, l'Islande, la Norvège, la Fédération de Russie, la Suède, et les États-Unis. Un conseil de l'Arctique existe et l'Europe y est considérée comme « *invité spécial* ». C'est-à-dire un statut presque similaire aux observateurs. Les changements climatiques dans la zone Arctique sont trois à quatre fois plus intenses que sur le reste de la planète, notamment la fonte des glaces. Ces phénomènes entraînent la fonte du pergélisol, ce qui provoque de fortes émissions de méthane et donne accès à de nombreuses ressources. En Arctique, ces ressources fossiles prélevables sont le gaz, le pétrole et certains minerais. Cette région du monde représente un réel intérêt économique pour l'Europe. C'est pourquoi l'Union européenne s'y intéresse depuis les années 1990 et y développe une vraie politique à la fois sur le développement durable et sur la protection de l'environnement face aux changements climatiques. Selon l'Agence Internationale de l'Énergie sur la neutralité carbone d'ici 2050 « *le pétrole, le charbon et le gaz doivent rester dans le sol, y compris dans l'Arctique* ». La notion de coopération internationale y est alors intégrée afin d'y développer la recherche et l'innovation. Toutefois rien n'est spécifié concernant les métaux rares des fonds marins (*Schellekens, 2024*).

Les États sont tous liés entre eux sur différents points. En effet, il existe une réelle dépendance économique sur les métaux rares entre États. Ces enjeux géopolitiques associent l'Union européenne à la Chine pour le nickel, le cuivre et l'aluminium. Le territoire de l'Europe ne peut couvrir que 5 à 55 % des besoins en terres rares jusqu'à 2030. La Chine représente 90 % de toutes les terres rares et 60 % du lithium (*Kohnert, 2024*). L'Europe importe ces matériaux afin d'assurer sa transition énergétique. Aussi, la Russie, grâce à ses importantes réserves, devient également un producteur et exportateur dominant de terres rares. Elle représente 12 % des importations de nickel en Europe¹⁴⁴.

3. Solutions de résilience

Stratégie

La transition énergétique initiée par les instances européennes nécessite des apports croissants en métaux rares. Mais l'exploitation minière des fonds marins induit des impacts conséquents sur la biodiversité marine et sur les cycles climatiques. Ainsi cette transition énergétique doit, conformément à sa définition, être transitoire afin de créer un bouquet énergétique alliant énergies renouvelables et de compensations issues de la recherche et des nouvelles technologies (solaire spatial, énergies dites « *bleues* » : osmotique, marémotrice, etc.) (*Les Collections des Sciences et Univers, 2024*). Il est stratégiquement impensable de se baser uniquement sur des énergies intermittentes. Or

¹⁴⁴ Données nécessitant une mise à jour au regard de la situation de 2025.

cette transition énergétique et écologique s'accompagne d'une transition numérique associée à la recherche en efficacité des nouvelles technologies bas-carbone. Technologies qui sont très demandeuses en métaux rares, d'où la volonté des industries et de certains gouvernements de se tourner vers les nodules polymétalliques. Ainsi il faudrait pouvoir continuer la recherche afin de développer des techniques de récolte à petite échelle non destructrices pour les écosystèmes marins mais aussi éviter la surexploitation face à l'abondance perçue de la ressource.

Résilience environnementale à double tranchant

The European Academies Sciences Advisory Council (EASAC) a alerté en 2023 sur le fait qu'il faut considérer l'exploitation minière des fonds marins comme une menace sérieuse pour les écosystèmes et qu'il faut d'abord évaluer si les ressources terrestres sont ou ne sont plus suffisantes pour soutenir l'effort de production en minerais stratégiques voire à envisager le recyclage à grande échelle. Il serait plus simple de contrôler une protection à terre qu'en mer où toutes les stratégies de compensation et de dépollution se feraient en vain. Il y a alors deux révolutions concernant les métaux rares : une révolution technologique au bénéfice des technologies numériques et bas-carbone mais aussi stratégique dans un contexte sécuritaire et de troubles géopolitiques.

Il serait ainsi envisageable de continuer les recherches sur l'exploitation de certains fonds marins (plateaux continentaux) mais en identifiant les « *hotspots* » de biodiversité afin de les conserver mais surtout en utilisant des techniques non dommageables et en évitant de répandre un panache de sédiments dans la colonne d'eau. C'est une des solutions envisagées par certains États membres de l'Union européenne : une poursuite vertueuse avec des évaluations environnementales, des zonages et des normes élevées, une gestion durable des déchets, etc. Il s'agit d'une tentative de compensation face au malaise suscité par la considération des énergies fossiles exploitées en mer comme une catastrophe et une considération des métaux rares comme bénéfiques au *Green Deal*, car il ne fait aucun doute qu'il y aura des dégâts sur les milieux marins lors des travaux d'exploitation.

Le problème de fond est la résilience numérique à outrance, de plus en plus souvent remise en cause. Une société change de modèle sur le temps long et notre société d'*homo energeticus* est très technologique. Modèle renforcé par l'abandon inéluctable des énergies fossiles devant trouver des solutions dans le court terme afin d'éviter une situation de chaos en raison d'une pénurie d'énergie disponible immédiatement. C'est ainsi que les technologies bas-carbone soutiennent les politiques énergétiques et environnementales de l'Union européenne.

Par ailleurs, il y a la question de la préférence économique. Il serait intéressant de diriger les investissements et les subventions en dehors du secteur fossile afin de forcer la recherche dans des technologies bas-carbone réellement durables et dans des formes d'énergies propres encore trop expérimentales (bouquet d'énergies bleues). Toutefois on

remarque que ces dernières années la contribution du numérique et des technologies bas-carbone dans le secteur énergétique est évolutive et augmente de manière exponentielle. Ce qui est problématique, notamment lorsqu'on prend l'exemple d'une voiture électrique qui lors de son utilisation est effectivement propre excepté la provenance de l'électricité. Qui plus est la batterie électrique nécessite des métaux rares et ne se recycle presque pas, en raison de la jeunesse du marché. Ainsi une batterie de voiture électrique a une espérance de vie de dix ans et n'est plus considérée comme viable dès lors qu'elle ne dépasse plus 70 % de sa capacité initiale (*Les Collections des Sciences et Univers, 2024*). Après cela de nombreux modèles finissent en déchetteries automobiles voire relégués en Afrique.

Il serait intéressant de développer et de subventionner les secteurs de recherche et de développement dans l'automobile afin de trouver d'autres technologies moins stratégiques pour les batteries et de les rendre plus facilement réparables ou recyclables. De même penser autrement la provenance de l'électricité pourrait s'envisager afin de ne pas appeler hypocritement ce mode de transport comme « *propre* ». Modifier la logique de financement de la transition énergétique pourrait être intéressant : créer une économie pour attirer les investissements, mais prendre garde à ce que cette économie n'entre pas dans un cercle vicieux de dépendance et que la logique ultra-lucrative ne prenne pas le pas sur le bien commun.

Une pérennité qui interroge

D'une autre manière, il serait intéressant de sortir de la dépendance en métaux rares et en minerais vis-à-vis du Congo ou de la Chine. États où les normes environnementales et sociales donnent matière à débats (*Pitron, 2019*). Ce qui amène à faire le choix entre le minier terrestre extra-européen très dévastateur pour l'environnement et les populations locales et un minier terrestre ou maritime européen extrêmement encadré concernant la protection de l'environnement et bénéficiant des droits sociaux européens. De plus, cela permettrait de ne pas engager l'Union européenne et ses États membres dans une nouvelle dépendance énergétique comme avec le gaz et le pétrole (*Pitron, 2019*). Des mesures sont toutefois prises en ce sens et doivent être renforcées (*Schellekens, 2024*).

En outre, des études soulignent le fait que les technologies renouvelables et l'économie circulaire diminueraient de 58 % la demande en minéraux (*Euractiv, 2023*). Mais il faut toutefois prendre garde à de telles affirmations car beaucoup de technologies dites renouvelables requièrent en réalité d'importantes quantités de métaux rares.

En fin 2022 fut adopté un accord de l'Union européenne sur le recyclage des batteries, le rendant obligatoire à hauteur de 90 % pour le cobalt et le nickel (importés pour une grande part d'Afrique et de Chine) et 50 % pour le lithium (majoritairement importé de Chine) pour 2027. En 2031 les taux de récupération devront être respectivement à 95 % et à 80 %. Ce recyclage des appareils numériques existants éviterait de surproduire des minerais

issus des fonds marins. Recyclage pouvant s'opérer à tous les appareils électroniques : téléphones portables, ordinateurs, télévisions, etc.

Concernant la France, le plan France 2030 alloue une enveloppe de neuf cent cinquante millions d'euros pour le recyclage dont vingt-trois millions au développement de la chimie pour transformer les matériaux en une poudre réutilisable (*Les Collections des Sciences et Univers, 2024*). De plus, il y aura obligation d'intégrer des matières issues du recyclage dans la fabrication des batteries neuves et une usine pilote a été inaugurée à Trappes en 2023 par le groupe Eramet, leader minier et métallurgique européen dans le but de valoriser les matériaux critiques et de produire à destination du marché français et européen. C'est dans cette logique que le Ministère de la Transition Écologique français souligne l'importance de développer les chaînes de production des batteries, notamment afin de sécuriser le secteur dans un contexte géopolitique difficile. Le but est de garantir l'indépendance stratégique et énergétique de l'industrie française dans un enjeu de souveraineté française et européenne. Concernant la France, la filière est aujourd'hui en plein essor et de nouvelles usines sont implantées sur le territoire¹⁴⁵.

Toutefois il faut prendre en compte la question de la responsabilité envers la future génération. La résilience doit contribuer à l'équité intergénérationnelle. C'est pourquoi le principe de précaution est mis en œuvre par la France et par les instances européennes avec néanmoins un léger paradoxe concernant les fonds marins. Il serait en effet contradictoire avec le principe de non régression : ainsi placer les fonds marins dans un paradigme de conservation radical pourrait induire un frein de croissance, sauf si cette croissance est mieux dirigée. L'incertitude scientifique sur le sujet des impacts et de la connaissance de ces milieux marins participe ainsi à allonger les processus de prise de décisions en faveur des écosystèmes des fonds marins¹⁴⁶.

Il faudrait alors se poser la question de la caractérisation des métaux rares provenant des fonds marins comme une solution alternative de passage au lieu d'une alternative finale. Mais également de quelle transition est juste pour le monde que nous léguons aux prochaines générations.

Enfin, il serait aussi envisageable de stopper la logique d'obsolescence programmée des appareils électroniques afin de les rendre plus durables. Un composant électronique peut atteindre quarante ans de durée de vie en cas d'utilisation raisonnée.

IV. Conclusion

La situation climatique de l'Union européenne est critique quand bien même cette instance supra étatique conserve le leadership mondial en matière de politiques environnementales. Les enjeux de transition énergétique s'associent directement à la

¹⁴⁵ Mises à jour intéressantes à effectuer et à corrélérer avec les nouvelles politiques industrielles et de Défense adoptées en 2025.

¹⁴⁶ À nuancer au regard de la décision de Donald Trump autorisant The Metals Company à lancer ses projets d'exploitation dans le pacifique nord.

nécessité de baisse des émissions de GES et de consommation énergétique mais également à des enjeux de souveraineté énergétique résultants des récents conflits : guerre en Ukraine, instabilité avec la Chine et perte d'influence européenne en Afrique au profit de la Chine et de la Russie. De plus, dans de pareils cas de figure les sanctions touchent avant tout les matériaux stratégiques dont font partie les métaux rares. Il y a donc une véritable volonté d'action qui se traduit par des politiques ambitieuses à l'échelle européenne comme étatique, avec toutefois quelques difficultés de mise en œuvre, notamment sur l'acceptation sociale de l'exploitation industrielle des fonds marins. Les océans renferment des écosystèmes fragiles et méconnus que l'on sait vitaux pour la régulation climatique. Leur dégradation serait une bombe climatique à retardement et pourrait reproduire le scénario des énergies fossiles en termes d'impacts délétères, bien que différents, et de dépendance. Le poids de l'opinion publique fait que l'exploitation à terre est inenvisageable sur le territoire européen mais en mer potentielle, d'où l'actuelle controverse. Toutefois à l'échelle française fut présentée lors de la COP 28 la volonté du tout-électrique en 2035 pour la production et la commercialisation automobile, rendant nécessaire la sécurisation de la filière amont. Les politiques menées sont ainsi ambiguës, entre volonté de protection de l'environnement et enjeux de développement et de croissance, mais aussi de sécurité énergétique.

L'exploitation minière des grands fonds marins commence à être initiée par certains États de l'Union européenne, à ce jour par de l'exploration, les métaux rares étant une manne pour les politiques techno-solutionnistes. Ainsi le fonds pour l'innovation de la période 2020-2030 s'élève à quarante milliards d'euros. Les technologies bas-carbone sont perçues comme un booster de compétitivité et de neutralité climatique, motivant la transition verte sur le modèle numérique et donc le besoin croissant en métaux rares. Toutefois la position n'est pas unanime car elle requiert, non seulement un nouveau cercle économique qui peut ne pas être totalement vertueux et allonger la transition énergétique dans une logique de profit, mais aussi d'accroître les importations de métaux rares ou de les exploiter dans l'Union européenne.

En revanche le Programme des Nations-Unies pour l'Environnement (PNUE) a déclaré en 2022 que, une fois débutée, l'exploitation minière des fonds marins sera impossible à stopper et les écosystèmes marins impossibles à restaurer. Ainsi se diriger dans cette voie viendrait à l'encontre du principe de l'économie bleue durable que défend l'Union européenne. C'est pourquoi un consortium de chercheurs et d'industriels européens préfère le terme de « *Blue Mining* » ou de « *DeepGreen* » car la production de ces métaux serait « *propre* » sans déforestation et ni travail d'enfants, alors que les mesures de compensations terrestres ne peuvent s'appliquer en mer. Néanmoins, peut se questionner la cohérence de la stratégie de l'économie bleue durable et des accords BBNJ¹⁴⁷ inclus dans la Convention de la Diversité Biologique. Les résultats varient ainsi

¹⁴⁷ Accord sur la diversité biologique marine des zones ne relevant pas de la juridiction nationale.

entre 20 % ou 30 % de protection des milieux aquatiques, mais les difficultés de mise en œuvre se traduisent par des planifications maritimes floues ou peu ambitieuses. Toutefois il faut noter que ces accords ne concernent que les espaces en dehors des juridictions nationales. Ainsi selon la Convention de Montego Bay de 1982, les États demeurent libres d'agir comme bon leur semble dans leurs ZEE. D'où la volonté de moratoire international dont la France fait partie, priorisant à ce stade l'étude scientifique.

Ainsi au regard de tous ces éléments on peut en conclure que l'Union européenne et la France ont des politiques ambivalentes concernant l'exploitation minière des fonds marins. Ceux-ci sont à la fois nécessaires pour sortir des énergies fossiles, mais également sources de nouveaux problèmes climatiques. S'ajoutent à cela des impératifs stratégiques, la France ayant un avantage en la matière grâce à son parc nucléaire récemment considéré comme énergie propre.

Il apparaît toutefois nécessaire de privilégier une exploitation terrestre où des mesures de protections et compensatoires peuvent être mises en place, mais surtout de favoriser l'économie circulaire et le recyclage tout en insistant sur le caractère temporaire de ces nouvelles énergies, sources de dépendances multiples.

V. Mise en perspective

La gouvernance des fonds marins est extrêmement complexe. Principalement sous la gestion de l'AIFM, du Tribunal International du Droit de la Mer et de la Commission des Limites du Plateau Continental, l'Union européenne n'en est qu'un petit acteur à l'échelle mondiale qui ne parvient plus à montrer l'exemple faute d'unanimité. Ainsi des États membres jouent un rôle en dehors des limites géographiques de l'Union européenne comme l'Allemagne qui mène des missions d'exploration des dorsales océaniques avec la Belgique ou la France avec sa vaste ZEE et ses territoires ultra-marins. L'un d'eux étant intéressant à l'étude : les Terres Australes et Antarctiques Françaises, non soumises aux directives de l'Union européenne, mais à une nécessité de crédibilité de la position française. Ainsi on peut se poser la question d'un scénario à l'américaine (intensification de l'exploitation de gaz naturel pour sortir de la dépendance pétrolière au détriment de l'environnement) qui se répéterait. Mais un autre point, non négligeable est à prendre en compte : l'Homme connaît bien mieux la surface de la Lune ou de la planète Mars que les fonds marins terrestres.

VI. Bibliographie

1. Littérature scientifique

Boetius A., Haeckel M. (2018). « *Mind the seafloor. Science 359* » (6371), 34–36.

Cozigou. (2017). « *Les défis de l'exploitation minière en eaux profondes : les cadres européen et global* ». Annales des Mines - Responsabilité et environnement, Éditions Institut Mines-Télécom, ISSN 1268-4783, DOI 10.3917/re1.085.0024.

Choquet A. (2018). « Interdiction de l'exploitation minière en Antarctique, une réalité menacée ? », Nat. Sci. Soc. 26, n° 1, pag 49-59

- Deberdt R., James C. B. (2024). « Self-governance at depth : The international seabed authority and verification culture of the deep-sea mining industry ». *Resources Policy*, 89, 104577. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104577>
- Demirci S. M. E., Elçiçek H. (2023). « *Scientific awareness of marine accidents in Europe : A bibliometric and correspondence analysis* ». *Accident Analysis & Prevention*, 190, 107166. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.107166>
- Duarte C.M. et al. (2021). « *The soundscape of the Anthropocene ocean* ». *Science* 371, eaba4658.
- Faucheux I., (2023). « L'électricité dans la transition énergétique », *Responsabilité et environnement*, n°109, pag 114.
- European Academies' Science Advisory Council. (2023). « Deep-Sea Mining: assessing evidence on future needs and environmental impacts ». Report.
- Gaines S. et al. (2019). « *The Expected Impacts of Climate Change on the Ocean Economy* ». Washington DC: World Resources Institute. Available online at www.oceanpanel.org/expected-impacts-climate-change-ocean-economy
- Garrabou, J. et al. (2022). « Marine heatwaves drive recurrent mass mortalities in the Mediterranean ». *Global Change Biology*, 28, 1090–1103. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2022.01823.x>.
- Garrabou J. et al. (2009). « *Mass mortality in Northwestern Mediterranean rocky benthic communities: effects of the 2003 heat wave* ». *Glob. Chang. Biol.* 15, 1090–1103. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01823.x>.
- Gutiérrez Haces M. T. (2016). « L'investissement étranger et l'activité minière en Amérique latine. Les stratégies gouvernementales dans les conflits avec les compagnies minières ». *IdeAs. Idées d'Amériques*, (8). <https://doi.org/10.4000/ideas.1747>
- Haugan et al. (2020). « *What Role for Ocean-Based Renewable Energy and Deep Seabed Minerals in a Sustainable Future?* ». Washington, DC: World Resources Institute. www.oceanpanel.org/blue-papers/ocean-energy-and-mineral-sources.
- Hagelüken C., Goldmann, D. (2022). « *Recycling and circular economy—towards a closed loop for metals in emerging clean technologies* ». *Mineral Economics*, 35(3-4), 539-562. <https://doi.org/10.1007/s13563-022-00319-1>
- Hoyt S. et al. (2017). « *The Financial Consequences of Unknown Environmental Impacts in Deep-Sea Mining* », *Responsabilité et environnement*, n°85, pag 43-48.
- IPOS. (2025). « *To mine or not to mine ? Scientific perspectives regarding deep-sea mining* ». International Platform for Ocean Sustainability. Report.
- Jones D.O.B. et al. (2020). « Environmental considerations for impact and preservation reference zones for deep-sea polymetallic nodule mining ». *Marine Policy* 118, 10331
- Juza M., Tintoré J. (2021). « Multivariate sub-regional ocean indicators in the Mediterranean Sea: from event detection to climate change estimations ». *Front. Mar. Sci.* 8 <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.610589>.
- Kersting et al. (2019). « *Living evidence of a fossil survival strategy raises hope for warming-affected corals* ». *Sci. Adv.* 5, eaax2950 <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax2950>.
- Kersting et al. (2013). « Long-term responses of the endemic reef-builder *Cladocora caespitosa* to Mediterranean warming ». *PLoS One* 8, e70820. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070820>.
- Kluza et al. (2024). « Climate policy development and implementation from the Sustainable Development Goals perspective. Evidence from the European Union countries ». *Energy Strategy Reviews*, 52, 101321. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101321>
- Kohnert D. (2024). « Perspectives et défis pour les importations européennes de terres rares en provenance de Russie: études de cas d'Allemagne, de France et d'Italie (Prospects and challenges for EU rare earth imports from Russia: The case of Germany, France and Italy) ». Available at SSRN 4708470.

- Lubchenco J., Haugan P. M. (2023). « *What Role for Ocean-Based Renewable Energy and Deep-Seabed Minerals in a Sustainable Future ?* » Dans Springer eBooks (p. 51-89). https://doi.org/10.1007/978-3-031-16277-0_3
- Li Y. et al. (2024). « *Adsorption of metal ions by oceanic manganese nodule and deep-sea sediment : Behaviour, mechanism and evaluation* ». Science Of The Total Environment, 908, 168163. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168163>
- Liu Z., et al. (2023). « *Deep-sea rock mechanics and mining technology: State of the art and perspectives* ». International Journal Of Mining Science And Technology. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2023.07.007>
- Mamede et al. (2023). « *Habitat mapping of Portugal's north-western continental shelf and its application to implement the European Marine Strategy Framework Directive* ». Marine Policy. Elsevier.
- Marb`a et al. (2015). « *Footprints of climate change on Mediterranean Sea biota* ». Front. Mar. Sci. 2, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fmars.2015.00056>.
- MedECC (2020). « *Climate and environmental change in the Mediterranean Basin – current situation and risks for the future*. In: Cramer, W., Guiot, J., Marini, K. (Eds.), First Mediterranean Assessment Report. Union for the Mediterranean », Plan Bleu, UNEP/ MAP, Marseille, France, pp. 1–632. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4768833>.
- Méro J.L. (1965). « *The Mineral Resources of the Sea* ». Elsevier, Amsterdam.
- Menot L. (2017). « *Ressources minérales, risques environnementaux et stratégies de gestion de la biodiversité : l'exemple des zones à nodules du Pacifique Nord-est* », Responsabilité et environnement, n°85, pag 35-39.
- Miller K.A. et al. (2021). « *Challenging the need for deep seabed mining from the perspective of metal demand, biodiversity, ecosystems services, and benefit sharing* ». Frontiers in Marine Science 8, 706161.
- Miller K. et al. (2018). « *An overview of seabed mining including the current state of development, environmental impacts, and knowledge gaps* ». Frontiers in Marine Sciences 4, 418.
- Orcutt et al. (2020). « *Impacts of deep-sea mining on microbial ecosystem services* ». Limnology and Oceanography.
- Orcutt B. et al. (2015). « *Carbon fixation by basalt-hosted microbial communities* ». Front. Microbiol. 6: 904. doi: 10.3389/fmicb.2015.00904
- Orcutt et al. (2011). « *Microbial ecology of the dark ocean above, at, and below the seafloor* ». Microbiol. Mol. Biol. Rev. 75: 361–422. doi:10.1128/MMBR.00039-10
- Paillard C-A. (2017). « *Enjeux économiques : quel est le potentiel des ressources minérales marines ?* » Annales des Mines-Responsabilité environnement n°85 pag 19-23
- Paleari S. (2024). « *The EU policy on climate change, biodiversity and circular economy: Moving towards a Nexus approach* ». Environmental Science and Policy, Elsevier.
- Peeters, Hauke. (s.d.). « *The Archaeology of Europe's Drowned* ». LandscapesGeo Bailey. Coastal Research Library.
- Purser et al. (2016). « *Association of deep-sea incirrate octopods with manganese crusts and nodule fields in the Pacific Ocean* », Current Biology, n°26(24), R1268–R1269.
- Rabone et al. (2023). « *A review of the International Seabed Authority database DeepData from a biological perspective: challenges and opportunities in the UN Ocean Decade* ». Database baad013.
- Santos E. (2024). « *Innovative solutions for coastal and offshore infrastructure in seawater: Enhancing efficiency and environmental performance* », Desalination, n° 575, pag 117282.
- Sarradin et al. (2017). « *Les impacts environnementaux de l'exploitation minière des fonds marins : un état des lieux des connaissances* ». Responsabilité et environnement, n° 85, pag 30-34
- Schulz et al. (2017). « *Critical mineral resources of the United States - an introduction* ». In: Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Seal, R.R., Bradley, D.C. (Eds.), Critical Mineral Resources of the United States: Economic

and Environmental Geology and Prospects for Future Supply, U.S. Geological Survey Professional Paper. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia, pp. A1–A14. <https://doi.org/10.3133/pp1802>.

Simon-Lledo et al. (2019). « Ecology of a polymetallic nodule occurrence gradient: Implications for deep-sea mining ». *Limnology and Oceanography*.

Sparenberg O. (2019). « *A historical perspective on deep-sea mining for manganese nodules* ». 1965–2019). The Extractive Industries and Society, Elsevier.

Stratmann¹ et al. (2018). « Abyssal plain faunal carbon flows remain depressed 26 years after a simulated deep-sea mining disturbance ». *Biogeosciences*.

Sweetman et al. (2024). « *Evidence of dark oxygen production at the abyssal seafloor* ». *Nat. Geosci.* 17, 737–739 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41561-024-01480-8>

Teske et al. (2016). « *Renewable Energy and Deep Sea Mining: Supply, Demand and Scenarios* ». Report prepared by ISF for J.M.Kaplan Fund, Oceans 5 and Synchronicity Earth, July 2016.

Trégarot et al. (2024). « *Effects of climate change on marine coastal ecosystems – A review to guide research and management* ». *Biological Conservation*, 289, 110394. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110394>

Van Dover C.L. (2014). « Impacts of anthropogenic disturbances at deep-sea hydrothermal vent ecosystems: a review ». *Marine Environmental Research* 102, 59–72.

Yunhao et al. (2024). « Adsorption of metal ions by oceanic manganese nodule and deep-sea sediment: Behaviour, mechanism and evaluation ». *Science of the Total Environment*. Elsevier

2. Littérature grise

Cours d'Écologie et Gestion des Espèces Marines Mobiles, cours de Vincent Le Fouest, 2023.

Gambardella et al. (2025). « *Profondeurs. Les secrets des grands fonds marins* ». CNRS Editions. EAN : 9782271154477. 72 pages.

Hund et al. (2020). « *Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition* ». Washington, D.C. : World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099052423172525564>

Les Collections des Sciences et Univers. (2024). « *Tout savoir sur les énergies du futur, 50 questions et réponses* ». n°21, 160 pages. Lomazzi, M. (2023). « France 2050 RCP 8.5 Le scénario noir du climat ». Albin Michel, ISBN 978-2-226-47888-7, n° édition 25211/01

Lomazzi M. (2023). « *France 2050 RCP 8.5 Le scénario noir du climat* ». Albin Michel, ISBN 978-2-226-47888-7, n° édition 25211/01

Pitron G. (2018). « La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique ». Les liens qui libèrent. 296 pages. ISBN : 979-10-209-0574

Thème 1 : Impacts du changement climatique dans l'Union européenne : cours de Gérard Blanchard, du 12 et 13 janvier 2024.

Thème 3 : Résilience et Climat : cours de Marie-Ange Schellekens, du 2 et 3 février 2024.

Thème 5 : Les politiques européennes en matière de résilience climatique : approche pratique : cours de Marie-Ange Schellekens, du 9 et 10 février 2024.

Roux de Bézieu S., Bouvier V., Ausseur P. (2022). « *Les grands fonds marins. Quels choix stratégiques pour l'avenir de l'humanité ?* ». Fondation de la Mer. Adventon. Rapport.

3. Presse

Abadie A. (2023, 1 novembre). « *La course aux abysses. Quand ? Comment ? Pourquoi ?* » Sea(E)Scape. <https://seaescape.fr/blog/2021/01/22/la-course-aux-abysses-quand-comment-pourquoi/>

AFP. (2023, 26 juillet). « *Biodiversité : la France plaide contre l'exploitation minière des fonds marins, un sujet qui divise les États* »

. Franceinfo. https://www.francetvinfo.fr/monde/environnement/biodiversite/biodiversite-la-france-plaide-contre-l-exploitation-mini%C3%A8re-des-fonds-marins-un-sujet-qui-divise-les-etats_5973143.html

CNRS Éditions. (2025, 23 avril). » *Profondeurs - Les secrets des grands fonds marins* ». <https://www.cnrseditions.fr/catalogue/ecologie-environnement-sciences-de-la-terre/profondeurs/> livre en ligne

Euronews. (2024, 17 janvier). « *L'approbation controversée de l'exploitation minière en eaux profondes par la Norvège divise le Parlement européen* ». Euronews. <https://fr.euronews.com/my-europe/2024/01/17/lapprobation-controversee-de-l-exploitation-mini%C3%A8re-en-eaux-profondes-par-la-norvege-divise>

Euronews. (2023, août 26). « *Terres rares et matières premières: l'UE face à de multiples défis* ». Euronews. <https://fr.euronews.com/my-europe/2023/08/13/terres-rares-et-matieres-premieres-lue-entend-rester-dans-la-course>

Euractiv. (2023, 9 novembre). » *Une centaine d'élus de l'UE demandent à la Norvège d'abandonner son projet d'exploitation minière en mer* ». www.euractiv.fr. <https://www.euractiv.fr/section/energie-climat/news/des-eurodeputes-demandent-a-la-norvege-dabandonner-l-exploitation-mini%C3%A8re-en-eaux-profondes/>

Euractiv. (2022, 9 novembre). » *Emmanuel Macron contre l'exploitation minière des grands fonds marins* ». www.euractiv.fr. <https://www.euractiv.fr/section/energie-climat/news/emmanuel-macron-souhaite-linterdiction-de-l-exploitation-des-grands-fonds-marins/>

Fabrégat. (2024). « *Fonds marins: la Norvège suspend ses projets d'exploitation minière* ». *Actu Environnement*. <https://www.actu-environnement.com/ae/news/exploitation-mini%C3%A8re-fonds-marins-lithium-cobalt-scandium-norvege-45165.php4>

Le Monde. (2023, 10 juillet). « *Exploitation minière de l'océan : les appels à une « pause de précaution » se multiplient* ». *Le Monde.fr*. https://www.lemonde.fr/planete/article/2023/07/10/exploitation-mini%C3%A8re-de-l-ocean-les-appels-a-une-pause-de-precaution-se-multiplient_6181258_3244.html

Le Monde. (2023a, janvier 18). « *Les députés se prononcent pour un moratoire sur l'exploitation minière des fonds marins* ». *Le Monde.fr*. https://www.lemonde.fr/planete/article/2023/01/17/les-deputes-se-prononcent-pour-un-moratoire-sur-l-exploitation-mini%C3%A8re-des-fonds-marins_6158260_3244.html

Lucq R. (2025). « *Exploitation minière des fonds marins: 2025, un tournant institutionnel et stratégique ?* » IRIS. <https://www.iris-france.org/exploitation-mini%C3%A8re-des-fonds-marins-2025-un-tournant-institutionnel-et-strategique/>

Marechal, A. (2022, 8 juin). » *Quels enjeux pour l'exploitation des grands fonds marins* ». *Polytechnique Insights*. <https://www.polytechnique-insights.com/dossiers/industrie/les-grands-fonds-marins-refont-surface/quels-enjeux-pour-l-exploitation-des-grands-fonds-marins/>

Nausicaa. (2025). « *Le Portugal va interdire l'exploitation minière de ses grands fonds marins* ». <https://www.nausicaa.fr/fr/le-mag-ocean/le-portugal-va-interdire-l-exploitation-mini%C3%A8re-de-ses-grands-fonds-marins>

National Geographic. (2022, 11 novembre). « Cette semaine, le Président Emmanuel Macron a annoncé sa position contre l'exploitation des fonds marins, une déclaration inattendue saluée par les militants écologistes ». *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.fr/environnement/2022/11/la-france-annonce-son-opposition-a-l-exploitation-mini%C3%A8re-des-fonds-marins>

National Geographic. (2023, 8 décembre). « *La lutte pour la protection des cétacés s'intensifie face au projet d'exploitation minière en eaux profondes* ». *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.fr/environnement/actualites-oceans-industrie-exploitation-mini%C3%A8re-en-eaux-profondes-comment-prot%C3%A9ger-la-biodiversite>

4. Sitographie

Abadie (s. d.). Sénat. <https://www.senat.fr/rap/r21-724/r21-7245.html>

Action (2023, août 15). « Déclaration parlementaire mondiale pour un moratoire sur l'exploitation minière des grands fonds marins. Action Mondiale des Parlementaires - Mobiliser les Législateurs Comme

Défenseurs des Droits Humains, de la Démocratie et Dun Monde Durable ». <https://www.pgaction.org/fr/hre/oceans/call-for-moratorium-on-deep-seabed-mining.html>

Accueil. (s. d.). Consilium. <https://www.consilium.europa.eu/fr/>

Admin. (2023, 9 mars). » Conference : deep sea mining. Les Eurodéputés Europe Écologie Au Parlement Européen ». <https://europeecologie.eu/conference-deep-sea-mining>

Arcep. (2024, 22 mars). « *L’empreinte environnementale du numérique* ». <https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-thematiques-transverses/lempreinte-environnementale-du-numerique.html>

Assemblée Nationale (s.d.). « *Résolution n°61. 16e Législature* ». https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/16/textes/l16t0061_texte-adopte-seance

Banque de France. (s. d.). Banque de France. <https://www.banque-france.fr/fr/publications-et-statistiques/publications/matieres-premieres-critiques-dependances-et-vulnerabilites-de-lue>

Boittiaux P. (2017, 15 juin). » *Infographie : La téléphonie mobile dans le monde* ». Statista Daily Data. <https://fr.statista.com/infographie/9830/la-telephonie-mobile-dans-le-monde/>

BRGM. (2023, 3 février). » *Union européenne : quelle dépendance à l’égard des métaux stratégiques ?* ». <https://www.brgm.fr/fr/actualite/article/union-europeenne-quelle-dependance-egard-metaux-strategiques>

Climate Action (s.d.) « *Citizen support for climate action* ». https://climate.ec.europa.eu/citizens/citizen-support-climate-action_en

CNDP. (2025). « *Projet de mine de lithium dans l’Allier* ». <https://www.debatpublic.fr/mine-de-lithium-allier>

CNDP. (2024). « *La mer en débat : environnement, éolien en mer, activités maritimes et littoral* ». CNDP. <https://www.debatpublic.fr/la-mer-en-debat>

Consilium Europa. (s.d.). « *Législation sur les matières premières critiques* ». <https://www.consilium.europa.eu/fr/infographics/critical-raw-materials/#:~:text=En%20novembre%202023%2C%20l'UE,dans%20les%20ann%C3%A9es%20C3%A0%20venir.>

Deep Sea Conservation Coalition. (2023, 17 mars). » *In too deep* » [Vidéo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=OuUjDkclNOE>

European Environment Agency. (s.d.). « *Situation actuelle : l’énergie est à la base des ambitions climatiques de l’Europe* ». <https://www.eea.europa.eu/fr/signaux/signaux-2022/articles/situation-actuelle-l2019energie-est-a>

France (2022, 10 septembre). » *L’exploitation minière des océans : nouvelle menace écologique* ». Youth For Climate France. <https://youthforclimate.fr/articles/exploitation-mini%C3%A8re-oc%C3%A9ans-deep-sea-mining/>

IPCC (2023). « *AR6 Sea Level Projection Tool* ». NASA Sea Level Change Portal. <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>

IPCC (2022). « *Climate Change 2022 : Impacts, Adaptation and Vulnerability* ». <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2>

IRIS (s.d.). « *Découverte du plus gros gisement européen de terres rares : quelles conséquences pour l’approvisionnement européen ?* ». <https://www.iris-france.org/173030-decouverte-du-plus-gros-gisement-europeen-de-terres-rares-quelles-consequences-pour-lapprovisionnement-europeen/>

JBB. (2025). » *Mondialisation* » Glossaire de Géoconfluences. ENS de Lyon. <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/mondialisation>

JBB. (2025). « *Vulnérabilité* ». Glossaire de Géoconfluence. ENS de Lyon. <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/vulnerabilite>

Mengden A. (2023, 5 octobre). » *2023 Carbon Taxes in Europe* ». Tax Foundation. <https://taxfoundation.org/data/all/eu/carbon-taxes-in-europe-2023/>

Public Sénat. (2022, 22 octobre). « Métaux rares : l'Europe contrainte de rouvrir ses mines ? ». <https://www.publicsenat.fr/actualites/non-classe/metaux-rares-l-europe-contrainte-de-rouvrir-ses-mines-224484>

Science et vie. (2023, 3 mai). » *Extractions sous-marines : la dangereuse tentation* ». <https://www.science-et-vie.com/article-magazine/extractions-sous-marines-la-dangereuse-tentation> Shining a light on the murky world of deep-sea mining. The DSCC ISA Tracker. <https://deep-sea-conservation.org/isa-tracker>

Sénat. (2022, 1 janvier). « *L'exploration et l'exploitation des fonds marins* ». <https://www.senat.fr/lc/lc305/lc305.html> Matières premières critiques : dépendances et vulnérabilités de l'UE |

Sénat. (2022). « *Positionnement de la France sur l'exploitation minière des fonds marins* ». <https://www.senat.fr/questions/base/2022/qSEQ220802410.html>

Toute l'Europe. (2021, 29 septembre). « *La politique européenne de la recherche* ». <https://www.touteurope.eu/economie-et-social/la-politique-europeenne-de-la-recherche/>

United Nations. (s. d.). » *L'autorité internationale des fonds marins et l'exploitation minière des grands fonds marins* ». <https://www.un.org/fr/chronicle/article/lautorite-internationale-des-fonds-marins-et-lexploitation-miniere-des-grands-fonds-marins>

UNTC.(s. d.). https://treaties.un.org/pages/viewdetails.aspx?src=treaty&mtdsg_no=xxi-6-a&chapter=21&clang=_fr

VII. Annexes

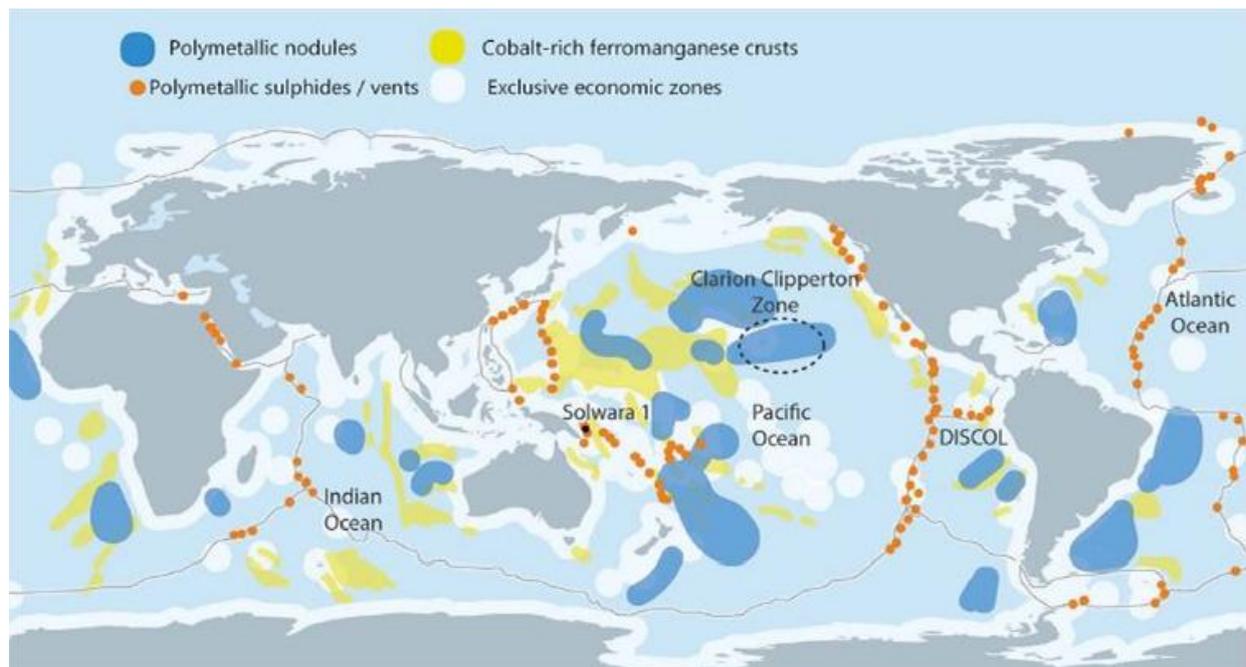


Figure 1. Principaux gisements mondiaux de métaux rares. Liu et al., 2023.

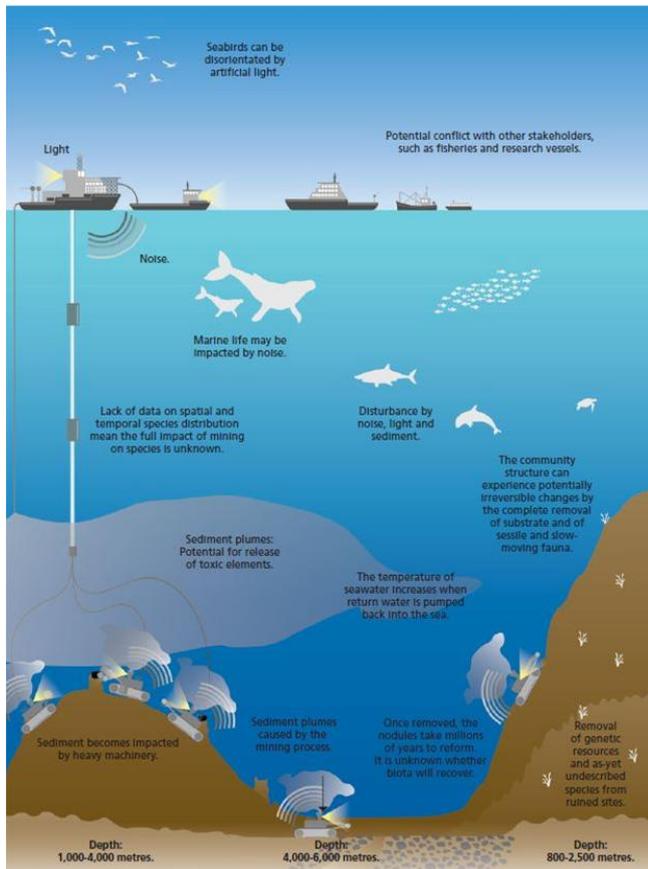


Figure 10. Principaux impacts environnementaux de l'exploitation minière des fonds marins. EASAC, 2023.

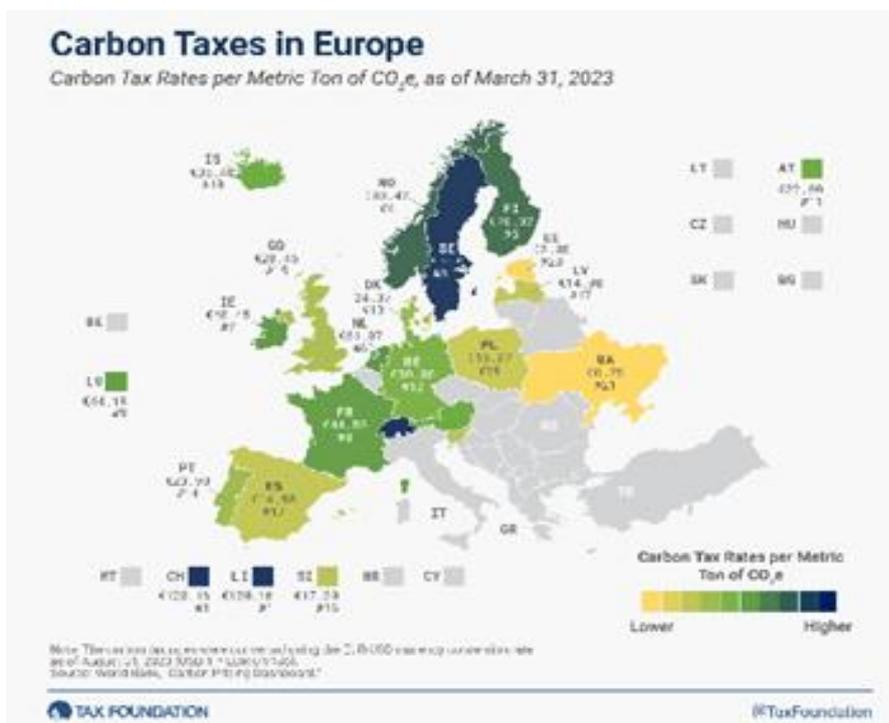


Table des figures

Figure 1 : Principaux gisements mondiaux de métaux rares. *Liu et al., 2023*. p.32.

Figure 2 : « *Hotspots* » de biodiversité des côtes portugaises. *Gomes et al., 2018*. p.7.

Figure 3 : Visuel d'un nodule polymétallique. *Liu et al., 2023*. p.8.

Figure 4 : Autorité Internationale des Fonds Marins. *Deberdt et al., 2024*. p.9.

Figure 5 : Types de gisements et emplacements caractéristiques. *Orcutt et al., 2020*. p.9.

Figure 6 : Prototypes de collecteurs. *Liu et al., 2023*. p.10.

Figure 7 : Evolution de la demande en métaux rares. *Banque de France, s.d.* p.13.

Figure 8 : Dépendance de l'Union européenne en approvisionnement de métaux rares. *Banque de France, s.d.* p.13.

Figure 9 : Estimation de la demande en métaux rares pour la transition énergétique. *EASAC, 2023*. p.14.

Figure 10 : Principaux impacts environnementaux de l'exploitation minière des fonds marins. *EASAC, 2023*. p.32.

Figure 11 : Diagramme circulaire représentant les proportions et budgets alloués aux quatre piliers fondamentaux du programme cadre Horizon Europe. *Horizon Europe, s.d.* p.20.

Figure 12 : Taxes sur le carbone bleu par États en Europe. *Taxfoundation.org, s.d.* p.33.

Le ciment à faible quantité de clinker

Le clinker est l'un des ingrédients essentiels du ciment chimique et l'un des principaux contributeurs de CO₂ lors de sa fabrication. Le *laitier de haut-fourneau*, un déchet solide qui est généré lors de la production du fer, est l'un des substituant majeur du clinker. Il rend le ciment plus solide et plus écologique¹⁵⁰.

Le ciment en géopolymère

Ce type de ciment est fabriqué à partir de matières premières riches en silicate comme la *cendre volante*. Le ciment en géopolymère est produit par des réactions chimiques, ce qui réduit considérablement l'utilisation d'énergie et par conséquent, les émissions de CO₂¹⁵¹.

Le ciment produit à partir de résidus industriels ou agricoles

Ces types de ciment utilisent des sources organiques comme la *roche volcanique*, ou la *pouzzolane*¹⁵², les *coquilles de noix de coco*¹⁵³, ou les *endres de balles de riz*¹⁵⁴.

Le ciment produit par une Précipitation de Carbonate Induite par des Microorganismes (PCIM)

Ce type de ciment utilise des *bactéries sûres et non-infectieuses*, produisant des cristaux de carbonate de calcium¹⁵⁵. Ces cristaux remplacent le ciment chimique dans les réparations des fractures du béton.

L'Union européenne (UE) met en place de nombreuses mesures et initiatives pour promouvoir l'intégration des technologies respectueuses de l'environnement dans ses pratiques industrielles. L'objectif est de réduire les émissions de CO₂ et d'avoir une économie circulaire. En effet, selon le Parlement Européen, « *l'économie circulaire est un modèle de production et de consommation qui consiste à partager, réutiliser, réparer, rénover et recycler les produits et les matériaux existants le plus longtemps possible afin qu'ils conservent leur valeur*¹⁵⁶ ».

Une de ces mesures est le Pacte Vert pour l'Europe (European Green Deal), approuvée en 2020, élaboré pour répondre aux défis climatiques et environnementaux mondiaux. Ce

¹⁵⁰ Etude de la carbonatation des matériaux cimentaires à base d'un ciment à fort teneur en laitier de haut fourneau : <https://doi.org/10.26168/ajce.41.1.83>

¹⁵¹ Caractérisations mécanique et physico-chimique des mortiers « One-Part-Geopolymer » formulés à base de cendres volantes et sédiments de dragage traités thermo-mécaniquement : <https://doi.org/10.26168/ajce.41.1.80>

¹⁵² Effet de rapport E/C sur le comportement rhéologique et physico-mécanique de Béton à Haute Performance élaboré à base de pouzzolane naturelle : <https://doi.org/10.18540/jcecvl10iss2pp17490>

¹⁵³ A Review of the Use of Coconut Fiber in Cement Composites. Polymers : <https://doi.org/10.3390/polym15051309>

¹⁵⁴ Effect of incorporation of rice husk ash instead of cement on the performance of steel fibers reinforced concrete : <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmats.2021.665625/full>

¹⁵⁵ Microbial-induced carbonate precipitation (MICP) technology: a review on the fundamentals and engineering applications : <https://doi.org/10.1007/s12665-023-10899-y>

¹⁵⁶ Économie circulaire: définition, importance et bénéfices : <https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20151201STO05603/economie-circulaire-definition-importance-et-benefices>

pacte vise à diminuer l'impact nocif des gaz à effet de serre et à renforcer l'utilisation des ressources naturelles, pour contribuer à l'économie circulaire européenne¹⁵⁷. L'association européenne du ciment CEMBUREAU indique dans la feuille de route pour la neutralité carbone, que l'industrie du ciment et de la construction s'oriente vers la *neutralité carbone* d'ici 2050¹⁵⁸. Cette mission est alignée avec les missions du Pacte Vert pour l'Europe, qui envisage de réduire les émissions nettes de gaz à effet de serre d'au moins 55 % d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990¹⁵⁷.

Ainsi, les états membres de l'UE travaillent à intégrer le ciment vert dans leurs projets de construction et de rénovation. En France, un exemple récent est l'hôtel Marriott de Roissy Charles de Gaulle, construit avec du béton bas carbone, ce qui a permis de réduire les émissions de CO₂ de 77 %¹⁵⁹ par rapport à un bâtiment construit avec du béton traditionnel. À Bordeaux, la bibliothèque universitaire de Bordeaux Montaigne a été bâtie en 2016 en utilisant des matériaux écologiques pour créer un béton biosourcé à faible teneur de clinker¹⁵⁹. Ces exemples montrent la diversité des applications du ciment vert en Europe et la volonté des états membres dans l'adoption de cette alternative durable.

Dans ce qui suit, nous examinerons les normes, réglementations et initiatives de l'UE en matière de ciment vert, en détaillant premièrement l'engagement de l'UE envers cette alternative durable, deuxièmement les progrès technologiques, et finalement les défis et opportunités liés à son adoption.

I. Cadres réglementaires et initiatives de l'Union européenne

Deux réglementations marquantes de l'UE pour la réinvention du secteur de la construction sont le Paquet Énergie-Climat et le Plan d'Action pour l'Économie Circulaire. Ces réglementations ont pour objectifs de diminuer les émissions de gaz à effet de serre et d'encourager l'innovation dans les techniques de construction durables et écologiques.

1. Le Paquet Énergie-Climat

Le Paquet Énergie-Climat représente une initiative majeure et crucial de l'UE dans sa lutte contre le réchauffement climatique. Initié en 2007, le Paquet Énergie-Climat, avec ses objectifs ambitieux « 20-20-20 » pour l'année 2020, envisageait une réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre, une augmentation de 20 % de l'utilisation des énergies renouvelables, et une amélioration de 20 % de l'efficacité énergétique. Le paquet a été formellement adopté en 2009 et l'UE a mis en place des directives et réglementations pour atteindre ces objectifs. Cette mission a été révisé en 2014 et 2018 lorsque l'UE a élevé les objectifs pour l'an 2030, comme illustré dans la figure 2. Les états

¹⁵⁷ Le pacte vert pour l'Europe : https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr

¹⁵⁸ European cement industry gears up for 2050 carbon neutrality: <https://cembureau.eu/library/press-releases/european-cement-industry-gears-up-for-2050-carbon-neutrality/>

¹⁵⁹ À la recherche du béton vraiment vert : <https://www.climatico.fr/a-la-recherche-du-beton-vraiment-vert/>

membres sont encouragés à utiliser des sources d'énergie renouvelables et à réduire les émissions de CO₂ de 40 % d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990¹⁶⁰.

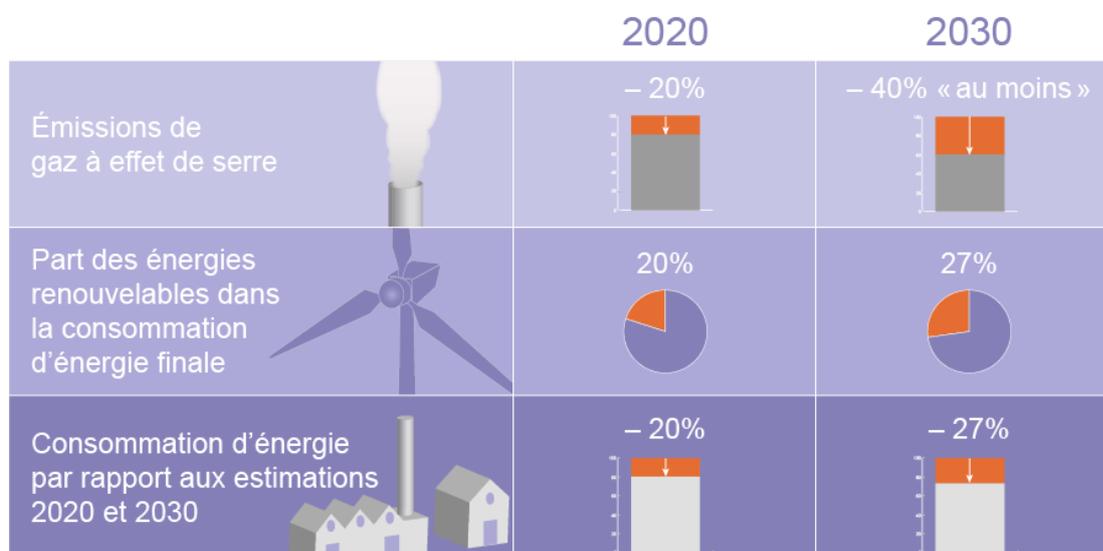


Figure 2. Les nouveaux objectifs du Paquet Énergie-Climat pour l'année 2030 par rapport à ceux de l'année 2020¹⁶¹.

Concernant le secteur de la construction, cela implique une utilisation de matériaux respectueux de l'environnement, tels que le ciment vert, comme il est beaucoup moins énergivore, endommageant, et polluant.

La mission du Paquet Énergie-Climat sur le secteur de la construction est double :

- Premièrement, l'innovation dans la recherche et la création de nouveaux matériaux écologiques est encouragée et soutenue.
- Deuxièmement, la mise en place de nouvelles normes de construction, qui seront plus rigoureuses, est incitée¹⁶².

Le Plan d'Action pour l'Économie Circulaire

En 2020, dans le cadre du Pacte Vert pour l'Europe, la Commission Européenne a conçu un nouveau plan d'action pour encourager l'économie circulaire. Les objectifs sont similaires à ceux du Paquet Énergie-Climat :

1. Réduire les émissions de gaz à effet de serre et l'impact environnemental de l'Europe.
2. Soutenir l'innovation par la création d'un marché pour les produits écologiques.

¹⁶⁰ Cadre européen pour l'énergie et le climat : <https://www.ecologie.gouv.fr/cadre-europeen-energie-climat>

¹⁶¹ Paquet énergie-climat : quels objectifs pour 2030 ? : <https://www.connaissancedesenergies.org/questions-et-reponses-energies/paquet-energie-climat-quels-objectifs-pour-2030>

¹⁶² Paquet énergie-climat : https://www.assemblee-nationale.fr/12/controle/delat/dates_cles/paquet_energie-climat.asp

3. Encourager la résilience de l'économie tout en préservant l'environnement¹⁶³.

À travers ce plan, l'UE vise à transformer radicalement l'utilisation des matériaux depuis leur conception, fabrication, utilisation, jusqu'à leur recyclage. Grâce à cette approche circulaire, les déchets seront réduits et les matériaux seront créés pour être plus durables, faciles à réparer et à réutiliser.

Ce plan se concentre sur les secteurs qui demandent le plus de ressources mais qui ont un potentiel de stimuler l'économie circulaire de l'Europe, comme le secteur de la construction¹⁶⁴. Dans ce contexte-là, le ciment vert prend un rôle central. Il est utilisé comme une alternative durable au ciment chimique, ce qui contribue à la réduction de l'empreinte carbone du secteur.

Le Mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières (MACF)

En 2021, la Commission Européenne a proposé l'initiative MACF visant à réduire les émissions de CO₂ et la fuite de carbone. Ce mécanisme vise à taxer les importations de certains produits dont le ciment chimique, où les mesures de lutte contre le changement climatique sont absentes ou moins strictes. Ces impôts de taxe seront précisés en fonction de leur empreinte carbone, ce qui empêche les entreprises étrangères de bénéficier en termes de coût, si elles ne suivent pas des normes ou réglementations environnementales strictes¹⁶⁵.

Grâce à cette démarche, le MACF garantit la suivie des politiques climatiques de l'UE et assure que ces réglementations ne seront pas compromises par l'importation de produits manufacturés dans des pays appliquant des normes moins rigoureuses¹⁶⁶.

II. Réglementations et innovations ; un nouveau visage pour les affaires

1. NF EN 197-5 : Vers des ciments plus verts

La norme ciment NF EN 197-5 a été conçue en 2021 dans le but de promouvoir l'utilisation d'un ciment ayant un impact environnemental réduit¹⁶⁷. Elle définit les types de ciments verts à faible émission de CO₂, qui sont :

- *Le ciment Portland composé CEM II/C-M*: Ce ciment est une évolution des ciments traditionnels composés CEM II. Il se caractérise par sa composition à

¹⁶³ Changer nos modes de production et de consommation: le nouveau plan d'action pour l'économie circulaire montre la voie à suivre pour évoluer vers une économie neutre pour le climat et compétitive dans laquelle les consommateurs ont voix au chapitre : https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_20_420

¹⁶⁴ Plan d'action européen sur l'économie circulaire : <https://www.ecologie.gouv.fr/plan-daction-europeen-sur-leconomie-circulaire>

¹⁶⁵ Début de la phase transitoire d'application du mécanisme d'ajustement carbone aux frontières : https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_23_4685

¹⁶⁶ Carbon border adjustment mechanism : https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en

¹⁶⁷ Publication de la norme NF 197-5 vers la réduction des émissions de carbone dans les ciments : <https://www.bnib.fr/2021/10/27/publication-de-norme-nf-197-5-vers-reduction-emissions-de-carbone-ciments/>

clinker réduite en utilisant des matériaux écologiques supplémentaires, tels que le laitier de haut fourneau, les fillers calcaires, et les cendres volantes¹⁶⁸.

- *Le ciment composé CEM VI* : Ce type de ciment représente des proportions de clinker encore plus réduites. Il incorpore aussi une plus grande quantité de matériaux alternatifs¹⁶⁸.

La différence entre ces deux types de ciments est principalement liée à la proportion du clinker et des matériaux alternatifs. Le ciment CEM II/C-M a un pourcentage de clinker plus réduit que le ciment Portland ordinaire (CEM I), mais plus élevé que celui du ciment CEM VI. Le ciment composé CEM VI représente donc une option plus verte et écologique comme il utilise moins de clinker et plus de matériaux alternatifs, qui diminuent encore plus son impact environnemental.

Tableau 1. Les deux nouveaux types de ciment vert, selon la norme NF EN 197-5, et leurs compositions respectives.

Type de ciment écologique	Constituant principaux
Ciment Portland CEM II/C-M	Clinker : 50 à 64 % Combinaison de deux matériaux alternatifs : 36 à 50 %
Ciment CEM VI	Clinker : 35 à 49 % Laitier de Haut Fourneau : 31 à 59 % Autres constituants principaux : Pouzzolane naturelle : 6 à 20 % Cendre volante Siliceuse : 6 à 20 % Calcaire L : 6 à 20 % Calcaire LL : 6 à 20 %

L'intersection des nouvelles réglementations transforme le monde entrepreneurial, ouvrant la voie à de nouvelles méthodes et stratégies. Ce nouveau visage des affaires s'exprime clairement à travers les exemples de CEM'IN'EU, Hoffman Green Cement Technologies, et CemVision, trois entreprises pionnières dans le secteur du ciment vert. Elles illustrent parfaitement comment les acteurs du secteur privé évoluent pour répondre aux exigences réglementaires environnementales de l'UE tout en favorisant l'innovation.

¹⁶⁸ Norme ciment NF EN 197-5 : présentation générale : <https://www.infociments.fr/ciments/norme-ciment-nf-en-197-5-presentation-generale>

2. CEM'IN'EU : Cement Innovation in Europe

CEM'IN'EU est une start-up française qui a pour mission de réduire l'empreinte carbone du ciment afin de décarboner l'industrie de la construction. L'entreprise a actuellement 7 projets de broyage de ciment en développement, dans les marchés de la Suisse, la France, l'Allemagne, la Pologne, et le Royaume-Uni¹⁶⁹.

CEM'IN'EU développe un nouveau concept de production de ciment et de commercialisation. Son objectif est de planter des unités de production de ciment qui sont modulaires, compactes et proches des zones économiques locales. Non seulement est ce que ce concept enrichie l'économie locale, mais minimise aussi les distances de transport, et par conséquent, l'empreinte carbone associée. De plus, l'entreprise adopte des méthodes de production de ciment qui sont moins énergivores et qui génèrent moins de CO₂. Ceci est achevé par le développement des types de ciments à faible empreinte carbone, en utilisant des matières premières écologiques comme la pouzzolane et le calcaire¹⁷⁰.

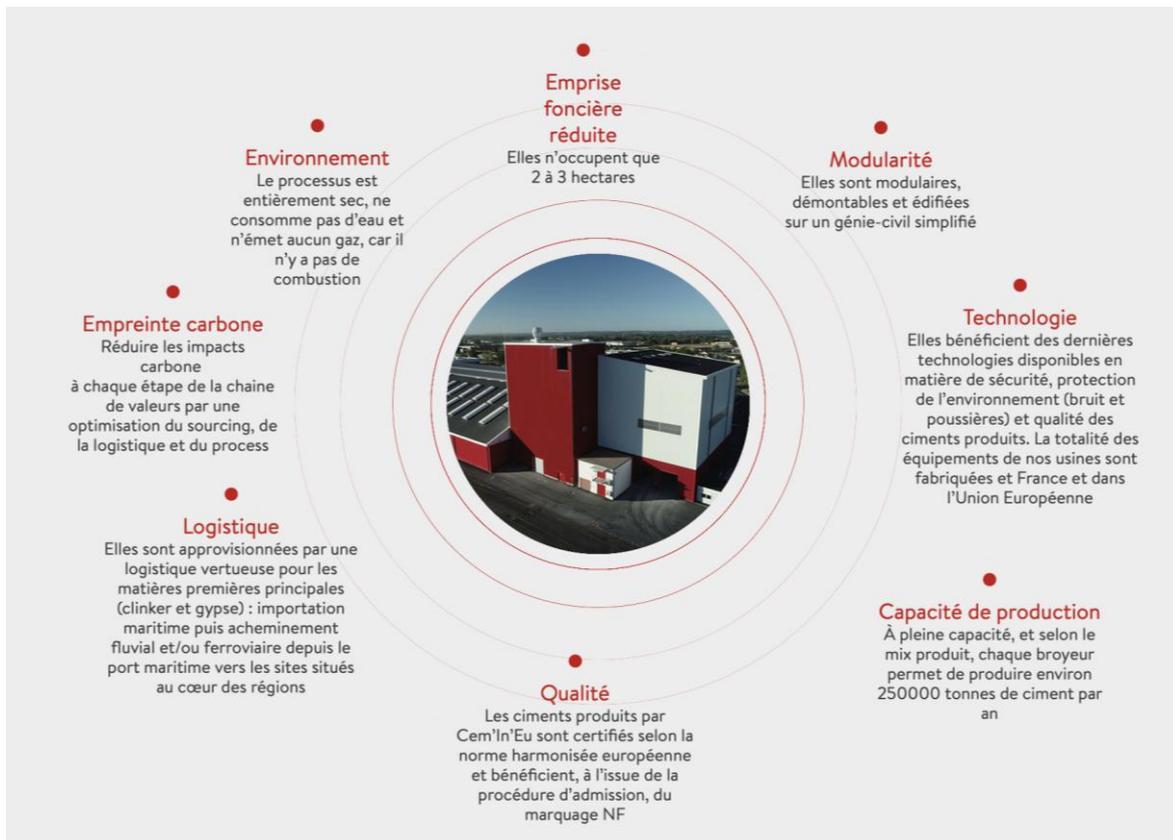


Figure 3. Les objectifs principaux de l'entreprise CEM'IN'EU¹⁷¹.

¹⁶⁹ Implantations CEM'IN'EU : <https://cemineu.com/implantations-cemineu-cement-innovation-in-euro/>

¹⁷⁰ Empreinte carbone CEM'IN'EU : <https://cemineu.com/empreinte-carbone-cemineu-cement-innovation-in-europe/>

¹⁷¹ Concept CEM'IN'EU : <https://cemineu.com/concept-cemineu-cement-innovation-in-europe/>

3. Hoffman Green Cement Technologies

Hoffman Green Cement Technologies est une entreprise basée en France, qui se spécialise dans la production de ciments *décarbonés sans clinker*. Cette méthode représente une innovation majeure dans le secteur de la construction et dans l'industrie du ciment.

Hoffman Green Cement Technologies a pour mission de réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre de la production du ciment à base de clinker. Ces types de ciments décarbonés sont produits par des *technologies alternatives écologiques*, telles que la géopolymérisation¹⁷².

Ces types de ciments ont une performance comparable au ciment chimique traditionnel en termes de résistance mécanique, et réduisent en même temps les émissions de CO₂. Pour rendre leurs ciments accessibles, Hoffman Green Cement Technologies déploie les produits progressivement à travers différentes régions dans la France¹⁷³:

- Le site H1 : construction de l'usine pilote à Bournezeau en 2019.
- Le site H2 : construction de la première usine de ciment vertical construite entièrement à partir de ciments décarbonés sans clinker, à Bournezeau, en 2023.
- Le site H3 : la construction du site H3 au Grand Port Maritime de Dunkerque, envisagée en 2025. Le site H3 se sera un réplica du site H2 et offre un accès maritime qui sera relié aux silos de stockage au port de La Rochelle.

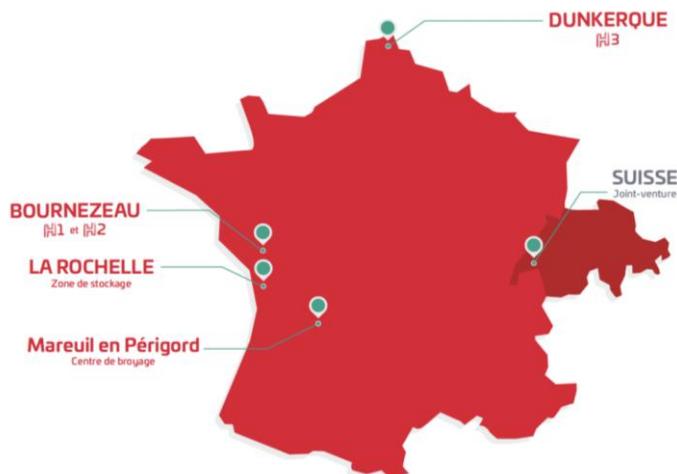


Figure 4. Les sites d'opérations de l'entreprise Hoffman Green Cement Technologies.

4. CemVision

Basée en Suède, CemVision est une start-up qui se concentre sur la production du ciment vert.

¹⁷² Ciments Hoffmann - Comparateur de ciments : <https://www.ciments-hoffmann.com/cement-comparator>

¹⁷³ Ciments Hoffmann - Mission : <https://www.ciments-hoffmann.fr/hoffmann-green/mission/>

Fondée en 2020, CemVision réduit les émissions de CO₂ à travers la production de son propre ciment appelé Re-ment. Celui-ci est produit à partir de déchets industriels, ce qui permet de réduire les émissions de CO₂ de 80 à 100 % comparé au ciment traditionnel.

Promouvant une économie circulaire, CemVision utilise aussi de l'électricité verte au lieu du charbon ou d'autres sources d'énergie fossile, normalement utilisée par l'industrie du ciment. Grâce à cette solution, la consommation totale d'énergie est considérablement réduite¹⁷⁴.

III. Opportunités, défis, et recommandations

L'utilisation du ciment vert dans le secteur de la construction évoque à la fois des opportunités et des défis. D'un côté, les opportunités ont avec un potentiel d'impact environnemental majeur, due à la réduction des émissions de CO₂. En même temps, la production de ces nouvelles formes de ciments crée des nouveaux marchés pour les matériaux de construction durables et stimule l'innovation et l'économie circulaire. La recherche de ressources durables dans l'industrie du ciment vert peut conduire au développement de nouveaux matériaux et de solutions innovantes.

D'un autre côté, des défis existent, comme le ciment vert reste un alternatif qui menace la confiance établie depuis des générations dans le ciment traditionnel. En d'autres termes, ce ciment écologique peut provoquer des inquiétudes sur l'efficacité et la durabilité, comme il remet en question l'utilisation des matériaux de base du ciment, comme le clinker. L'acceptation sur le marché peut donc être lente.

Il est alors crucial que l'UE continue à investir dans la recherche et le développement de matériaux alternatifs, et à financer des projets de recherche visant à améliorer l'efficacité et la viabilité du ciment vert. Il est aussi important de mettre en place des réglementations strictes envers l'utilisation du ciment chimique, et de modifier certaines lois qui ne sont pas alignées avec les besoins environnementaux d'aujourd'hui. En parallèle, il est nécessaire d'encourager les entreprises du secteur privé et publique à adopter le ciment vert, par des subventions ou des allègements fiscaux pour ceux qui utilisent ces matériaux écologiques dans leurs projets. Enfin, il est important de favoriser la collaboration internationale, notamment à travers des traités internationaux, pour partager les innovations et les réussites vers une planète plus verte.

IV. Bibliographie

[1] GlobalABC/UNEP. (2022). Rapport mondial 2022 sur l'état des bâtiments et de la construction. Global Alliance for Buildings and Construction. <https://globalabc.org/resources/publications/2022-global-status-report-buildings-and-construction>

[2] Groupe OGIC. (2023). Le ciment décarboné vert. <https://www.groupe-ogic.fr/ciment-decarbhone-vert/>

¹⁷⁴ CemVision Technologies : <https://www.cemvision.tech/our-tech>

- [3] Piolet, E. (2023). Étude de la carbonatation des matériaux cimentaires à base d'un ciment à fort teneur en laitier de haut fourneau. *Academic Journal of Civil Engineering*, 41(1), 784-791. <https://doi.org/10.26168/ajce.41.1.83>
- [4] Mahfoud, E. (2023). Caractérisations mécanique et physico-chimique des mortiers « One-Part-Geopolymer » formulés à base de cendres volantes et sédiments de dragage traités thermo-mécaniquement. *Academic Journal of Civil Engineering*, 41(1), 760-767. <https://doi.org/10.26168/ajce.41.1.80>
- [5] Guemidi, I., Taleb, H. A., & Abdelaziz, Y. (2024). Effet de rapport E/C sur le comportement rhéologique et physico-mécanique de Béton à Haute Performance élaboré à base de pouzzolane naturelle. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, 10(2), 17490. <https://doi.org/10.18540/jcecvl10iss2pp17490>
- [6] Martinelli, FRB., Ribeiro, FRC., Marvila, MT., Monteiro, SN., Filho, FdCG., & Azevedo, ARGD. (2023). A Review of the Use of Coconut Fiber in Cement Composites. *Polymers*. 15(5):1309. <https://doi.org/10.3390/polym15051309>
- [7] Zaid, O., Ahmad, J., Siddique, M. S., & Aslam, F. (2021). Effect of incorporation of rice husk ash instead of cement on the performance of steel fibers reinforced concrete. *Frontiers*. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmats.2021.665625/full>
- [8] Zhang, K., Tang, C. S., Jiang, N. J., Pan, X. H., Liu, B., Wang, Y. J., & Shi, B. (2023). Microbial-induced carbonate precipitation (MICP) technology: a review on the fundamentals and engineering applications. *Environmental earth sciences*, 82(9), 229. <https://doi.org/10.1007/s12665-023-10899-y>
- [9] Parlement européen. (2015). Économie circulaire: définition, importance et bénéfices. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20151201STO05603/economie-circulaire-definition-importance-et-benefices>
- [10] Commission européenne. (2019). Le pacte vert pour l'Europe. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr
- [11] CEMBUREAU. (2020). European cement industry gears up for 2050 carbon neutrality. <https://cembureau.eu/library/press-releases/european-cement-industry-gears-up-for-2050-carbon-neutrality/>
- [12] Climatico. (2024). À la découverte du Béton écologique: Un pas vers l'avenir. <https://www.climatico.fr/a-la-recherche-du-beton-vraiment-vert/>
- [13] Ministère de la Transition écologique. (2021). Cadre européen pour l'énergie et le climat. <https://www.ecologie.gouv.fr/cadre-europeen-energie-climat>
- [14] Connaissance des Énergies. (2014). Paquet énergie-climat: quels objectifs pour 2030 ? <https://www.connaissancedesenergies.org/questions-et-reponses-energies/paquet-energie-climat-quels-objectifs-pour-2030>
- [15] Assemblée nationale. Paquet énergie-climat. https://www.assemblee-nationale.fr/12/controle/delat/dates_cles/paquet_energie-climat.asp
- [16] Commission européenne. (2020). Changer nos modes de production et de consommation: le nouveau plan d'action pour l'économie circulaire montre la voie à suivre pour évoluer vers une économie neutre pour le climat et compétitive dans laquelle les consommateurs ont voix au chapitre. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_20_420
- [17] Ministère de la Transition écologique. (2020). Plan d'action européen sur l'économie circulaire. <https://www.ecologie.gouv.fr/plan-daction-europeen-sur-leconomie-circulaire>
- [18] Commission européenne. (2023). Début de la phase transitoire d'application du mécanisme d'ajustement carbone aux frontières. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_23_4685
- [19] Commission européenne. Carbon border adjustment mechanism. https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en
- [20] Bureau de Normalisation de l'Industrie du Béton (BNI). (2021). Publication de la norme NF 197-5 vers la réduction des émissions de carbone dans les ciments. <https://www.bnib.fr/2021/10/27/publication-de-norme-nf-197-5-vers-reduction-emissions-de-carbone-ciments/>

- [21] InfoCiments. (2021). Norme ciment NF EN 197-5: présentation générale. <https://www.infociments.fr/ciments/norme-ciment-nf-en-197-5-presentation-generale>
- [22] CEM'IN'EU. Implantations CEM'IN'EU : Cement Innovation in Europe. <https://cemineu.com/implantations-cemineu-cement-innovation-in-euro/>
- [23] CEM'IN'EU. Empreinte carbone CEM'IN'EU : Cement Innovation in Europe. <https://cemineu.com/empreinte-carbone-cemineu-cement-innovation-in-europe/>
- [24] CEM'IN'EU. Concept CEM'IN'EU : Cement Innovation in Europe. <https://cemineu.com/concept-cemineu-cement-innovation-in-europe/>
- [25] Ciments Hoffmann. Comparateur de ciments. <https://www.ciments-hoffmann.com/cement-comparator>
- [26] Ciments Hoffmann Green. Mission. <https://www.ciments-hoffmann.fr/hoffmann-green/mission/>
- [27] CEMVISION. Our Tech. <https://www.cemvision.tech/our-tech>

Le véhicule électrique : est-il vraiment le véhicule de demain en Europe ?

Isela CASTILLO GONZALEZ, master LÉA – LCAI,

Corentin DELRUE, licence Géographie et aménagement,

Yasmine FOURATI, master de Génie biotechnologique et management en agro-industries,

Miki GARNIER, licence de Droit,

Yara NASR, doctorante en Génie civil,

Omar SOLH, doctorant en Chimie des matériaux.

Les enjeux environnementaux concernent le monde entier : l'Union européenne ne déroge pas à la règle. Aujourd'hui, la transition énergétique est au centre des préoccupations de l'Union européenne. En effet, plus des deux tiers de l'énergie consommée sont d'origine fossile : l'Union européenne en est le troisième plus gros consommateur mondial [1]. Or, cette consommation est à l'origine des émissions des gaz à effet de serre, qui contribuent au réchauffement climatique, ayant un impact désastreux sur l'environnement. Face à ce constat ainsi qu'à l'urgence climatique en découlant, l'Union européenne s'est engagée, à travers toute une série de décisions, à faire diminuer les émissions de gaz à effets de serre, visant la neutralité carbone pour 2050, selon le site officiel du Parlement européen.

Par « transition énergétique », on entend l'ensemble des transformations du système de production, de distribution et de consommation d'énergie effectuées sur un territoire dans le but de le rendre plus écologique. En ce sens, l'Union européenne souhaite transformer son système global afin de le rendre plus écologique. La neutralité carbone, quant à elle, implique un équilibre entre les émissions de carbone et l'absorption du carbone de l'atmosphère par les puits de carbone. Afin d'atteindre des émissions nettes nulles, toutes les émissions de gaz à effet de serre dans le monde devront être compensées par la séquestration du carbone.

C'est, ici, ce que vise l'Union européenne à travers sa loi sur le climat, nommée « Pacte Vert ». Cette loi inscrit dans la législation l'objectif d'une Union européenne climatiquement neutre d'ici à 2050, et une baisse de 55 % de ses émissions nettes d'ici à 2030, selon le site web officiel du Conseil de l'Union européenne et du Conseil européen [2]. Pour réaliser cet objectif, la loi fixe une série de mesures visant à transformer de nombreux secteurs de l'Union. L'une des mesures phares prises par l'Union européenne concerne le transport routier, qui représente la part la plus élevée de ses émissions de gaz à effet de serre. En effet, à elles seules, les voitures produisent 12 % de l'ensemble des émissions de dioxyde de carbone de l'Union, selon le site web officiel du Conseil de l'Union européenne et du Conseil européen [2]. De plus, l'usage de la voiture, ayant augmenté depuis dix ans, reste très majoritaire dans tous les pays de l'Union. À compter

de 2035, toutes les voitures et camionnettes neuves devront être à émission nulle, selon cette mesure. Si la loi prévoit d'arrêter la production de voitures neuves thermiques, elle n'interdit cependant pas aux véhicules d'occasion, qui émettent du CO₂, de circuler.

Cependant, l'objectif à long terme affiché par l'Union européenne est clair : celui de diminuer la part des véhicules thermiques sur les routes, au profit de véhicules jugés plus écologiques. Il en est ainsi de la voiture électrique, jugée « plus propre » par la Communauté européenne. Ce type de véhicule émettrait moins que celui roulant au carburant classique, faisant de lui un véhicule de choix dans l'objectif de neutralité carbone. Certains autres véhicules seront aussi autorisés à la vente, mais seront moins importants que l'électrique : il s'agit des véhicules roulant au biocarburant et au carburant synthétique, ainsi que des véhicules à hydrogène. En revanche, cette transition du carburant à l'électrique est remise en question, tant au niveau du coût de ces véhicules, n'étant pas bon marché, qu'au niveau de leur impact environnemental en termes de gestion de déchets liés aux voitures électriques, notamment concernant les batteries. Les enjeux autour de la mise en place progressive des véhicules électriques sur le territoire des 27 d'ici à 2035 sont donc majeurs aujourd'hui. Étant au centre du débat public, le véhicule électrique questionne autant qu'il inquiète. Il paraît donc, de ce fait, intéressant de se pencher sur cette mesure de l'Union européenne.

Quel impact la production et la banalisation de ce véhicule sur tout le territoire de l'Union européenne aura-t-elle sur l'environnement ? Est-ce vraiment l'une des solutions pouvant permettre d'arriver à la neutralité carbone d'ici à 2050 ? Pour répondre à ces interrogations, il conviendra premièrement d'étudier plus en détails la loi pour 2035 et le point de vue de l'Union européenne à ce sujet, puis de s'intéresser aux défis et contraintes des véhicules électriques, avec la question de l'impact d'une telle production, et, enfin, de voir quels sont les alternatives et compléments à ces véhicules.

I. La loi et le point de vue de l'UE et les avantages des véhicules électriques

1. L'interdiction d'achat de véhicules à carburants en Europe en 2035 : Les propositions législatives et leurs implications

Avant d'aborder cette mesure de l'Union européenne visant à interdire la vente des voitures neuves à essence et diesel à partir de 2035, il conviendra d'abord de s'intéresser au contexte dans lequel la Communauté européenne a été amenée à prendre une telle initiative.

Le contexte entourant l'interdiction de vente des véhicules neufs à essence et diesel à partir de 2035

Depuis la révolution industrielle, les températures moyennes mondiales ont considérablement augmenté. L'Agence européenne pour l'environnement estime que la dernière décennie (2011-2020) a été la plus chaude jamais enregistrée [3]. Selon le site web *nationalgeographic.fr*, la Terre est en route vers un réchauffement de 2,7 ° Celsius

d'ici à 2100. Or, une augmentation de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels aurait, selon les scientifiques, des conséquences catastrophiques et dangereuses sur l'environnement et le climat [4].

L'Union européenne est un gros émetteur de gaz à effet de serre, selon le site web officiel du Parlement européen [3]. Selon les statistiques du Conseil de l'UE, les avancées dans le processus de décarbonisation ont été moins rapides dans le domaine des transports que dans d'autres secteurs économiques. Comme le montre la Figure 1 publiée dans le site web du Conseil européen, le secteur des transports est à l'origine de 25 % des émissions de GES de l'UE et dont le transport routier en représente 71 %. Ils considèrent qu'il est impératif d'améliorer l'efficacité et de réduire la dépendance aux combustibles fossiles dans le transport de passagers et de marchandises au sein de l'Union européenne.

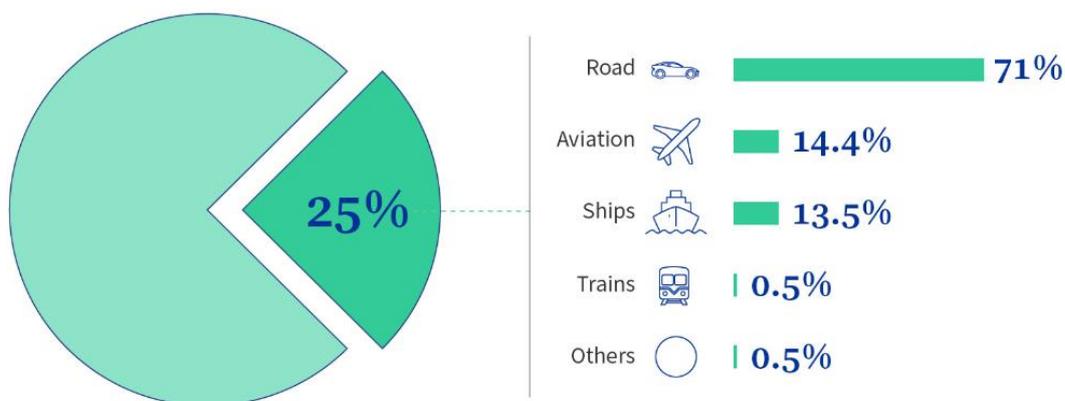


Figure 1. La prédominance du secteur du transport routier en termes d'émissions de GES.

Faisant face à cette urgence climatique, la communauté internationale s'est engagée à faire diminuer, à travers différents traités, l'impact de l'activité humaine sur le climat et l'environnement. L'un de ces traités a impulsé la lutte mondiale contre le réchauffement climatique : il s'agit de l'Accord de Paris, adopté le 12 décembre 2015 lors de la Conférence des Nations unies sur les changements climatiques à Paris dans le cadre de la COP 21 par 196 Parties.

L'Union européenne est un acteur clé des négociations des Nations unies sur le changement climatique et a signé l'accord de Paris sur le climat. Modifié en 2021, l'accord vise une réduction des gaz à effet de serre à hauteur de 55 % d'ici à 2030, selon le site web officiel du Parlement européen. Les 27 pays de la Communauté européenne se sont engagés dans cet accord, coordonnant leurs positions et fixant des objectifs communs de réduction des émissions à l'échelle de l'Union [3].

L'Union européenne a multiplié ses mesures visant à la neutralité carbone afin de s'aligner à ce traité. Dans un premier temps, la Commission européenne a rendu public, le 11 novembre 2019, son « Pacte Vert pour l'Europe », cadre de toutes les nouvelles législations proposées par la Commission européenne à partir de 2020, ayant pour

ambition de réduire les émissions carbone de 55 % en 2030 par rapport à leur niveau de 1990 [5].

Le 14 juillet 2021, l'Union européenne publie son paquet législatif « Fit for 55 », regroupant 12 textes visant à adapter les politiques de l'Union en matière de climat, d'énergie, d'utilisation des terres, de transport et de fiscalité afin de lui permettre d'atteindre les objectifs fixés par le Pacte vert pour l'Europe. C'est dans cet ensemble législatif qu'a été adoptée la mesure visant à interdire la vente de voitures neuves à essence et diesel à partir de 2035 [3].

La mesure en elle-même

L'UE vise à réduire de 55 % les émissions des voitures et de 50 % les émissions des camionnettes d'ici 2030, par rapport à 2021, dans le but d'atteindre l'objectif de zéro émission pour les nouvelles voitures et les camionnettes en 2035 [7]. En effet, le transport routier représente la part la plus élevée des émissions de gaz à effet de serre provenant des transports. Selon le site web du Conseil de l'Union européenne et du Conseil européen, les voitures produisent à elles seules 12 % de l'ensemble des émissions de dioxyde de carbone de l'Union européenne.

À travers le paquet législatif « Fit for 55 », l'exécutif européen a annoncé, en juillet 2021, une proposition visant à interdire la vente des voitures neuves roulant à l'essence et au diesel à partir de 2035.

Dans la nuit du mardi 28 juin au mercredi 29 juin 2022, les 27 États de l'Union européenne ont approuvé le projet de la Commission visant à réduire à zéro les émissions de CO₂ des voitures neuves en Europe à partir de 2035, imposant les motorisations 100 % électriques [8].

L'Allemagne et l'Italie, ainsi que d'autres pays, ont cependant demandé à la Commission européenne qu'elle présente une proposition ouvrant la voie aux véhicules fonctionnant aux carburants de synthèse, technologie controversée et encore en développement. La Commission a trouvé un accord avec l'Allemagne pour débloquer le texte bloqué par Berlin en mars 2023, qui a été inchangé. La Commission s'est simplement engagée à ouvrir la voie plus nettement aux carburants de synthèse dans une proposition séparée qui devra être validée en automne 2024 [9].

En somme, si la vente de véhicules thermiques était interdite dans le territoire des Vingt-Sept à partir de 2035, ce genre de véhicule pourrait toujours être utilisé. L'Union européenne souhaite étendre l'utilisation des véhicules électriques, considérés comme des « véhicules propres », les rendant « meilleur marché » [10].

2. Les avantages potentiels des véhicules électriques

L'électrification des véhicules représente une révolution majeure dans le domaine de la mobilité, offrant des avantages potentiels significatifs à la fois pour les individus et pour l'environnement. En examinant les aspects économiques, environnementaux et sociaux,

les impacts positifs de cette technologie émergente sur notre société ont été mis en lumière.

Réduction des émissions de CO₂ et de la pollution atmosphérique

Les véhicules électriques (VE) jouent un rôle essentiel dans la réduction de la dépendance aux carburants fossiles, en exploitant principalement l'électricité comme source d'énergie. Contrairement aux véhicules conventionnels, qui sont tributaires du pétrole et d'autres combustibles fossiles, les VE peuvent être alimentés par diverses sources d'électricité, incluant les énergies renouvelables [11] telles que l'énergie éolienne, solaire, hydraulique, ainsi que l'énergie nucléaire. Cette diversification des sources d'énergie contribue à réduire la vulnérabilité aux fluctuations des prix des combustibles fossiles et favorise la sécurité énergétique à long terme. De plus, l'utilisation de sources d'électricité décarbonisées permet aux VE de réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'atténuer les impacts du changement climatique.

Les VE présentent ainsi un potentiel significatif de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de pollution. En moyenne, une voiture électrique émet 30 % de moins de CO₂ sur tout son cycle de vie qu'un véhicule à moteur à combustion interne, et cette réduction peut atteindre jusqu'à 50 % en France grâce à des mix énergétiques décarbonisés. De plus, les émissions locales des VE, du réservoir à la roue, sont nulles, ce qui contribue à réduire la pollution de l'air dans les zones urbaines. Étant donné que les émissions locales se réfèrent généralement aux polluants émis par les gaz d'échappement des moteurs à combustion interne, tels que les oxydes d'azote (NOx), les particules fines (PM), les hydrocarbures (HC) et le monoxyde de carbone (CO), les VE, qui n'ont pas de moteurs à combustion interne, ne produisent pas d'émissions locales pendant leur fonctionnement [12]. Ainsi, comparativement aux véhicules diesel, les VE présentent un impact environnemental plus faible en termes d'émissions de gaz à effet de serre et de pollution locale [13], ce qui contribue à améliorer la qualité de l'air, à réduire l'empreinte carbone globale et à atténuer les problèmes de pollution atmosphérique. Par conséquent, les VE jouent un rôle important dans l'amélioration de la santé humaine et la réduction des maladies respiratoires et cardiovasculaires [11].

Diversification des sources d'énergie et promotion des énergies renouvelables

Contrairement à la production de biocarburants tels que l'éthanol à partir de maïs, qui peut entraîner des pénuries alimentaires dans certains pays en développement en compétition avec la production alimentaire, les véhicules électriques n'ont pas besoin de biocarburants pour fonctionner. Les VE utilisent uniquement de l'électricité, ce qui élimine le besoin de cultures agricoles pour la production de carburant. Cette approche réduit les pressions sur les ressources alimentaires mondiales, contribuant ainsi à la sécurité alimentaire et à la durabilité environnementale à long terme.[14]

Innovation technologique et développement de l'industrie automobile

Aujourd'hui, l'offre de véhicules électriques (VE) s'est considérablement diversifiée, offrant ainsi aux consommateurs un éventail plus large de choix [12]. Cette expansion de la gamme de modèles est accompagnée de progrès technologiques et de la mise en place de processus de production à grande échelle, entraînant une baisse des prix et une augmentation de l'autonomie des VE, ce qui réduit les barrières à leur adoption .

Par exemple, les véhicules électriques purs (EVs) fonctionnent exclusivement à l'électricité, éliminant ainsi les émissions pendant leur utilisation, les véhicules électriques hybrides (HEVs) combinent un moteur électrique avec un moteur à combustion interne, offrant une meilleure efficacité énergétique et une plus grande autonomie. Il existe aussi les véhicules électriques hybrides rechargeables (PHEVs) peuvent être rechargés via une prise électrique externe, offrant une autonomie électrique pure plus longue que les HEVs et les véhicules électriques à pile à combustible (FCVs) utilisent l'hydrogène pour produire de l'électricité, offrant une autonomie élevée et des temps de recharge courts. Enfin, les véhicules électriques à pile à combustible rechargeables sur les réseaux électriques (PFCVs) combinent les avantages des FCVs avec la possibilité de se recharger sur le réseau électrique. Cette diversité de technologies permet aux consommateurs de choisir le type de VE le mieux adapté à leurs besoins en termes d'autonomie, de coûts et de performances [14].

Par ailleurs, de nombreux pays ont mis en place des initiatives pour promouvoir l'adoption des VE, telles que des campagnes de sensibilisation, des mandats pour l'interdiction progressive des ventes de véhicules à combustion interne, des incitations fiscales et le développement d'infrastructures de recharge [12]. Une étude conclut également que le coût total de possession (TCO) d'un VE est inférieur à celui d'un véhicule diesel équivalent sur une période de 5 ans, avec une économie d'environ 1000€, ce qui suggère que sur le long terme, les VE peuvent être plus économiques à posséder et à exploiter [15].

II. Les défis et contraintes des véhicules électriques

1. Besoin de matériaux premiers (lithium, cuivre) et l'extraction des matériaux en dehors de l'Europe

Les besoins de matériaux premiers pour la fabrication des batteries en Europe, posent des questions de souveraineté pour la production de ces matériaux. Comme l'Union européenne est dépendante de tous les matériaux pour pouvoir produire des batteries en Europe. Les stratégies et les accords de l'Union européenne pour la sécurité des approvisionnements des matériaux premiers.

Avec la prise de conscience de la nécessité d'avoir une mainmise sur les matériaux premiers, avec la pandémie de la Covid-19 et le conflit armé entre la Russie et l'Ukraine. L'union européenne souhaite donc mettre davantage de partenariats en place et des approvisionnements diversifiés pour lutter contre de telles difficultés. Ce qui est

nécessaire pour pouvoir prétendre à atteindre l'objectif de zéro émission de CO₂ d'ici 2050. Les matériaux premiers sont indispensables pour atteindre les objectifs.

Les matériaux concernés pour les batteries sont le cobalt, le nickel, le graphite, le manganèse et le borate. Pour le cobalt nous sommes dépendants notamment de la République Démocratique du Congo qui fournit à hauteur de 63 % à l'échelle mondiale. Le manganèse est une hyper dépendance envers la Chine avec 97 % de l'approvisionnement de l'Union européenne. La consommation des matériaux stratégiques pour les batteries va être très largement augmentée, notamment les besoins en nickel qui devrait être multiplié par 6 [16]. Lui le lithium va être multiplié par 4 et le cobalt par deux.

Dans ce contexte, l'Union européenne cherche à diversifier ses sources d'approvisionnement en établissant des partenariats stratégiques avec d'autres pays possédant des réserves de matériaux critiques. Avec « EUROPEAN CRITICAL RAW MATERIALS ACT », l'Union européenne prévoit avec cette loi une identification des projets stratégiques, pour l'extraction, la production et le recyclage des matériaux premiers. Comme cité dans le plan industriel du Green Deals du pacte vert « *Il fixe également des critères de référence pour les capacités nationales tout au long de la chaîne d'approvisionnement stratégique en matières premières à atteindre d'ici 2030 : 10 % des besoins annuels de l'UE en matière d'extraction ; 40 % pour le traitement et 15 % pour le recyclage. Pas plus de 65 % des besoins annuels de l'UE en matière première stratégique, à un stade de transformation donné, ne devraient provenir d'un seul pays tiers.* » [17]

2. Recyclage et déchets des batteries de Lithium

La gouvernance de l'Union européenne qui a pour but de mettre en circulation plus de 70 millions de véhicules électriques d'ici à 2050. Pour ce faire, l'Union européenne ne peut pas produire ses propres matériaux premiers. Ils doivent mettre en place un circuit de recyclage, avec une économie circulaire des batteries, ce qui va devenir un réel enjeu dans les années à venir. Pour ce faire, l'Europe peut déjà s'appuyer sur la directive des batteries de 2006 [18], mise à jour à plusieurs reprises depuis, la dernière mise à jour de la directive a été effectuée en 2018.

Le projet européen « *Recycling Li-ion batteries for electric Vehicles: ReLieVe* » qui a eu lieu de 2020 à 2022 pour permettre un recyclage des batteries en circuit fermé au sein de Europe. Est un projet subventionné à hauteur de 80 millions d'euros répartie entre l'Union européenne (67 millions d'euros) et la BPI (13 millions d'euros). L'objectif est de pouvoir permettre de recycler 50 kT/an ce qui représente d'après Eramet [16] l'équivalent de 200 000 voitures électriques. L'étude sur les processus de recyclage qui permettra une performance économique et technique des composants des batteries avec une réutilisation de matériaux clés que sont le nickel, le lithium et le cobalt. Suez qui est en collaboration avec Eramet, Suez s'occupe du circuit de ramassage des batteries et le démontage des batteries. Eramet s'occupe de ramassage de blackmass grâce à une

technologie d'hydrométallurgie ce qui permet de récupérer presque 90 % des matériaux stratégiques. En plus de cela Eramet dans leurs usines créer de nouveaux matériaux pour les batteries.

Promouvoir une économie plus durable et circulaire des batteries. La commission ENVI (commission de l'environnement, de la santé publique et de la sécurité alimentaire) du parlement européen a adopté en 2022 de nouvelle règle pour une meilleure économie circulaire du cycle de vie des batteries. Avec l'adoption des règles sur l'obligation de l'étiquetage des batteries, que toutes les batteries soient démontables par l'utilisateur ou par un opérateur pour pouvoir être remplacé. Les batteries devront aussi avoir un étiquetage de leur empreinte carbone. En plus de cela les députés veulent une meilleure gestion des déchets comme il est dit dans la communication de presse *“De plus, ils souhaitent introduire des taux de collecte minimaux pour les batteries destinées aux moyens de transport légers (75 % d'ici à 2025 et 85 % d'ici à 2030)”* [19]. Ce qui marque une prise de position de l'Union européenne sur la politique sur la gestion des batteries et des déchets. Ce qui se confirme avec la déclaration de la rapporteuse Simona Bonafè *“Pour la première fois dans la législation européenne, le règlement sur les batteries établit un cadre holistique de règles régissant l'ensemble du cycle de vie d'un produit, de la conception à la fin de vie. Cela crée une nouvelle approche visant à stimuler la circularité des batteries et introduit de nouvelles normes de durabilité qui devraient devenir une référence pour l'ensemble du marché mondial des batteries”*.

3. Infrastructure de recharge insuffisante et la croissante demande énergétique

La proposition législative vise à mettre en place une politique de lutte contre le changement climatique en ciblant les émissions de gaz à effet de serre (GES) provenant des véhicules et des transports routiers alimentés par des combustibles fossiles. La régulation envisagée au niveau européen consistant à interdire la vente de véhicules à combustion interne à partir de 2035 représente un projet ambitieux nécessitant d'importants investissements et une préparation adéquate des infrastructures de recharge pour anticiper l'augmentation attendue des véhicules électriques.

Dans le rapport publié en 2022 par le Parlement européen [20], indique que dans l'Union européenne il y a 270 millions de voitures et de vans dans lesquels seulement 5 % des voitures utilisent des carburants alternatifs. Ce même rapport indique que le nombre de véhicules électriques dans l'UE est passé à plus de 4,4 millions en 2022, soit 16 fois plus qu'en 2015. En 2022, sur 37 999 409 voitures en France, 1 058 703 utilisaient des carburants alternatifs. Donc, maintenant que la réglementation est déjà mise en place et qui tiendra lieu en 2035, parallèlement, le déploiement des véhicules à zéro émission doit être accompagné par une infrastructure bien développée de stations de recharge et de ravitaillement. Dans ce même rapport, précise qu'actuellement, environ 360 000 bornes de recharge électrique sont accessibles au public dans l'Union européenne, mais leur répartition reste inégale, avec une concentration significative dans quelques pays tels que les Pays-Bas, l'Allemagne, la France, l'Italie et la Suède.

En dehors des objectifs fixés par l'Union européenne, il est crucial que les États membres coordonnent leurs efforts dans la définition de leurs infrastructures énergétiques. La réussite dans le déploiement des énergies renouvelables dépend grandement d'une intégration étroite afin de résoudre les défis posés par leur intermittence [21]. Pour anticiper l'arrêt des ventes de nouvelles voitures thermiques en 2035, l'Union européenne doit accélérer le déploiement des infrastructures pour les véhicules électriques. En ce but, le Parlement Européen [22] proposait un accord provisoire pour installer des bornes électriques d'au moins 400 kW tous les 60 km, le long des autoroutes principales de l'Union européenne et des bornes à hydrogène, destinées aux poids lourds, doivent être disponibles tous les 200 km d'ici à 2031. Par ailleurs, l'accès aux bornes de recharge à hydrogène demeure extrêmement limité. Seulement 10 des 27 États membres de l'Union européenne en disposent.

Malgré le fait que l'Union européenne comptait 450 478 points de recharge accessible au public, la répartition de ces bornes reste très inégale pour les pays membres, car les données estimées en 2021 [22] indiquent que plus des deux tiers d'entre eux sont installés dans trois pays : les Pays-Bas, l'Allemagne et la France. Cela infère que des pays tels que Malte et l'Estonie doivent investir encore plus pour modérer et équilibrer les points de recharge, et que ces pays avec moins de bornes de recharge puissent être confrontés à des défis supplémentaires pour encourager la population à la transition vers la mobilité électrique. De plus, cette situation implique que si ces pays ne se concentrent pas sur le développement d'une infrastructure de recharge plus étendue pour les véhicules électriques, ils pourraient être contraints d'investir de manière considérable dans les transports en commun. Par exemple, cela pourrait se traduire par la nécessité de renforcer les réseaux ferroviaires et d'augmenter la fréquence des services d'autobus, garantissant ainsi une meilleure connectivité entre les petites villes et favorisant la mobilité pour tous.

À ce stade, même si les particuliers possédant un garage ou ils peuvent installer une borne chez eux, l'autonomie moyenne des voitures électriques est d'environ 380 km, ça veut dire que les principaux axes routiers européens doivent se doter de bornes avec une capacité de recharge rapide. Néanmoins, Une analyse réalisée par l'ACEA (*European Automobile Manufacturers' Association*) en 2020 [23] révèle également que seulement un point de recharge sur sept, soit 28 586 bornes dans l'Union européenne, offre la possibilité d'une recharge rapide avec une disposition égale ou supérieure à 22 kW. Ce chiffre demeure loin de l'objectif européen de 400 kW. Avec un nombre limité de bornes de recharge rapide, les particuliers vont avoir un temps d'attente prolongé pour pouvoir recharger leur véhicule, ce qui pourrait entraîner des retards dans leurs déplacements. La disponibilité limitée des bornes de recharge pourrait restreindre les itinéraires disponibles pour les déplacements, obligeant les utilisateurs à planifier soigneusement leurs trajets en fonction des emplacements des bornes de recharge disponibles.

La demande énergétique

L'Union européenne est devant un grand paradoxe en termes énergétiques. D'un côté, il s'est mis dans une position de leader dans la lutte contre le changement climatique, avec plusieurs efforts pour réduire les GES, et d'un autre côté, est aussi une gourmande énergétique qui correspond à la demande d'énergie pour couvrir la consommation par les utilisateurs finaux tels que l'industrie, les transports ou les ménages [24]. L'UN est la troisième plus grosse consommatrice du monde en volume, qui représente le 9,6 % de consommation énergétique. Selon des rapports de 2021, ont montré que la consommation finale d'énergie est établie à 968 Mtep (millions de tonnes équivalent pétrole), là où l'objectif européen de 2020 était de 959 Mtep. Ça veut dire que mettre en œuvre la transition énergétique au sein de l'Union européenne va être représenté par une haute demande énergétique pour nourrir les bornes de recharge énergétique, cela nécessite de prendre en compte le besoin croissant en énergie résultant de cette transition vers une mobilité plus propre, et des investissements substantiels dans plusieurs domaines économiques tels que le transport en commun et le recyclage de management des batteries électriques.[21].

4. Impact financier gouvernemental, industriel et individuel

Dans le plan gouvernemental, la promotion de la durabilité est mise en place par le mécanisme pour l'interconnexion en Europe (MIE), donc le principal mécanisme de financement des investissements dans les systèmes de transport de l'UE, ce secteur recevra la majeure partie des fonds (environ 25 milliards d'euros sur 33 milliards d'euros), dont la plus grande part, de loin, sera consacrée au rail [7]. Concernant le budget du MIE, il est planifié que le budget prévu pour le secteur de transport pour la période de 2021 à 2027, c'est de 25, 81 milliards d'euros qui sont consacrées pour les transports, 5,84 milliards d'euros pour l'énergie et 2,07 milliards d'euros pour le numérique.

Dans le cas des industries automobiles, le Conseil de l'Union Européen, dans sa communiquée de presse le 28 mars 2023, a adopté un mécanisme d'incitation réglementaire pour les véhicules à émission nulle et à faibles émissions (ZLEV) sera mis en place entre 2025 et la fin de 2029. Dans ce mécanisme, si un constructeur respecte certaines références pour les ventes de véhicules à émission nulle et à faibles émissions, il peut se voir attribuer des objectifs moins stricts en matière de CO₂. La référence est fixée à 25 % pour les voitures et à 17 % pour les camionnettes [25]. Pour l'industrie automobile, cela signifie qu'il y aura une pression accrue pour développer et commercialiser des véhicules à émission nulle et à faibles émissions. Les constructeurs automobiles devront investir davantage dans la recherche et le développement de technologies innovantes, telles que les véhicules électriques et les véhicules à hydrogène, afin de répondre aux exigences de ces références. Cependant, cela implique également que les constructeurs qui ne parviennent pas à respecter ces références pourraient être confrontés à des conséquences financières importantes.

À plus long terme, il est concevable que l'impact mondial de l'interdiction des carburants dans l'UE conduise l'industrie pétrolière à trouver de nouveaux acheteurs, tels que la Chine, les États-Unis et d'autres pays en développement. En outre, la faible demande de véhicules à carburant dans l'UE pourrait inciter l'industrie automobile à rechercher d'autres créneaux où les véhicules à carburant vont être vendus à bas prix et font l'objet d'une forte demande.

III. Les alternatives et compléments aux véhicules électriques

1. V2G

Le V2G, ou recharge bidirectionnelle, constitue une solution du smart-charging, regroupant diverses technologies visant à optimiser la charge et la décharge des véhicules électriques. Cette approche gère la puissance de charge de manière efficace, flexible et économique. En permettant aux véhicules électriques de fournir de l'énergie en cas de besoin, le V2G utilise les batteries pour stocker l'énergie excédentaire et la réinjecter dans le réseau. Les bornes et les voitures équipées de la technologie V2G permettent la rémunération des conducteurs qui contribuent au réseau public lors des pics de consommation. Cette technologie tire parti des capacités de stockage des véhicules électriques, souvent immobilisés 90 % du temps [26], pour aider à réguler les fluctuations de l'énergie renouvelable sur le réseau électrique. Elle est principalement destinée aux entreprises et aux collectivités dont les flottes restent stationnées une partie du temps. Elle est déjà commercialisée en France par Izivia, une filiale à 100 % du groupe EDF spécialisée dans les infrastructures de charge. Une telle technologie permet aux véhicules d'améliorer simultanément l'efficacité et la rentabilité des réseaux électriques tout en réduisant les émissions de GES. Elle permet également de s'adapter aux sources d'énergie à faible teneur en carbone et de réaliser des économies pour les propriétaires et les conducteurs.



Figure 2. Borne de charge V2G.

2. Les biocarburants et les carburants synthétiques

L'une des façons de décarboniser le secteur des transports consiste à utiliser des carburants à faible teneur en carbone et des carburants renouvelables. Contrairement aux carburants conventionnels fabriqués à partir de combustibles fossiles, les carburants à faible teneur en carbone et les carburants renouvelables sont conçus dans le respect de l'environnement. Ils utilisent des ressources complémentaires et différentes [27].

Les biocarburants sont des produits issus de la matière végétale, comme les plantes riches en sucre, les huiles végétales, les déchets agricoles ou même certaines graisses animales. Le bioéthanol, par exemple, peut être issu de la fermentation des sucres. Les résidus agricoles sont d'abord traités pour libérer les sucres, notamment la cellulose. Les sucres libérés sont ensuite transformés en sucres simples et subissent une fermentation.

Les carburants de synthèse, ou les électro-carburants, sont des carburants fabriqués à partir d'électricité renouvelable ou à faible teneur en carbone, de dioxyde de carbone (ou d'azote dans le cas de l'e-ammoniac) et d'hydrogène produit par électrolyse. Leur forme liquide ou gazeuse et leur émergence aux côtés des biocarburants issus de la biomasse offrent une alternative pertinente pour remplacer les carburants fossiles dans le secteur de transport et l'industrie sans provoquer de conflits avec les produits agricoles, permettant ainsi de réduire l'impact climatique de ces activités. Compte tenu de leurs propriétés similaires à celles de leurs homologues fossiles, il est donc envisageable d'utiliser des e-carburants paraffiniques dans les transports. L'e-gazole est spécifiquement conçu pour le transport routier. Il peut être utilisé pur ou en combinaison avec d'autres matériaux dans les gazoles commerciaux, avec des propriétés équivalentes, voire supérieures, à celles des gazoles conventionnels.

3. Les véhicules à Hydrogène

Le véhicule à hydrogène est considéré, à l'instar du véhicule électrique, comme un véhicule à mobilité "propre", semblant cocher toutes les cases de la transition énergétique dans les transports. Si cette voiture présente des avantages notables, elle présente toutefois certains inconvénients mettant un frein à son développement [28].

La voiture à hydrogène (H₂) est une voiture électrique à pile à combustible. La voiture à "pile à combustible à hydrogène" fait partie de la grande famille des voitures électriques : sa traction est effectivement assurée par un groupe motopropulseur électrique. Pourtant, les deux véhicules se distinguent l'un de l'autre. En effet, dans le cas d'un véhicule électrique à batterie lithium-ion, l'énergie électrique est simplement stockée dans la batterie grâce à chaque recharge sur le réseau électrique. L'électricité nécessaire au fonctionnement du groupe motopropulseur y est apportée par la batterie, mais aussi par la pile à combustible, à partir de l'hydrogène stocké à bord [29].

Le véhicule à hydrogène a pour avantage d'être à la fois peu polluant et très performant : en effet, il ne dégage que de la vapeur d'eau, ce qui est idéal pour la réduction des gaz à

effet de serre, et il a une autonomie supérieure aux véhicules électriques. Ce type d'automobile se recharge en quelques minutes seulement, contre au moins 30 minutes pour son homologue électrique [28].

Cependant, la voiture à hydrogène présente certains inconvénients : en effet, elle consomme d'abord beaucoup d'énergie, son rendement énergétique n'étant pas très bon. Afin de fabriquer 1 kWh d'hydrogène, il faut en moyenne 2 kWh d'énergie, notamment pour la raison que la compression du gaz est très énergivore. Sa commercialisation à grande échelle est également freinée dû au fait que l'offre ainsi que ses stations sont très limitées : le coût de ces véhicules, peu vendus, n'est pas bon marché. Enfin, le bilan carbone de la production de tels véhicules reste à revoir : en effet, la conception de voitures à hydrogène est très énergivore. Pour transformer l'hydrogène en combustible et le stocker sous haute pression, il faut beaucoup d'énergie. Cette production a forcément un impact carbone si elle provient de carburants fossiles.

Certains préconisent l'utilisation de l'hydrogène vert pour un bilan carbone vraiment favorable. Celui-ci est produit en utilisant une énergie renouvelable, comme l'électricité issue de panneaux photovoltaïques ou d'éoliennes [28].

4. Les solutions de mobilité partagée et les transports en commun

Les transports en commun en Europe restent très largement minoritaires, moins de 25 % pour la part des transports en Europe en 2021 [30]. La part modale qui est la plus présente au sein des transports collectifs est l'avion avec un peu plus de 10 %. Ce qui marque que les transports collectifs ne signifient pas forcément avec un transport plus écologique. Les solutions apportées par l'Union européenne concernent surtout les réseaux transfrontaliers. Comme avec le projet RTE-T (le réseau transeuropéen de transport), qui a pour objectifs de permettre aux citoyens et aux entreprises de relier l'ensemble des pays membres de l'Union européenne. Le projet initialement mis en place avec le traité de Maastricht, mais en 2013 une nouvelle stratégie est mise en place par l'union européenne avec deux nouvelles orientations. Dans un premier temps la mise en place d'un réseau central de transport d'ici 2030 et un objectif réseau global pour 2050 qui permettra de relier l'ensemble des régions de l'Union européenne. Le programme RTE-T concerne les réseaux ferroviaires, les réseaux fluviaux et maritimes, mais aussi le transport aérien au sein de l'Union européenne.

Les financements des infrastructures pour les pays membres de l'Union européenne sont principalement le fond de cohésion et le fond FEDER (Fond Européen de Développement Régional). Qui sont les principaux axes d'action sur les solutions des transports en financent des projets au niveau régional des pays membres de l'Union européenne, hormis les projets de transport urbain [31].

IV. Conclusion

En conclusion, l'interdiction de la vente de voitures neuves à essence et diesel à partir de 2035 représente une étape cruciale dans les efforts de l'Union européenne pour lutter

contre le changement climatique et promouvoir une mobilité plus durable. L'analyse des avantages potentiels des véhicules électriques révèle leur capacité à réduire les émissions de CO₂ et la pollution atmosphérique, ainsi qu'à favoriser la diversification des sources d'énergie et à stimuler l'innovation technologique dans l'industrie automobile. Malgré le fait qu'il y a des avantages, il faut évaluer la page complète de ce qu'implique promouvoir à la population européenne l'utilisation des véhicules électriques. Forcément, la réussite de cette transition dépend de la mise en œuvre effective de politiques ambitieuses, du développement d'infrastructures adéquates et de l'engagement de toutes les parties prenantes, y compris les gouvernements, les industries et les citoyens, à travailler ensemble pour atteindre ces objectifs environnementaux et économiques essentiels.

Cette mesure s'inscrit dans le cadre des efforts déployés par l'Union européenne pour atteindre les objectifs fixés par l'Accord de Paris, ainsi que pour promouvoir une transition vers une économie plus durable et respectueuse de l'environnement.

Même si l'Union européenne reconnaît l'importance de mettre en place des politiques et des mécanismes incitatifs pour encourager le déploiement des véhicules électriques, il faudra que les industries automobiles et énergétiques s'adaptent à cette transition. Cela implique des investissements significatifs dans les infrastructures de recharge, le développement de technologies de recyclage des batteries et la promotion de l'innovation dans le secteur des transports.

Finalement, des efforts concertés sont nécessaires pour garantir une transition énergétique efficace et équitable, en tenant compte des disparités régionales dans le déploiement des infrastructures de recharge et en veillant à ce que personne ne soit laissé pour compte dans cette transition vers une mobilité plus propre. Cela nécessitera une coordination étroite entre les États membres de l'Union européenne et une approche holistique pour aborder les défis complexes liés à cette transition.

V. Bibliographie

[1] Arthur Olivier, « Le Parlement européen approuve la fin des voitures thermiques en 2035 », *Touteurope.eu*, 8 juin 2022. <https://www.touteurope.eu/environnement/le-parlement-europeen-approuve-la-fin-des-voitures-thermiques-en-2035/>

[2] « Une mobilité propre et durable », *concilium.europa.eu*, dernier réexamen: 21 mars 2024. <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/clean-and-sustainable-mobility/>

[3] « Les actions de l'UE contre le changement climatique », *europarl.europa.eu*, 9 août 2018. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20180703STO07129/les-actions-de-l-ue-contre-le-changement-climatique>

[4] Kieran Mulvaney « Climat : que représente un réchauffement planétaire à 2 °C ? », *nationalgeographic.fr*, 4 décembre 2023. <https://www.nationalgeographic.fr/environnement/explainer-changement-climatique-climat-que-represente-un-rechauffement-planetaire-2-degres>

[5] « Pacte vert et paquet climat : l'UE vise la neutralité climatique d'ici 2050 », *vie-publique.fr*, 26 août 2021. <https://www.vie-publique.fr/eclairage/272297-pacte-vert-et-paquet-climat-lue-vise-la-neutralite-carbone-des-2050>

- [6] « Tout savoir sur l'interdiction de l'UE concernant la vente de voitures neuves à essence et diesel à partir de 2035 », *europarl.europa.eu*, 8 novembre 2022. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20221019STO44572/interdiction-de-l-ue-sur-la-vente-de-voitures-neuves-a-partir-de-2035-expliquee>
- [7] « Une mobilité propre et durable », *concilium.europa.eu*, dernier réexamen: 21 mars 2024. <https://www.concilium.europa.eu/fr/policies/clean-and-sustainable-mobility/>
- [8] « Plan climat de l'UE : les Vingt-Sept approuvent la fin des moteurs thermiques en 2035 », *lemonde.fr*, 29 juin 2022. https://www.lemonde.fr/planete/article/2022/06/29/plan-climat-de-l-ue-les-27-approuvent-la-fin-des-moteurs-thermiques-en-2035_6132440_3244.html
- [9] « Moteurs thermiques : l'Union européenne vote leur interdiction d'ici à 2035 », *capital.fr*, 27 mars 2023. <https://www.capital.fr/auto/moteurs-thermiques-l-union-europeenne-vote-leur-interdiction-d-ici-a-2035-1464049>
- [10] « Tout savoir sur l'interdiction de l'UE concernant la vente de voitures neuves à essence et diesel à partir de 2035 », *europarl.europa.eu*, 8 novembre 2022. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20221019STO44572/interdiction-de-l-ue-sur-la-vente-de-voitures-neuves-a-partir-de-2035-expliquee>
- [11] J.M. Bergeron. "l'automobile électrique comme solution de mobilité durable ?". Master's thesis, Université de Sherbrooke, 2008
- [12] Simulation d'un Véhicule Electrique et son Environnement pour Etudier la Consommation d'Energie sous Différentes Conditions Climatiques PhD thesis, Université de Lille - Sciences et Technologies École Doctorale des Sciences pour l'Ingénieur & Université du Québec A_rois-Rivières,2021
- [13] A.R. Salisa, N. Zhang, and J.G. Zhu. "a comparative analysis of fuel economy and emissions between a conventional hev and the uts phev". *Vehicular Technology, IEEE Transactions on*, pages 44–54, January, 2011.
- [14] Hankache. Gestion optimisée de l'énergie électrique d'un groupe électrogène hybride à Pile à Combustible. PhD thesis, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2008.
- [15] A.DESREVEAUX , E. HITTINGER, A. BOUSCAYROL, E. CASTEX , AND G. MIHAI SIRBU4, "Techno-Economic Comparison of Total Cost of Ownership of Electric and Diesel Vehicles", 2020
- [16] « ReLieVe : le recyclage de batteries en boucle fermée », *eramet.com*, consulté le 29 mars 2024 <https://www.eramet.com/fr/activites/relieve-recyclage-batteries/>
- [17] "European Critical Raw Materials Act" *commission.europa.eu*, consulté le 28 mars 2024 [European Critical Raw Materials Act - European Commission \(europa.eu\)](https://commission.europa.eu/critical-raw-materials-act)
- [18] "DIRECTIVE 2006/66/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL", *eur-lex.europa.eu*, 26 septembre 2006 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0066>
- [19] "Les députés veulent renforcer les nouvelles règles de l'UE pour la conception, la production et l'élimination des batteries" *europarl.europa.eu*, 10 février 2022 <https://www.europarl.europa.eu/news/fr/press-room/20220202IPR22435/renforcer-les-nouvelles-regles-europeennes-pour-les-batteries>
- [20] « Carburants alternatifs pour les voitures : comment augmenter leur utilisation | Thèmes | Parlement européen » , *Thèmes | Parlement Européen*. <https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20221013STO43019/carburants-alternatifs-pour-les-voitures-comment-augmenter-leur-utilisation>
- [21] G. L. Rivera, P. Malliet, A. Saussay, et F. Reynès, « Construire une politique énergétique et climatique européenne cohérente », *Cairn.info*. <https://www.cairn.info/revue-de-l-ofce-2018-4-page-383.htm>
- [22] J. Verdes, « Véhicules électriques : les bornes de recharge dans l'Union européenne », *Touteurope.eu*, 13 juin 2023. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.touteurope.eu/environnement/vehicules-electriques-les-bornes-de-recharge-dans-l-union-europeenne/>
- [23] « Charging points : growth not keeping pace with rising demand for electric vehicles, new data show » , *ACEA - European Automobile Manufacturers' Association*, 26 août 2021. <https://www.acea.auto/press->

[release/charging-points-growth-not-keeping-pace-with-rising-demand-for-electric-vehicles-new-data-show/](#)

[24] Toute l'Europe, « La consommation d'énergie dans les États membres de l'Union européenne », *Touteleurope.eu*, 3 octobre 2023. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.touteleurope.eu/environnement/la-consommation-d-energie-dans-les-etats-membres/#:~:text=La%20consommation%20finale%20d'%C3%A9nergie%20a%20%C3%A9galement%20%C3%A9t%C3%A9%20la,2020%20%C3%A9tait%20de%20959%20Mtep>.

[25] « Ajustement à l'objectif 55 : le Conseil adopte un règlement concernant les émissions de CO₂ des voitures et camionnettes neuves », *Consilium*, 28 mars 2023. <https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2023/03/28/fit-for-55-council-adopts-regulation-on-co2-emissions-for-new-cars-and-vans/>

[26] « IFPEN | Biocarburants et e-fuels : des carburants renouvelables d'avenir », *IFPEN*. <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/enjeux-et-prospective/decryptages/energies-renouvelables/biocarburants-et-e-fuels-des-carburants-renouvelables-davenir#:~:text=Comme%20certains%20biocarburants%20avanc%C3%A9s%20les,former%20des%20mol%C3%A9cules%20d'hydrocarbures>.

[27] « IFPEN | Tout savoir sur les carburants de synthèse (e-fuels) », *IFPEN*. <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/tout-savoir-les-carburants-synthese-e-fuels>

[28] Michaël TORREGROSSA, « Voiture hydrogène : quels avantages et quels inconvénients ? » *h2-mobile.fr*, 23 mars 2024. <https://www.h2-mobile.fr/dossiers/voiture-hydrogene-quels-avantages-quels-inconvenients/>

[29] « Comment fonctionne un véhicule à hydrogène ? » *renaultgroup.fr*, 13 octobre 2023. <https://www.renaultgroup.com/news-onair/actualites/comment-fonctionne-un-vehicule-a-hydrogene/>

[30] Jules Lastennet “Les transports dans l'Union européenne” *touteleurope.eu*, 29 août 2017 <https://www.touteleurope.eu/economie-et-social/les-transport-dans-l-union-europeenne/>

[31] Valentin Ledroit “Le réseau transeuropéen de transport” *touteleurope.eu*, 30 janvier 2021 <https://www.touteleurope.eu/economie-et-social/le-reseau-trans-europeen-de-transport/>

Analyse critique de la souveraineté énergétique de l'Union européenne dans le cadre du plan REPowerEU

Mathieu FOUSSAL DE BELERD, licence de Droit,

Agathe BRUMAUD, licence de Droit,

Laura GARCIA, licence de Sciences de la vie,

Laura GOMES, licence de Sciences de la vie,

Coline MAINGUY, licence de Géographie aménagement.

« Le secteur énergétique est resté trop longtemps à l'écart des libertés fondamentales de l'Union. À l'heure où de nombreux Européens craignent de manquer d'énergie pour se chauffer, on se rend compte à quel point l'enjeu est important. Il est temps que l'Europe agisse à l'unisson en poursuivant des visées à long terme. Je veux que l'énergie sur laquelle repose notre économie soit résiliente, fiable, sûre et de plus en plus renouvelable et durable. » — Jean-Claude Juncker, ancien président de la Commission européenne.

En février 2015, peu de temps après son entrée en fonction à la tête de la Commission européenne, Jean-Claude Juncker avait relancé cette perspective d'Union de l'énergie. Le contexte était alors celui de la crise ukrainienne, de la montée des tensions entre l'Europe et la Russie, ainsi que de la guerre en Syrie. L'approvisionnement énergétique de l'UE semblait menacé et les Européens souhaitaient diversifier leurs importations d'énergie. Le 24 février 2022 la Russie, par ordre de son Président Vladimir Poutine, envahit l'Ukraine. L'Europe, bouleversée, voit ses craintes devenir réalité. Elle propose, dans l'urgence, le plan « REPowerEU » visant à mettre un terme à sa dépendance aux combustibles fossiles russes.

Une Europe souhaitant une énergie verte, peu coûteuse, fiable contredisant la dépendance extrême de certains de ses pays aux importations de gaz russe : telle est la dialectique dans laquelle s'ouvre notre rapport. Dès lors, cette réponse proposée par le plan REPowerEU à une crise inédite que constitue la guerre russo-ukrainienne s'accompagne de plusieurs questionnements.

Ce plan « REPowerEU » est-il un programme pertinent afin de permettre à L'UE d'assurer sa sécurité énergétique ? Cette sécurité énergétique, légitimement recherchée par l'Union européenne, n'ouvrirait-elle pas un débat sur une forme nouvelle de souveraineté énergétique sur son territoire ? Une quelconque indépendance énergétique serait-elle envisageable sur le sol européen ?

Notre rapport, pour y répondre, s'articulera autour de trois axes, eux-mêmes composés de différentes lignes de forces. Dans un premier temps nous constaterons, en essayant d'être relativement exhaustif, le contexte, les ambitions et le rôle concret du plan REPowerEU. Une fois le constat posé, dans un second temps, nous analyserons de manière critique les différents points dudit programme. Enfin, notre troisième temps sera

consacré aux propositions concrètes que nous comptons apporter afin de résoudre la question de la souveraineté énergétique de l'Union européenne.

I. Le plan REPowerEU, un programme établi en réponse à une crise mondiale

« REPowerEU » est un plan qui a été établi par la Commission européenne le 18 mai 2022 avec comme objectif d'aller vers une indépendance énergétique en se passant du gaz, du pétrole et du charbon en provenance de Russie d'ici 2027. Ce plan prévoit ainsi pour l'UE une réduction de la consommation d'énergie, une diversification des approvisionnements en gaz et une accélération de la transition vers les énergies propres/renouvelables. Ce plan s'appuie sur la mise en œuvre des propositions du paquet "Ajustement à l'objectif 55", qui soutient l'ambitieux objectif de l'UE visant à réduire d'au moins 55 % les émissions nettes de gaz à effet de serre d'ici 2030 et de parvenir à la neutralité climatique d'ici 2050, conformément au Pacte vert pour l'Europe.

Ce plan se présente alors comme une réponse à la consommation spécifique d'énergie de l'UE. En effet, près de 70 % de l'énergie disponible dans l'Union européenne est d'origine fossile. L'énergie disponible, qui permet les comparaisons, est proche de l'énergie consommée. Le pétrole (34 %), le gaz (23 %) et le charbon (11 %) dominent à eux trois les sources d'énergie consommées dans l'UE, même si leur part dans le mix énergétique en Europe a diminué de 11 points depuis 1990. À l'inverse, les énergies renouvelables sont de plus en plus utilisées. Elles représentaient un peu moins de 22 % de la consommation finale d'énergie dans l'UE en 2021, contre 16 % en 2012.

Chiffres clés

Energie brute disponible dans l'Union européenne (UE27, 2021)

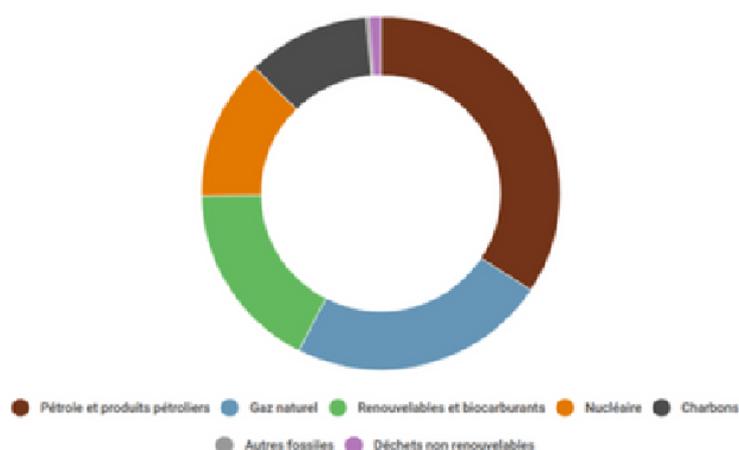


Figure 1. Énergie brute dans l'Union européenne (UE27, 2021). Source : Eurostat.

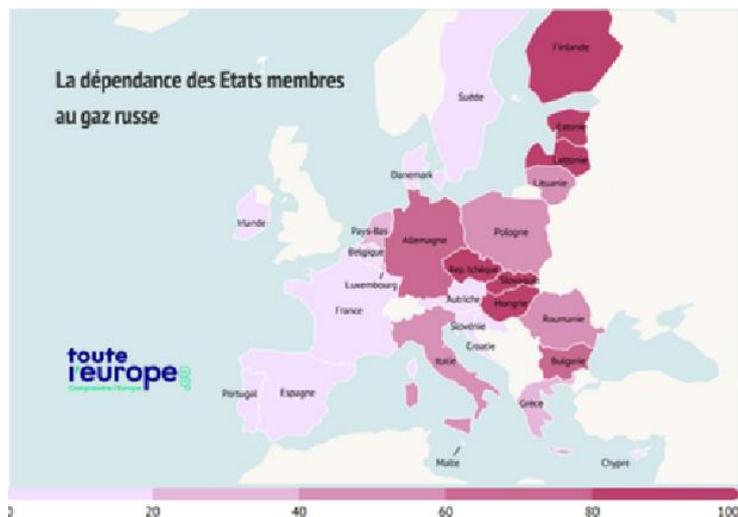


Figure 2. Part des importations de gaz provenant de Russie dans l'ensemble des importations de gaz en 2020. Source : Eurostat.

L'énergie consommée qui provient en grande partie d'importation Russe, n'est pas égale. En effet, tous les pays n'ont pas la même dépendance au gaz russe. Dans plusieurs États, la quasi-totalité, voire la totalité, des importations de gaz naturel provient de Russie. C'est le cas en Lettonie (100 %), en République tchèque (100 %), en Finlande (97,6 %), en Hongrie (95 %) ou encore en Estonie (93 %). Tous ces pays n'ont cependant pas le même mix énergétique. Si la Lettonie et l'Estonie ont des taux proches en matière d'approvisionnement en gaz russe, ce dernier utilise très peu de gaz en comparaison avec d'autres pays européens : cette énergie représente ainsi 8 % du mix énergétique estonien en 2020, contre 20 % en Lettonie la même année.

Dès lors, le 18 mai 2022, suite à la situation de crise imposée par l'invasion russe en Ukraine et en réponse à la demande formulée par les Vingt-Sept lors de leur réunion à Versailles les 10 et 11 mars, la Commission européenne a dévoilé le plan REPowerEU.

Ce plan répondant à une situation de crise propose une stratégie reposant sur quatre piliers : économiser de l'énergie, remplacer les énergies fossiles russes par d'autres hydrocarbures, promouvoir les énergies renouvelables et investir dans de nouvelles infrastructures comme des terminaux de gaz naturel liquéfié (GNL). Cependant, afin de réaliser cela, la commission européenne a dû trouver des solutions pour proposer un financement viable étant le résultat d'accords entre différents partenaires. Ainsi, les États membres et les eurodéputés ont trouvé un accord le 14 décembre 2022 sur les modalités de financement de cette feuille de route. Chaque pays a eu l'opportunité de présenter son propre plan de réformes et d'investissements afin de bénéficier d'une assistance européenne pour atteindre les objectifs fixés par REPowerEU.

De manière concrète, selon la Commission, le chantier stratégique proposé par l'Union européenne nécessite 210 milliards d'euros d'investissements supplémentaires de 2022 à 2027. Les secteurs public et privé sont nécessaires pour se défaire progressivement des

combustibles fossiles fournis par la Russie d'ici 2027. La commission compte alors en partie sur les économies dues à la réduction des importations russes (100 milliards d'euros par an) et sur les prêts non utilisés du plan de relance européen (225 milliards d'euros). C'est donc la facilité pour la reprise et la résilience (FRR) qui est la principale source de financement du plan REPowerEU. De surcroît, le financement sous forme de subventions, d'une valeur maximale de 20 milliards d'euros, est assuré par le Fonds pour l'innovation (à 60 %) et la vente de quotas du système d'échange de quotas d'émission (SEQE) (à 40 %).

Le montant des subventions pour chaque État membre est alloué selon certains critères. Ainsi, en fonction de la position des États, le financement n'est pas le même. La prise en compte de la politique de cohésion, la dépendance des États membres à l'égard des combustibles fossiles et la hausse des prix des investissements sont alors critères essentiels. Ainsi, la Pologne (14 %), l'Italie (14 %) et l'Espagne (13 %) en sont les premières bénéficiaires. La France, quant à elle, devrait bénéficier de 2,3 milliards, soit un peu moins de 12 % de l'enveloppe européenne totale. Enfin, les États membres peuvent affecter à REPowerEU une partie de leur dotation provenant de la réserve d'ajustement au Brexit, une enveloppe créée en 2021 pour compenser les conséquences économiques de la sortie du Royaume-Uni de l'UE. Cela représente 5,4 milliards d'euros.

Afin de mettre en œuvre le plan REPowerEU, les États membres sont soumis à une procédure particulière. En effet, chaque État ayant des objectifs qui lui sont propres a dû exposer ses objectifs à la Commission. Lors de la mise en place de REPowerEU en avril 2023, les États ont été en phase de « présentation ». Chaque État devait présenter son plan pour la reprise et la résilience (PRR), avec des chapitres spécifiques dédiés à REPowerEU contenant de nouvelles réformes et de nouveaux investissements, ainsi qu'une amplification de ceux-ci. Mais également, les États pouvaient demander le préfinancement de 20 % au maximum des financements supplémentaires. Suite à cela, chaque plan a été évalué par la Commission européenne puis une phase d'approbation s'est réalisée donnant accord aux évaluations positives et au moyen de décisions d'exécution. Enfin, la Commission et les États membres ont signé des accords de financement et/ou de prêt. Les mesures prises et appliquées dans le cadre de ce plan sont alors diverses à l'échelle européenne et propres à chaque État, répondant tout de même aux demandes particulières de l'UE. Une infographie proposée par le Conseil européen et le Conseil de l'Union européenne expose ces mesures.

Le plan REPowerEU comprend ainsi plusieurs mesures afin d'instaurer des économies d'énergies, des changements de comportement pour réduire la demande en énergie, la promotion des énergies renouvelables dans divers secteurs comme le logement, l'industrie et les transports, ainsi que le renforcement des infrastructures énergétiques transfrontalières. À cela s'ajoute, le besoin de stimuler l'économie européenne (en investissant dans les énergies propres) et enfin renforcer la sécurité énergétique (en

diversifiant les sources d'énergie et en développant les activités de production locales, l'UE souhaite réduire sa vulnérabilité et sa dépendance aux interruptions de fourniture).

Principales mesures

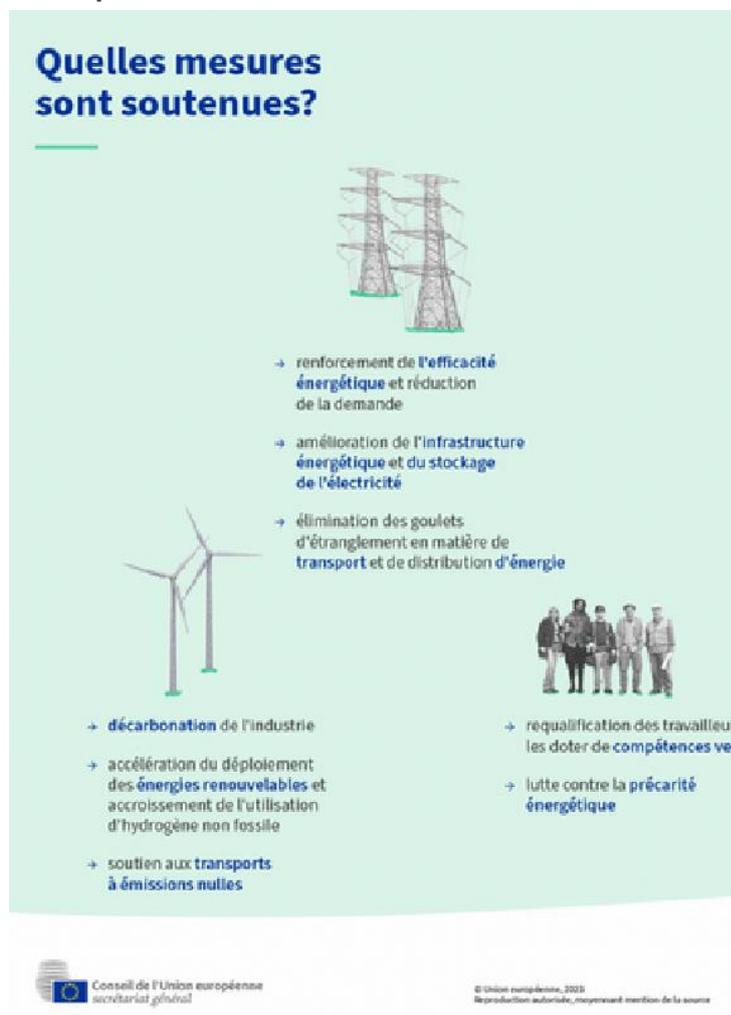


Figure 3. Source : conseil de L'Union européenne, secrétariat général.

Le financement du plan REPowerEU

- 100 milliards d'euros en prévision liées aux économies dues à la réduction des importations russes
- 225 milliards d'euros au titre des prêts non utilisés du plan de relance européen
- 20 milliards d'euros prendront la forme de subventions assurées par le Fonds pour l'innovation (à 60 %) et la vente de quotas du système d'échange de quotas d'émission (SEQE) (à 40 %).

Autres sources de financement :

- Fonds de la politique de cohésion
- Fonds européen agricole pour le développement rural
- Mécanisme pour l'interconnexion en Europe
- Fonds pour l'innovation

- Financement national et européen à l'appui des objectifs du plan REPowerEU
- Mesures fiscales nationales
- Investissement privé
- Banque européenne d'investissement

II. Une mise en perspective du plan REPowerEU

Dans cette partie, il conviendra de traiter de manière analytique, en portant un regard citoyen et raisonné, différents aspects (politique, économique, environnemental) du plan REPowerEU.

1. La montée en puissance des énergies renouvelables dans différents domaines

Le secteur de l'électricité

Actuellement la part d'électricité produite par des énergies renouvelables, s'étend à 55 %, selon les prévisions, d'ici 2027. Cependant, la commission européenne a dégagé un taux d'accroissement de 69 % pour soutenir le plan REPowerEU ainsi les projections actuelles sont bien en dessous des objectifs espérés. Ainsi, il existe un risque d'incompatibilité entre la demande réelle d'électricité et la production espérée.

Le secteur des transports

D'ici 2027, 16 % de l'énergie utilisée dans les transports seraient issus de sources renouvelables. Néanmoins cela correspond à 50 % moins des objectifs évoqués par le plan REPowerEU, même si des pistes furent évoquées, relatives au déploiement plus efficace de biofuel ou encore le développement de programmes permettant la conservation plus effective de l'énergie dans les batteries.

Le secteur de l'énergie domestique

Le plan REPowerEU a fixé un objectif d'augmentation de la part d'énergie renouvelable accordée à l'usage domestique (chauffage, climatisation). Ce dernier représente une augmentation annuelle de 2.3 points de pourcentage. Cependant à l'heure actuelle, cette part de renouvelable n'augmente que de 0.9 points de pourcentages par an, inefficace pour atteindre les objectifs du plan REPowerEU. Les institutions européennes mobilisent des politiques agressives pour soutenir les chaînes de production d'énergie domestique renouvelable, notamment au travers du déploiement des sources à base de biométhane.

2. La mise à l'écart du nucléaire

L'énergie nucléaire mise de côté

Si cette source d'énergie est la première source d'électricité bas carbone de L'UE, son rôle n'est que très peu reconnu dans le Plan REPowerEU. Dans un communiqué de 2022, L'Agence internationale de l'énergie met en avant la nécessité de garder en activité les réacteurs (Allemands...) afin d'économiser sur le gaz et de limiter son importation. Aspect essentiel du Plan REPowerEU dans la mesure où l'UE cherche à réduire efficacement sa dépendance au gaz russe.

Un intérêt nouveau porté au nucléaire dans un objectif de stabilité énergétique

La présidente de la Commission européenne, Ursula von der Leyen, a qualifié l'énergie nucléaire de technologie prometteuse et a mentionné une « course » au développement et à la mise sur le marché de ces technologies. De son côté, le groupe industriel nucleareurope a sollicité davantage de clarté concernant les mécanismes de financement et d'investissement, et a rappelé l'importance de considérer les investissements dans l'énergie nucléaire comme durables. Le Sommet sur l'énergie nucléaire 2024 est un moment clé pour la politique énergétique mondiale et la protection du climat, et il reconnaît clairement le recours à l'énergie nucléaire comme faisant partie intégrante de la solution pour un avenir énergétique propre, sûr et durable. Ainsi ce nouveau regard sur le nucléaire permet de l'inclure dans les moyens mis en œuvre pour atteindre les objectifs du plan REPowerEU.

3. La question des GNL (gaz naturel liquéfié)

Substitution des combustibles fossiles

La commission de l'hydrogène, affectée au plan REPowerEU a présenté une stratégie à l'écart des objectifs globaux du plan. Ainsi, cette dernière serait en faveur d'une limitation de la production d'hydrogène aux seules sources d'énergie renouvelables. Le problème étant les questions de géostratégies au niveau du transport de ce gaz sur de longues distances. Dans un second temps, on s'aperçoit que la filière européenne dans l'hydrogène est très peu compétitive, mettant en avant le risque d'une substitution d'une dépendance au gaz russe par une autre dépendance à l'hydrogène importé.

Des infrastructures d'acheminement du GNL, incertaines

L'UE fait face à un déficit d'infrastructures énergétiques critiques pour l'acheminement du GNL : méthaniers, terminaux GNL, stations de stockage, interconnexions, ce qui fragilise davantage encore sa sécurité d'approvisionnement. Par ailleurs, selon le Shift Project, la capacité des pays de l'UE à développer des infrastructures de regazéification adéquates pour répondre aux besoins d'importation en GNL risquent de demeurer un facteur d'incertitude jusqu'en 2025 au moins.

4. Les enjeux géopolitiques

Azerbaïdjan

Afin de diversifier leurs importations de gaz suite au conflit Ukraine-Russe, l'UE s'est tournée vers l'Azerbaïdjan et ses ressources gazières et pétrolières. En 2023, l'UE a reçu près de 11 milliards de mètres cubes d'approvisionnement en gaz stable et sécurisé en provenance d'Azerbaïdjan (Kadri Simson), tout cela dans le cadre d'un accord d'approvisionnement visant à atteindre les 20 milliards de mètres cubes par an d'ici 2027. Toutefois ce fournisseur n'est pas idéal selon le Parlement Européen. En effet les conflits géopolitiques sont au cœur des préoccupations dans la mesure où l'Azerbaïdjan suite à son attaque du Haut-Karabakh, a contribué à l'exode de 100 000 arméniens et continue de menacer ces territoires du haut de sa position 'exportateur. Ainsi si l'UE semble se

concentrer sur une sécurité énergétique, la sécurité diplomatique ne doit pas être négligée.

États-Unis

Le 25 mars 2022, le président américain Joe Biden et la présidente de la Commission européenne signent un accord pour livrer 15 milliards de mètres cubes de GNL à l'UE, soit une hausse de 70 % par rapport à l'année 2021, et jusqu'à 50 mmc supplémentaires chaque année d'ici à 2030. Toutefois les moyens d'extractions de ce gaz mettent en avant des préoccupations climatiques majeures incompatibles avec les objectifs climatiques européens. De plus la possible présence de Donald Trump dans le champs politique a fait émerger la menace d'un protectionnisme américain sur le marché du GNL.

Qatar

Les pays européens se tournent également vers le Qatar, deuxième exportateur mondial de GNL. Doha a annoncé un accord permettant d'approvisionner l'Allemagne en GNL jusqu'à 2 millions de tonnes par an, pendant quinze ans à partir de 2026

Algérie

Un exportateur important de gaz vue comme fiable par l'Europe (octobre 2022, la commissaire européenne à l'Énergie Kadri Simson) « l'Algérie est un fournisseur de gaz important et fiable pour l'Europe ». Or, au cours de l'année passée, les décisions d'Alger de fermer le gazoduc Maghreb-Europe, et de réduire des approvisionnements en gaz vers l'Espagne à la suite du soutien du gouvernement espagnol au plan d'autonomie marocain pour le Sahara occidental, suggèrent que le pays pourrait, lui aussi, utiliser le gaz comme un levier géopolitique.

5. Des financements manquant de réalisme

Dans son élaboration du Plan REPowerEU, il apparaît évident que la commission européenne a sous-estimé les besoins d'investissements pour la soutenabilité de ces mesures (Rystad energy). En effet, les besoins relatifs aux déploiements des énergies renouvelables ou bien l'inflation autour des prix des matières premières n'ont pas été considérés très sérieusement par la commission. L'investissement autour des infrastructures de transport du GNL est également remis en cause dans la mesure où l'implantation sur le long terme de ces infrastructures est contraire à la politique climatique européenne. De plus, investir dans ce domaine reste incertain car l'UE n'est pas suffisamment compétitive pour s'imposer sur ce marché dominé majoritairement par la Chine.

6. Des objectifs climatiques mis en suspend

La stratégie GNL de l'Europe, aggravant sa dépendance aux combustibles fossiles volatiles, stimule le développement de nouvelles infrastructures gazières aux États-Unis et dans le monde. Or, le GNL américain présente une empreinte carbone dix fois supérieure au gaz norvégien ou néerlandais transitant par gazoduc. Par ailleurs, en raison

de la distance et du mode extractif, le GNL américain, souvent issu de gaz de schiste, est deux fois plus émetteur que le gaz russe.

Ainsi, les engagements climatiques de l'UE, qui visent la neutralité carbone en 2050 et la réduction des émissions de 55 % d'ici à 2030 selon le plan Fit for 55, sont contradictoires avec ces stratégies mises en œuvre pour remplacer les importations de gaz russes par des sources et des moyens alternatifs d'approvisionnement.

La rupture d'approvisionnement de l'Europe au gaz russe pousse certains pays à la réouverture et à la prolongation de la durée de vie de centrales à charbon. Par exemple, l'Allemagne a connu une forte hausse de sa production de charbon en 2021 et 2022.

7. Une mise en concurrence à différentes échelles

Une concurrence mondiale

En outre, le développement d'une vive concurrence d'approvisionnement sur le marché du GNL est à redouter entre l'UE et les pays importateurs de GNL, notamment avec le continent asiatique. Selon Rystad Energy, en 2025, la demande de gaz de la Chine serait couverte à 100 % par des contrats existants, tandis que celle de l'UE ne serait couverte qu'à 61 % sans les contrats russes et à 87 % avec les contrats russes. Ainsi, le taux de couverture de la demande chinoise par des contrats existants est meilleur que celui de l'UE. La Chine est devenue en 2021 le premier partenaire commercial du Qatar à l'export comme à l'import. L'entreprise chinoise Sinopec a signé un contrat long terme d'une durée de vingt-sept ans avec le Qatar pour la fourniture à la Chine de 4 millions de tonnes par an de GNL. Les tensions risquent de s'aggraver, compte tenu de la croissance attendue des besoins asiatiques et des difficultés dans la mise en œuvre des objectifs européens de décarbonisation. L'essor plausible, au cours de cette décennie, de nouveaux besoins massifs ailleurs en Asie (Inde, Pakistan, Thaïlande, Bangladesh, Indonésie...) accroîtrait fortement la demande mondiale de GNL.

Une concurrence interne

Suite au développement de l'initiative des trois mers 2016 dont l'objectif principale était de créer un couloir énergétique nord sud avec des corridors pour faire circuler les GNL dans toute l'Europe en fonction des besoins afin de rompre la mono-dépendance des marchés régionaux vis-à-vis de Gazprom. On a vu émerger, sur le terrain de la construction des corridors nord-sud et sud-européen, un fort mouvement de compétitions entre les pays de transit pour devenir des hubs régionaux. C'est particulièrement le cas en Europe du Sud-Est, où la Bulgarie, la Grèce et la Turquie qui cherchent ainsi à tirer leur épingle du jeu.

III. 17 propositions pour les 20 prochaines années

Ce rapport a pour principale ambition de proposer des lignes de conduites ainsi que des méthodes de développement qui permettront d'orienter des politiques énergétiques européennes à la fois pérennes, écologiques et souveraines.

Ces 17 recommandations devront, avant toute chose, se mettre en place dans un cadre démocratique, acceptable par les citoyens, à l'échelle européenne. Ainsi, ces propositions ne pourront se mettre en œuvre de manière durable et cohérente qu'à condition d'un consensus républicain autour de l'urgence énergétique, climatique et écologique.

1. Liste des propositions

Proposition 1 : Augmenter les investissements dans les énergies renouvelables pour éviter une dépendance accrue aux énergies fossiles. En finançant les coûts élevés de construction des infrastructures de stockage et de transport des gaz fossiles, l'Union européenne risque de s'éloigner de sa transition énergétique.

Proposition 2 : Mettre en place une stratégie cohérente et un esprit de solidarité entre les États membres sur le plan diplomatique, ainsi qu'en matière d'importation d'énergie et de partage d'énergie par l'intermédiaire de l'interconnexion transfrontalière. Le processus entier devrait être institutionnalisé au niveau de l'UE et systématisé au sein du marché mondial de l'énergie.

Proposition 3 : Évaluer attentivement les risques lors de l'établissement de partenariats énergétiques, en tenant compte de la situation politique du pays afin de créer une route d'approvisionnement sécurisée. D'un point de vue éthique, nouer des relations avec des pays instables ou dépendant uniquement des revenus des énergies fossiles peut représenter un risque pour eux.

Proposition 4 : L'un des objectifs du plan REPowerEU est d'augmenter la part de l'énergie solaire pour atteindre une production de 320 GW d'ici 2025 et 600 GW d'ici 2030. Ces installations nécessiteront une grande quantité de matières premières et de matériaux d'installation. Pour éviter une nouvelle dépendance envers des exportateurs puissants comme la Chine, qui peuvent "militariser" ces ressources, il est nécessaire d'approfondir les mesures du "Critical Raw Materials Act" et de mettre l'accent sur l'investissement pour rendre l'Europe plus compétitive sur le marché mondial.

Proposition 5 : Créer des chaînes de production interconnectées pour le raffinage des matières premières, ce qui permettrait à l'Europe de devenir plus autonome. Tout en augmentant la part du recyclage des matières premières à partir des déchets dans les plans de REPowerEU.

Proposition 6 : Réduire la bureaucratie, simplifier les procédures d'obtention de permis pour l'installation de parcs éoliens et photovoltaïques, tout en protégeant la biodiversité et en impliquant et informant les communautés locales.

Proposition 7 : Diminuer notre consommation d'énergie pour réduire nos besoins d'importations d'énergie.

Proposition 8 : Instaurer des obligations minimales de stockage de gaz pour renforcer la résilience des marchés. En effet, le stockage du gaz joue un rôle clé en ce qu'il permet de

répondre aux variations saisonnières de la demande et de faire face à des événements inattendus, tels que les pics de demande ou les ruptures d'approvisionnement, qui font exploser les prix. Le stockage du gaz offre une sécurité encore plus précieuse en cas de tensions géopolitiques.

Proposition 9 : Appuyer les décisions de politique énerve en Europe sur une expertise de prospective et de scénarisation énergétiques, des études d'impact solides et redéfinir les objectifs et indicateurs pour mieux cibler la décarbonation.

Proposition 10 : Clarifier les objectifs de la politique commune de l'énergie et les compétences entre l'UE et les États membres dans le traité sur le fonctionnement de l'UE (TFUE).

Proposition 11 : Développement de l'hydrogène vert (27 mmc) et biométhane (17 mmc) : leur consommation permettrait de réduire les usages industriels de gaz pour les procédés où l'électrification n'est pas possible : production d'ammoniac, raffinage dans la pétrochimie, réduction du minerai de fer. Ces gaz et leurs dérivés sont également envisagés comme carburants pour le transport maritime, aérien et la mobilité lourde où les contraintes d'autonomie de l'électrique sont fortes (flottes de bus, poids lourds commerciaux).

Pour aller plus loin

Le volet sociétal est absent de REPowerEU. En effet, nous estimons qu'il est nécessaire d'éduquer et de sensibiliser sur la nouvelle trajectoire européenne en matière d'énergie afin que chacun se sente concerné et capable de contribuer. Les mesures prises jusqu'à présent sont principalement dirigées vers les industries, les partenaires étrangers et le marché intérieur, mais pour un citoyen européen, ces concepts sont distants. REPowerEU pourrait donner des outils aux pays membres afin de concrétiser ses objectifs au plan local. C'est pourquoi nous souhaitons apporter des propositions qui permettent d'impliquer davantage d'Européens pour changer durablement et profondément les habitudes et leur permettre d'agir directement sur leur territoire.

Proposition 12 : D'un point de vue local, il faut renforcer la réglementation et le financement des communautés d'énergies renouvelables locales dans le plan REPowerEU. Ces communautés sont en mesure de profiter économiquement de la production d'énergie renouvelable locale tout en diminuant leur empreinte carbone.

Proposition 13 : Augmenter la visibilité de REPowerEU auprès des communautés locales par le biais de campagnes d'information, d'aide et de financement pour mettre en place des initiatives citoyennes d'économie d'énergie.

Proposition 14 : Intensifier les campagnes d'information pour impliquer les citoyens dans les décisions et mettre en place un conseil citoyen et un comité scientifique dans chaque pays.

Proposition 15 : Inciter à l'éducation sur l'énergie dans chaque établissement pour créer des consommateurs compétents de demain.

Proposition 16 : Rendre systématique les formations "développement durable" dans des formations tel que génie civil et ingénierie.

Proposition 17 : Faciliter la transition vers des "emplois verts de l'énergie" pour les employés qualifiés du secteur de l'énergie, à travers des formations financées par les entreprises et une revalorisation du salaire.

IV. Conclusion : Peut-on prétendre à une souveraineté totale en matière d'énergie ?

Aujourd'hui, nous réalisons qu'il est impossible pour l'Europe d'être complètement indépendante en ce qui concerne les énergies fournies par des pays tiers. L'Europe reste trop dépendante des énergies fossiles et nécessite des matières premières étrangères pour commencer sa transition énergétique. La solution pourrait donc reposer sur les autres piliers de REPowerEU, à savoir réduire la consommation d'énergie et augmenter la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique. En ce qui concerne REPowerEU, la nature de sa création était de mettre en place des solutions à court terme. Cependant aujourd'hui, si l'on souhaite rendre l'Europe plus autonome sur le long terme, il est aussi essentiel de remettre en cause la structure, les objectifs et les modalités de REPowerEU pour l'adapter à des stratégies énergétiques pérennes.

V. Bibliographie

1. Articles

J. Verdes "La dépendance énergétique dans l'Union européenne" (toutel'europe.ue) - 2023

A. Olivier " REPowerEU : comment l'Union européenne veut sortir de sa dépendance aux énergies fossiles russes" et "L'énergie dans l'union européenne" (toutel'europe.ue) - 2023

A. Pécout et F. Vincent "Arménie: la hausse des importations de gaz d'Azerbaïdjan met l'Europe dans l'embarras" (lemonde.fr) - 2023

A. Le Bec "La stratégie énergétique de l'Union européenne" (dans "Futuribles" p.100-106, cairn info) - 2022

N. Robière et L.Gobin "L'Union européenne à la recherche de sa sécurité énergétique" (dans "Hérodotes" p.109-118, cairn info) - 2023

N. Tocci "La sécurité et la transition énergétiques européennes sont les deux faces de la même médaille" (dans "Revue Défense Nationale" p.17-26, cairn info)

2. Rapports

"REPowerEU: la politique énergétique dans le cadre des plans pour la reprise et la résilience des pays de l'UE" (conseil de l'union européenne) - Janvier 2024

" Is the European Union on track to meet its REPowerEU goals?" (IEA, Pari) - 2022

"A Changing Energy Diplomacy: The External Dimension of the REPowerEU" (Plan Istituto Affari Internazionali) - Mars 2023

EU on manœuvres ? Dividends and challenges for REPowerEU" (The Council on Geostrategy's online magazine) - Janvier 2024

“Critical Raw Materials: ensuring secure and sustainable supply chains for EU's green and digital future” (Commission Européenne) - Mars 2024

“From the Green Deal to RepowerEU” (Foundation for European Progressive Studies) - Février 2023

“When Europe talks climate, it needs to think jobs” (Jacques Delors Centre)

3. Reportage

C. Maisonneuve “L'énergie le défis du siècle” (ARTE) - Mars 2022

4. Publications scientifiques

The EU's natural gas Cold War and diversification challenges (Energy Strategy Reviews) Aout 2022

Gaz naturel : quels risques pour l'approvisionnement de l'Union européenne (The Shift Project), 6 décembre 2022

Vers un numérique responsable

Océana RENAUD, Sciences pour la santé,

Alexandre ECALLE, Informatique,

Agathe DAUNAS, Sciences de la vie,

Thibaut LAURENT, Sciences pour la santé,

Margot LUCAD, Génie des matériaux,

Matthis STRADY, Sciences pour la santé.

Le monde fut bouleversé par le développement et l'amélioration de l'accès au numérique. Il permet, notamment, de participer et de faciliter le progrès. Néanmoins, ce dernier a un impact environnemental croissant pour plusieurs raisons : la demande en matériel informatique, les échanges d'informations qui ne cessent de se développer et la transition numérique de nombreux pays qui est en cours. Dans ce contexte, il est primordial de comprendre les impacts sur la société de l'environnement du digital pour tirer le meilleur parti de ses avantages tout en réduisant ses effets négatifs. Pour cela, de nombreux pays et groupes de pays ont tenté diverses approches, comme notamment les pays de l'Union européenne (UE).

Nous allons alors nous demander dans quelles mesures le numérique impacte la planète dont l'Union européenne et quels sont les choix des Vingt-Sept pour réguler ces répercussions.

Dans un premier temps, il convient d'étudier le numérique dans sa globalité ainsi que ses impacts à différentes échelles. Dans une seconde partie, il est pertinent de s'intéresser aux législations de l'Union européenne dans l'objectif d'une transition vers un numérique éco-responsable. Ensuite, nous nous intéresserons à l'aspect de la résilience et son application dans le cadre du Numérique Responsable avec, notamment, le Pacte Vert pour l'Europe. Et, pour finir, les solutions qui pourraient être apportées pour limiter les impacts impliquant l'évolution des mentalités et du comportement de la population, les propositions de solutions de l'UE. Pour compléter cette conclusion nous nous sommes permis d'ajouter notre regard critique sur celles-ci ainsi que nos suggestions.

I. Le Numérique en général

1. Définition du numérique et développement du terme

Premièrement, nous allons présenter le numérique dans sa globalité et ses impacts à l'échelle mondiale/européenne qu'il induit. Selon le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL) [1], le numérique correspond à ce qui a rapport aux nombres ou qui concerne des opérations sur des nombres. Aujourd'hui, nous pouvons affirmer que la définition a évolué et désigne la technologie de l'information et de la communication dans notre langage courant. Le numérique englobe maintenant un large panel d'aspects que nous retrouvons dans la Fig. 1.

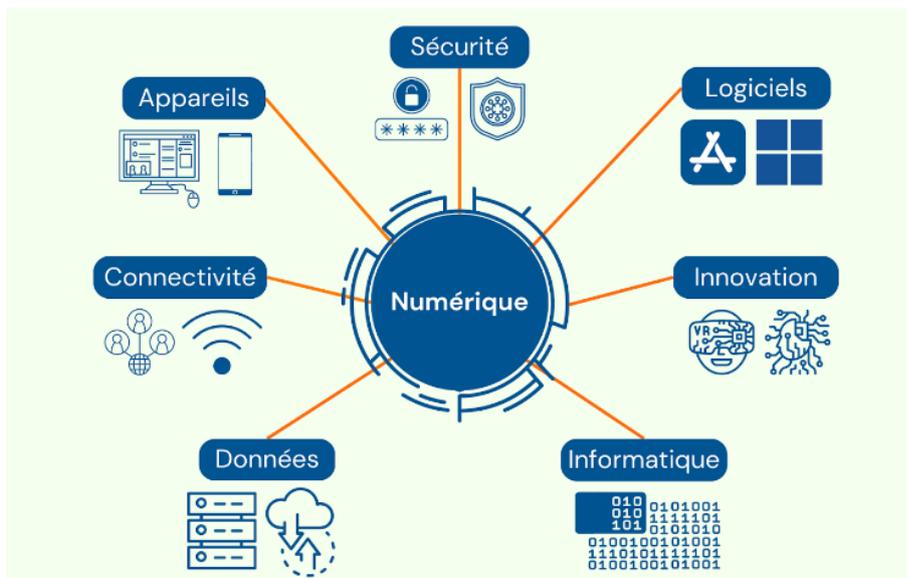


Figure 1. Les différents aspects du Numérique.

2. Les impacts du numérique à toutes les échelles

L'implication du numérique dans les difficultés environnementales actuelles est complexe à étudier. En effet, l'ensemble de ces effets a lieu dans l'entière du monde et la transition numérique s'est progressivement imposée à tous les secteurs d'activité, si bien que nous serions obligés de s'intéresser à chacun d'eux. Malgré la difficulté, il est tout de même possible d'évaluer les impacts de ces technologies. Premièrement, pour appréhender cette question, il faut comprendre que les impacts du numérique peuvent être directs et indirects.

Premièrement, pour les impacts directs, il faut savoir qu'une majorité des aspects cités dans la Fig. 1 contribue à la problématique environnementale et que la demande en biens numériques a explosé et continue de croître comme le montre les grands nombres du Tableau 1. (En effet, nous avons besoin du numérique dans la majorité des métiers et des domaines, aujourd'hui nous pouvons même affirmer que le numérique est nécessaire à notre vie en société ce qui explique cette croissance de la demande [2].)

Tableau 1. Nombre d'appareils numériques mis sur le marché mondial en 5 ans (Source : Statista, 2019). M = millions.

Appareils	Smartphones	PC	Moniteurs	TV	Tablettes	Ordinateurs portables
Nombre	4 500 M	106 M	227 M	454 M	120 M	163 M

Pour être produits, ces appareils sont soumis à un ensemble d'étapes. C'est le cycle de vie de l'appareil. Ça commence par la conception. Ensuite, on extrait les matières premières et l'énergie nécessaire, on le fabrique en usine et on le transporte vers le lieu

où il sera vendu. L'appareil sera utilisé puis entrera en fin de vie et sera trié puis jeté ou recyclé. Il est possible de voir ce qui vient d'être décrit sur la Fig. 2.

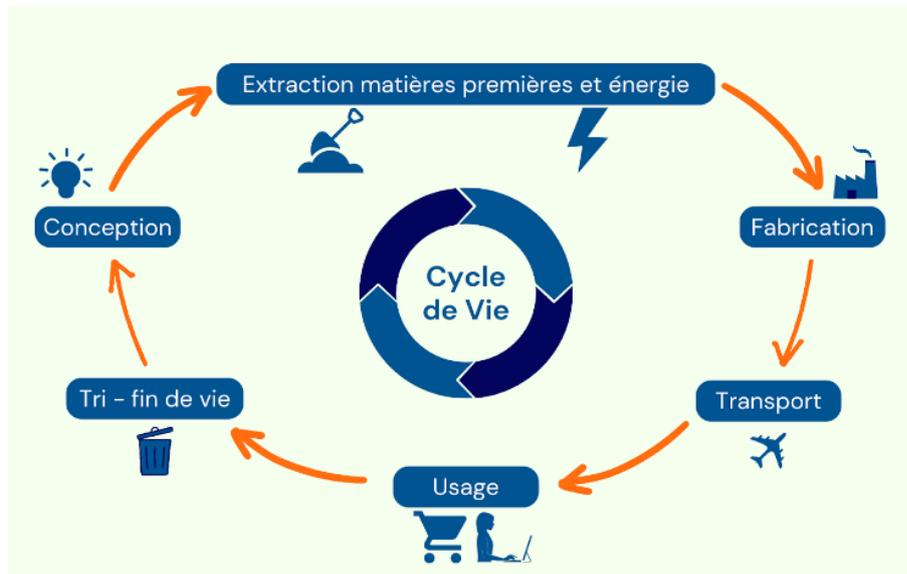


Figure 2. Les étapes du cycle de vie d'un appareil [26].

Ainsi, les pollutions provenant du numérique peuvent se diviser en deux catégories différentes : les émissions de gaz à effet de serre (par la production d'énergie nécessaire au cycle de vie de l'appareil) et celles engendrées par les procédés industriels. Puisque chaque étape du cycle de vie requiert une certaine quantité d'énergie, chaque palier a un impact sur l'environnement. Pour donner un ordre de grandeur, les projections du Shift Project (Annexe 1) expliquent que, d'ici 2025, la quantité d'émission de gaz à effet de serre du secteur du numérique (valant actuellement 2 à 4 % des émissions de GES (Gaz à Effets de Serres) mondiales) serait équivalente à celles du secteur automobile actuel si la tendance n'est pas inversée par des solutions rapidement. [3] Ensuite, lors de leur fabrication puis usage par des particuliers, les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) représentent 10 % de la consommation électrique mondiale (cette valeur est faible comparé à la consommation électrique d'autres domaines comme les transports mais reste significative avec une croissance constante) répartie de manière homogène. L'utilisation des terminaux et des réseaux, le stockage des données et la production d'ordinateurs représentent la plus grande partie de la consommation électrique. Ensuite vient la production de TV, de smartphones et autres comme on peut le voir sur la Fig. 3.

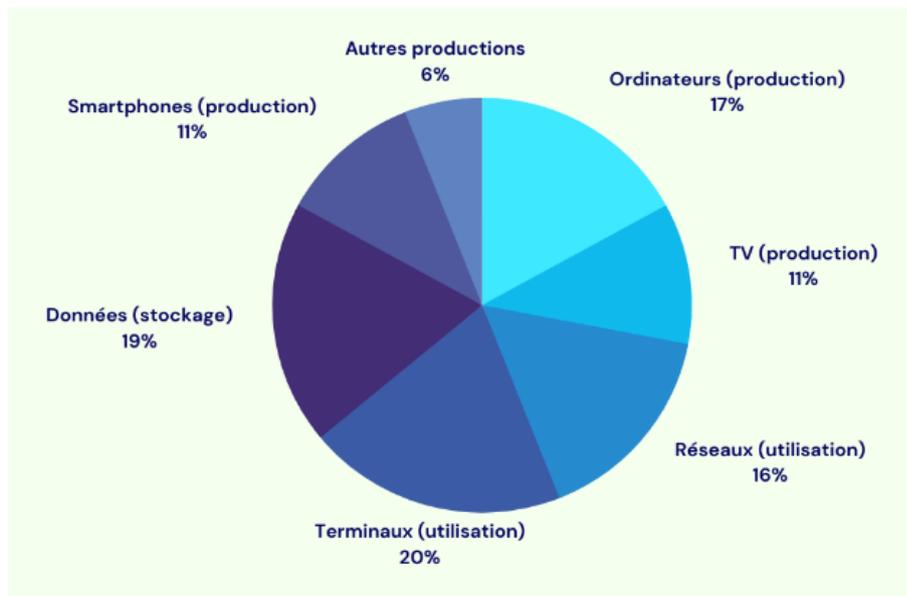


Figure 3. Répartition de la consommation électrique.

Concernant l'étape de la fabrication, il est important de noter que la production des matériaux qui constitue les produits numériques représente la principale source d'exploitation de certains éléments, notamment des métaux (Annexe 2). Cela s'explique par le fait que le nombre d'objets numériques à produire est colossal, qu'ils sont nécessaires dans une grande diversité de domaines (pas seulement les particuliers car il y a la transition numérique). De plus, leur fabrication demande une grande quantité de ressources (par exemple, la fabrication d'un smartphone induit l'utilisation de 70 matériaux différents dont 50 métaux) [2]. Si on poursuit cette cadence de production, les réserves restantes seraient de 15 ans pour l'étain, 16 ans pour l'or, 20 ans pour l'argent et 39 ans pour le cuivre (valeurs ne prenant pas en compte les futures découvertes et innovations technologiques) [2]. Néanmoins, les pollutions entraînées par les procédés d'extraction des minerais utilisés dans le numérique constituent des problèmes de plus grande ampleur que la disparition de ces métaux. Effectivement si l'une des étapes du cycle de vie de l'appareil à des conditions environnementales des terrains non optimales, un grand nombre de composés toxiques sont dégagés (métaux lourds ou phtalates, solvants etc.), dégradant grandement la qualité de l'air, du sol et de l'eau. Ces effets néfastes entraînent des répercussions sur la santé des populations ainsi que sur la faune et la flore locale (érosion de la biodiversité). [2]

Enfin, la plus grande part de la dépense énergétique provient du stockage dans les datacenters (bâtiments regroupant un très grand nombre de serveurs) et de l'échange des données via les réseaux (communiquer par mail, par les réseaux sociaux etc.). Sachant que le trafic internet mondial croît de plus en plus, la pollution ne cesse d'augmenter. Selon l'ADEME (Annexe 3), en 2011, l'envoi d'un courriel avec pièce-jointe d'un Mo entraînait le relâchement d'environ 20g de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, et

aujourd'hui, 80 à 90 % des données qui circulent sur ces réseaux sont des vidéos, c'est donc très polluant de les stocker et de les faire véhiculer. [4]

Deuxièmement, le numérique conduit à des impacts que l'on peut qualifier d'indirects. Pour optimiser les systèmes informatiques, il ne suffit pas de réduire les impacts environnementaux causés par l'utilisation des TIC. Selon certaines études, les gains environnementaux réalisés par la numérisation (politique IT for green, expliquée ultérieurement) sont atténués par les effets de l'explosion de la demande en matériel numérique et par la re-matérialisation (par exemple, la dématérialisation des factures n'est pas suffisante concernant les émissions de GES car 35 % de ces factures sont imprimées par les particuliers une fois reçues par mail/internet, elles sont rematérialisées.) Pareillement, l'idée de dématérialiser les pratiques commerciales (achats via les sites internet) semblent à première vue être une solution, mais finalement, cela augmente la propension à consommer et se déplacer (et nous savons que la surconsommation et l'utilisation de la voiture induit un impact environnemental démesuré). D'une manière générale, les TIC accélèrent la société dans son ensemble, en amplifiant les techniques de production et d'exploitation des ressources, ce qui entraîne des phénomènes (surconsommation, re-matérialisation, déplacement etc.) ayant un impact sur l'environnement. [2]

II. Les réglementations actuelles (Numérique Responsable, législations)

1. Le Numérique Responsable : définition, caractéristiques

Afin d'éviter que les avantages du numérique ne soient pas inhibés par les effets rebond environnementaux cités dans la partie précédente, il est important de se diriger vers une démarche plus durable du numérique : Le Numérique Responsable (NR). C'est un concept d'amélioration visant à promouvoir l'utilisation engagée des nouvelles technologies en réduisant l'empreinte écologique et les problématiques socio-économiques du numérique. Cette approche regroupe deux concepts : le Green IT (réduction de l'empreinte environnementale à l'échelle de la DSI des organismes ou des entreprises) et l'IT for green (met le numérique au service du développement durable et la conception responsable de services numériques pour d'autres secteurs). Celui-ci va donc agir dans différents champs. Par exemple, pour réduire l'empreinte écologique, le NR favorise la réduction de la consommation énergétique, la promotion du recyclage et la minimisation de l'utilisation de matériaux non renouvelables. Pour l'aspect socio-économique, elle favorise le respect de la vie privée et des droits des utilisateurs, de et l'accessibilité et inclusivité des technologies comme on peut le voir dans la Fig. 4. Il encourage aussi une économie numérique équitable et durable [5].

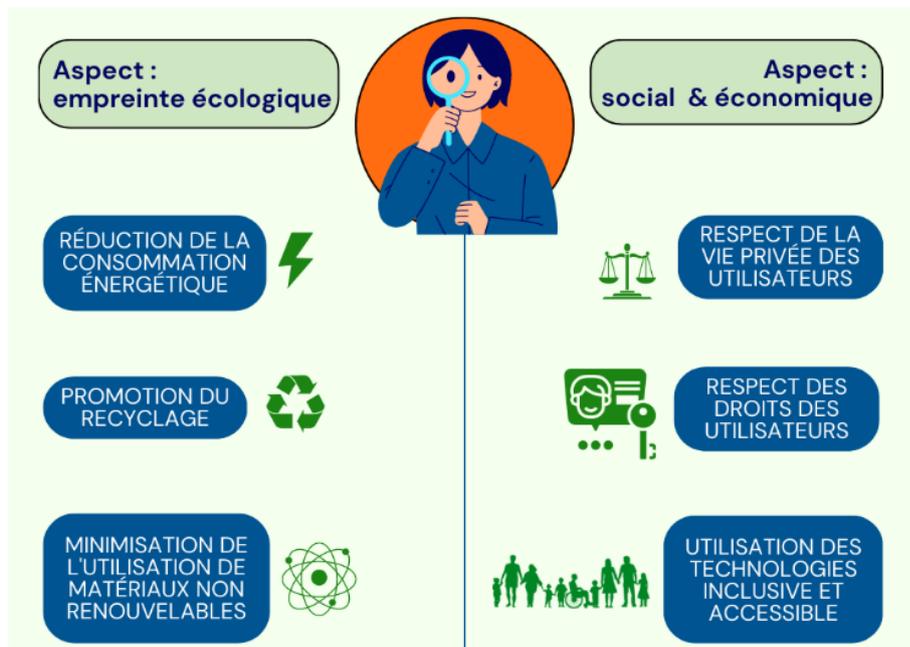


Figure 4. Différents aspects dans lesquels intervient le NR.

2. Les législations actuelles de l'UE

Pour limiter les conséquences de chaque secteur du numérique, l'UE a beaucoup légiféré. D'abord, il y a le Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD) (officiellement : Règlement (UE) 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016, relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données). Ce Règlement est composé de bon nombre d'articles qui disposent que les données personnelles de chaque citoyen de l'Union européenne doivent être protégées. Il s'applique à toutes les entreprises de l'UE collectant, stockant et traitant les données des utilisateurs et impose des sanctions sévères en cas de non-respect de ses articles. [6]

Ensuite, il existe la Directive sur la Sécurité des Réseaux et des systèmes d'Information 2 (DSRI 2, elle élargit la DSRI 1 mais ne semble pas l'abroger). Elle a pour intention principale d'améliorer les capacités nationales en termes de cybersécurité. [7]

En outre, plusieurs législations qui concernent l'inclusivité ont vu le jour : nous pouvons, par exemple, citer la convention des Nations Unies relative aux droits des personnes en situation de handicap, ratifiée par l'UE en 2010 : elle reconnaît l'accès aux TIC comme un droit fondamental pour les personnes à mobilité réduite. Ou encore ces deux autres directives : la directive (UE) 2019/882 relative à l'accessibilité des produits et services des technologies de l'information et de la communication. Et la directive (UE) 2016/2102 relative à l'accessibilité des sites internet et des applications mobiles des organismes du secteur public. [8] Comme autre exemple, nous pouvons notamment citer les diverses interventions (format atelier) permettant aux personnes âgées qui ne sont pas à l'aise

avec les technologies de se familiariser avec les outils les plus courants de l'informatique (ordinateurs, téléphones).

Aussi, il est possible de trouver une directive européenne à propos des Intelligences Artificielles (IA) : le "Cadre pour les aspects éthiques de l'intelligence artificielle, de la robotique et des technologies connexes" adopté en 2021. Elle comporte plusieurs principes comme la responsabilité, la transparence, la non-discrimination, la diversité, la durabilité et la sécurité concernant ces innovations [9].

De plus, il y a l'AFNOR SPEC 2201 (avril 2022). Ce document se définit comme un "guide de bonnes pratiques non exhaustif" visant à fournir les lignes directrices et des recommandations concrètes à toutes les organisations et entreprises dans la démarche d'écoconception.

Enfin, il y a aussi le Pacte Vert pour l'Europe qui sera détaillé ultérieurement. [10]

À l'échelle française, la législation sur l'empreinte du numérique sur l'environnement s'améliore. On peut citer en particulier la loi REEN (loi n°2021-1485 promulguée le 15 novembre 2021) visant à réduire l'impact du numérique. Elle se définit par plusieurs objectifs : la réduction de mise en circulation de nouveaux appareils électroniques, (interdiction de l'obsolescence programmée des appareils, le fait de favoriser les produits reconditionnés et d'occasion), et le début d'une économie circulaire. Une des autres volontés est de fixer les conditions de fabrications dans la stratégie de développement durable et, dernièrement, d'utiliser des datacenters qui consomment moins d'énergie. [11]

Ces diverses législations sont financées par des fonds différents tels que le FIS (Fonds pour l'Innovation Sociale), le FEEER (Fonds Européen pour l'Efficacité Énergétique et les Énergies Renouvelables), le FEDER (Fonds Européen de Développement Régional), le FED (Fonds Européen pour la croissance Durable) ou encore le FRDD (Fonds de Recherche pour le Développement Durable). [12]

III. La résilience : caractéristiques et application au numérique

1. La résilience : définition et aspects globaux

Comme l'explique la commission européenne, il en va des priorités de l'UE d'intégrer la résilience au climat dans tous les domaines où elle est applicable, notamment les plus vulnérables [13]. Selon le CNRTL, la résilience se définit par la force morale, la qualité de ne pas se décourager [1]. Dans notre contexte, on pourrait donc la définir comme la capacité des systèmes, communautés, organisations, sociétés de résister et de s'adapter à des dangers (changement climatique, crises économiques ou pandémies). De plus, elle permettrait de se rétablir face à ces crises en préservant leurs structures et fonctions essentielles [23]. Elle permet aussi d'assurer que l'Europe peut continuer à fonctionner peu importe la difficulté des conditions. La population européenne bénéficiera toujours d'un niveau de bien-être durable grâce à l'équilibre qu'instaure la

résilience. Les aspects abordés par la résilience sont la préparation aux crises, la gestion de risques et l'adaptation aux changements. La préparation aux crises et aux catastrophes s'appuie sur la mise en place de plans d'urgence et de mesures de prévention permettant de réduire les risques en jeux. L'adaptation aux changements environnementaux implique de nouvelles politiques et mesures pour s'acclimater. Elle s'applique également aux nouvelles technologies et aux nouvelles réalités sociales.

2. L'application de la résilience dans le numérique

La résilience numérique peut être décrite comme la capacité de l'UE à s'adapter aux changements rapides et continus engendrés par l'avènement du numérique dans le monde. Elle va principalement mettre les services numériques innovants et les technologies avancées au service de l'environnement comme les formes d'intelligences artificielles, le Machine-Learning et le IT for green. L'utilisation de ces avancées technologiques permet d'être toujours à jour avec les nouvelles tendances numériques. Il permet une gestion des risques et des menaces numériques efficace et juste grâce à la création de divers plans (continuité des activités et plans de secours). La résilience numérique joue aussi un rôle dans la sécurité des systèmes informatiques par la mise en place de plans de sauvegarde des données.

Pour donner une application concrète de la résilience numérique, le Pacte vert pour l'Europe semble être le meilleur exemple. C'est un plan d'action de la Commission européenne qui a pour principale ambition de faire de l'Europe le premier continent à atteindre la neutralité climatique d'ici 2050 (en assurant la réduction des GES d'au moins 55 %). À propos du numérique, le Pacte Vert a pour but de relever deux défis jumelés : la transition verte et la transition numérique. C'est une contribution qui est évolutive, l'UE vise à atteindre l'objectif 2030 (réduire la majeure partie des émissions de CO₂ grâce aux technologies actuelles) et l'objectif 2050 (qui sera atteint grâce aux nouvelles technologies) [14]. Il va agir sur plusieurs secteurs comme ceux que l'on peut voir dans le Tableau 2.

Tableau 2. Les secteurs couverts par le Pacte Vert en lien avec le numérique (liste non exhaustive).

Énergie	Transport	Industrie	Construction	Agriculture
Création de nouveaux capteurs pour les données satellitaires et de nouveaux blockchains (stockage et transmission d'informations moins énergivores)	Création de nouvelles générations de batterie via innovations technologiques permettant une meilleure durabilité et mobilité	Jumeaux numériques : modèles virtuels d'objets physiques permettant d'imiter les mêmes propriétés que l'objet physique	Modélisation des informations des bâtiments dans le but d'améliorer l'efficacité énergétique du processus de construction	Informatique quantique combinée à la bio-informatique dans le but d'améliorer la compréhension des processus biologiques et chimiques impliqués dans l'agriculture

IV. Les solutions face aux impacts du numérique

1. Evolution de la mentalité et du comportement au fil des générations

Au cours du XXI^e siècle, nous avons pu être témoin d'une prise de conscience collective écologique qui s'est développée, notamment parmi les nouvelles générations. Aujourd'hui, trois citoyens sur quatre estiment que le changement climatique constitue un très grave problème [2]. Nous pouvons observer ce changement d'état d'esprit via plusieurs facteurs. Premièrement, un développement de la pensée politique autour de l'environnement, un grand nombre de manifestations/grèves (Annexe 4) et aussi de procès en faveur d'un réveil écologique général. Dans le monde du numérique professionnel (recherche, industrie et autres), les questions d'éthique sont au cœur des pensées des informaticiens, qui vivent aujourd'hui avec une dissonance cognitive constante, se demandant si faire avancer leur carrière ne provoquerait pas un effet papillon sur l'environnement [2].

2. Propositions de solutions et innovations concrètes de l'Europe

Comme expliqué auparavant, les appareils numériques représentent une perte de ressources et ont un impact considérable sur le réchauffement climatique. Nous pouvons donc aborder la solution de l'éco-conception. Ayant émergé dans le Nord de l'Europe dans les années 1990, c'est une approche méthodique qui prend en considération les aspects environnementaux du processus de conception et de développement dans le but de réduire les impacts environnementaux négatifs tout au long du cycle de vie d'un produit [24]. L'Union européenne s'est engagée dans cette démarche d'écoconception à travers une proposition pour un règlement qui fixe des critères aux normes d'écoconception. À travers cette proposition, on peut en tirer une volonté de favoriser une production de produits s'inscrivant dans l'écoconception, la durée et les obligations environnementales de l'UE [15], [18].

3. Regard critique quant aux solutions proposées par l'Europe et nos propres propositions de solutions

Comme nous avons pu le voir précédemment, l'UE a proposé plusieurs solutions qui mettent en application le Numérique Responsable dans plusieurs champs d'activité : la réduction de l'impact environnemental, la protection des données personnelles, la cybersécurité, l'éthique, l'IA et l'inclusion numérique. Malgré les excellentes intentions et observations qui en résultent, il reste crucial de garder un esprit critique, une capacité d'introspection et une approche systémique les concernant.

Premièrement, pour permettre l'essor du numérique éco-responsable, il est indispensable d'être vigilant au "*greenwashing*" (Annexe 5) qui peut facilement s'appliquer à tous les domaines. En effet, dans le cas du numérique, un grand nombre d'entreprises, ont été critiquées pour ne pas avoir été assez transparents et proactifs quant à leur impact environnemental (réduction de l'empreinte carbone, réduction de leurs émissions de GES, manque d'effort pour fabriquer des produits plus durables et recyclables), malgré leurs intentions de se présenter comme des acteurs engagés et éco-responsables.

De plus, l'intervention des lobbies peut être problématique : ces derniers sont des groupes d'individus, entreprises ou organisations qui constituent une pression cherchant à influencer les décideurs politiques en faveur de leurs propres intérêts en échange d'informations ou de ressources financières. Ces derniers peuvent notamment poser un problème dans le cas des impacts climatiques, car ils peuvent agir en modifiant des législations qui favorisent l'éco-responsabilité pour leur permettre un meilleur chiffre d'affaires au détriment des impacts sur l'environnement [17].

Pour cela, le principe d'éco-conception paraît être une excellente initiative car il permet de contribuer à la réduction des impacts en prenant en considération l'intégralité du cycle de vie de l'appareil. Malheureusement, malgré tout le potentiel de ce principe, il ne permet pas de changer les aspects les plus impactant du numérique : le stockage et l'envoi des données.

À propos de la RGPD, elle promet d'être une réglementation ambitieuse avec une portée éthique pour les individus. Malheureusement, il semble que la mise en conformité soit complexe et ait un coût humain et financier faramineux (environ 900 € par jour) en particulier pour les petites et moyennes entreprises (PME). Elle n'est donc pas la priorité des entreprises mondiales [25]. En revanche, en France, des démarches ont été mises en place dans le but d'aider ces entreprises à appréhender la RGPD : la CNIL (Commission nationale de l'informatique et des libertés) propose des outils leur permettant de parvenir à cette conformité sans que l'investissement ne soit insurmontable [6].

Concernant la DSRI 2, cette directive semble aussi très ambitieuse mais ne vise que l'amélioration en s'appuyant sur les acquis de la DSRI 1. Néanmoins, il semblerait que la mise en œuvre de cette directive soit inégale dans l'ensemble de l'UE. Certains États

membres ont été critiqués pour leur manque de préparation et de ressources en matière de cybersécurité car leurs données sont floues et confidentielles. Nous savons seulement que le vote de la deuxième directive (DSRI 2) renforce les sanctions (s'élevant à un pourcentage du chiffre d'affaires mondial de l'entreprise européenne concernée) qui peuvent être appliquées à toutes les entités assujetties commettant une infraction, ce qui nous laisse comprendre que des infractions ont déjà été commises par le passé [7].

À propos du “Cadre pour les aspects éthiques de l'intelligence artificielle, de la robotique et des technologies connexes”, celui-ci est très prometteur au vu de l'apparition d'un grand nombre de nouvelles IA ces dernières années. Néanmoins, garantir son application reste compliquée à appréhender, les IA sont encore actuellement une technologie novatrice qu'il nous faut mieux connaître pour mieux maîtriser [9].

Enfin, pour l'inclusion numérique, le fait de proposer des initiatives permettant à tous les citoyens européens d'avoir accès aux technologies et aux compétences pour les comprendre et s'en servir nous paraît être exemplaire en termes d'éthique. Toutefois, il est indéniable que l'effort doit être poursuivi pour atteindre cet objectif d'inclusivité (les formations et ateliers proposés en France ne sont généralement pas suffisants pour que les personnes âgées puissent comprendre parfaitement comment se servir des appareils numériques) [8].

Pour conclure, voici une proposition de deux solutions qui pourraient s'avérer être appropriées à nos yeux. Premièrement, dans l'enseignement (surtout supérieur), ce n'est pas toujours simple de trouver une place dans les maquettes pour y évoquer ces questions environnementales. Pourtant, il semble évident que la sensibilisation des jeunes à ces problématiques soit obligatoire pour réussir à inverser la tendance compte tenu des circonstances actuelles. C'est pourquoi les initiatives telles que le Projet Rescue Jean Monnet ou le nouveau module “Numérique-Responsable” qui a vu le jour cette année dans la licence informatique de l'Université de La Rochelle nous paraissent être des initiatives pertinentes qu'il faudrait généraliser afin de toucher le plus de personnes possibles.

Deuxièmement, nous avons pensé au fait que le concept de la “low-tech” (en français : “technologie douce”) pourrait constituer une solution prometteuse pour réduire nos impacts environnementaux et socio-économiques liés à notre utilisation du numérique. À l'opposé de la “high-tech” (connue pour être énergivore, coûteuse et obsolète rapidement), c'est une approche qui va favoriser une utilisation de la technologie simple, durable, sobre et accessible via l'emploi des aspects du numérique de manière responsable. Nous pouvons citer quelques exemples d'applications de la low-tech dans le Tableau 3 [19].

Tableau 3. Les aspects de la low-tech qui commencent à se répandre.

Appareils low-tech	Logiciels libres/open sources	Serveurs/datacenters sobres	Réseaux/infrastructures décentralisées
(Exemple : fairphone (annexe 6)) - robustes - économes - facilement réparables - facilement mis à jour - conçus pour être recyclés - évite l'obsolescence programmée	- réduisent la dépendance aux grands acteurs numériques - favorisent la collaboration - favorisent la transparence - limitent les coûts et les ressources nécessaires à la maintenance et à l'évolution des logiciels	- utilisent des équipements peu énergivores - utilisent des sources d'énergie renouvelables - utilisent des architectures distribuées (ça limite la consommation d'énergie et réduit les émissions de GES)	- réduisent la dépendance aux grandes plateformes centralisées - favorisent la résilience et la sécurité - garantir l'accès à l'information et aux services numériques

En définitive, ce rapport met en évidence l'importance de la transition vers le Numérique Responsable pour inverser la tendance des impacts toujours croissants du numérique. Il est impératif d'intégrer le NR dans toutes les politiques et stratégies de l'UE pour assurer une coordination efficace et cohérente dans ce domaine essentiel pour l'avenir de la société et de la planète. Les régulations mises en place au sein de l'Europe et de la France montrent qu'une nouvelle démarche éco-responsable est possible tout en tenant compte des nouvelles innovations pour impacter le moins possible la croissance. Le Numérique Responsable peut également être vu comme un outil indispensable à notre société et un élément primordial dans la lutte contre le dérèglement climatique à travers des technologies innovantes. Cependant, il nous semblait impératif de garder un regard critique quant à ces choix et nous avons pu en conclure que ces dispositions mises en place ne suffisent pas car les prérogatives de l'UE ne dépassent pas celles des États souverains, ce qui cause un retard dans ce domaine. Ainsi, il est possible de s'interroger sur les défis à relever et les opportunités pour assurer une adoption plus large et plus rapide du NR tout en garantissant une coordination entre les États Membres de l'UE et les pays du monde pour réussir une transition vers une société durable ?

V. Bibliographie

[1] <https://www.cnrtl.fr/portail/>

[2] Kevin Marquet, Jacques Combaz, Françoise Berthoud. (2019). Introduction aux impacts environnementaux du numérique. 1024, bulletin de la Société Informatique de France, pp.85-97, (<https://hal.inria.fr/hal-02410129>).

[3] <https://doi.org/10.3917/futur.429.0015>

[4] <https://www.ademe.fr/>

[5] Qu'est-ce que le numérique responsable ? (2021) (<https://ecoresponsable.numerique.gouv.fr/publications/guide-pratique-achats-numeriques-responsables/demarche-numerique-responsable/definition/>)

- [6] Dautieu, T. (2019). La mise en conformité par la CNIL au Règlement général sur la protection des données (RGPD) : premier bilan un an après. *I2D - Information, données & documents*, 1, 25-28. (<https://doi.org/10.3917/i2d.191.0025>)
- [7] Directive NIS 2 : Ce qui va changer pour les entreprises et l'administration françaises. (s. d.). (2022). ANSSI. (<https://www.ssi.gouv.fr/directive-nis-2-ce-qui-va-changer-pour-les-entreprises-et-ladministration-francaises/>)
- [8] (<https://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=fr>)
- [9] Textes adoptés - Cadre pour les aspects éthiques de l'intelligence artificielle, de la robotique et des technologies connexes - Mardi 20 octobre 2020, s. d.) (https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0275_FR.html)
- [10] Afnor spec (avril 2021) (www.afnor.org)
- [11] (<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000044327272>)
- [12] (<https://www.europe-en-france.gouv.fr/fr/fonds-europeens>)
- [13] (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A52013DC0216>)
- [14] (https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr)
- [15] (<https://www.ecologie.gouv.fr/leco-conception-des-produits>)
- [16] (<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/%C3%A9coblanchiment/10910961>)
- [17] (<https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/lobbies-lobbying>)
- [18] Proposition de règlement du parlement européen et du conseil établissant un cadre pour la fixation d'exigence en matière d'écoconception applicables aux produits durables (2022) (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX:52022PC0142>)
- [19] (<https://lowtechlab.org/fr>)
- [20] Lean ICT : Pour une sobriété numérique (https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2018/05/2018-05-17_Rapport-interm%C3%A9diaire_Lean-ICT-Pour-une-sobri%C3%A9t%C3%A9-num%C3%A9rique.pdf)
- [21] (<https://www.ademe.fr/>)
- [22] (<https://www.fairphone.com/fr/>)
- [23] Programme détaillé du module Jean Monnet - Programme Rescue (2022) (<https://www.univ-larochelle.fr/wp-content/uploads/pdf/Presentation-detaillee-module-JEAN-MONNET.pdf>)
- [24] Norme ISO 14006 v2020 (<https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/iso-140062020/systemes-de-management-environnemental-lignes-directrices-pour-integrer-lec/xs132983/130485>)
- [25] Enquête menée par Harvey Nash sur la RGPD (<https://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-38-des-entreprises-mondiales-toujours-pas-conformes-a-rgpd-71956.html>)
- [26] Fig 2. adaptée de (<https://www.eco-conception.fr/static/definition-de-leco-conception.html>)

VI. Annexes

Annexe 1

Le shift Project est une organisation française à but non lucratif ayant pour objectif l'atténuation du changement climatique. Elle essaie notamment d'œuvrer à la synergie entre transition numérique et écologique en maximisant l'impact positif du numérique tout en minimisant ses impacts négatifs via différents rapports comme "Pour une sobriété numérique - The Shift Project" par [20].

Annexe 2

Le poids des biens numériques dans la demande en métaux [2].

Métal	Production totale en tonnes (2013)	Part du secteur électronique	Exemples d'utilisation
Cuivre	18,7 millions	6 %	3 % équipement, 3 % télécom
Étain	296 000	35 %	Brasures
Antimoine	160 000	< 20 %	35 % retardateurs de flammes
Ruthénium	30	55 %	Disques durs
Tantale	1400	60 %	Condensateurs
Indium	800	80 %	Écrans
Gallium	440	90 %	Circuits intégrés
Germanium	160	30-50 %	Circuits intégrés
Lithium	36 000	20 %	Batteries
Cobalt	112 000	35 %	Batteries

Annexe 3

L'ADEME (ou L'Agence de la Transition Écologique) est un établissement public français œuvrant en faveur de la transition écologique et énergétique (elle soutient notamment les initiatives visant à réduire les GES, favoriser l'économie circulaire et préserver les ressources naturelles) [21].

Annexe 4

Exemples d'actions citoyennes en faveur du climat.



Annexe 5

Écoblanchiment en français, selon le dictionnaire Larousse, ça désigne l'utilisation fallacieuse d'arguments faisant état de bonnes pratiques écologiques dans des opérations de marketing ou de communication [16]).

Annexe 6

Présentation du fairphone [22].

Le fairphone, c'est quoi ?

<https://www.fairphone.com/fr/>



- Un téléphone à longue durée de vie (dont 5 ans garantis)
- Un téléphone qui favorise les réparations
- Un téléphone à la composition engagée
- Un téléphone certifié TCO et BCORP
- Un téléphone engagé à améliorer les conditions des travailleurs (prime de subsistance aux ouvriers de l'usine)
- Un téléphone neutre en déchets électroniques
- Un téléphone de qualité (compatible 5G, bon écran, bonne caméra etc)



Le site propose aussi :

- Des pièces de rechange pour favoriser les réparations au détriment du rachat
- De racheter notre ancien téléphone pour lui donner une fin de vie engagée (recyclage, seconde main)

Conclusion

Agnès MICHELOT, professeure en Droit public et co-coordinatrice du module européen Jean Monnet RESCUE, La Rochelle Université.

Le module Jean Monnet RESCUE a rassemblé des enseignants de plusieurs disciplines associant sciences du vivant, sciences et techniques et sciences humaines et sociales dans un projet pédagogique pluridisciplinaire innovant car engagé dans la compréhension concrète des enjeux de la résilience au changement climatique et du rôle de l'Union européenne. Deux sorties de terrain et un colloque ont permis de réunir trois promotions d'étudiants autour de ce sujet en plein développement dans les politiques européennes. La plupart n'avaient qu'une connaissance très limitée des objectifs, des instruments et moyens d'action de l'Union européenne. Le module RESCUE, pour la plupart d'entre eux, a été une occasion unique de les découvrir.

Le travail présenté est le reflet de cet engagement d'étudiants issus de disciplines variés et qui ont, non seulement mis à profit leur champ d'études en explorant les réalisations de l'Union européenne, mais aussi partagé leurs connaissances avec des étudiants d'autres disciplines. Lors des soutenances de leurs rapports pour présenter leurs travaux, les étudiants ont pu exprimer à de nombreuses reprises la formidable expérience que représente RESCUE pour dialoguer avec des étudiants venant d'horizons parfois très éloignés de leur champ de compétences.

Les enjeux de résilience climatique sont multiples, plus particulièrement dans les régions côtières comme La Rochelle. L'Union européenne en a pris conscience en proposant une série de propositions politiques au travers du Pacte vert pour l'Europe. Mais l'Union européenne reconnaît elle-même les limites de son approche en affirmant que l'objectif d'une société résiliente et décarbonée à l'horizon 2050, telle que prônée par le Pacte vert, ne pourra être atteint dans l'état actuel des connaissances scientifiques. Les prochaines années seront cruciales pour atteindre cet objectif dont dépend la survie de notre continent. Les défis climatiques sont multiples, interconnectés et nécessitent une réponse interdisciplinaire, basée sur une coopération transversale au niveau européen. C'est ce que révèle les conclusions des différentes contributions réunies dans cet ouvrage.

Le colloque du 12 avril 2024 a permis d'explorer les différents aspects des politiques de l'Union européenne en lien avec une mise en œuvre territoriale de la résilience au changement climatique. Les sujets abordés témoignent de la richesse des différents apports disciplinaires.

La première partie consacrée à une réflexion à la fois théorique et pratique du concept de résilience met en évidence l'importance de faire évoluer les politiques européennes dans une approche intégrée pour faire face de manière efficace et adaptée à la crise climatique.

L'ensemble de la population européenne et à peu près tous les secteurs d'activité sont impactés. L'Union européenne a la particularité de développer non seulement une capacité d'anticipation en lien avec ses mécanismes institutionnels et ses domaines de compétences mais aussi de soutenir une capacité de transformation de la société européenne par des leviers économiques et sociaux. La résilience a bien vocation à jouer ce rôle de nouveau paradigme de la gouvernance climatique. Cependant si les discours évoluent au sein des instances européennes, des marges de manœuvre peuvent encore être mobilisées et une ambition pourrait mieux s'affirmer dans la prise de décision notamment dans le système juridictionnel. Cependant la transformation de la société européenne implique de bien la connaître dans sa diversité. L'association des savoirs des populations et des connaissances scientifiques doit permettre d'alimenter les programmes d'action pour atteindre l'objectif de résilience en donnant un autre regard à ce que revêt l'impératif « d'urgence climatique ».

La seconde partie de cet ouvrage, montre l'étendue de la réflexion déployée par les étudiants de La Rochelle qui ont mobilisé leurs connaissances sur leurs centres d'intérêts. Il ne s'agit pourtant que d'une sélection de contributions sur l'ensemble des rapports évalués au cours des trois années du Module RESCUE. On est particulièrement frappé par la pertinence des thématiques choisies. La protection de la biodiversité est indispensable au maintien des équilibres écologiques dont le système climatique fait partie. La transformation des modèles productifs est un objectif à atteindre notamment pour le secteur agricole où la Politique Agricole Commune joue un rôle déterminant dans les orientations de production. Parallèlement la préservation d'infrastructures agroécologiques comme les haies, est un enjeu majeur qui doit prendre toute sa place dans la réorientation de la PAC en lien avec des objectifs de désimperméabilisation soutenus par des incitations financières affichant des priorités claires.

La protection du système océan dans toutes ses dimensions a également suscité l'intérêt des étudiants. Le choix de traiter de la position stratégique de l'Union européenne en Arctique montre la compréhension de son influence sur une région qui se réchauffe particulièrement vite avec des conséquences pour les équilibres planétaires. L'expansion du transport maritime est également un sujet majeur considérant son impact environnemental et ce qu'il reste à accomplir pour engager la décarbonation du secteur. Le choix de traiter l'extraction minière des grands fonds marins est également particulièrement judicieux puisqu'il permet d'appréhender toute la complexité d'accomplir la transition écologique dans porter atteinte au milieu marin. Les technologies, considérées comme vertes peuvent générer des extractions importantes.

C'est d'ailleurs bien la réflexion sur les innovations technologiques et énergétiques qui va guider plus particulièrement les dernières contributions. Les politiques de l'Union européenne sur le ciment vert posent la question du développement de matériaux alternatifs. La coopération internationale joue ici un rôle fondamental et l'Union européenne a certainement de nombreux moyens pour la mobiliser. Le choix du véhicule

électrique pose également des questions complexes considérant les besoins de matériaux premiers extraits en dehors de l'Europe que cela génère. En toile de fond de la transition écologique, l'enjeu de la souveraineté énergétique de l'Union européenne dans le cadre du plan REPowerEU est évidemment un sujet majeur.

L'ampleur des sujets traités montre tout l'intérêt que les politiques européennes ont suscité et de nouvelles pistes ont été tracées pour déployer une stratégie ambitieuse de résilience à l'échelle européenne. Le module RESCUE a ainsi sans aucun doute contribué à générer de nouvelles réflexions à partir des dernières innovations scientifiques et peut-être même des vocations pour s'atteler à relever le défi climatique dans une démarche intégrée fondée sur les meilleures connaissances scientifiques disponibles.

Table des matières

Préface	2
Sommaire	4
Introduction	5
Section 1 – L’Union européenne et la résilience climatique : Théories, impacts et acteurs	12
La résilience climatique dans les politiques de l'Union européenne	13
I. Introduction	13
II. La résilience, un concept en évolution : de la théorie écologique à la gouvernance socio-juridique	13
3. Intégration progressive de la résilience dans le droit de l’Union européenne	15
III. Principes juridiques guidant la construction normative de la résilience dans l'Union européenne	18
IV. Considérations finales	18
V. Bibliographie	19
The changing face of climate resilience in EU discourse	21
I. Introduction	21
II. Climate resilience: concept and competences of the EU	21
III. Judicial discourse	23
IV. Institutional discourse	24
V. Legislative discourse	26
VI. Outlook	27
Temporal Aspects of Climate Change: Ethnographic Explorations of Resilience and Urgency in Coastal Communities	28
I. Temporality and Climate Change	28
II. The Time is Now? Ethnographic Insights and Cultural Nuances of ‘Urgency’ and ‘Now’	31
III. Conclusion	36
IV. Bibliography	37
Section 2 – Renforcer la résilience climatique dans l’Union européenne : une réflexion pluridisciplinaire menée par les étudiants de La Rochelle Université	39
Chapitre 1 – Agriculture et biodiversité	40
Impact climatique de l’élevage intensif et rôle des politiques européennes : la question de l’alimentation animale	40
I. Introduction	40
1. Présentation générale du sujet	40
2. Objectifs de la recherche	41
3. Impact de l’élevage intensif sur l’environnement et la santé publique	42
II. L’impact climatique de l’élevage intensif	43
1. Définition de l’élevage intensif	43
2. Les différentes sources d’émissions de GES liées à l’élevage intensif (méthane, protoxyde d’azote, production d’aliments pour animaux)	43
3. L’ampleur de l’impact de l’élevage intensif sur le changement climatique (méthane, protoxyde d’azote, production d’aliments pour animaux)	45
III. Les politiques européennes de réduction des émissions de gaz à effet de serre de l’élevage intensif	47
1. Présentation des politiques mises en place par l’UE	47
2. Évaluation de l’efficacité des politiques de l’UE	48
IV. Les défis et les opportunités pour la mise en œuvre des politiques	50
1. Le manque de coopération internationale	50
2. Les opportunités (innovation technologique, consommation de viandes alternatives)	51
V. Solutions pour réduire les émissions de GES de l’élevage intensif	53
1. Utilisation de technologies durables (capteurs, systèmes d’informations géographiques, intelligence artificielle)	53
2. Développement de systèmes alimentaires durables pour les animaux	54
3. Transparence et traçabilité des données sur les émissions de GES liées à l’élevage intensif	55
4. Promotion de l’agriculture biologique et de l’élevage extensif	55
VI. Conclusion	58
VII. Références	59

VIII. Annexe	61
Les Haies dans le cadre de la Politique agricole commune 2023-2027	62
I. La PAC 2023-2027 : une consécration des haies en demi-teinte	64
II. Étude de cas : le cas de Jeanlin agriculteur français à l'heure de la PAC 2023-2027	66
1. Sur le critère de la conditionnalité renforcée appliquée aux infrastructures agroécologiques type haies	67
2. Sur la validation d'un éco-régime selon la voie des infrastructures agroécologiques types haies	67
3. Sur le coût moyen d'implantation et d'entretien d'une haie en milieu agricole	68
4. Conclusion de l'étude de cas	68
III. Conclusion générale	68
IV. Bibliographie	69
V. Sites Internet	69
Adaptation et résilience de l'Union européenne dans un contexte de raréfaction des ressources en eau	70
I. Garantir l'accès à l'eau pour tous	71
II. Favoriser l'infiltration de l'eau dans les sols	73
III. Les freins et leviers à l'application des politiques européennes en France	74
IV. Conclusion	75
V. Bibliographie	75
Pollution Lumineuse et Résilience Climatique : éclairage sur les stratégies de l'Union européenne	77
I. Union européenne et Résilience Climatique : quels enjeux et quelles responsabilités ?	78
II. Pollution lumineuse et Union européenne : quelles connaissances et quelles actions ?	79
1. État des connaissances	79
2. La réglementation européenne :	80
3. Les actions de l'Union européenne :	81
III. Limites et perspectives d'amélioration pour l'Union européenne :	83
IV. Conclusion	85
V. Bibliographie	86
VI. Annexe	87
Chapitre 2 – Océans et enjeux maritimes	88
La politique intégrée de l'Union européenne pour l'Arctique : la protection globale est-elle envisageable ?	88
I. Contexte climatique et environnemental de l'Arctique	90
1. Evolution de l'Arctique et contexte climatique actuel	90
2. Biodiversité de l'Arctique et changement climatique	93
II. Situation juridique actuelle	95
1. Le fonctionnement de l'Union européenne	95
2. La dimension Arctique de l'Union européenne	96
III. La protection globale de l'Arctique	100
1. La mise en place d'un traité de protection globale de l'Arctique	100
2. Le contexte géopolitique	101
3. Les solutions possibles	104
IV. Bibliographie	105
L'importation par voie maritime : Impacts climatiques et environnementaux, politiques et juridictions européennes de transport maritime	108
Introduction	108
I. Impacts socio-climatiques du transport maritime	110
1. Importer, pourquoi ?	110
2. Comment l'importation s'opère-t-elle ?	112
3. Qui est en charge de l'importation ?	114
4. Les conséquences climatiques	117
5. Les conséquences sur la santé humaine	119
II. Les impacts bio-écosystémiques du transport maritime	120
1. L'introduction d'espèces par l'importation maritime dans l'UE	120
2. Le transport maritime, source de pollution occasionnelle et accidentelle	123
3. Le transport maritime comme source de pollution sur le long terme	127
4. L'impact direct des navires sur la biodiversité marine	129
III. Conclusion	135

IV. Bibliographie	136
Partie 1	136
Partie 2	138
L'extraction minière des grands fonds marins dans l'Union européenne	143
Introduction	144
I. État des lieux	147
1. Contexte	147
2. Nouveaux enjeux énergétiques	154
3. Nécessité d'action dans le cadre de la transition écologique et numérique	156
II. Politiques mises en œuvre	160
1. Au niveau de l'Union européenne	160
2. Au niveau de la France	164
3. Difficultés de mise en œuvre	165
III. Discussion	166
1. Effets de l'exploitation minière des fonds marins	166
2. Paradoxe entre considérations environnementales et économiques	168
3. Solutions de résilience	170
IV. Conclusion	173
V. Mise en perspective	175
VI. Bibliographie	175
1. Littérature scientifique	175
2. Littérature grise	178
3. Presse	178
4. Sitographie	179
VII. Annexes	181
Chapitre 3 – Innovations technologiques et énergétiques	184
Les Politiques de l'Union européenne sur le Ciment Vert :	
Promouvoir la Durabilité dans l'Industrie de la construction	184
I. Cadres réglementaires et initiatives de l'Union européenne	186
1. Le Paquet Énergie-Climat	186
II. Réglementations et innovations ; un nouveau visage pour les affaires	188
1. NF EN 197-5 : Vers des ciments plus verts	188
2. CEM'IN'EU : Cement Innovation in Europe	190
3. Hoffman Green Cement Technologies	191
4. CemVision	191
III. Opportunités, défis, et recommandations	192
IV. Bibliographie	192
Le véhicule électrique : est-il vraiment le véhicule de demain en Europe ?	195
I. La loi et le point de vue de l'UE et les avantages des véhicules électriques	196
1. L'interdiction d'achat de véhicules à carburants en Europe en 2035 : Les propositions législatives et leurs implications	196
2. Les avantages potentiels des véhicules électriques	198
II. Les défis et contraintes des véhicules électriques	200
1. Besoin de matériaux premiers (lithium, cuivre) et l'extraction des matériaux en dehors de l'Europe	200
2. Recyclage et déchets des batteries de Lithium	201
3. Infrastructure de recharge insuffisante et la croissante demande énergétique	202
4. Impact financier gouvernemental, industriel et individuel	204
III. Les alternatives et compléments aux véhicules électriques	205
1. V2G	205
2. Les biocarburants et les carburants synthétiques	206
3. Les véhicules à Hydrogène	206
4. Les solutions de mobilité partagée et les transports en commun	207
IV. Conclusion	207
V. Bibliographie	208
Analyse critique de la souveraineté énergétique de l'Union européenne dans le cadre du plan REPowerEU	211
I. Le plan REPowerEU, un programme établi en réponse à une crise mondiale	212
II. Une mise en perspective du plan REPowerEU	216
1. La montée en puissance des énergies renouvelables dans différents domaines	216

2. La mise à l'écart du nucléaire	216
3. La question des GNL (gaz naturel liquéfié)	217
4. Les enjeux géopolitiques	217
5. Des financements manquant de réalisme	218
6. Des objectifs climatiques mis en suspend	218
7. Une mise en concurrence à différentes échelles	219
III. 17 propositions pour les 20 prochaines années	219
1. Liste des propositions	220
IV. Conclusion : Peut-on prétendre à une souveraineté totale en matière d'énergie ?	222
V. Bibliographie	222
1. Articles	222
2. Rapports	222
3. Reportage	223
4. Publications scientifiques	223
Vers un numérique responsable	224
I. Le Numérique en général	224
1. Définition du numérique et développement du terme	224
2. Les impacts du numérique à toutes les échelles	225
II. Les régulations actuelles (Numérique Responsable, législations)	228
1. Le Numérique Responsable : définition, caractéristiques	228
2. Les législations actuelles de l'UE	229
III. La résilience : caractéristiques et application au numérique	230
1. La résilience : définition et aspects globaux	230
2. L'application de la résilience dans le numérique	231
IV. Les solutions face aux impacts du numérique	232
1. Evolution de la mentalité et du comportement au fil des générations	232
2. Propositions de solutions et innovations concrètes de l'Europe	232
3. Regard critique quant aux solutions proposées par l'Europe et nos propres propositions de solutions	233
V. Bibliographie	235
VI. Annexes	236
Conclusion	239
Table des matières	242