

Les études d'impact de l'exploitation minière des grands fonds marins : une étape nécessaire, mais encore difficile

Par Jean-Damien BERGERON
Ronan LAUNAY
et Jean-Marc SORNIN
CREOCEAN

Outre le fait que la responsabilité éthique des exploitants de ressources minières en milieux profonds intacts soit engagée, les réglementations nationales (ZEE) et internationales (AIFM) leur imposent la rédaction d'études d'impact détaillées. Ces études doivent s'appuyer pour la description de l'état initial des sites sur des données fiables couvrant tous les compartiments de l'environnement marin (faune et flore, sédiments, colonne d'eau). Or, l'état des connaissances sur les grands fonds marins est encore très insuffisant.

L'évaluation des impacts d'une exploitation exige aussi d'avoir une bonne connaissance de ses *process* industriels, qui, pour la plupart, sont confidentiels et/ou sont en cours de développement. Les innovations en la matière doivent donc intégrer, dès l'origine, les préoccupations environnementales.

Les rares études d'impact disponibles sont tributaires de ces lacunes dans nos connaissances. Elles montrent bien la nécessité de recueillir un plus grand nombre de données environnementales et d'innover plus encore tant pour ce qui concerne les phases de prospection que les phases d'exploitation.

L'état de l'art

Alors que le potentiel des gisements profonds est l'objet d'un certain intérêt au cours de la seconde moitié du XX^e siècle, certains États pionniers (États-Unis, Allemagne, Japon, Inde et un consortium européen) décident, dès les années 1970, de tenter d'évaluer les impacts environnementaux liés à l'exploitation de ces gisements (par exemple, le programme DOMES ⁽¹⁾ engagé en 1972 par la NOAA (États-Unis) et des opérations pilotes d'extraction minière dans le Pacifique nord-équatorial) ^{(1) (2)}. Ces études s'appliquent plus particulièrement à caractériser les panaches turbides et leurs incidences sur la faune benthique.

En 1994, l'Autorité internationale des fonds marins (AIFM) créée par la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer commence à exercer ses prérogatives. Cette Autorité internationale a pour objectif de contrôler les activités

menées en haute mer et de préserver les grands fonds marins non soumis à une juridiction nationale. Bien que l'AIFM impose aux signataires de respecter des mesures d'évitement, de réduction et de gestion des pollutions pendant la phase exploratoire des gisements, aucune réglementation n'est encore clairement instaurée pour encadrer l'évaluation des impacts en phase d'exploitation commerciale ⁽³⁾.

En parallèle, une association de professionnels, l'*International Marine Minerals Society*, élabore (en 2001) un Code

(1) OZTURGUT (E.), LAVELLE (J. W.), STEFFIN (O.) & SWIFT (S. A.), Environmental Investigation During Manganese Nodule Mining Tests in the North Equatorial Pacific, 1980.

(2) SHARMA (R.), "Environmental Issues of Deep-Sea Mining", *Procedia Earth Planet Sci.* 11, 2015, pp. 204-211.

(3) MAHAPATRA (R.) & CHAKRAVARTY (A.), "Mining at deep sea", *Down to Earth* 1, 2014 : <http://www.downtoearth.org.in/coverage/mining-at-deep-sea-46049>

qu'elle propose à ses adhérents d'appliquer, sur la base du volontariat, à la gestion environnementale de leurs opérations minières marines ⁽⁴⁾. Ce Code est une initiative du PDG de la compagnie canadienne *Nautilus Minerals*, signataire d'un accord en 2014 avec la Papouasie-Nouvelle-Guinée pour procéder à la première extraction, sur de grands fonds marins, de minerais de cuivre, d'or et autres métaux précieux ⁽⁵⁾.

L'exploitation des ressources polymétalliques sous-marines devrait se heurter à des enjeux environnementaux majeurs. Les activités minières en milieu profond généreraient des impacts de différents niveaux sur l'environnement et sur la biodiversité, dont la destruction locale des habitats et des écosystèmes associés, ainsi que la perturbation du milieu (colonne d'eau et fonds) et de la diversité biologique sur une aire plus étendue et pour une durée bien supérieure à celle de l'exploitation proprement dite ⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾.

À ce jour, peu d'études d'impact traitant de l'ensemble des effets relatifs à l'exploitation de ressources minérales profondes ont été produites, ou lorsqu'elles existent, celles-ci ne sont pas encore accessibles au public. Dans la cadre du projet Solwara 1, une étude d'impact a été déposée en 2008 auprès du gouvernement de Papouasie-Nouvelle-Guinée conformément au *PNG Environment Act 2000* : elle est consultable librement ⁽⁸⁾.

La plupart des suivis de phases exploratoires sont eux aussi confidentiels ⁽⁹⁾.

Le contexte réglementaire

Les études d'impact dans la loi française

Le régime des études d'impact est encadré en France et dans sa zone économique exclusive (ZEE) par le Code de l'environnement. Après un premier ensemble de réformes opérées en 2011 sous l'impulsion du Grenelle de l'Environnement, le dispositif d'évaluation environnementale a été complété au cours de l'été 2016 par l'ordonnance n°2016-1058 du 3 août 2016. Outre le renforcement du contenu de l'étude d'impact (scénarios de référence, changement climatique, renforcement des mesures compensatoires...), cette réforme a également modifié le champ des projets et programmes soumis à une évaluation environnementale systématique ou à une évaluation réalisée au cas par cas. Apparaît ainsi, dans le tableau annexé à l'article R. 122-2 du Code précité (modifié par le décret n°2016-1110 du 11 août 2016), le cadrage de l'évaluation environnementale obligatoire pour les opérations d'extraction marine de minéraux : « 25° Extraction de minéraux par dragage marin ou fluvial – Projets soumis à évaluation environnementale – Extraction de minéraux par dragage marin : ouverture de travaux d'exploitation concernant les substances minérales ou fossiles contenues dans les fonds marins du domaine public, de la zone économique exclusive et du plateau continental. »

Les dispositions de ce décret modificatif s'appliqueront à tout projet soumis à évaluation environnementale, dont la première demande d'autorisation aura été déposée à compter du 16 mai 2017.

L'évaluation des impacts environnementaux hors ZEE

L'Autorité internationale des fonds marins (AIFM) compte, parmi ses principales missions, celles de réglementer l'exploitation minière des grands fonds marins situés hors juridiction nationale (la région dite « la Zone », patrimoine commun de l'humanité) et de veiller à la préservation du milieu marin contre les effets nocifs des activités considérées, que ce soit au stade exploratoire ou à celui de l'exploitation. Elle y travaille par la mise en œuvre d'instruments juridiques, dont le Code d'exploitation minière, qui regroupe un ensemble détaillé de règles, de réglementations et de procédures élaborées par l'AIFM.

Inspirée de la notion fondamentale de protection du milieu marin énoncée par la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer, l'AIFM impose, dans le contrat qui la lie aux organismes souhaitant explorer ces grands fonds, un certain nombre de recommandations sur l'évaluation des impacts environnementaux de leurs activités. Ces recommandations sont publiées dans un document (ISBA/19/LTC/8 – voir la Figure 1 de la page suivante), dont la dernière version remonte à juillet 2013 (il a été produit à l'occasion de sa 19^{ème} session tenue à Kingston) ⁽⁹⁾.

Une liste des activités nécessitant une évaluation préalable de leurs impacts sur l'environnement a été établie, et la mise en œuvre d'un programme de surveillance pendant et après le déroulement de l'activité en question a été décidée ⁽⁹⁾. Deux décisions qui portent sur les points suivants :

- prélèvements à étudier à terre du point de vue de leur extraction et de leur traitement, si l'aire d'échantillonnage de chaque opération est supérieure à la limite fixée dans les recommandations propres à certaines ressources minérales ;
- utilisation de systèmes destinés à provoquer des perturbations au fond,
- essais des procédés et matériels de ramassage,
- activités de forage au moyen d'appareils de forage embarqués,
- échantillonnage de roches,
- prélèvements par traîneau, drague ou chalut épibenthique, à moins qu'ils ne soient autorisés pour des surfaces inférieures à la limite fixée dans les recommandations propres à certaines ressources minérales.

(4) *IMMS*, IMMS Code for Environmental Management of Marine Mining, 2011.

(5) *United Nations Environment Programme*, "Wealth in the Oceans: Deep sea mining on the horizon?", *Environ. Dev.* 12, 2014, pp. 50-61.

(6) *DYMENT (J.) & al.*, Les Impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes. Expertise scientifique collective, *synthèse du rapport CNRS-Iframer*, juin 2014.

(7) *FOUQUET (Y.) & LACROIX (D.)*, Les Ressources minérales marines profondes. Étude prospective à l'horizon 2030, 2012.

(8) *Nautilus Cares. Solwara 1 Project*, Nautilus Cares 1, 2016 : <http://cares.nautilusminerals.com/irm/content/solwara-1-project.aspx?RID=339>

(9) *Commission juridique et technique de l'AIFM – Recommandations à l'intention des contractants en vue de l'évaluation d'éventuels impacts sur l'environnement liés à l'exploration des minéraux marins dans la Zone*, n°13-24714, 2013.



Commission juridique et technique

Distr. générale
1^{er} mars 2013
Français
Original : anglais

Dix-neuvième session
Kingston (Jamaïque)
15-26 juillet 2013

Recommandations à l'intention des contractants en vue de l'évaluation d'éventuels impacts sur l'environnement liés à l'exploration des minéraux marins dans la Zone

Émanant de la Commission juridique et technique

I. Introduction

1. Au cours de la prospection et de l'exploration des minéraux marins, l'Autorité internationale des fonds marins doit, entre autres tâches, établir et revoir périodiquement des règles, règlements et procédures en matière d'environnement afin de protéger efficacement le milieu marin des effets nocifs pouvant résulter d'activités menées dans la Zone; avec les États qui patronnent ces activités, elle leur

Figure 1 : Extrait du document ISBA/19/LTC/8 – Recommandations à l'intention des contractants en vue de l'évaluation d'éventuels impacts sur l'environnement liés à l'exploration des minéraux marins dans la Zone ⁽⁹⁾.

Même si certains articles du document précité rappellent que les études menées pendant ces phases d'exploration devront alimenter l'évaluation des impacts de l'exploitation commerciale, cette deuxième phase souffre encore d'un manque de cadrage précis pour les zones hors ZEE.

Contenu de l'étude d'impact

Les exigences du Code de l'environnement sous réglementation française

Au sens de la réglementation française, le contenu de l'étude d'impact est encadré par l'article R.122-5 (modifié par le décret n°2016-1110) du Code de l'environnement. L'étude s'appuie principalement sur la construction et le renseignement de quatre grandes parties :

- la description du projet (nature des ouvrages, méthodologie des travaux, alternatives recherchées...),
- l'état initial du milieu : description des enjeux physiques, chimiques, biologiques et humains de l'environnement du projet,
- l'évaluation des impacts environnementaux : évaluation de la sensibilité du milieu et des impacts directs et indirects, à court comme à long terme, permanents et temporaires, positifs ou négatifs sur l'environnement du projet (notamment la population, la santé humaine, la biodiversité, les terres, le sol, l'eau, l'air, le climat, les biens matériels, le patrimoine culturel, y compris les aspects architecturaux et archéologiques, et le paysage),
- les mesures ERC (éviter, réduire, compenser) : préconisations de mesures d'évitement, de réduction et de

compensation, dès lors que l'évaluation préalable des impacts identifie des incidences probables liées au projet.

Suite au Grenelle de l'Environnement et, plus récemment, à la dernière ordonnance prise (celle de 2016), l'étude d'impact doit être complétée par de nouveaux éléments. Ainsi, par exemple, il est introduit une demande d'analyse comparative de l'évolution des aspects pertinents de l'environnement en condition de mise en œuvre du projet et en condition naturelle (c'est-à-dire sans réalisation du projet). L'approche de l'évaluation des incidences du projet sur le climat et de la vulnérabilité du projet au changement climatique apparaît également de manière explicite. Le cumul des incidences avec celles d'autres projets existants (ou seulement approuvés) doit être également examiné. Autre renforcement : depuis 2016, les mesures compensatoires doivent être détaillées et chiffrées, et leur impact mesuré. Les modalités de suivi des mesures et de leurs effets doivent également être définies.

Les préconisations de l'AIFM

Tout contractant auprès de l'AIFM doit intégrer dans son plan de travail concernant l'exploration de minéraux marins : a) des études pour la collecte de données de base, b) une surveillance afin d'éviter tout dommage à l'environnement et c) une surveillance pendant et après les essais des systèmes et des matériels de ramassage.

L'AIFM indique dans ses recommandations relatives à l'évaluation des effets en phase d'exploration ⁽⁹⁾ un ensemble d'impacts et de compartiments à considérer. Elle

rappelle notamment l'importance de procéder à l'évaluation des impacts sur l'environnement benthique, sur l'environnement pélagique et sur la couche d'interface benthique. Le périmètre d'étude est également étendu à une zone plus large que le périmètre d'exploration : « L'évaluation d'impact devra porter non seulement sur les zones directement touchées par l'extraction, mais aussi sur la région plus vaste touchée par les panaches à proximité du fond, le panache de rejets et les matières libérées par la remontée des minéraux à la surface de l'océan, en fonction de la technologie employée »⁽⁹⁾.

Le contractant doit également fournir à l'Autorité l'ensemble des éléments techniques (méthodologie) et le calendrier détaillé de son programme d'exploration. Il est également soumis à la définition d'une zone témoin d'impact et d'une zone témoin non impactée, où s'appliquent des mesures de surveillance afin de comparer l'impact des essais et les variations naturelles des conditions écologiques.

Les difficultés prévisibles

Confidentialité et propriété industrielle

Les informations techniques concernant les méthodes d'exploration sont à ce jour plus connues que ne le sont les techniques d'exploitation des ressources minérales profondes ; ces dernières restent en effet encore mal définies et dépendent notamment des informations communiquées par les entreprises et les États impliqués. La description du projet ou l'évaluation des solutions techniques alternatives peuvent dès lors s'avérer complexes en raison de la protection qui s'y attache en matière de propriété industrielle ou d'accords spécifiques de confidentialité. Une partie des acteurs clés de l'exploitation des ressources minières marines travaille à développer une certaine transparence en matière de données, que ce soit à l'initiative de l'AIFM, dans son travail actuel de cadrage réglementaire des opérations d'exploitation minière⁽¹⁰⁾, ou à celle de certains industriels⁽¹¹⁾.

Les lacunes dans les connaissances fondamentales et appliquées

Dans les écosystèmes profonds, la diversité des espèces associées aux ressources minérales est très grande et les compositions spécifiques varient fortement, en fonction des zones géographiques et de la nature de la ressource⁽¹²⁾. L'état des connaissances sur la biodiversité de ces écosystèmes s'est fortement amélioré ces vingt dernières années, grâce à de nouveaux moyens d'exploration⁽¹³⁾, mais il demeure encore très incomplet, et cela pose une difficulté majeure dans la description de l'état initial et des enjeux dans les études d'impact.

L'application de méthodes comparatives et/ou faisant appel à la simulation

Les activités minières en milieu profond entraîneront des impacts environnementaux dont l'aire incidente pourra varier en fonction de l'hydrodynamisme de la zone géographique (plaine abyssale, mont sous-marin ou ride médio-océanique), de la nature de la ressource minérale

(nodules polymétalliques, encroûtements cobaltifères ou amas sulfurés), des technologies utilisées pour l'exploration (outils de cartographie, d'imagerie acoustique du fond, de prélèvement) et pour l'exploitation (extraction du minerai, pompage, prétraitement, rejet des déchets miniers), ainsi qu'en fonction des écosystèmes en présence. Il est actuellement extrêmement difficile de simuler les relations/échanges pouvant exister entre ces différents compartiments.

Il n'est pas possible d'extrapoler les observations faites sur certains sites modèles à l'ensemble des écosystèmes concernés par l'exploitation, en particulier du fait des différences de temporalité entre les différents systèmes. Les méthodologies d'évaluation des conséquences écologiques et économiques des impacts environnementaux restent à mettre en place et à systématiser⁽¹³⁾.

L'identification de mesures préventives et le coût de leur mise en œuvre

L'identification et l'évaluation des mesures de protection, de préservation et de restauration des écosystèmes profonds impactés ne reposent sur aucune réglementation. La capacité de résilience des écosystèmes profonds est encore peu connue, mais certains suivis historiques réalisés le long de traces de chalutage ou d'extraction minière (par exemple) montrent une suppression presque totale de l'épifaune et un temps de recolonisation très lent⁽¹⁴⁾. Les mesures compensatoires actuellement envisagées sont majoritairement tournées vers la création d'aires marines protégées. Même si certaines propositions de mesures de restauration de sites hydrothermaux voient le jour⁽¹⁵⁾, il n'existe pas à l'heure actuelle de méthode définie de restauration écologique qui soit applicable à ces écosystèmes. L'aspect encore expérimental de l'approche de ces écosystèmes, les lacunes de nos connaissances à leur sujet et la variabilité des moyens à mettre en œuvre compliquent le chiffrage de ces mesures.

Les innovations à développer

L'exploitation des ressources minières des grands fonds fait émerger des enjeux technologiques forts.

Le développement de process industriels adaptés

Le développement des équipements et des techniques d'exploration et d'exploitation adaptés aux environne-

(10) ISA, Developing a Regulatory Framework for Mineral Exploitation in the Area, 2015.

(11) ECORYS, Study to investigate state of knowledge of Deep Sea Mining, 2014.

(12) RAMIREZ-LLODRA (E.) & al., "Deep, diverse and definitely different: Unique attributes of the world's largest ecosystem", *Biogeosciences* 7, 2010, pp. 2851-2899.

(13) DYMENT (J.) & al., Les Impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes. Expertise scientifique collective, rapport CNRS-Ifremer, 2014.

(14) VANREUSEL (A.), HILARIO (A.), RIBEIRO (P. A.), MENOT (L.) & ARBIZU (P. M.), "Threatened by mining, polymetallic nodules are required to preserve abyssal epifauna", *Sci. Rep.* 6-26 808, 2016.

(15) Coffey Natural Systems, Environmental Impact Statement: Nautilus Minerals Niugini Limited, Solwara 1 Project Volume A - Main Report. Nautilus Minerals Niugini, 2008.

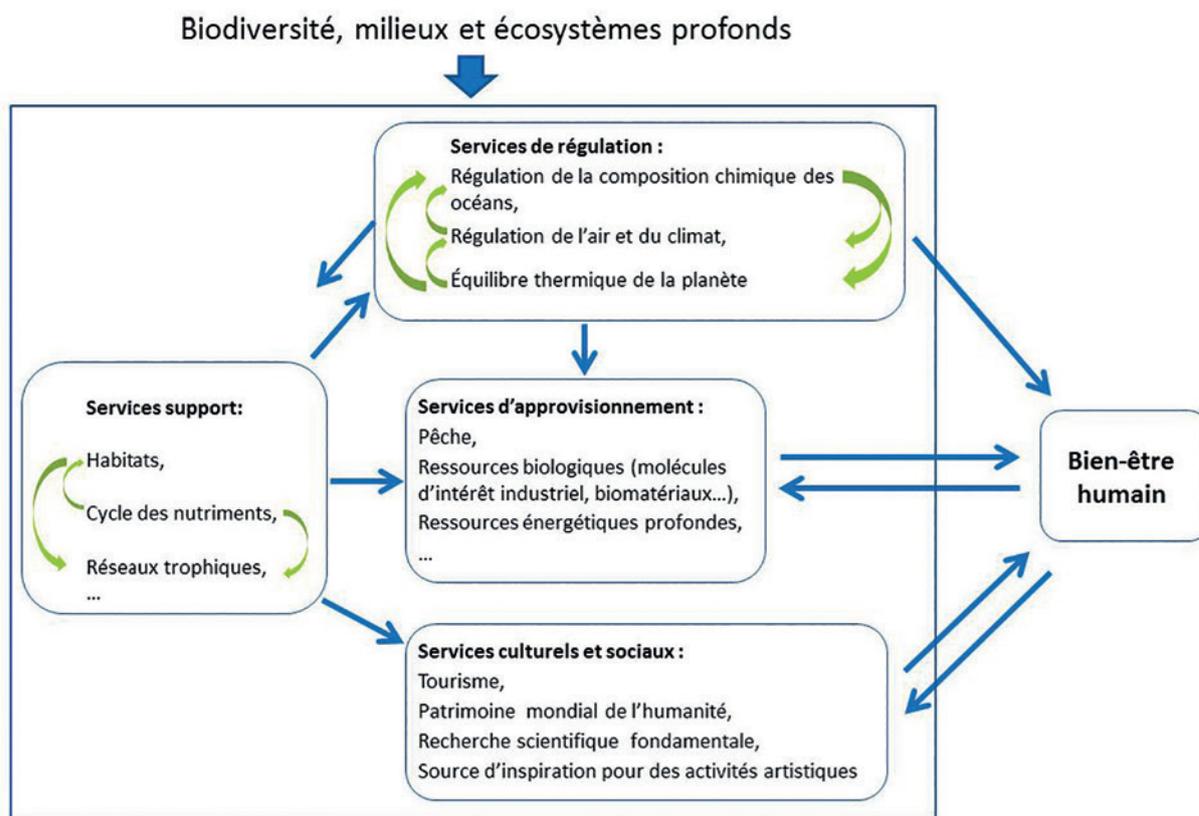


Figure 2 : Services écosystémiques rendus par la biodiversité, les milieux et les écosystèmes associés aux principales ressources minérales marines profondes et aux écosystèmes connexes – Source : Extrait du résumé exécutif du rapport d'expertise CNRS-Ifrremer, juin 2014 ⁽¹⁷⁾.

ments extrêmes des grands fonds est aujourd'hui une nécessité. Cependant, ce développement doit impérativement se dérouler en appliquant le principe de précaution environnementale nécessaire à la préservation de ces environnements sensibles et méconnus. Une évaluation des risques d'impact sur l'environnement doit donc être réalisée dès les premières phases de la conception des projets.

Outils et méthodes d'acquisition de données

La surveillance de l'impact environnemental de l'exploitation des ressources minières sous-marines implique le développement de techniques d'observation et de mesure ⁽⁷⁾.

De nouveaux outils permettant de conduire des stratégies d'exploration plus efficaces devront être mis au point, comme le développement de la détection acoustique et la marinisation de techniques géophysiques et d'analyses chimiques à réaliser *in situ*, à de grandes profondeurs et au plus près du fond. Certains de ces équipements, comme des sondes équipées de capteurs environnementaux basiques, devront être adaptés à des vecteurs, tels que les engins sous-marins autonomes (AUV) et les engins télé-opérés (ROV). Le projet MELODI (*Magnetic and ELectromagnetic Ore Detection*), porté par CREOCEAN, vise par exemple à développer des solutions efficaces d'exploration non intrusives et, de fait, garantes de l'intégrité

et de la préservation de l'environnement, tant à l'échelle régionale (détection) qu'à l'échelle locale (caractérisation), pour la localisation des amas sulfurés ⁽¹⁶⁾.

Ainsi, dans le cadre des technologies d'étude de sites et de l'évaluation des ressources et de la biodiversité, la bathymétrie, l'imagerie à ultra-haute résolution et les outils de forage carotté opérant directement sur le fond seront des outils de développement indispensables pour pouvoir affiner les explorations au niveau local et réaliser des prélèvements. Le développement des technologies de surveillance des environnements permettra de créer des outils spécifiques nécessaires pour établir des états de références biologiques et en suivre la variabilité temporelle.

Le développement de modèles numériques

Dans le système « Océan », les échanges entre les eaux de grandes profondeurs et le reste de l'océan sont encore mal connus. Les modélisations aux échelles locales

⁽¹⁶⁾ « Des meutes de drones sous-marins pour chercher des amas sulfurés », Mer et Marine – Toute l'actualité maritime 1, 2016 : <http://www.meretmarine.com/fr/content/des-meutes-de-drones-sous-marins-pour-chercher-les-amas-sulfures>

⁽¹⁷⁾ DYMENT (J.) & al., Impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes. Expertise scientifique collective, résumé exécutif du rapport CNRS-Ifrremer, 2014.

et régionales ne sont pas fiables : elles sont pourtant nécessaires pour évaluer les impacts des perturbations tant à proximité du fond que dans la colonne d'eau. Le développement de modèles numériques intégrant les données acquises par les observatoires permettra de mieux comprendre le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes étudiés : il sera utile dans le cadre de la gestion, de la conservation et de la protection de ces écosystèmes ⁽¹³⁾.

Les évaluations écosystémiques

Les services écosystémiques (voir la Figure 2 de la page précédente) rendus par l'océan étant difficilement monétisables et les impacts environnementaux peu quantifiables, il est difficile de chiffrer les conséquences économiques

des impacts environnementaux. Les zones potentiellement affectées par l'extraction minière s'étendent du plancher océanique à la colonne d'eau jusqu'à la surface, et aussi à terre. Une méthodologie d'évaluation des conséquences économiques des impacts environnementaux reste donc à mettre en place et à systématiser.

Les services le plus susceptibles d'être impactés sont la pêche, à partir de - 400m de profondeur (rejet des déchets miniers en surface et dans la colonne d'eau) et le tourisme (observation des cétacés et des requins dans les zones à encroûtements ou à sulfures polymétalliques, tourisme d'aventure dans les grandes profondeurs, croisières au large d'îles proches de gisements miniers) ⁽¹³⁾.