



Commission juridique et technique

Distr. générale
26 juillet 2005
Français
Original: anglais

Onzième session
Kingston, Jamaïque
15-26 août 2005

Recommandations de l'Atelier de l'Autorité sur les sulfures polymétalliques et encroûtements cobaltifères, leur milieu et les principes de l'élaboration de profils écologiques témoins et d'un programme de surveillance de l'exploration et de l'extraction minière, qui s'est tenu à Kingston (Jamaïque) du 6 au 10 septembre 2004

I. Introduction

1. S'agissant de la protection et de la préservation du milieu marin au cours de la prospection et de l'exploration, le projet de règlement relatif à la prospection et à l'exploration des sulfures polymétalliques et des encroûtements ferromanganésifères enrichis en cobalt dans la Zone (document ISBA/10/C/WP.1) stipule que l'Autorité, entre autres tâches, établit et revoit 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 applique le principe de précaution conformément aux recommandations de la Commission juridique et technique (ibid., art. 33, par. 1 et 2). Ce projet de règlement stipule aussi que tout contrat d'exploration des sulfures polymétalliques ou des croûtes cobaltifères requiert du contractant qu'il collecte des données écologiques de base et établisse, en tenant compte de toute recommandation que pourrait formuler la Commission juridique et technique, des profils écologiques témoins par rapport auxquels seront évalués les effets que les activités menées au titre de son plan de travail relatif à l'exploration sont susceptibles d'avoir sur le milieu marin, ainsi qu'un programme destiné à surveiller ces effets et à en rendre compte. Selon le projet de règlement, le contractant coopère avec l'Autorité et l'État ou les États qui le patronnent pour élaborer et appliquer ce programme de surveillance. Dans ses recommandations, la Commission peut énumérer les activités d'exploration qui ne sont pas susceptibles d'avoir des effets nocifs sur le milieu marin (ibid., art. 34, par. 1).

2. Selon le règlement, la demande soumise en vue d'obtenir l'approbation d'un plan de travail relatif à l'exploration comprend, entre autres, la description du programme d'études océanographiques et écologiques prescrites par le règlement et les règles, règlements et procédures d'ordre environnemental établis par l'Autorité, qui permettrait d'évaluer l'impact environnemental potentiel des activités d'exploration proposées, compte tenu de toutes recommandations formulées par la Commission juridique et technique, ainsi qu'une évaluation préliminaire de l'impact que les activités proposées sont susceptibles d'avoir sur le milieu marin (ibid., art. 20).

3. Après que le plan de travail relatif à l'exploration a été approuvé sous forme d'un contrat et avant de commencer les activités d'exploration, le contractant soumet à l'Autorité :

a) Une étude d'impact indiquant les effets potentiels des activités proposées sur le milieu marin;

b) Une proposition pour un programme de surveillance en vue de déterminer les effets potentiels des activités proposées sur le milieu marin; et

c) Des données pouvant être utilisées pour établir un profil écologique témoin par rapport auquel l'effet des activités proposées pourra être évalué (ibid., annexe 4 au projet de règlement, par. 5.2).

4. Au fur et à mesure des activités d'exploration, le contractant réunit des données environnementales et établit des profils écologiques témoins par rapport auxquels seront évalués les effets probables sur le milieu marin (ibid., par. 5.3); met sur pied et exécute un programme pour la surveillance des effets de ces activités sur le milieu marin, et coopère avec l'Autorité pour assurer cette surveillance (ibid., par. 5.4); et, 90 jours au plus tard après la fin de chaque année civile, rend compte par écrit au Secrétaire général de l'application et des résultats du programme de surveillance et communique les données et informations prescrites par le règlement, en tenant compte de toute recommandation qui pourrait être formulée par la Commission juridique et technique (ibid., annexe 4, par. 5.5 et art. 34, par. 2).

5. Il est indiqué à l'alinéa e) du paragraphe 2 de l'article 165 de la Convention que la Commission juridique et technique fait au Conseil des recommandations sur la protection du milieu marin, en tenant compte de l'opinion d'experts reconnus. L'Atelier sur les sulfures polymétalliques et encroûtements cobaltifères, leur milieu et les principes de l'établissement de profils écologiques témoins et d'un programme de surveillance de l'exploration a été organisé à Kingston du 6 au 10 septembre 2004 pour satisfaire à cette obligation.

6. En juin 1998, l'Autorité avait organisé un atelier chargé d'élaborer des directives pour l'évaluation de l'impact éventuel de l'exploration des nodules polymétalliques sur l'environnement, qui a débouché sur l'adoption d'un projet de directives à cet effet. L'Atelier a noté qu'il fallait disposer de méthodes communes et claires d'analyse fondées sur des principes scientifiques admis et tenant compte des contraintes océanographique. Les aspects de ces directives qui concernent les nodules polymétalliques (ISBA/7/LTC/1/Rev.1) sont applicables aux sulfures polymétalliques et aux croûtes cobaltifères.

7. Les recommandations de l'Atelier reflète l'état actuel des connaissances sur le milieu marin et des techniques à utiliser. Il pourra être nécessaire de les modifier

pour tenir compte des progrès de la science et de la technologie intéressant les gisements, notamment les conditions dans lesquelles ils se forment, leur caractérisation et les techniques d'extraction minière. Sauf indication contraire, les recommandations pour l'exploration et les essais d'extraction des sulfures et des croûtes qui figurent dans le présent rapport sont applicables aux deux types de gisements. Sur certains sites, il est possible que telle ou telle recommandation ne puisse raisonnablement être mise en œuvre. En pareil cas, le contractant fournit des arguments à ce sujet lorsqu'il soumet un programme de travail à la Commission juridique et technique, laquelle peut alors l'exempter de l'application de ladite recommandation.

8. La nature des considérations écologiques dont il faut tenir compte pour les essais d'extraction des sulfures polymétalliques et des croûtes cobaltifères dépend de la technique d'extraction utilisée et de l'échelle des opérations (c'est-à-dire du nombre de tonnes extraites par an et par région). Dans le présent rapport, l'extraction mécanique sans traitement initial sur les fonds marins a été considérée comme la technique la plus probable. Mais, à l'avenir, les opérations minières feront appel à d'autres techniques qui n'ont pas été envisagées ici. L'Autorité internationale des fonds marins devra réexaminer les considérations sur lesquelles elle s'est appuyée pour élaborer ses directives à mesure que de nouvelles technologies seront mises au point et que la technologie d'extraction minière proposée sera identifiée, afin de s'assurer que les hypothèses et les principes exposés ici restent pertinents.

II. Portée

A. Objet

9. Ces recommandations décrivent les procédures à suivre pour obtenir des données de référence et surveiller la zone d'exploration pendant et après toute activité susceptible de porter gravement atteinte à l'environnement. Concrètement, elles ont pour objet :

a) De définir les paramètres biologiques, chimiques, géologiques et physiques à mesurer, ainsi que les procédures à suivre par les contractants pour protéger véritablement le milieu marin contre tout effet dommageable qui pourrait résulter de leurs activités dans la Zone;

b) De faciliter la notification des activités par le contractant;

c) D'aider les contractants potentiels à préparer un plan de travail pour l'exploration des nodules polymétalliques et des croûtes cobaltifères, conformément aux dispositions de la Convention, à l'Accord de 1994 relatif à l'application de la partie XI de la Convention, et au règlement.

B. Définitions

10. Sauf indication contraire spécifiée dans le présent document, les mots et expressions définis dans le règlement ont le même sens dans les présentes recommandations. On trouvera à l'annexe au présent rapport un glossaire de termes techniques.

C. Études environnementales

11. Tout plan de travail concernant l'exploration des sulfures polymétalliques et des croûtes cobaltifères comporte :

- a) Des études pour la collecte de données de référence;
- b) Une surveillance avant, pendant et après les essais d'extraction.

II. Études en vue de la collecte de données de référence sur l'environnement pour les deux types de ressources

12. Il est important d'obtenir suffisamment d'informations sur les sites d'essai potentiels afin de déterminer les conditions naturelles existant avant les essais, de mieux connaître les processus naturels tels que la dispersion et le dépôt des particules et la succession de la faune benthique, et de recueillir d'autres données susceptibles de permettre de prévoir avec exactitude l'impact sur l'environnement. L'impact des processus naturels périodiques sur le milieu marin pourrait être significatif, mais son ampleur est mal connue. Il est donc important d'acquérir des données remontant le plus loin possible dans le temps, afin de connaître la manière dont les communautés de surface et les communautés benthiques réagissent à ces processus.

13. Selon les dispositions du projet de règlement relatif à la prospection et à l'exploration des sulfures polymétalliques et des encroûtements ferromanganésifères enrichis en cobalt dans la Zone (dénommé ci-après projet de code d'exploitation minière), les contractants coopèrent avec l'Autorité internationale des fonds marins et l'État ou les États qui les patronnent, pour établir des profils écologiques témoins par rapport auxquels seront évalués les effets probables du programme de travail sur le milieu marin, et mettent sur pied un programme pour la surveillance de ces effets et l'établissement de rapports. Si cette évaluation de l'impact environnemental doit être crédible, il est essentiel que des experts indépendants qualifiés soient chargés d'établir ces profils et que l'impact potentiel fasse l'objet d'une surveillance et de notifications.

14. En outre, les contractants devraient autoriser l'Autorité internationale des fonds marins à envoyer ses inspecteurs à bord des navires et installations servant aux activités exploratoires dans la Zone, notamment pour qu'ils surveillent les effets de ces activités sur le milieu marin.

A. Données de référence à fournir

15. Pour établir un profil écologique témoin dans la zone d'exploration, le contractant, en utilisant la meilleure technologie disponible, recueille des données afin de déterminer les niveaux de référence des paramètres physiques, chimiques, biologiques et autres qui caractérisent les systèmes susceptibles d'être affectés par les activités d'exploration et les essais d'extraction. Ces données de référence, qui attestent les conditions naturelles initiales, sont indispensables pour déceler les

changements causés par les essais et prévoir l'impact qu'aura l'exploitation commerciale.

16. L'Atelier suggère que la Commission juridique et technique, lors de l'élaboration des directives concernant les données de référence à fournir :

a) Préconise une sélection stratégique des indices, fondée sur un plan statistique solide, plutôt que des inventaires menés au hasard sans échantillonnage approprié;

b) Conseille de collecter les données de référence au moyen des meilleures méthodes utilisées en prospection minière (par exemple imagerie, cartographie);

c) Reconnaisse que l'échantillonnage quantitatif de substrats durs (sulfures polymétalliques, croûtes cobaltifères, basalte) dans les fonds marins est une tâche difficile à laquelle se livrent rarement les chercheurs. Plusieurs types de matériel seront nécessaires pour prélever des échantillons, par exemple d'espèces animales de petite taille ou d'espèces vivant dans des crevasses ou au milieu des coraux;

d) Reconnaisse que les surfaces minérales exposées sont parfois irrégulières, ou en pente forte et qu'il peut être difficile d'en obtenir une visualisation quantitative si l'on ne dispose pas d'un véhicule télécommandé ou tant qu'une technique nouvelle n'aura pas été mise au point;

e) Reconnaisse que des échantillons doivent être recueillis aux fins d'identification taxonomique, de séquençage de l'ADN et d'établissement de collections de spécimens en double, et qu'un dépôt (ou plusieurs, si c'est nécessaire) devra être désigné pour abriter les collections en double;

f) Reconnaisse l'utilité des banques de données numériques contenant des photos et des séquences génomiques de spécimens de la faune et d'assemblages microbiens; l'existence d'un programme rationnel tant du point de vue financier, que logistique et scientifique, est indispensable à l'acquisition de ces données;

g) Comprenne que la taxonomie par numéros (par exemple espèce 1, espèce 2, etc.), à condition que des règles cohérentes soient appliquées et que l'on conserve des spécimens en double, constitue une bonne base pour les études visant à collecter des données de référence, mais que la taxonomie classique et la taxonomie moléculaire doivent être mises en œuvre soit directement par le contractant, soit dans le cadre de programmes de recherche en coopération;

h) Prévoie que les méthodes moléculaires vont progresser rapidement au cours de la prochaine décennie et que toutes les études biotiques, notamment celles des micro-organismes, pourront être réalisées beaucoup plus vite et de manière beaucoup plus économique qu'aujourd'hui. Des séquences moléculaires devraient être déposées dans Genbank ou dans des banques de données analogues internationalement reconnues. L'Autorité internationale des fonds marins devrait suivre l'évolution de ces technologies moléculaires et modifier en conséquence les données de référence à fournir.

B. Données de référence régionales

17. L'impact physique des essais d'extraction ne peut être que local, néanmoins un écosystème est plus ou moins sensible aux perturbations selon que les éléments qui

le composent sont uniques ou, au contraire, courants. C'est la raison pour laquelle le contractant doit recueillir une partie des données à l'échelle régionale. Le volume de données à recueillir dépendra probablement de la structure concernée (par exemple mont sous-marin, gisement de sulfures polymétalliques ou autre).

18. Étant donné que les populations de la faune trouvée dans les gisements de sulfure et les croûtes cobaltifères sont des sous-ensembles de métapopulations qui agissent les unes sur les autres au gré des dispersions et colonisations, il est important de connaître le degré d'isolement des populations présentes dans les gisements qui vont être ramassés et de savoir si une population donnée constitue un stock de géniteurs critique pour d'autres populations.

19. Quelles que soient les techniques d'extraction employées, on sait qu'une certaine quantité de sous-produits particuliers et/ou en solution sera libérée dans la colonne d'eau au voisinage des gisements exploités, des conduits de transport et des sites de traitement. Avec les techniques proposées actuellement pour les essais d'exploration et d'extraction, les principaux sous-produits prévisibles sont des particules formées lors de l'extraction par désagrégation mécanique des minéraux. On peut s'attendre à ce que les sociétés minières réduisent au minimum la perte des minéraux qui possèdent une valeur économique mais il ne semble pas réaliste de faire l'hypothèse d'une perte nulle. Étant donné que l'on ignore dans quel intervalle se situe la taille des particules, on admet que les sous-produits contiennent de très petites particules qui peuvent rester en suspension pendant des mois. On ne peut exclure non plus la possibilité que des substances toxiques soient introduites. Les métaux liés ne sont pas disponibles pour les processus biologiques mais une dissolution des métaux peut avoir lieu dans certaines conditions (par exemple faible PH des intestins d'invertébrés marins, zone du minimum d'oxygène dans la colonne d'eau) et provoquer une toxicité. On peut aussi mentionner la libération, accidentelle ou intentionnelle, de substances chimiques utilisées pour l'exploration et les essais d'extraction. Le principal objectif de la collecte de données de référence physiques consiste à évaluer le potentiel de dispersion qu'il s'agisse de particules ou de matières dissoutes. La connaissance de ce paramètre permet aussi de surveiller et d'atténuer les effets de déversements accidentels lors des essais d'extraction. Nous recommandons d'évaluer le potentiel de dispersion à proximité des futurs sites d'extraction même s'il est spécifié dans le projet que la technologie d'extraction ne doit pas entraîner la libération de sous-produits dans l'environnement.

C. Données de référence régionales concernant l'océanographie physique et chimique

20. Les données de référence physiques et chimiques doivent être recueillies dans toute la zone d'exploration, jusqu'à ses limites extérieures. La résolution recommandée pour l'échantillonnage correspond approximativement aux normes de l'Expérience mondiale concernant la circulation océanique et aux normes CLIVAR¹ avec un espacement des stations ne dépassant pas 50 kilomètres. Dans les régions de gradient latéral élevé (par exemple dans les courants de bord et près des grandes structures topographiques), on réduit l'intervalle de prélèvement des échantillons afin d'identifier ces gradients. Verticalement, on doit prélever au moins cinq échantillons dans les 200 mètres supérieurs et cinq dans les 200 mètres inférieurs de la colonne d'eau. À l'intérieur, l'espacement vertical ne doit pas être supérieur à 100 mètres. Ici aussi la résolution doit être augmentée dans les régions à gradient

élevé (par exemple pour localiser et quantifier la présence éventuelle d'un minimum d'oxygène). Pour les paramètres dont les gradients horizontaux ne sont pas significatifs, on considère qu'il suffit de déterminer les intervalles de base (par exemple moyennes et écarts types). Pour ceux ayant une structure spatiale importante (gradients, extrema), la résolution de l'échantillonnage doit permettre de caractériser cette structure. En raison de la forte influence de la topographie sur l'échelle spatiale des structures océaniques, cela exigera sans doute un plan de lever avec un espacement des stations qui sera fonction de l'échelle topographique, par exemple, une haute résolution pour les fortes pentes.

21. L'échantillonnage de la colonne d'eau doit inclure tous les paramètres courants (température, salinité, oxygène, chlorophylle dans la zone euphotique, charge de particules) ainsi que les paramètres chimiques énumérés au tableau 3, page 517, du rapport de l'Autorité internationale des fonds marins intitulé « Standardization of Environmental Data and Information – Development of Guidelines² » (phosphates, nitrates, nitrites, silicates, carbonates (alcalinité), oxygène, zinc, cadmium, plomb, cuivre, mercure, carbone organique total). En outre, les paramètres physiques et géochimiques pertinents du sédiment (y compris la chimie de l'eau interstitielle) devraient être déterminés ici encore en suivant les principes énoncés par l'Autorité internationale des fonds marins, qui serviront de référence pour les paramètres chimiques à notifier (ibid., tableau 2 : phosphates, nitrates, silicates, nitrites et carbonates (alcalinité), Eh, PH, fer, manganèse, zinc, cadmium, plomb, cuivre, mercure). Une fois que l'on connaît les détails des techniques proposées pour les essais d'extraction, on ajoute à ces listes de paramètres les substances potentiellement nocives qui pourraient être libérées dans la colonne d'eau au cours des essais. Pour toutes les mesures, le degré de précision est celui indiqué par les normes scientifiques acceptées (par exemple les normes CLIVAR). Afin de pouvoir analyser d'autres paramètres par la suite, des échantillons d'eau convenant à la fois à l'analyse des matières dissoutes et à celle des matières particulières devront être recueillis et archivés dans un dépôt accessible aux chercheurs.

22. Un programme général de collecte de données de référence en matière d'océanographie physique et chimique comprend :

a) Collecte de données relatives à l'hydrographie de la colonne d'eau et à la pénétration de la lumière, d'une résolution suffisante pour permettre d'identifier les schémas dominants, compte tenu des caractéristiques topographiques du site exploré;

b) Collecte de données permettant d'évaluer le potentiel de dispersion horizontale et verticale par advection et diffusion turbulente des matières dissoutes et des matières particulières, à des échelles spatiales et temporelles importantes pour l'environnement;

c) Établissement et validation d'un modèle de circulation numérique qui couvre les échelles temporelles et spatiales pour la dispersion et mise en place d'expériences, par exemple pour étudier les effets que pourrait avoir un déversement accidentel;

d) Collecte de données chimiques dans la colonne d'eau, avec une résolution suffisante pour permettre d'identifier la répartition dominante, en tenant compte des caractéristiques topographiques du site d'exploration;

e) Collecte et archivage d'échantillons de la colonne d'eau en vue d'analyses ultérieures.

23. Pour chaque sous-produit des essais d'extraction, il convient de modéliser l'échelle de temps pendant laquelle ce produit a un impact significatif sur l'environnement. Cette échelle peut dépendre de la dilution; si tel est le cas, l'évaluation de la dispersion doit inclure une détermination des vitesses auxquelles s'effectue le mélange vertical et horizontal près du site considéré. Le potentiel de dispersion est évalué sur des échelles de temps qui vont de la fréquence des marées aux échelles les plus étendues ayant un impact sur l'environnement. La contribution des phénomènes d'advection et de diffusion turbulente au potentiel de dispersion doit être évaluée. Déterminer le potentiel de dispersion dans l'océan profond exige normalement une surveillance de longue durée. Même la détermination des directions et des vitesses du débit moyen en profondeur peut exiger l'équivalent de plusieurs années de données de courantomètre. Évaluer la dispersion par diffusion turbulente est encore plus difficile et suppose en général l'application de techniques lagrangiennes telles que les bouées à flottabilité neutre ou l'utilisation de colorants. C'est pourquoi il est souhaitable de procéder dès le début de l'exploration à l'évaluation du potentiel de dispersion régional à plusieurs niveaux de la colonne d'eau. On peut parfois évaluer la dispersion à faible profondeur et au voisinage de 1 000 mètres, en se fondant sur les données existantes – fournies par les bouées dérivantes de surface et les flotteurs ARGO – en sachant toutefois qu'au moment où se feront les essais d'extraction, de nouvelles données seront peut-être disponibles.

24. Avant le début des essais d'extraction, le potentiel de dispersion doit être évalué à tous les niveaux où les sous-produits présentant une importance pour l'environnement seront libérés dans la colonne d'eau et où des déversements accidentels sont jugés les plus probables. La résolution verticale requise dépendra du régime dynamique régional (cisaillement vertical des courants horizontaux), mais on prévoit que trois niveaux au moins devront être échantillonnés (faible profondeur, profondeur intermédiaire, grande profondeur). L'écoulement à proximité du fond marin en particulier doit bénéficier d'une résolution temporelle et spatiale élevée, par exemple, des mesures par des courantomètres acoustiques Doppler ancrés au fond, avec un échantillonnage suffisant pour identifier les flux de marée dominants. Dans les régions où il existe des accidents topographiques près du site des essais, la résolution horizontale et verticale doit être augmentée pour permettre d'identifier les structures dynamiques dominantes qui sont en général associées à la topographie des fonds marins (courants de bord, turbulences piégées, débordements, etc.). Près des champs de cheminées hydrothermales actives, les observations hydrographiques, chimiques et optiques fournissent souvent d'utiles informations de premier ordre sur la dispersion au niveau des panaches de flottabilité neutre. L'interprétation des observations sur la dispersion des panaches en termes de potentiel de dispersion des sous-produits d'extraction est difficile pour plusieurs raisons : les caractéristiques temporelles et spatiales des sources hydrothermales sont généralement mal connues, les panaches hydrothermaux se dispersent à leur niveau d'équilibre qui dépend à la fois des caractéristiques de la source et de celles du milieu, enfin la composition des particules des panaches hydrothermaux (et donc leur vitesse de sédimentation) ne peut être contrôlée. Néanmoins, il est probable que les observations sur la dispersion des panaches hydrothermaux seront utiles, en particulier pour la conception d'études de suivi contrôlées.

25. Afin d'achever l'évaluation du potentiel de dispersion, un modèle numérique hydrodynamique 3D couvrant les échelles temporelles et spatiales appropriées doit être construit et utilisé pour une série d'expériences. Le contractant doit choisir un modèle qui soit considéré par les spécialistes de la modélisation des océans comme convenant aux études de la dispersion à proximité des fonds marins; de simples modèles à compartiments ou à coordonnée z avec une résolution verticale médiocre en profondeur ne conviennent pas. Les caractéristiques précises dépendront de l'environnement topographique et océanographique du site considéré. La résolution doit correspondre aux échelles décrites ci-dessus (c'est-à-dire que les gradients doivent être traduits par plusieurs points) et le modèle doit être validé par rapport aux données d'observation. Après validation, le modèle numérique est utilisé pour étudier des scénarios hypothétiques, par exemple pour estimer l'impact potentiel de déversements accidentels ou pour des cas extrêmes comme les orages atmosphériques.

D. Données de référence géologiques régionales

26. L'Atelier a formulé sur le sujet les recommandations suivantes :

a) Des cartes régionales montrant la dimension et la répartition des gisements de sulfure, des croûtes cobaltifères et d'autres habitats critiques (suintements, émissions diffuses de faible température, squelettes de baleine, etc.) seront établies;

b) Des données bathymétriques à haute résolution (au moins 200 mètres à l'horizontale et 10 mètres à la verticale), de haute qualité (précision égale ou supérieure à 1 % de la profondeur de l'eau) seront recueillies dans la zone où la dispersion des sous-produits des essais d'extraction risque d'avoir un impact significatif sur l'environnement, c'est-à-dire sur toute la région couverte par le modèle de circulation numérique;

c) Dans le cadre de l'étude initiale à haute résolution, on prélèvera une série de carottes préliminaires représentatives du gisement ainsi qu'une série de carottes préliminaires représentatives du sédiment du fond marin (y compris les quelques centimètres supérieurs qui peuvent être perdus lorsqu'on utilise un carottier standard) autour de la zone d'exploitation; ces carottes seront ensuite entreposées dans un dépôt adapté en vue d'études scientifiques ultérieures compte tenu des incidences financières pour le contractant. Une stratégie d'échantillonnage raisonnable consisterait à prélever des carottes sédimentaires à intervalles d'un kilomètre à partir du bord du gisement et sur au moins 10 kilomètres en direction des quatre points cardinaux;

d) Des séries chronologiques du flux vertical de particules dans la colonne d'eau sur le site retenu pour les essais d'extraction, à une faible profondeur, à une profondeur intermédiaire et près du fond, seront établies. La résolution temporelle des mesures du flux de particules doit être d'un mois au moins et la série chronologique néphélogométrique doit être enregistrée sur des pièges à sédiments;

e) Connaissant les vitesses de sédimentation *in situ* des particules produites lors des essais d'extraction, aussi bien à une profondeur intermédiaire qu'à une grande profondeur, il sera plus aisé de vérifier et d'améliorer la capacité des modèles mathématiques à prévoir la dispersion des panaches benthiques et des

panaches de profondeur intermédiaire. Ces informations répondent aux préoccupations qui ont été exprimées à propos du panache de profondeur intermédiaire et à la préoccupation primordiale concernant l'impact du panache benthique sur les organismes benthiques;

f) S'agissant des gisements de sulfures, l'activité hydrothermale doit être classée en sites « dormants », encore sous l'influence potentielle d'une source de chaleur bien qu'il n'y ait plus aucun dégagement de fluides hydrothermaux, et en sites éteints, éloignés de leur source de chaleur ou dont la source de chaleur a disparu. Du point de vue écologique, ces deux scénarios peuvent être considérés comme plus ou moins équivalents. Ce qui est important du point de vue biologique c'est de savoir : si un dégagement hydrothermal actif persiste sur le site (cas 1), si les essais d'extraction prévus relanceront le dégagement hydrothermal sur un site par ailleurs inactif (cas 2), ou si le site reste inactif sur le plan hydrothermal même lorsqu'il est perturbé par des essais d'extraction (cas 3). L'évaluation initiale doit déterminer si le site considéré relève du cas 1, du cas 2 ou du cas 3.

E. Données de référence géochimiques régionales

27. L'Atelier a formulé à ce sujet les recommandations suivantes :

a) Des données chimiques sur les sédiments seront recueillies, si c'est nécessaire, avec une résolution suffisante pour permettre de comprendre les caractéristiques dominantes;

b) Des carottes et des échantillons de sédiments représentatifs seront collectés avant les essais d'extraction et conservés (dans la mesure jugée utile par la Commission juridique et technique);

c) Des données de référence sur les flux verticaux de particules dans la colonne d'eau doivent être obtenues, avec une résolution suffisante pour pouvoir évaluer les effets potentiels sur le milieu.

F. Données de référence biologiques régionales

28. L'Atelier a formulé à ce sujet les recommandations suivantes :

a) En cas de risque de rejets en surface, il faut déterminer les espèces planctoniques qui se rencontrent dans les 200 premiers mètres de la colonne d'eau. La composition, la biomasse et la production du phytoplancton, la composition et la biomasse du zooplancton et la biomasse et la production du plancton bactérien doivent être étudiées, de même que les variations saisonnières et interannuelles de la communauté planctonique dans la couche supérieure de l'océan. Il est possible d'élargir le champ d'analyse en recourant à la télédétection, mais un étalonnage est alors indispensable, de même que la validation des résultats obtenus;

b) Les mammifères marins et, autant que possible, la mégafaune de surface (tortues, bancs de poissons) doivent être étudiés. Les observations de ces mammifères et des autres espèces appartenant à la mégafaune pélagique seront consignées dans l'étude de base. Il est recommandé que ces espèces et leur comportement soient enregistrés sur des transects entre les stations. La variabilité temporelle sera analysée;

c) Les éléments d'information tirés des échantillons, des photographies, des enregistrements vidéo, ou obtenus par d'autres moyens, permettront de déterminer l'impact sur le benthos. Ils aideront à en évaluer l'importance et peut-être à élaborer des stratégies visant à réduire les effets des opérations d'extraction à des fins commerciales. Les données sur la succession faunique après les essais d'extraction renseigneront sur le rétablissement des espèces benthiques après les essais. Des échantillons seront prélevés à proximité immédiate du site avant et après les essais, à certaines distances de la zone exploitée, pour déterminer l'impact du panache benthique, et à certaines périodes une fois les essais terminés. Ces études d'impact peuvent être effectuées en collaboration;

d) Il est parfois nécessaire d'associer une surveillance et des expérimentations à bord de navires et en laboratoire pour élucider totalement, avant les essais d'extraction, les questions relatives à l'impact que pourraient avoir sur le phytoplancton et le zooplancton des rejets de surface, ainsi que l'effet des métaux traces;

e) Des renseignements sur d'autres effets du panache sur la biote des couches d'eau intermédiaires découlent parfois de l'observation de phénomènes peu courants comme la mort des poissons par embolie dans les zones de rejet ou la présence de concentrations inhabituelles de poissons, de mammifères marins, de tortues ou d'oiseaux;

f) La répartition verticale de la lumière influe directement sur la production primaire dans la couche euphotique. En cas de rejets de surface, les profils de l'intensité lumineuse verticale montreront l'effet qu'exercent les particules rejetées sur l'affaiblissement de la lumière et les bandes spectrales (rayonnement photosynthétiquement actif : de 400 à 700 nm; et lumière bleue : 475 nm) selon la durée, la profondeur et la distance par rapport au navire. Ces valeurs permettront également de déceler une accumulation éventuelle de particules en suspension dans la pycnocline;

g) Les données sur la dispersion des rejets solides résultant de l'extraction permettront d'affiner les modèles de dispersion existants afin de prédire avec exactitude le comportement du panache en vue de passer de la phase des essais à celle de l'exploitation commerciale.

G. Données biologiques locales de référence

29. L'étude initiale qui servira à déterminer si les essais d'extraction de sulfures polymétalliques et d'encroûtements cobaltifères ont gravement affecté le milieu marin doit comprendre un tableau indiquant l'abondance de chaque espèce dans les zones susceptibles d'avoir été touchées par les essais. C'est l'information de base que les biologistes collectent pour pouvoir étudier une communauté quelle qu'elle soit. L'échantillonnage incrémentiel permet au contractant d'établir des courbes espèces-relevés pour des microhabitats de substrat dur représentatifs qui subiront probablement les effets des essais d'extraction, puis de définir des tests robustes pour mesurer la richesse en espèces. Les principes recommandés pour les protocoles d'échantillonnage sur substrat dur sont présentés ci-après. Quant aux méthodes d'élaboration de tableaux quantitatifs sur l'abondance de chaque espèce dans les sédiments meubles et dans le milieu pélagique susceptibles d'être affectés par l'exploration et les essais d'extraction, elles sont déjà décrites en détail dans le

projet de directives relatif aux nodules polymétalliques. Il incombe au contractant d'obtenir ces données de référence lorsqu'elles renseignent sur l'impact potentiel des essais d'extraction.

30. Les substrats durs, en particulier s'ils renferment de petits organismes, ne se prêtent guère à un échantillonnage quantitatif. Le prélèvement par aspiration, les échantillons ponctuels des organismes de plus grande taille éventuellement présents dans la zone et les transects vidéo ou photographiques seraient peut-être les seuls moyens adéquats d'élaborer une matrice de l'abondance des espèces. Pour obtenir des données et faire des prélèvements dans des habitats sur substrat vertical ou substrat dur, ou à leur voisinage, les véhicules télécommandés (ROV) seront plus efficaces que les caméras avec traîneau. Les véhicules sous-marins autonomes (AUV) ou les systèmes hybrides (AUV-ROV) pourraient s'avérer d'excellents outils d'observation et de prélèvement.

31. Les pratiques générales sont décrites ci-après :

a) Les données recueillies dans la zone de référence pour l'impact et dans la zone de référence pour la préservation fournissent des indications sur la variabilité naturelle dans le temps et l'espace des processus naturels géologiques, hydrodynamiques et biologiques avant le début des essais. Ces zones de référence seront choisies avec soin; on s'assurera (en se fondant sur des études biotiques) qu'elles présentent les mêmes caractéristiques biotiques que les habitats susceptibles d'être affectés par les essais d'extraction. L'Autorité internationale des fonds marins et un groupe consultatif de chercheurs examineront le choix de ces zones avant que les essais soient autorisés. Ces zones de référence pourront être extrêmement utiles pour évaluer les effets sur l'environnement (directs et indirects, cumulatifs ou interactifs);

b) L'étude biotique préalable aux essais d'extraction devrait porter sur des gisements de sulfures polymétalliques et d'encroûtements cobaltifères représentatifs, du point de vue biotique, du type de gisement à extraire ou subissant directement ou indirectement l'impact des essais;

c) Les méthodes retenues pour collecter des données biologiques de référence avant les essais d'extraction doivent être adaptées à chaque ensemble de conditions;

d) Il est recommandé d'utiliser les instruments de cartographie du Système d'information géographique pour situer dans un contexte spatial les caractéristiques des habitats et celles des échantillons;

e) Les règles habituelles en matière de conservation des organismes doivent être suivies; il convient notamment de placer les produits de l'échantillonnage intermittent dans des récipients séparés (isothermes de préférence) fermés par un couvercle pour éviter le lavage lors de l'extraction, de recouvrir les échantillons dans les 12 heures qui suivent le prélèvement pour obtenir un matériel de bonne qualité, de traiter et de préserver immédiatement les échantillons à bord du navire ou de les garder en chambre froide pendant six heures au maximum avant leur préservation (et moins longtemps si des analyses moléculaires sont prévues);

f) Il existe plusieurs méthodes de préservation : conservation dans le formol pour les études taxonomiques, congélation ou conservation dans l'éthanol à 100 %

pour les analyses moléculaires, séchage des animaux entiers et/ou de centaines de tissus pour l'analyse des isotopes stables;

g) Lorsque cela est possible, des photographies en couleur des organismes seront faites (*in situ* et/ou à bord sur les organismes frais afin de disposer de données sur leurs couleurs naturelles). Ces clichés doivent être conservés avec les autres documents;

h) Tous les échantillons et les produits connexes (photographies, matériel préservé, séquences génomiques) seront accompagnés d'indications relatives à leur collecte (date, heure, méthode d'échantillonnage, latitude, longitude, profondeur, etc.);

i) L'identification et l'inventaire des échantillons en mer et au laboratoire seront complétés par des analyses moléculaires et isotopiques appropriées. Sauf impossibilité, des tableaux indiquant l'abondance des espèces et leur biomasse seront établis systématiquement;

j) Il est recommandé de communiquer les codes d'identification, légendes, dessins et séquences aux grands laboratoires ou établissements qui travaillent sur la taxonomie de la faune hydrothermale, afin de faciliter les identifications;

k) Des spécimens doivent être archivés aux fins de comparaison avec les inventaires taxonomiques établis sur d'autres sites, et pour suivre dans le détail les changements qui surviennent au fil du temps. S'il y a effectivement modification de la composition des espèces, elle est parfois très légère et il est essentiel de pouvoir se reporter aux spécimens originaux (qui peut-être n'avaient pas été identifiés avec certitude);

l) Les variations temporelles doivent être étudiées sur l'un au moins des sites d'essai envisagés et sur le site de référence pour la préservation (si possible, une fois par an pendant trois ans; au minimum, deux fois – au début et à la fin d'une année). Les résultats seront examinés par l'Autorité internationale des fonds marins avant le début des essais d'extraction. L'étude comportera des enregistrements vidéo et des photographies de la répartition des sous-habitats et, s'agissant des dépôts de sulfures, les températures mesurées et des échantillons des nouveaux sous-habitats éventuels. Dans le cadre de ces études chronologiques, des données de référence portant notamment sur l'abondance des espèces, la biomasse et la structure des communautés, il convient d'élaborer et d'appliquer des stratégies (y compris pour des recherches en collaboration) visant à déterminer les taux de croissance, les taux de recrutement et le statut trophique des taxons dominants. Dans le cas où plusieurs sites d'essai ont été identifiés, le contractant évalue la mesure dans laquelle les études temporelles menées sur un site sont applicables à un autre; cette évaluation doit, elle aussi, être examinée par l'Autorité internationale des fonds marins et un groupe de chercheurs;

m) Les variations spatiales dans la communauté biologique seront étudiées avant le début des essais, grâce à des échantillons prélevés sur au moins trois gisements minéraux, si possible, séparés les uns des autres par une distance supérieure à celle qui correspond à la retombée probable de 90 % des particules mises en suspension lors des opérations minières;

n) La normalisation des méthodologies et la notification des résultats présentent une importance capitale. La normalisation porte sur les instruments et

équipements, l'assurance qualité en général, les techniques de collecte, de traitement et de conservation des échantillons, les méthodes de détermination et de contrôle de la qualité à bord des navires, les méthodes d'analyse et de contrôle de la qualité en laboratoire, ainsi que le traitement et la notification des données. Il est ainsi possible de comparer les résultats entre les provinces et de choisir les paramètres critiques pour les activités de suivi;

o) Les techniques utilisées pour la collecte et l'analyse appliqueront les bonnes pratiques, définies notamment par la Commission océanographique intergouvernementale (COI) de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture et diffusées par les centres mondiaux de données et les centres nationaux responsables des données océanographiques, ou celles qui ont été établies ou recommandées par l'Autorité internationale des fonds marins;

p) Afin de garantir la crédibilité de l'évaluation de l'impact écologique, des spécialistes qualifiés indépendants devront être chargés d'établir des profils écologiques témoins, de surveiller les impacts éventuels et d'en rendre compte.

IV. Données de référence à recueillir sur les gisements de sulfures

32. L'analyse de la composition de certains organismes en isotopes stables du carbone organique, de l'azote et du soufre permet de repérer les écologies trophiques inhabituelles (utilisant la chimiosynthèse ou la méthanogenèse comme mode de production, plutôt que la photosynthèse). L'Atelier recommande d'analyser les isotopes du carbone organique, de l'azote organique et du soufre organique sur un nombre statistiquement représentatif de spécimens pour au moins l'une des espèces qui forment le gros de la biomasse dans différents sous-habitats.

33. Les conditions minimales à remplir pour que l'Autorité internationale des fonds marins autorise les essais d'extraction de gisements de sulfures polymétalliques sont les suivantes :

a) Déterminer et caractériser la répartition de tous les principaux sous-habitats du site d'essai proposé (bancs de moules, colonies de vers tubicoles, tapis bactériens et faune périphérique), en tenant compte du fait qu'il peut se trouver des sous-habitats difficiles à repérer dans les sulfures inactifs ou sur un substrat dur éloigné des sulfures (si tel est le cas, on peut appliquer une stratégie d'échantillonnage aléatoire);

b) Pour ce qui est des sulfures actifs, étudier les relations température/faune (par exemple, au moyen de 5 à 10 mesures discrètes de la température dans chaque sous-habitat avec enregistrement vidéo);

c) Des prélèvements non sélectifs d'invertébrés (par aspiration, par benne ou par d'autres méthodes d'échantillonnage semi-quantitatives adaptées au sous-habitat) seront placés dans des boîtes séparées, à raison de sept échantillons par sous-habitat, si c'est possible, et certains spécimens de la faune représentative seront obtenus. Il sera alors possible de déterminer la biomasse, l'abondance des espèces ou les dominances dans un sous-habitat donné. Il faut concevoir des méthodes d'échantillonnage discret qui permettent au contractant d'estimer la richesse en espèces à l'aide de courbes espèces-relevés, où le relevé correspond soit

au nombre cumulatif d'individus, soit à une autre unité de mesure appropriée. On fera des photographies *in situ* (avec indexation en vue d'une visualisation sur écran) afin de disposer d'informations relatives au contexte pour chaque échantillon;

d) Chacun des sept échantillons prélevés pour chaque sous-habitat sera passé sur des tamis empilés à mailles de 45 et 250 micromètres pour recueillir la macro et la méiofaune. Cinq des ensembles d'échantillons ainsi obtenus seront conservés pendant 24 heures dans du formol tamponné à 10 %, puis dans de l'éthanol à 70 %, et ensuite triés, identifiés et répertoriés pour servir à l'établissement d'un tableau sur l'abondance des espèces. Les deux derniers seront conservés dans l'éthanol par des méthodes appropriées pour le séquençage moléculaire et l'archivage. Il est possible aussi de congeler les matières et les spécimens devant faire l'objet d'analyses moléculaires;

e) Prélever d'autres échantillons pour déterminer les invertébrés de la mégafaune, moins abondants mais peut-être très importants (y compris poissons, crabes et autres organismes vagiles). Des échantillons représentatifs de ces organismes seront conservés pour faire l'objet d'analyses taxonomiques, moléculaires et isotopiques.

V. Données environnementales de référence à recueillir sur les encroûtements cobaltifères

34. Les encroûtements riches en cobalt se trouvent sur divers substrats rocheux comme les dorsales médio-océaniques, mais ils ont été explorés surtout dans les monts sous-marins. Le présent document porte essentiellement sur l'exploitation minière des monts sous-marins, toutefois ces recommandations générales pourraient s'appliquer aussi aux dorsales océaniques. Puisque la répartition des communautés sur les monts sous-marins est souvent très localisée, l'échantillonnage biologique sera réalisé, dans la mesure du possible, sur un sous-ensemble représentatif de toutes les caractéristiques susceptibles de présenter un intérêt du point de vue de l'exploration minière dans chaque zone d'exploration, de manière à déterminer la répartition de la communauté dans la zone considérée. En règle générale, le zoobenthos varie en fonction de la topographie locale (par exemple, le sommet, le flanc ou la base d'un mont sous-marin), de la couverture sédimentaire, de la profondeur, de la hauteur et de la taille du mont sous-marin, de l'angle de pente, de la teneur en oxygène de l'eau, des courants, de la productivité régionale et éventuellement d'autres facteurs. Dans un premier temps, on étudiera les types d'habitats à partir de transects photographiques et vidéo, et si possible, par submersible ou véhicules télécommandés. Les travaux d'imagerie menés par les contractants sur les sites de cartographie susceptibles d'être retenus pour les essais d'extraction peuvent servir plusieurs objectifs, pour autant que leur résolution biologique soit satisfaisante (voir ci-après). Les autres prélèvements biologiques doivent être stratifiés par type d'habitat, lequel est défini par la topographie (par exemple, sommet, flanc ou base du mont sous-marin), l'hydrographie, le régime des courants, la mégafaune prédominante (par exemple, massifs de coraux), la teneur en oxygène de l'eau si la couche du minimum d'oxygène se trouve au niveau du mont sous-marin, et éventuellement aussi par la profondeur. Des échantillons biologiques répétés sont prélevés dans chaque strate, à l'aide des outils d'échantillonnage appropriés. Il est recommandé, pour la collecte des échantillons et l'évaluation de la

richesse en espèces, de prélever au moins cinq échantillons par strate à l'aide de dragues épibenthiques.

35. L'Autorité internationale des fonds marins donnera son accord pour les essais d'extraction des encroûtements cobaltifères une fois qu'elle aura examiné certains éléments. Le contractant doit, à cet effet :

a) Réaliser des transects photographiques pour déterminer le type d'habitat, la structure des communautés et les associations entre la mégafaune et certains types de substrats. Dans un premier temps, il devra disposer d'au moins quatre transects photographiques (résolution : 1 cm) couvrant les quatre quadrants pour évaluer l'abondance, le pourcentage de couverture et la diversité de la mégafaune. Ces transects devront couvrir la zone du plancher sous-marin s'étendant à 100 mètres ou plus de la base du mont sous-marin, ainsi que son flanc et son sommet. Des prélèvements plus ciblés pourront s'avérer nécessaires sur les grands monts sous-marins. Dans les zones d'encroûtements susceptibles de présenter un intérêt pour les essais d'extraction, on réalisera un nombre de transects photographiques plus important;

b) Identifier les espèces de la mégafaune et de la macrofaune en procédant à des prélèvements biologiques et en utilisant pour ce faire des appareils adaptés à chaque type d'habitat et de communauté. Pour les habitats des substrats rocheux, ces prélèvements seront réalisés par une drague épibenthique, avec un maillage interne de 25 millimètres du cul de chalut (par exemple, l'échantillonneur épibenthique pour mont sous-marin du CSIRO)³;

c) Analyser la structure de la méiofaune et des communautés microbiennes ainsi que la biomasse associée à l'encroûtement riche en cobalt à partir de dragages et de carottages de roche ou si possible, de prélèvements effectués par un véhicule télécommandé ou un submersible. Pour identifier les espèces vivant sur la roche ou dans les fissures et les crevasses de l'encroûtement, il faut prélever au moins 10 échantillons sur les encroûtements cobaltifères;

d) Identifier les poissons démersaux et autres nectons des fonds marins par chalutage, dans la mesure du possible. Aux profondeurs où le chalut est inutilisable et sur les fonds très accidentés, cette communauté sera étudiée à partir de transects photographiques ou vidéo fournis par des caméras réglées de manière à effectuer des enregistrements périodiques, ou des observations et photographies réalisées par un submersible ou un véhicule télécommandé. Les monts sous-marins peuvent être des écosystèmes importants offrant divers habitats à de nombreuses espèces de poissons, qui s'y rassemblent pour frayer ou se nourrir. Les opérations d'extraction expérimentale risquent de modifier le comportement des poissons;

e) Rechercher les métaux traces dans les muscles et les organes cibles des poissons et invertébrés benthiques et benthopélagiques les plus répandus. Ces analyses doivent être faites au moins quatre fois avant le début des essais d'extraction (pour mesurer la variabilité naturelle), puis au moins une fois par an pour observer les modifications éventuelles induites par ces activités;

f) Analyser la structure des communautés pélagiques du zooplancton en eau profonde et des poissons vivant dans la zone du panache et dans la couche limite benthique avant de procéder aux essais d'extraction. Il est recommandé d'étudier la population de poissons vivant dans les 1 500 mètres supérieurs à partir d'échantillons stratifiés prélevés à trois niveaux de profondeur au minimum. Des

échantillonnages répétés seront effectués sur une base nyctémérale pour étudier la variabilité temporelle.

VI. Surveillance exercée avant, pendant et après les essais d'extraction : évaluation de l'impact sur l'environnement

36. La surveillance du milieu marin pendant les essais d'extraction vise à déterminer si les effets observés correspondent aux effets attendus d'après les évaluations existantes et à déceler tout dommage grave qui n'aurait pas été prévu.

37. Les résultats de cette surveillance constitueront le principal fondement de l'étude d'impact. Les paramètres de référence régionaux et locaux doivent être recueillis avant, pendant et après les essais d'extraction. La durée de la période de surveillance doit être fixée conformément aux principes scientifiques reconnus afin d'obtenir des données statistiquement fiables. Une étude convenablement planifiée sera réalisée avant et après les essais d'extraction et répétée de manière à déceler des modifications de l'ordre de 50 % dans la structure des communautés vivant dans les zones environnantes. La surveillance du milieu marin pendant les essais d'extraction doit donc être effectuée au niveau du point d'impact et de sites de référence comparables choisis à la suite d'une première évaluation de la composition faunique. Grâce aux principes énoncés ici, il devrait être plus facile d'identifier et de prévoir les effets pertinents des essais d'extraction et de veiller à ce que les considérations écologiques soient toujours placées au centre du processus de décision.

38. Les principaux effets sur l'environnement devraient se produire sur les fonds marins, et dans une moindre mesure, à la profondeur où sont effectués les rejets et dans la colonne d'eau en profondeur. L'étude d'impact doit porter à la fois sur le milieu benthique et sur le milieu pélagique. Lors de l'extraction expérimentale, des minéraux et la faune qui leur est associée seront enlevés et la faune benthique des zones adjacentes sera comprimée et endommagée par l'engin d'extraction. Le concassage et l'extraction des minéraux pourraient entraîner la formation d'un panache à proximité du fond, dont une partie pourra être transportée jusqu'à la surface, lors de la remontée du matériel, selon la technique utilisée.

39. Les rejets dans les eaux de surface peuvent modifier la productivité primaire en augmentant les quantités de nutriments et en diminuant la pénétration de la lumière dans l'océan, entrer dans la chaîne alimentaire et perturber les migrations verticales ou autres, enfin provoquer une réduction de l'oxyde de manganèse et une dissolution des composés métalliques dans la couche du minimum d'oxygène. C'est pourquoi les déversements de résidus doivent être effectués bien en dessous de cette zone. Compte tenu des variations régionales et, dans une certaine mesure, saisonnières de cette couche, les études environnementales doivent en déterminer l'intervalle de profondeur pour chaque zone d'essai. Les données de référence relatives à la partie supérieure de la colonne d'eau doivent refléter principalement les caractéristiques océanographiques à la profondeur correspondant au point de déversement.

40. Peu d'informations sont disponibles sur la structure et la fonction des communautés dans les sites où seront effectués des essais d'extraction en eau

profonde; il faut donc constituer des collections de spécimens témoins, une banque de séquences génomiques et une photothèque d'espèces et de spécimens afin d'évaluer et d'anticiper, d'éviter, de minimiser ou de compenser les effets des activités envisagées dans le cadre des essais puis de l'exploitation minière proprement dite. La traçabilité est un élément essentiel de l'étude d'impact, dont l'objectif est de préserver la productivité et les capacités indispensables au maintien des systèmes naturels et des processus écologiques.

41. Les contractants doivent autoriser l'Autorité internationale des fonds marins à envoyer ses inspecteurs à bord des navires et installations qu'ils utilisent aux fins de leurs activités dans la zone d'exploration, notamment pour surveiller les effets desdites activités sur le milieu marin.

42. La surveillance des essais d'extraction aura essentiellement pour but la construction d'outils pour la prévision de l'impact à attendre de tel ou tel système commercial ou stratégique.

A. Activités qui ne devraient pas causer de dommages graves à l'environnement

43. D'après les informations disponibles, diverses techniques d'exploration utilisées à l'heure actuelle ne risquent pas de causer des dommages graves au milieu marin et, de ce fait, n'exigent aucune étude d'impact. Elles sont énumérées ci-après :

- a) Systèmes de positionnement, y compris les transpondeurs immergés au fond, les bouées de surface et de subsurface signalées dans les avis aux navigateurs;
- b) Observations et mesures météorologiques, y compris l'installation d'instruments;
- c) Surveillance par satellite (par exemple, radiomètre perfectionné à très haute résolution) des panaches dans les eaux de surface;
- d) Observations océanographiques, en particulier observations et mesures hydrographiques avec installation d'instruments;
- e) Observations gravimétriques et magnétométriques;
- f) Mesures réalisées par un détecteur de panache remorqué (analyse chimique, néphélomètres, fluoromètres, etc.);
- g) Établissement de profils acoustiques au fond ou à proximité du fond (sans utilisation d'explosifs) ou électromagnétiques et de profils de résistivité, de potentiel spontané ou de polarisation induite;
- h) Prélèvements limités d'échantillons de minéraux, par exemple par carottage ou benne;
- i) Titration et analyse des minéraux à bord des navires;
- j) Études par colorants ou traceurs;
- k) Prélèvements d'échantillons (carottages « boîte », carottes de petit diamètre, forages à circulation inverse ou bennage);
- l) Observations et mesures par vidéo, film et photographie;

- m) Prélèvements de petites quantités d'eau, de sédiments et de biotes;
- n) Prélèvements d'échantillons réalisés par traîneau, drague ou chalut épibenthique, pour autant que la zone d'échantillonnage soit inférieure à $\pm 5\%$ de la zone d'habitat;
- o) Mesures métaboliques *in situ* (par exemple, consommation d'oxygène dissous);
- p) Analyse de l'ADN dans les échantillons biologiques.

B. Activités d'extraction expérimentale susceptibles de causer des dommages à l'environnement

44. Les essais d'extraction doivent être réalisés par tous les contractants, sauf s'ils utilisent des matériels qui ont déjà été testés par d'autres. Lors de ces essais, tous les éléments du système d'extraction minière seront assemblés et les opérations d'extraction, de remontée des minéraux à la surface et de rejet des résidus seront exécutées en totalité. Cet essai pourra s'étendre sur plusieurs mois et être réalisé à échelle légèrement réduite. Pour l'étude d'impact, cette phase de l'essai doit être suivie et étudiée de très près, de même que les essais de tous les éléments. Après une évaluation approfondie du premier essai, on sera en mesure de prévoir l'impact d'autres systèmes d'extraction minière si bien que, lors des essais ultérieurs, il suffira d'étudier les questions non résolues ou des conditions environnementales particulières ou encore la variation de l'impact en fonction de la technique utilisée. Il paraît raisonnable d'assumer qu'un premier essai d'extraction développera considérablement nos connaissances et que tous les contractants en bénéficieront. Les essais suivants seront sans doute beaucoup plus faciles. Aussi les contractants devraient-ils collaborer au cours du premier essai et des essais suivants afin d'obtenir le plus possible de connaissances nouvelles avec un effort moindre de la part de chacun d'eux.

45. Les informations scientifiques disponibles indiquent que les essais d'extraction peuvent avoir un impact sur l'environnement durant la phase d'exploration, mais sans préciser si cet impact pourrait entraîner des dommages graves. On estime que des dommages graves sont susceptibles de se produire surtout dans les fonds marins, ainsi qu'à la profondeur où sont rejetés les déchets et effluents, et au-dessous.

1. Impacts possibles sur le benthos

46. Parmi les impacts possibles sur le benthos, on retiendra :

- a) Les impacts directs de l'extraction de minéraux, puisque les minéraux et organismes associés seront écrasés ou dispersés en panache lors de l'enlèvement des dépôts de minerais;
- b) L'étouffement ou l'ensevelissement des organismes benthiques hors du site d'enlèvement des minéraux, à l'endroit où se dépose le panache de sédiments. Cet effet peut revêtir une importance critique pour les organismes sessiles fixés aux substrats rocheux et pour les organismes de l'épifaune ou de l'endofaune qui ne peuvent pas se déplacer assez vite;
- c) L'altération de la qualité nutritive des surfaces utilisées par les détritivores de surface ou les associations chimiosynthétiques;

d) Le colmatage des organes d'alimentation des suspensivores et la dilution des ressources alimentaires des détritivores;

e) Les effets toxiques associés au dépôt de particules minérales fines et grossières sur les habitats benthiques hors du site d'extraction des sulfures;

f) La disparition des stocks reproducteurs chez les populations d'espèces associées aux sulfures polymétalliques, aux encroûtements cobaltifères ou autres habitats spécialisés et restreints (restes de baleine, bois engloutis, etc.) se trouvant dans le nuage de dispersion du panache généré par les essais d'extraction.

2. Impacts possibles sur la colonne d'eau

(décolant du rejet de déchets et d'effluents dans les profondeurs)

47. Parmi les impact possibles sur la colonne d'eau, on retiendra :

a) La mortalité et les modifications de la composition du plancton exposé au rejet de déchets et d'effluents (notamment les larves des invertébrés colonisant les gisements de sulfures), du fait de la toxicité, du dérèglement des mécanismes alimentaires et de l'altération des interactions trophiques;

b) Les effets causés aux poissons ou autres nectons mésopélagiques ou bathypélagiques soit directement par le panache de sédiments ou les espèces métalliques associées, soit indirectement par le biais du réseau alimentaire;

c) L'impact sur les mammifères se déplaçant en plongée profonde, par exemple en raison des effets sur l'abondance de leurs proies;

d) La raréfaction de l'oxygène du fait de la croissance bactérienne sur les particules en suspension;

e) Les effets sur le comportement et la mortalité des poissons causés par les sédiments ou les métaux traces;

f) La dissolution de métaux lourds dans la zone du minimum d'oxygène et leur introduction possible dans la chaîne alimentaire;

g) L'impact considérable qu'auront probablement les rejets de résidus sur de longues périodes (décennies).

3. Impact possible à la partie supérieure de la colonne d'eau

(dans le cas où des déchets, des sédiments et des effluents sont rejetés à proximité de la surface)

48. Parmi les effets qui pourraient être observés dans la partie supérieure de la colonne d'eau, on retiendra :

a) La bioaccumulation de métaux traces dans les organismes de surface;

b) La réduction de la productivité primaire du fait de l'atténuation de la lumière;

c) Les effets (positifs ou négatifs) des métaux traces sur la productivité en surface;

d) Les effets sur le comportement des mammifères marins et des oiseaux de mer, dus à la diminution de la transparence de l'eau et/ou à la raréfaction des proies.

49. Le programme doit également préciser les événements qui pourraient entraîner la suspension ou la modification des activités pour cause de dommages graves à l'environnement au cas où l'effet de ces événements ne pourrait pas être suffisamment atténué.

C. Informations que doit fournir le contractant avant les essais d'extraction

50. Le contractant communique à l'Autorité internationale des fonds marins la description générale et le calendrier du programme d'exploration proposé, y compris le programme d'activités pour les cinq années à venir, telles que les études à réaliser concernant les facteurs écologiques, techniques, économiques et autres facteurs appropriés à prendre en compte pour l'essai d'extraction. Il soumet notamment une description générale :

a) Du programme d'études océanographiques et écologiques préalables prescrit par le Règlement et les règles et procédures établies par l'Autorité internationale des fonds marins afin d'évaluer l'impact environnemental potentiel des activités d'exploration proposées, compte tenu des directives formulées par l'Autorité;

b) Des mesures proposées pour la prévention, la réduction et la maîtrise de la pollution et des autres risques, ainsi que de l'impact possible sur le milieu marin;

c) De l'évaluation préliminaire de l'impact que les activités d'exploration proposées sont susceptibles d'avoir sur le milieu marin;

d) De la délimitation d'une zone de référence pour l'impact et d'une zone de référence pour la préservation. La première doit être représentative des caractéristiques écologiques – biotes compris – du site à exploiter. La seconde devra être choisie avec soin et suffisamment étendue pour ne pas être affectée par les variations naturelles des conditions écologiques locales. Elle sera située en amont du site envisagé pour les essais et la composition des espèces devra y être comparable. Elle doit aussi se trouver à l'extérieur du site des essais et des zones qui peuvent subir l'effet des essais ou des panaches formés lors du traitement.

51. La description générale comprendra aussi les informations suivantes :

- a) Les données environnementales de référence régionales et locales;
- b) La taille, la forme, le tonnage et la qualité du gisement;
- c) La technique de collecte des sulfures ou des encroûtements cobaltifères;
- d) La profondeur de pénétration dans le fond marin;
- e) La description des systèmes de locomotion en contact avec le fond;
- f) Les méthodes de traitement des fonds marins, le cas échéant;
- g) Les méthodes de concassage, le cas échéant;
- h) Les méthodes de remontée des minéraux à la surface;
- i) Le traitement des minéraux à bord des navires de surface;

- j) Le volume des rejets ainsi que la vitesse et la profondeur des déversements;
- k) La concentration de particules dans les eaux rejetées;
- l) Les caractéristiques chimiques et physiques des rejets;
- m) L'emplacement et les limites du site d'essai;
- n) La durée probable des essais;
- o) Le programme d'essai (organisation spatiale du ramassage, zone perturbée, etc.);
- p) Pour les gisements de minerais, des cartes de référence (par exemple, établies par sonar latéral ou bathymétrie haute résolution) des gisements à exploiter.

D. Observations et mesures à réaliser pendant une activité donnée

52. Le contractant communique à l'Autorité internationale des fonds marins tout ou partie des informations suivantes, en fonction de l'activité concernée :

- a) Largeur, longueur et aspect des traces laissées par l'engin d'extraction sur le fond marin;
- b) Profondeur de pénétration de l'engin d'extraction;
- c) Perturbations latérales provoquées par l'engin d'extraction;
- d) Volume de matière prélevée par l'engin d'extraction;
- e) Volume de matière rejetée dans les profondeurs par l'engin d'extraction;
- f) Taille et configuration géométrique des rejets;
- g) Comportement du panache soulevé à l'arrière de l'engin d'extraction;
- h) Superficie et épaisseur de la resédimentation jusqu'à la distance où cette resédimentation devient négligeable;
- i) Volume des rejets du navire de surface;
- j) Concentration des particules dans les eaux rejetées;
- k) Caractéristiques chimiques et physiques des rejets;
- l) Comportement des rejets en surface ou à moyenne profondeur;
- m) Modification des rejets de fluides dans les structures hydrothermales (photographies, relevés de température et autres mesures, selon les cas).

E. Observations et mesures à réaliser après une activité donnée

53. Le contractant communique à l'Autorité internationale des fonds marins tout ou partie des informations suivantes, en fonction de l'activité concernée :

- a) Nouveaux prélèvements d'échantillons afin d'obtenir des données de référence locales au niveau des zones de référence et des zones d'essai, et évaluation de l'impact sur l'environnement;
- b) Épaisseur des sédiments redéposés le long du trajet suivi par l'engin d'extraction;
- c) Comportement des différentes catégories de faunes benthiques concernées par la resédimentation;
- d) Modifications de la faune benthique le long du trajet suivi par l'engin d'extraction, y compris recolonisation éventuelle;
- e) Modifications éventuelles de la faune benthique dans les zones adjacentes qui ne semblent pas avoir été perturbées par l'activité considérée;
- f) Modifications des caractéristiques de l'eau au niveau des rejets effectués depuis le navire de surface pendant les essais, et modifications éventuelles du comportement de la faune concernée;
- g) Modifications des flux de fluides et réaction des organismes à cette modification du contexte hydrothermal;
- h) Pour les gisements de minerais, établissement de cartes de la zone exploitée après les essais d'extraction et mise en évidence des changements éventuels de la topographie (résolution : au moins 1 m).

VII. Recherche coopérative

54. On assiste depuis quelques années à une révolution en matière de développement des connaissances et des technologies dans les sciences des grands fonds marins. Plusieurs instituts à travers le monde mènent des programmes de recherche ambitieux sur les chaînes de monts sous-marins et les dorsales. Possédant des connaissances scientifiques et biologiques considérables, ils pourraient être disposés à s'associer aux contractants pour réaliser certaines des études environnementales requises. Ils pourraient fournir du matériel d'échantillonnage et apporter leurs connaissances spécialisées, et seraient probablement très désireux d'embarquer à bord du navire d'un contractant pour l'aider à effectuer les prélèvements dans des zones isolées.

55. Directives générales en matière de recherche coopérative :

- a) La recherche coopérative peut supposer des échanges entre de nombreuses disciplines océanographiques et de nombreux établissements;
- b) La recherche coopérative peut faciliter l'établissement de profils témoins de la variabilité naturelle d'après les données géologiques et biologiques et les autres données environnementales recueillies dans des zones déterminées;
- c) Pendant la phase des essais, les sociétés d'exploitation minière et les instituts et organismes chargés des programmes de recherche coopérative peuvent bénéficier d'un effet de synergie s'ils mettent en commun leurs connaissances spécialisées, leurs installations de recherche et leurs capacités logistiques et leurs objectifs. Ainsi, les sociétés minières peuvent optimiser l'utilisation d'équipements de recherche coûteux, comme les navires, et mettre à profit les vastes connaissances

en géologie, en écologie, en chimie et en océanographie physique de leurs collègues chercheurs;

d) Les partenariats réunissant des scientifiques et des entreprises permettent notamment de constituer des banques de spécimens et une banque de séquences génomiques, d'analyser les isotopes stables et d'interpréter les résultats obtenus, et de créer une photothèque des espèces et spécimens. Les données scientifiques de base ainsi collectées constituent une source d'informations, acquises à moindre coût, pour la planification du développement et la prise de décisions, et permettront de détecter à temps, avant ou pendant les essais d'extraction, un impact sur le milieu ou un problème environnemental important. Ces informations peuvent être utilisées pour trouver des solutions entraînant le moins de perturbations possible;

e) Les connaissances taxinomiques sont très limitées, même celles qui concernent les grands groupes d'animaux (par exemple les poissons, les mollusques, les crustacés décapodes, les coraux, les éponges et les échinodermes). Il est important d'identifier au moins ces principaux groupes, ainsi que tous les autres qui pourront l'être sur chaque site. Le plus efficace à cet égard est de créer des centres ou groupes d'experts travaillant en coopération qui seraient chargés de cette tâche;

f) Des expériences, observations et mesures doivent être faites pour répondre à diverses questions concernant les effets de l'exploitation minière sur le milieu. Toutefois, il serait inutile que tous les contractants réalisent les mêmes études car cela n'enrichirait pas nécessairement les connaissances scientifiques ou relatives à l'impact et consommerait inutilement des ressources financières, humaines et technologiques. Les contractants sont invités à chercher comment ils peuvent unir leurs efforts pour les études océanographiques internationales menées en coopération;

g) Le risque d'extinction d'une fraction importante d'une communauté sur un site où des essais d'extraction pourraient être effectués dépend en grande partie de l'aire de répartition des espèces, qui peut être localisée ou étendue. Il sera déterminé grâce à des synthèses de la biogéographie de la faune. Une collaboration entre les contractants et avec la communauté des chercheurs dans son ensemble devrait faciliter la tâche;

h) On connaît mal la biologie des espèces dominantes de la faune des monts sous-marins alors qu'elle revêt une importance considérable pour évaluer les effets potentiels des essais d'extraction et les taux de reconstitution des populations et de l'écosystème après l'arrêt des essais. Les paramètres critiques sont les taux de croissance, la longévité, l'âge de la maturité sexuelle, les modes de reproduction et la dynamique de dispersion et de recrutement. Des études génétiques devraient être menées sur les populations pour avoir une meilleure connaissance des processus d'échanges sur les sites potentiels et entre ces derniers. Ces études peuvent être faites en collaboration par les contractants qui se communiqueront les résultats;

i) Il conviendrait de créer, en collaboration, des modèles directement inspirés des études sur le terrain pour évaluer les risques d'extinction liés à différentes stratégies de gestion, et notamment diverses définitions des zones protégées. Les stratégies de conservation globales doivent prendre en considération les effets sur les espèces des activités autres que les essais d'extraction (par exemple, dans le cas des monts sous-marins, du chalutage de fond et de la récolte des coraux);

j) L'Autorité internationale des fonds marins devrait jouer un rôle consultatif auprès des contractants en les aidant à recenser les possibilités de recherche coopérative qui s'offrent à eux; les contractants restent néanmoins libres de s'adresser aux chercheurs et autres spécialistes de leur choix;

k) L'Autorité et les contractants devraient collaborer aux programmes de recherche coopérative pour optimiser l'évaluation des effets sur le milieu tout en réduisant au maximum le coût des études d'impact supporté par les contractants.

VIII. Protocole de collecte, de notification et d'archivage des données

A. Collecte et analyse des données

56. Les catégories de données à recueillir, la fréquence de collecte et les méthodes d'analyse employées en application des présentes recommandations doivent être conformes aux meilleures techniques disponibles. Par ailleurs, les contractants doivent appliquer un système de contrôle de qualité internationalement reconnu, et les activités et les laboratoires auxquels il est fait appel doivent être certifiés. La synthèse de ces données peut bénéficier à l'ensemble des contractants. À titre d'exemple, les synthèses de données relatives à la bathymétrie, aux courants, aux vents, à la salinité, à la température et aux champs d'oxygène dissous peuvent jouer un rôle essentiel dans la modélisation des processus océanographiques à l'échelle de la région ou du bassin. Les modèles obtenus peuvent être validés et ajustés à l'aide de données réelles de ce type, et ils peuvent par la suite compléter en partie les coûteuses campagnes de collecte de données. Certaines zones attribuées peuvent se situer à proximité, immédiate ou non, d'autres zones d'exploitation, ce qui justifie un peu plus l'accessibilité des données et la réunion des efforts en matière de modélisation, de sorte que les effets des activités menées dans les zones voisines puissent être évalués sans qu'il soit nécessaire de reproduire toutes les phases de l'étude d'impact sur le milieu.

B. Système d'archivage et de recherche des données

57. Le contractant devrait communiquer à l'Autorité internationale des fonds marins toutes les données ainsi que tous les descripteurs de données et inventaires nécessaires. Les données sur le milieu qui ne sont pas sensibles d'un point de vue commercial, notamment les données hydrographiques, chimiques et biologiques, devraient être librement accessibles à des fins d'analyse scientifique, de même qu'il faudrait dresser, sur Internet, un inventaire des ensembles de données fournis par chaque contractant. Par ailleurs, des métadonnées détaillant les méthodes d'analyse, les analyses d'erreurs, les descriptions d'échecs, les méthodes et technologies à éviter, les observations relatives à la quantité suffisante de données à recueillir et d'autres descripteurs devraient accompagner les données courantes.

C. Présentation des rapports

58. L'évaluation et l'interprétation des résultats du programme de surveillance devraient être communiquées, avec les données correspondantes, à l'Autorité, comme le prévoit le projet de Code d'exploitation minière des fonds marins.

D. Transmission des données

59. Toutes les données relatives à la protection et à la préservation du milieu marin, autres que celles concernant la conception du matériel, recueillies en application des présentes recommandations devraient être communiquées à l'Autorité pour que celle-ci les rende librement accessibles à des fins d'analyse et de recherche scientifiques dans un délai de deux ans, sous réserve du respect des clauses de confidentialité. Le contractant devrait communiquer à l'Autorité toute autre information non confidentielle en sa possession qui pourrait présenter un intérêt pour la protection et la préservation du milieu marin.

IX. Recommandations visant à remédier aux lacunes

60. Les représentants de cabinets indépendants de conseil en environnement, les scientifiques, les ingénieurs et les contractants devraient se réunir pour examiner plus en détail les méthodes permettant de dresser des états de référence environnementaux des milieux riches en sulfures et en encroûtements. Des microbiologistes ainsi que des écologues spécialistes du benthos devraient participer à un tel atelier.

Annexe

Glossaire

Chimiosynthèse – Processus par lequel des micro-organismes transforment le carbone inorganique en carbone organique (cellules) grâce à l'énergie dégagée par l'oxydation de composés réduits. La chimiosynthèse est à la base du réseau trophique lié aux événements hydrothermaux situés en eau profonde. « Chimiotrophie » est un terme plus descriptif et précis servant à qualifier le phénomène général de la chimiosynthèse; les deux mots sont souvent utilisés indifféremment.

Encroûtements cobaltifères – Croûtes ferromanganésifères riches en cobalt, généralement formées par précipitation et situées sur des substrats durs en eau profonde, au niveau de reliefs prononcés tels que les monts sous-marins et les dorsales.

Endémisme – Degré de confinement d'une espèce à une zone donnée. L'endémisme est généralement observé dans des zones relativement isolées. Les biologistes utilisent également le terme « endémique » pour qualifier un organisme qui pourrait avoir une grande extension géographique, mais qui est limité à un habitat particulier, par exemple les événements hydrothermaux.

Faune – Terme qualifiant l'ensemble des invertébrés et des vertébrés.

Impacts cumulés – Impacts résultant de changements progressifs dus à différentes actions passées, présentes ou à venir.

Impacts directs – Impacts résultant directement d'une action, par exemple la disparition d'un habitat et celle de ses populations dues à l'extraction de sulfures ou d'autres matières.

Impacts indirects – Impacts sur le milieu ne résultant pas directement de l'exploitation mais découlant souvent d'un enchaînement complexe de phénomènes physiques, chimiques et biologiques. Souvent qualifiés d'impacts secondaires, voire tertiaires.

Micro-organismes – Catégorie regroupant les bactéries, les archées et les eucaryotes microscopiques.

Monts sous-marins – Reliefs isolés, généralement d'origine volcanique, qui s'élèvent notablement au-dessus du plancher océanique.

Plancton – Catégorie regroupant les larves d'organismes benthiques et pélagiques, le phytoplancton (dans les eaux de surface), le zooplancton, les méduses et les autres organismes qui dérivent ou nagent peu.

Sous-habitat – Élément visuellement discernable d'un habitat plus vaste (par exemple, les lits d'annélides tubicoles et de moules peuvent être les sous-habitats d'un gisement donné de sulfures polymétalliques actifs). Terme fonctionnel facilitant la compréhension de l'habitat en tant que système.

Substrats durs – Affleurements de concrétions carbonatées, de matières solides, de roches crustales ou de dépôts de précipités de matières, de métaux et de minéraux produits à la subsurface par les systèmes hydrothermaux.

Sulfures actifs – Sulfures polymétalliques traversés par des flux d'eau chaude. Les sulfures actifs, également appelés événements hydrothermaux, rejettent des composés

réduits (par exemple des sulfures) à l'interface entre le fond et l'eau, où ces composés sont soit oxydés soit métabolisés de façon autotrophe par des micro-organismes libres ou symbiotiques.

Sulfures inactifs (ou dormants) – Sulfures polymétalliques dans lesquels les flux d'eau chaude dirigés vers la couche d'eau supérieure se sont taris (ces sulfures sont donc « froids »). En cas de perturbations, les flux hydrothermaux peuvent réapparaître dans la colonne d'eau, les sulfures inactifs redevenant alors actifs (d'où le concept de sulfures dormants).

Sulfures polymétalliques – Gisements de minéraux sulfurés d'origine hydrothermique, contenant des concentrations de métaux, notamment de cuivre, de plomb, de zinc, d'or et d'argent [ISBA/10/C/WP.1, par. 3 f)]. Ces gisements, qui contiennent des sulfures liés à des événements hydrothermaux actifs et inactifs, peuvent être enterrés ou affleurer sur le fond. On les rencontre sur les monts sous-marins ainsi que sur les dorsales médio-océaniques ou arrière-arc.

Symbioses (chimiosynthétiques) – Associations entre des bactéries (symbiotes) et des invertébrés ou vertébrés (hôtes), dans lesquelles les symbiotes, chimiosynthétiques, nourrissent l'hôte. Les bactéries peuvent être endosymbiotiques, lorsqu'elles investissent les tissus de l'hôte, comme les annélides tubicoles, les praires et les moules, ou épisymbiotiques, lorsqu'elles vivent à l'extérieur de l'hôte, comme les crevettes Bresiliidae et les polychètes Alvinellidae.

Zone d'impact – Zone dans laquelle on observe les impacts (directs, indirects, cumulés ou réciproques) de l'exploitation.

Zones de référence pour l'impact – Zones utilisées pour mesurer les effets sur le milieu marin des activités menées dans la Zone. Elles doivent présenter les mêmes caractéristiques physiques, chimiques et biologiques que la zone à exploiter.

Zones de référence pour la préservation – Zones représentatives du site accueillant les essais d'extraction mais dans lesquelles aucun essai n'est pratiqué. Elles permettent d'évaluer les changements de l'état biologique du milieu imputables aux essais d'extraction.

Notes

- ¹ Programme international d'étude de la variabilité et de la prévisibilité du climat (<<http://www.clivar.org>>).
- ² Autorité internationale des fonds marins, *Standardization of Environmental Data and Information: Development of Guidelines* (ISA/02/02) (Kingston, 2002). Disponible à l'adresse suivante <http://www.isa.org.jm/en/seabedarea/StandWShop/StandRep_splash.htm>.
- ³ Lewis, M. "CSIRO-SEBS (Seamount, Epibenthic Sampler), a new epibenthic sled for sampling seamounts and other rough terrain", *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, vol. 46, n° 6 (juin 1999).