

# Ressources minérales, risques environnementaux et stratégies de gestion de la biodiversité : l'exemple des zones à nodules du Pacifique Nord-est

Par Lénaïck MENOT

Chercheur en écologie benthique au laboratoire « Environnement profond » de l'Ifremer

La première ruée vers les ressources minérales profondes qu'avait suscitée la découverte des nodules polymétalliques, date d'un demi-siècle. Au cours de ces cinquante ans, exploration, droit international et sciences de l'environnement ont tous progressé, mais pas à la même vitesse. La zone à nodules du Pacifique Nord-est a été rapidement l'objet de contrats d'exploration dont la superficie totale égale celle de l'Europe et dont les gisements exploitables couvriraient un territoire grand comme la France. L'exploitation de ces ressources aura des conséquences certainement durables, mais encore mal connues sur une faune diversifiée et vulnérable. L'Autorité internationale créée en 1994 pour gérer ces ressources et l'impact environnemental de leur exploitation a acté d'un plan de gestion de la région considérée en 2012, sur la base de recommandations scientifiques alimentées par des connaissances encore très parcellaires, et ce, de surcroît, dans un espace déjà largement préempté par des droits exclusifs autorisant l'exploration des ressources minérales.

## Les nodules et leur environnement : un patrimoine à gérer

La ruée vers les ressources minérales des grands fonds marins eut ses premières heures de gloire au début des années 1970. Les nodules polymétalliques tapissant les fonds abyssaux du nord-est de l'Océan Pacifique attiraient alors la convoitise de grands consortiums, privés ou soutenus par des États, dont la France, le Japon, la Corée, la Chine ou les ex-pays de l'Est. Cette ressource gisant au-delà des limites des juridictions nationales était reconnue patrimoine commun de l'humanité par la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (CNUDM) signée en 1982 et ratifiée en 1994. Pour gérer ce patrimoine, la Convention a créé l'Autorité internationale des fonds marins (AIFM). Au titre des missions confiées à cette Autorité, l'article 145 de la CNUDM précise qu'elle doit adopter des règles, règlements et procédures visant à protéger et conserver les ressources naturelles et à prévenir les dommages pour la flore et la faune marines.

À cette même époque, naissaient véritablement les sciences de l'écologie des environnements profonds, stimulées par la découverte, dans les sédiments abyssaux, d'une diversité biologique insoupçonnée. Cet environnement profond, que les naturalistes du XIX<sup>e</sup> siècle avaient un temps imaginé dépourvu de vie ou peuplé d'espèces reliques, se révélait être parmi les plus diversifiés du monde marin (HESSLER et SANDERS, 1967). La perspective d'une exploitation des nodules polymétalliques sans causer de dommages graves à l'environnement devint alors un défi majeur, car, comme nous allons le voir, les perturbations de l'environnement allaient s'avérer potentiellement importantes. Or, la faune est par nature sensible à ces perturbations.

## Les risques environnementaux d'une exploitation des nodules

Les permis d'exploration délivrés par l'AIFM se concentrent entre les fractures de Clarion et Clipperton,

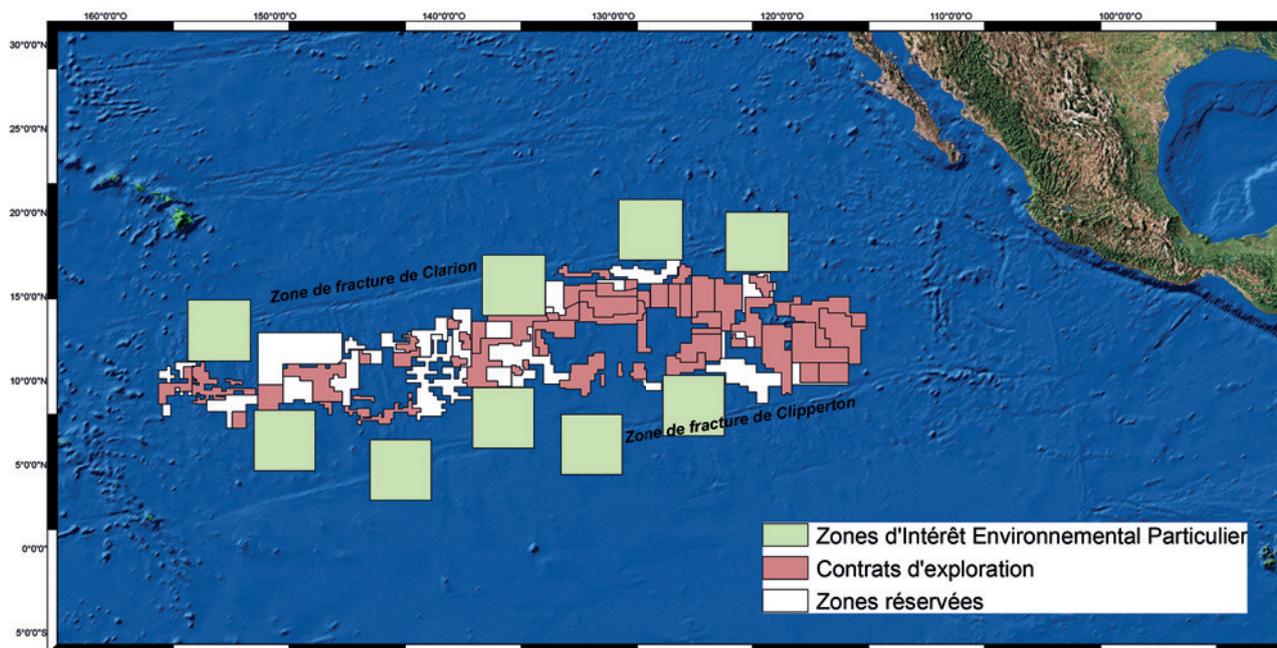


Figure 1 : Carte de la province à nodules polymétalliques des fractures de Clarion-Clipperton (dans le Pacifique Nord-est) présentant la localisation des contrats d'exploration, des zones réservées et des Zones d'intérêt environnemental particuliers (ZIEP) gérées par l'Autorité internationale des fonds marins (sources : AIFM, ESRI).

au milieu de l'Océan Pacifique, entre les côtes du Mexique et les côtes hawaïennes (voir la Figure 1 ci-dessus). Plus du tiers de cette région, d'une superficie de 5 millions de km<sup>2</sup>, est couvert par un patchwork de 15 concessions auxquelles s'ajoutent les zones d'exploration réservées à des pays en voie de développement. Chacune de ces concessions a une superficie de 75 000 km<sup>2</sup>. Les nodules n'y sont cependant pas répartis de manière homogène sur un fond uniformément plat. Plutôt qu'une plaine, le paysage abyssal s'apparente ici à une succession de collines et de vallées peu profondes. Les nodules exploitables se trouvent au pied des collines ; sur les flancs, les pentes sont trop élevées pour permettre le passage des engins de ramassage, tandis que dans les vallées les nodules sont absents. Finalement, des 75 000 km<sup>2</sup> d'un permis d'exploration, de l'ordre de 25 % seraient exploitables. Ce qui permettrait tout de même de soutenir, pour chacun des contractants, une exploitation pendant plus de trente ans. À l'échelle de la zone Clarion-Clipperton, les surfaces exploitables représenteraient une superficie totale de l'ordre de 500 000 km<sup>2</sup>, soit presque la superficie de la France métropolitaine.

Les technologies de ramassage ne sont pas encore mûres. Il reste donc des inconnues sur la nature et l'ampleur exacte des perturbations qu'engendrerait une exploitation des nodules polymétalliques sur l'environnement abyssal. La plus évidente de ces perturbations serait la disparition des nodules, mais les sédiments sur lesquels reposent ces nodules seraient également profondément remaniés.

La principale inconnue réside, quant à elle, dans la dispersion des deux panaches de particules que générerait une exploitation. Le premier panache serait créé par la remise en suspension des sédiments par l'engin de ramassage. Le second panache résulterait, quant à lui, du relargage

en mer des sédiments qui auraient été collectés en même temps que les nodules polymétalliques. Les particules de ces deux panaches pourraient être transportées par les courants sur des dizaines, voire des centaines de kilomètres, multipliant ainsi par deux voire par trois l'empreinte sur les fonds océaniques de l'exploitation des nodules.

Finalement, en ce qui concerne les seuls fonds océaniques du Pacifique Nord-est, une zone grande comme l'Europe des 28 est couverte pour plus du tiers par des concessions délivrées pour l'exploration des nodules polymétalliques qui, si elles étaient toutes exploitées, représenteraient une perturbation directe des fonds marins correspondant à la superficie de la France métropolitaine et une perturbation indirecte s'étendant à celle de l'ensemble des pays frontaliers de notre pays.

### Diversité et sensibilité de la faune abyssale

Si les scientifiques du XIX<sup>e</sup> siècle ont prédit que les grands fonds océaniques étaient dépourvus de vie, c'est parce que la faune de grande taille y est rare, à quelques exceptions notables telle la faune des sources hydrothermales (DESBRUYÈRES, 2010).

Et pourtant, l'environnement profond recèle une diversité cachée. Ainsi, les inventaires d'espèces réalisés localement dans la zone de Clarion-Clipperton ont montré que 100 espèces de polychètes – des petits vers marins – pouvaient coexister dans quatre mètres carrés de sédiments (PATERSON *et al.*, 1998) et que 325 espèces de nématodes – des vers marins encore plus petits – pouvaient coexister dans un quart de mètre carré de sédiments (MILJUTINA *et al.*, 2010).

Dans les deux cas, ces espèces, dans leur grande majorité, étaient nouvelles pour la science et, qui plus est, elles étaient généralement rares, n'étant représentées que par un ou deux individus.

Si la faune est rare, dans les grands fonds, c'est parce qu'à - 4 000 mètres de profondeur, la seule source de nourriture disponible, ce sont des miettes de ce qui est produit à la surface des océans, soit de l'ordre de 1 % de la production primaire de la zone euphotique.

Mais cette nourriture alimente un écosystème dont la température varie entre 0°C et 4°C, la vitesse des réactions métaboliques y est par conséquent divisée par 2, voire jusqu'à 4 fois, par rapport aux environnements aquatiques côtiers tempérés et tropicaux. Ou, autrement dit, la vie s'y développe à la même vitesse que dans nos réfrigérateurs...

Ces trois grandes caractéristiques de la vie dans les grands fonds – diversité, rareté, lenteur – pourraient la rendre particulièrement sensible aux perturbations de son environnement, les perturbations naturelles étant, par ailleurs, rares.

Au cours des dernières décennies, des dragages ou des perturbations expérimentales ont été réalisées dans la zone de Clarion-Clipperton, qui ont été – volontairement

ou involontairement –, autant d'opportunités d'évaluer les capacités de restauration de la faune abyssale. Dans le cadre d'une action pilote du programme européen JPI Oceans (*Joint Programming Initiative Healthy and Productive Seas and Oceans*), une campagne océanographique menée à bord du navire de recherche *Sonne* a permis de revisiter certains de ces sites en 2015 grâce à des moyens d'étude et d'observation modernes, en particulier l'engin téléopéré (ROV) Kiel 6 000. Des traces de drague âgées de 8 mois, 3 ans et 37 ans ainsi que le site d'une expérience de remise en suspension de sédiments datant de 20 ans ont été observés et échantillonnés.

En 2004, déjà, au cours de la campagne océanographique Nodinaut, à bord de *L'Atalante*, le submersible *Nautile* avait plongé pour étudier la plus ancienne de ces traces de drague, alors âgée de 26 ans (voir la Figure 2 ci-dessous).

Ces dragages ont laissé à la surface des sédiments des cicatrices certes peu profondes (de quelques centimètres seulement), mais néanmoins durables. Visuellement, les différences sont subtiles entre deux traces de drague, l'une vieille de 8 mois et l'autre de 37 ans (VANREUSEL et al., 2016). Cela traduit la faiblesse de la sédimentation et des courants à ces profondeurs.

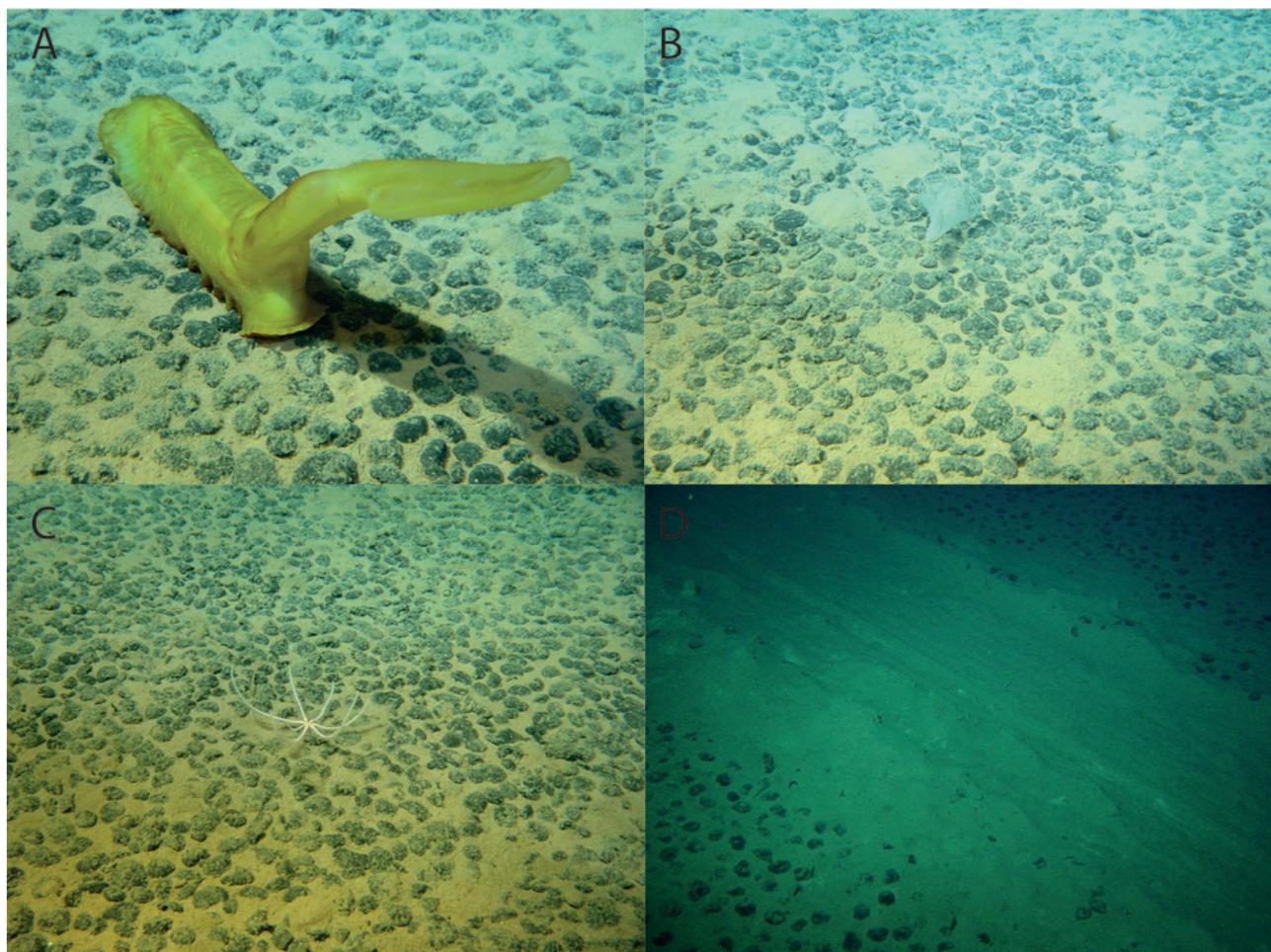


Figure 2 : Images des zones à nodules du Pacifique Nord-est, par - 5 000 mètres de fond : a) un concombre de mer (*Psychropotes longicauda*), b) un corail noir (*Bathypathes cf. alternata*), c) une étoile de mer (*Freyastera sp.*) et d) une trace de drague large d'un mètre, profonde de cinq centimètres et âgée de 26 ans (Ifremer/Nautile, campagne Nodinaut (2004)).

Les taux de sédimentation dans la zone Clarion-Clipperton sont de l'ordre de 5 mm/1 000 ans. Dix mille ans seront donc nécessaires pour combler le trou de 5 cm laissé par ces dragues. Qui plus est, la vitesse des courants, de l'ordre de 5 à 10 cm/s, est insuffisante pour remobiliser et lisser les sédiments perturbés.

Les prélèvements réalisés en 2004 avaient montré que ni la géochimie des sédiments ni la diversité des nématodes n'étaient comparables entre l'intérieur et l'extérieur de la trace de drague (KHRIPOUNOFF et al., 2006 ; MILJUTIN et al., 2011). Les taux de respiration des organismes, dans les sédiments, étaient, par contre, similaires, suggérant que les bactéries, représentant plus de 90 % de la biomasse, avaient retrouvé une activité normale dans la trace de drague.

Les observations réalisées en 2015 ont confirmé le fait que la faune de grande taille, celle visible sur les vidéos du ROV, différait, dans les traces de drague, de celles du milieu environnant, et ce quel que soit l'âge de la trace (VANREUSEL et al., 2016). Cela est particulièrement vrai pour la faune dite sessile, c'est-à-dire la faune fixée aux nodules. Avec l'exploitation des nodules, cette faune composée entre autres de coraux, d'anémones de mer et d'éponges perdrait le substrat dont elle dépend et ne serait pas en mesure de recoloniser les zones exploitées.

Finalement, l'empreinte physique et l'empreinte écologique d'une exploitation des nodules polymétalliques seraient à la fois vastes – de l'ordre de centaines de milliers de km<sup>2</sup> – et durables – se comptant en décennies, ou même en millénaires – voire localement irrémédiables, s'agissant de la faune associée aux nodules. Les échelles spatiale et temporelle des risques environnementaux soulignent donc la nécessité de l'adoption de règles et de règlements visant à protéger et donc à conserver la biodiversité.

### Stratégies de préservation de la biodiversité dans la zone de Clarion-Clipperton

En 2012, onze ans après l'adoption du règlement sur la prospection et l'exploration des nodules polymétalliques, l'AIFM adoptait un plan de gestion environnementale pour la région de Clarion-Clipperton. Ce plan actait en particulier la création de neuf Zones d'intérêt environnemental particulier (ZIEP), dans lesquelles toute forme d'activité minière était exclue. Ces neuf ZIEP sont le résultat d'une initiative de scientifiques soutenue par l'AIFM et par des fondations privées américaines.

En 2007, le Pr Craig Smith, de l'Université d'Hawaii, organisait un atelier de travail sur la conception d'aires marines protégées pour les monts sous-marins et la province à nodules dans les eaux hors juridiction nationale du Pacifique. Avec ses collègues, il allait définir un ensemble d'aires à protéger dans la zone de Clarion-Clipperton sur la base des connaissances scientifiques concernant cette région (WEDDING et al., 2013). La zone de Clarion-Clipperton a tout d'abord été divisée en neuf sous-régions le

long des gradients est-ouest et sud-nord de production primaire de surface. La production primaire de surface (et donc l'apport trophique au fond) est en effet un élément structurant fort des communautés benthiques profondes, qui expliquerait les patrons régionaux d'abondance et de renouvellement des espèces.

Au sein de chacune des sous-régions, une aire a été définie, dont la taille devait capturer l'hétérogénéité des habitats et assurer un minimum d'autorecrutement, c'est-à-dire assurer que les larves émises par des populations dans l'aire protégée soient en mesure de recruter au sein de cette même aire. C'est en particulier cette dernière contrainte qui a conditionné la taille des aires protégées (soit 200 x 200 km) en s'appuyant sur le fait que, parmi les invertébrés marins, la distance maximale de dispersion d'une larve est estimée à 100 km. Craig Smith et ses collaborateurs ont par ailleurs recommandé d'entourer le cœur de ces aires protégées d'une zone tampon de 100 km afin de prévenir tout risque de perturbation par la dispersion des panaches de particules que générerait une exploitation des nodules, amenant finalement la taille des aires protégées à des carrés de 400 km de côté.

La localisation de ces carrés devait en définitive répondre à deux types de contrainte : d'une part, capturer un maximum d'habitats, en particulier de monts sous-marins, et, d'autre part, ne pas empiéter sur les zones déjà réservées à l'exploration des nodules polymétalliques.

C'est cette dernière condition qui a montré les limites de l'exercice. En effet, le taux de couverture par les contrats d'exploration et les zones réservées est tel qu'il ne peut s'accommoder d'aucune aire protégée de 400 km de côté dans la partie centrale de la zone Clarion-Clipperton. Ainsi, si l'AIFM a bien suivi les recommandations des scientifiques, en créant un ensemble de neuf ZIEP, celles-ci sont toutes positionnées en périphérie de la zone à gérer. Et, jusqu'en 2015, ces neuf ZIEP étaient vierges de connaissances, il était donc impossible de juger de leur représentativité réelle. En 2015, une campagne océanographique réalisée dans le cadre de l'action pilote du JPI Oceans, puis une seconde campagne liée au projet de recherche européen MIDAS (*Managing Impacts of Deep-sea Resource exploitation*) ont permis d'acquérir les premières observations et données sur les habitats et les communautés benthiques de deux de ces ZIEP. Dans les années à venir, les résultats de ces deux programmes de recherche ainsi que des études d'environnement réalisées par les quinze contractants de permis d'exploration devront lever nombre d'incertitudes quant à la diversité, à la distribution et à la connectivité des espèces, afin de permettre de valider un plan de gestion de la biodiversité qui soit à la hauteur des risques environnementaux que présente une exploitation des nodules polymétalliques.

### Les acquis de l'expérience « nodules polymétalliques »

Les nodules polymétalliques ont suscité la première ruée vers les ressources minérales des grands fonds marins il y a de cela près d'un demi-siècle. Il n'en demeure pas

moins que nos connaissances et notre compréhension de la structure, du fonctionnement et de la dynamique de ce vaste écosystème abyssal restent extrêmement parcelaires. Les stratégies actuelles de préservation de la biodiversité s'appuient sur quelques hypothèses qui restent à valider et se mettent en place alors même que l'espace sous-marin à gérer est déjà très largement préempté par des droits exclusifs d'exploration des ressources.

La seconde vague d'intérêt pour les ressources minérales profondes que nous connaissons depuis quelques années s'oriente vers des gisements moins profonds, et donc plus accessibles, tels les sulfures polymétalliques et les encroûtements cobaltifères. Ces ressources sont situées dans des régions différentes des grands fonds et sont associées à des écosystèmes différents, mais l'expérience acquise au cours de l'histoire des nodules polymétalliques nous enseigne qu'il serait préférable de ne pas attendre dix ans de plus pour initier les recherches et planifier la gestion environnementale de ces ressources.

## Bibliographie

- DESBRUYÈRES (D.), *Les Trésors des abysses*, Paris, Éditions Quae, 2010, p. 182.
- HESSLER (R. R.) & SANDERS (M. L.), "Faunal diversity in the deep-sea", *Deep-Sea Research* 14, 1967, pp. 65-78.
- KHRIPOUNOFF (A.), CAPRAIS (J.-C.), CRASSOUS (P.) & ETOUBLEAU (J.), "Geochemical and biological recovery of the disturbed seafloor in polymetallic nodule fields of the Clipperton-Clarion Fracture Zone (CCFZ) at 5,000-m depth", *Limnology and Oceanography* 51, 2006, pp. 2033-2041.
- MILJUTIN (D. M.), MILJUTINA (M. A.), ARBIZU (P. M.) & GALÉRON (J.), "Deep-sea nematode assemblage has not recovered 26 years after experimental mining of polymetallic nodules (Clarion-Clipperton Fracture Zone, Tropical Eastern Pacific)", *Deep Sea Research Part I, Oceanographic Research Papers* 58 (8), 2011, pp. 885-897.
- MILJUTINA (M.), MILJUTIN (D.), MAHATMA (R.) & GALÉRON (J.), "Deep-sea nematode assemblages of the Clarion-Clipperton Nodule Province (Tropical North-Eastern Pacific)", *Marine Biodiversity* 40, 2010, pp. 1-15.
- PATERSON (G. L. J.), WILSON (G. D. F.), COSSON (N.) & LAMONT (P. A.), "Hessler and Jumars (1974) revisited: abyssal polychaete assemblages from the Atlantic and Pacific", *Deep-Sea Research II* 45, 1998, pp. 225-251.
- VANREUSEL (A.), HILARIO (A.), RIBEIRO (P. A.), MENOT (L.) & ARBIZU (P. M.), "Threatened by mining, polymetallic nodules are required to preserve abyssal epifauna", *Scientific Reports* 6: 26808, 2016.
- WEDDING (L. M.), FRIEDLANDER (A. M.), KITTINGER (J. N.), WATLING (L.), GAINES (S. D.), BENNETT (M.), HARDY (S. M.) & SMITH (C. R.), "From principles to practice: a spatial approach to systematic conservation planning in the deep sea", *Proceedings of the Royal Society B, Biological Sciences* 280 (1773), 2013.