

## OPPORTUNITÉS DE L'EXTRACTION MINIÈRE EN EAUX PROFONDES ET SES ENJEUX ESG

Marie NAVARRE, Héloïse LAMMENS, Analyse ESG



*Achévé de rédiger le 09 juin 2017*



---

## Résumé

---

L'intérêt pour l'extraction minière en eaux profondes s'est développé depuis quelques dizaines d'années autour de trois types de dépôts : **les nodules polymétalliques, les sulfures polymétalliques et les encroûtements cobaltifères**. L'importante quantité de minerais qu'ils contiendraient les rend intéressants pour répondre à la demande mondiale croissante.

Plusieurs États ainsi que l'Union européenne ont manifesté un vif intérêt pour ces activités, voyant là une opportunité de sécuriser leur approvisionnement en ressources minérales et leur indépendance (90 % des métaux utilisés en Europe sont importés). La France a ainsi défini une stratégie nationale de soutien des activités du secteur, et l'Union européenne soutient plusieurs campagnes d'exploration menées par des consortiums européens. Quelques entreprises se sont également positionnées sur le secteur, bien qu'aucune activité d'extraction n'ait à ce jour commencé.

Cependant, l'extraction minière en eaux profondes fait face à des obstacles de plusieurs types. Sur le plan **réglementaire**, l'obtention de permis d'exploration, et surtout d'extraction est loin d'être simple. L'extraction minière dans les eaux internationales réglementées par **l'Autorité Internationale des Fonds Marins (AIFM)** est d'ailleurs impossible à ce jour car la réglementation pour ces activités est inachevée. Dans les **Zones Économiques Exclusives (ZEE)**<sup>1</sup>, il est nécessaire de se conformer aux règles et exigences définies par chaque État.

Extraire des minerais à des profondeurs pouvant atteindre 5 000 mètres représente par ailleurs un **challenge technologique** de taille, concernant la gestion des conditions de forte pression et de basse température notamment. À l'heure actuelle, mis à part un système élaboré pour extraire les sulfures polymétalliques, aucune technologie d'extraction n'est opérationnelle.

---

<sup>1</sup> ZEE: zone située au-delà de la mer territoriale et adjacente à celle-ci, sur laquelle l'État riverain dispose de l'exclusivité d'exploitation des ressources halieutiques, minières ou renouvelables (éolien offshore). Elle s'étend dans un rayon de 200 miles marins (370 km) à partir de la ligne de base (la laisse des basses mers, le zéro des cartes maritimes)

L'extraction minière en eaux profondes impliquerait surtout d'importants **impacts environnementaux**, comme l'ont montré de nombreux rapports scientifiques<sup>2</sup>. En raison d'une grande **méconnaissance des écosystèmes** qui se trouvent dans ces milieux, il est difficile de connaître l'étendue de ces impacts et la résilience des espèces après les perturbations impliquées par l'extraction. En effet, selon Yves Fouquet, géologue à l'Ifremer, « *nous connaissons mieux la Lune que le fond de nos océans qui constituent 71 % de la surface du globe* ». Les **impacts sociaux** (perturbation de la pêche, des coutumes locales...) peuvent également être importants, mais restent largement méconnus et inexplorés. Enfin, il est important de rester vigilant sur les questions de **gouvernance**. L'extraction en eaux profondes va entraîner des revenus supplémentaires pour certains États, qui auront besoin de bonnes capacités institutionnelles et régulatrices pour les gérer et éviter le phénomène de « **malédiction des ressources** »<sup>3</sup>. La comparaison des impacts de l'extraction minière terrestre et en eaux profondes fait par ailleurs débat.

Afin de mieux comprendre ces enjeux et d'établir un état des lieux des activités actuelles, nous avons contacté les acteurs principaux, internationaux et français, de l'extraction minière en eaux profondes. Au-delà des obstacles précédemment cités, il apparaît que le développement de ces activités est ralenti en raison du **cours des minerais peu élevé**, qui rend déjà l'exploitation des mines terrestres existantes économiquement difficile, et limite l'ouverture de nouvelles mines. La montée des cours pourrait cependant rapidement entraîner un regain d'intérêt pour l'extraction minière en eaux profondes, qui pourrait présenter plusieurs **avantages comparativement à l'extraction terrestre** (teneur en métaux plus importante, déplacement et réutilisation du matériel d'extraction etc.).

La biodiversité en eaux profondes est unique et fragile, et les impacts de l'extraction largement méconnus, mais potentiellement graves. Ainsi, la méthodologie de notation ESG que nous proposons pour les entreprises impliquées dans ces activités repose sur le principe de précaution.

---

<sup>2</sup> Notamment le rapport du professeur Steiner sur l'évaluation d'impact environnemental de Nautilus Minerals (2009), l'expertise collective CNRS-Ifremer sur « Les impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes » (2014), ou les rapports de la Deep Sea Mining Campaign

<sup>3</sup> Malédiction des ressources : concept selon lequel les rentes issues des ressources peuvent avoir des conséquences négatives sur l'économie, la société et la stabilité politique d'un pays (hausse des conflits violents, de la corruption...).

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Introduction</b>	<b>7</b>
<b>I. Cartographie des différents types de minerais</b>	<b>11</b>
1.1. Nodules polymétalliques	12
1.2. Sulfures polymétalliques (Seafloor Massive Sulfides - SMS)	13
1.3. Encroûtements cobaltifères	13
<b>II. Règlementation</b>	<b>15</b>
2.1. Organisation du droit de la mer	15
2.2. Règlementation et attribution des permis d'exploration et d'exploitation	16
2.2.1. Projets situés en zone internationale	16
2.2.2. Projets situés dans les ZEE	16
2.3. Extension du territoire maritime des États	17
2.4. Enjeux géopolitiques potentiels	18
<b>III. Activités : acteurs et projets</b>	<b>19</b>
3.1. Initiatives privées principales	19
3.1.1. Nautilus Minerals	19
3.1.2. Neptune Minerals	21
3.1.3. Diamonds Fields International & Manafa international	22
3.2. Initiatives publiques principales	23
3.2.1. Projets européens	23
3.2.2. Positionnement de la France	25
<b>IV. Méthodes d'exploration et d'extraction</b>	<b>27</b>
4.1. Méthodes d'exploration	27
4.2. Méthodes d'extraction	27
4.2.1. Comparaison avec d'autres types d'extraction	27
4.2.2. Les différentes étapes de l'extraction	28
4.2.3. Spécificités liées à chaque type de dépôt	29
<b>V. Impacts de l'extraction minière en eaux profondes</b>	<b>32</b>
5.1 Biodiversité en eaux profondes	32
5.1.1. Campagnes de recherche pour les nodules	32
5.1.2. Découvertes autour des sulfures polymétalliques	33
5.1.3. Encroûtements cobaltifères	33
5.2. Impacts environnementaux	34
5.2.1. Destruction des écosystèmes	35
5.2.2. Mise en suspension de panaches de sédiments	35
5.2.3. Vibration et bruit	36
5.2.4. Lumière	36

5.2.5.	Rejet de l'eau après séparation des minerais	36
5.2.6.	Risques supplémentaires	37
5.2.7.	Limiter et gérer les impacts environnementaux	38
5.2.8.	Impacts de l'exploration	38
<b>5.3.</b>	<b>Impacts sociaux</b>	<b>38</b>
5.3.1.	Perturbation de la pêche	39
5.3.2.	Culture indigène	39
5.3.3.	Impact sur le tourisme	40
5.3.4.	Comment gérer les potentiels impacts sociaux ?	40
<b>5.4.</b>	<b>Vigilance sur la gouvernance</b>	<b>41</b>
<b>5.5.</b>	<b>Comparaison avec les impacts de l'extraction terrestre</b>	<b>42</b>
	<b>Conclusion</b>	<b>44</b>
	<b>Lexique</b>	<b>46</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>48</b>
	<b>Liste des Discussion Papers</b>	<b>52</b>



# OPPORTUNITÉS ET RISQUES ESG DE L'EXTRACTION MINIÈRE EN EAUX PROFONDES

## Introduction

L'intérêt pour les ressources minières en eaux profondes s'est développé à partir des **années 1970**, autour de trois types de dépôts : **les nodules polymétalliques, les sulfures polymétalliques, et les encroûtements cobaltifères**. Bien que les ressources exactes ne soient pas connues, ces dépôts contiendraient des quantités de minerais considérables, comme le cuivre, le zinc, le nickel, le plomb, l'indium, le cobalt, ainsi que de l'or et de l'argent. Pour prendre l'exemple du cobalt, les réserves et ressources mondiales terrestres seraient de 13 millions de tonnes, tandis que les ressources estimées contenues dans les encroûtements cobaltifères de la Prime Crust Zone (située dans le Pacifique) seraient de 50 millions de tonnes, et celles dans les nodules polymétalliques de la Zone Clarion-Clipperton (également située dans le Pacifique) de 44 millions de tonnes.<sup>1</sup>

Face à de telles ressources minérales, il est pertinent de se demander si l'extraction minière en eaux profondes est une activité prometteuse, et surtout écologiquement durable.

### **Répondre à la demande et sécuriser l'offre**

L'extraction minière en eaux profondes pourrait répondre à un **enjeu économique** important à l'échelle mondiale. En effet, la demande globale en minerais ne va cesser de croître. La demande des pays développés va continuer d'augmenter, les minerais « high-tech » comme le cobalt, le platine, les terres rares et le titane devenant essentiels au développement de produits technologiques sophistiqués. Par ailleurs, une demande croissante des pays en développement comme le Brésil, la Russie, l'Inde et la Chine va entrer en compétition avec celle des pays développés. D'importants besoins en minerais sont notamment nécessaires à l'urbanisation de la Chine et du reste de l'Asie.

<sup>1</sup> ECORYS, *Study to investigate the state of knowledge of deep-sea mining*, novembre 2014

Par ailleurs, les ressources minières d'eaux profondes peuvent répondre à un **enjeu stratégique** de taille pour les États européens, soucieux de sécuriser leurs ressources et de devenir plus indépendants. L'économie européenne est en effet dépendante de ses importations en métaux à plus de 90 %.<sup>2</sup> La Chine est un fournisseur majeur, qui produit notamment plus de 97 % des terres rares utilisées dans le monde<sup>3</sup>. De même, plus de 40 % de la production mondiale de cobalt provient de la République démocratique du Congo. Le tableau ci-dessous renseigne sur les producteurs principaux des minerais d'importance économique moyenne ou forte pour l'Union européenne (UE) et présents en eaux profondes.

Minerai	Producteur principal	Importance économique pour l'UE	Risque d'offre
<b>Cobalt</b>	République démocratique du Congo (40%)	Forte	Élevé
<b>Cuivre</b>	Chili (34%)	Moyenne	Faible, métal critique pour les États-Unis
<b>Lithium</b>	Chili (41%)	Forte	Elevé
<b>Platine</b>	Afrique du Sud (79%)	Moyenne	Moyen
<b>Terres rares</b>	Chine (97%)	Forte	Elevé

Source : Ecorys, *Study to investigate the state of knowledge of deep-sea mining* (2014)

Pour éviter des crises d'offre comme celle de 2000 lorsque le boom des téléphones portables avait entraîné une demande soudaine pour le tantale, l'UE a lancé en 2008 une initiative « matières premières »<sup>4</sup>. Celle-ci vise à diversifier l'accès aux matières premières, au-delà des fournisseurs traditionnels Chinois, Africains et Sud-Américains.

L'Union européenne a en particulier financé plusieurs consortiums de recherche ayant pour objectif l'approfondissement des connaissances des écosystèmes d'eaux profondes et le développement de technologies d'extraction, comme les projets Blue Mining, Blue Nodules ou MIDAS (voir le chapitre III « Activités »).

<sup>2</sup> DYMENT (J.) et al., *Les impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes*, Expertise scientifique collective, Synthèse du rapport, CNRS – Ifremer, juin 2014

<sup>3</sup> ECORYS, *Study to investigate the state of knowledge of deep-sea mining*, novembre 2014

<sup>4</sup> *The Raw Materials Initiative: Meeting Our Critical Needs for Growth and Jobs in Europe*, Communication from the Commission to the European Parliament and the Council, disponible sur: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008DC0699&from=EN>



## De nombreux avantages comparativement aux mines terrestres...

D'après les acteurs<sup>5</sup> qui se sont lancés dans la recherche pour l'extraction minière en eaux profondes, celle-ci serait même plus rentable que l'extraction minière terrestre. En effet, les coûts d'extraction terrestre sont toujours très élevés, et ont tendance à augmenter en raison de la nécessité de creuser de plus en plus profondément pour extraire les minerais. La compétitivité de l'extraction en eaux profondes pourrait donc être acceptable pour un industriel, d'autant plus que la concentration de minerais au fond de l'océan est beaucoup plus importante que sur terre. Sur le plan technologique, l'extraction en eaux profondes serait également moins coûteuse, étant donné qu'il est uniquement nécessaire de récupérer ce qui est en surface, et non de creuser des mines profondes. Il n'y a donc pas besoin d'engins miniers à coûts très élevés, mais seulement d'une machine pouvant aspirer les dépôts et les faire remonter à la surface, et d'un bateau. De plus, à la différence des mines terrestres, il est possible de déplacer l'équipement, ce qui signifie que les investissements réalisés ne sont pas perdus après l'exploitation d'un site. Enfin, une fois que les technologies seront développées et opérationnelles, il est estimé que les sites en eaux profondes où se trouvent les dépôts pourront être exploitables en 1 ou 2 ans. Cela est très rapide comparé aux mines terrestres, qui ne sont parfois opérationnelles qu'au bout de 10 ans.

L'extraction en eaux profondes serait donc davantage rentable, particulièrement pour certains types de dépôts. Les sulfures polymétalliques auraient le plus grand potentiel. Leur forte teneur en métaux (jusqu'à 8,5 % de cuivre et 16 % de zinc par exemple)<sup>6</sup> permettrait ainsi de compenser les coûts d'extraction. Les teneurs en métaux étant assez faibles dans les nodules polymétalliques, l'extraction terrestre pourrait dans ce cas être plus rentable.

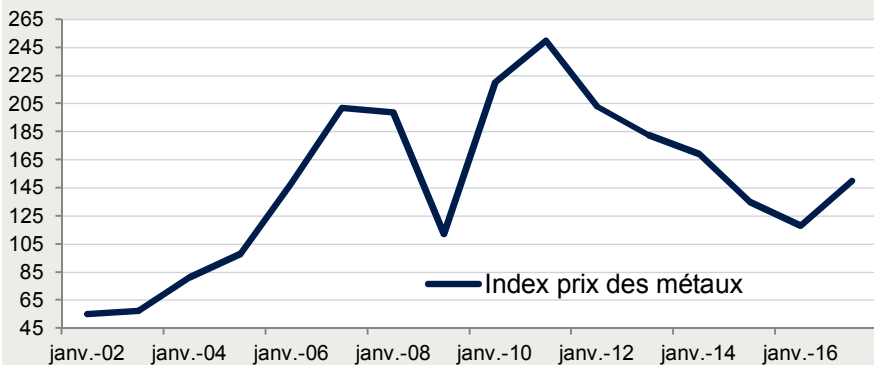
## ... mais pas de mines opérationnelles à ce jour

Malgré les nombreux avantages et opportunités que l'extraction minière en eaux profondes semble présenter, le climat économique n'est actuellement pas idéal pour développer cette activité. En effet, le **prix des métaux étant relativement bas** (voir le graphique page suivante), il est déjà difficile pour les industriels d'être rentables sur les mines terrestres existantes. Jusqu'à la crise de 2008, beaucoup d'agitation avait lieu autour de l'extraction minière en eaux profondes. Avec la chute du cours des minerais (voir le graphique suivant), il y a ensuite eu un basculement. L'enthousiasme des industriels, avec leur vision à court terme, a depuis diminué. La raréfaction de certains métaux, comme le cuivre par exemple, ou l'augmentation de leur prix, pourraient être des arguments qui justifieraient un regain d'intérêt pour l'extraction en eaux profondes.

<sup>5</sup> Les entreprises Technip et ERAMET en France par exemple. Voir la partie « Activités » pour plus de détails

<sup>6</sup> Fouquet, Y. and D. Lacroix (2012). *Les ressources minérales marines profondes : Étude prospective à l'horizon 2030*, Éditions Quae

### Index du prix des métaux, base 100 en 2005 (cuivre, aluminium, fer, étain, nickel, zinc, plomb et uranium)



Source: Recherche Amundi, FMI

### Risques et challenges

L'extraction minière en eaux profondes reste tout de même une activité qui implique d'importants risques et challenges. Elle nécessite des **technologies nouvelles**, pas encore tout à fait développées. De plus, la **connaissance scientifique des habitats et écosystèmes** des eaux profondes reste très limitée. Selon Yves Fouquet, géologue à l'Ifremer, « *nous connaissons mieux la Lune que le fond de nos océans* ». Ainsi, il est très difficile d'estimer les potentiels **impacts environnementaux** de l'extraction minière, ainsi que les **impacts sur les communautés**. De ce fait, la **règlementation**, qui tente de se développer en prenant en compte ces inconnus, représente souvent un frein aux activités d'exploration et d'extraction. Enfin, ce secteur dépend fortement de la fluctuation du prix des minerais, et le développer n'est actuellement pas économiquement viable.

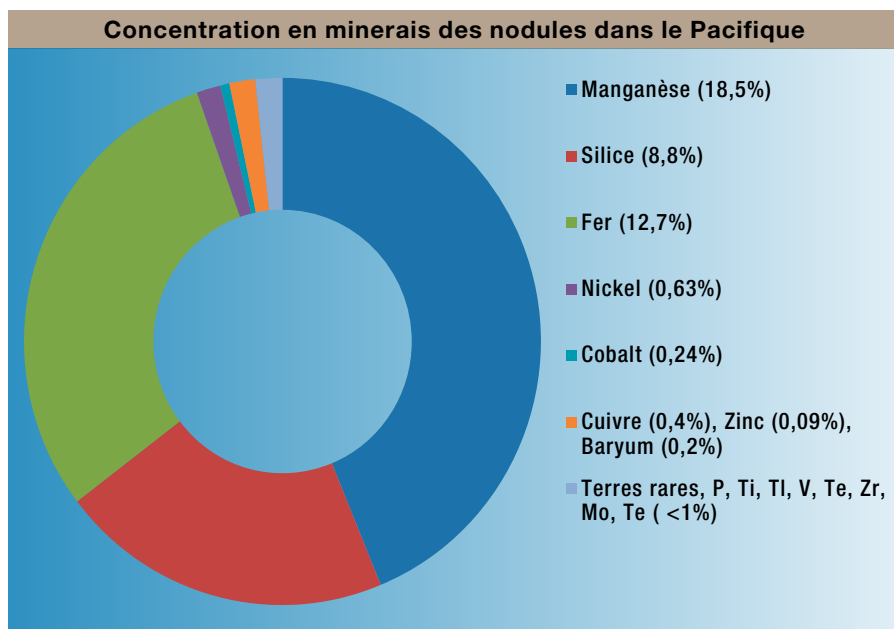
Cette étude a donc été entreprise dans le but d'identifier les différents acteurs de l'extraction minière en eaux profondes, et d'établir un état des lieux de l'avancée des activités. Nous avons souhaité comprendre les principaux enjeux (économiques, technologiques, réglementaires, environnementaux et sociaux) auxquels le secteur est confronté, et la manière dont il peut ou tente d'y remédier.

L'objectif est d'aboutir à une méthodologie de notation ESG des entreprises impliquées dans ces activités.

# I. Cartographie des différents types de minerais

## 1.1. Nodules polymétalliques

Les nodules polymétalliques sont des galets de la taille d'un pamplemousse, d'environ 5 à 10 cm de diamètre. Ils se trouvent sur les plaines abyssales, situées entre 3000 et 5500 mètres de profondeur. Ces formations sont composées à 40 % d'eau, et à 60 % de minerais, principalement du manganèse et du fer. Elles contiennent également de nombreux autres minerais : cuivre, nickel, silicium, aluminium, cobalt, terres rares, lithium, thallium, tellure, molybdène.



Source : Ifremer, 2011

La plus grande masse de nodules se trouve entre 4000 et 5000 mètres de profondeur, dans la **zone de fracture Clarion-Clipperton**, entre Hawaï et la côte ouest du Pacifique. Cette zone de 9 millions de km<sup>2</sup> contiendrait 34 milliards de tonnes de nodules, dont près de 300 millions de tonnes de nickel et plus de 200 millions de tonnes de cuivre<sup>7</sup>. Selon l'estimation de certains experts, les dépôts de nodules contiendraient 6 000 fois plus de thallium, 3 fois plus de manganèse, de nickel et de cobalt que la totalité des ressources terrestres avérées<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> ECORYS, *Study to investigate the state of knowledge of deep-sea mining*, novembre 2014

<sup>8</sup> PANGRAZZI (C.), "Le domaine maritime de la France vient de s'agrandir – Pourra-t-on exploiter les richesses des fonds marins?", *Ca m'intéresse*, mars 2016

Sans surprise, c'est donc majoritairement dans la zone de fracture Clarion-Clipperton que se concentrent les activités d'exploration en vue d'extraction des nodules polymétalliques. Ainsi, sur les 16 permis d'exploration attribués par l'Autorité Internationale des Fonds Marins (AIFM) pour l'exploration des nodules, 15 le sont pour cette zone. Par ailleurs, il est intéressant de noter que la majorité des recherches en zone internationale concernent ce type de dépôt (16 permis d'exploration de l'AIFM sur 26 au total).

Cependant, certains acteurs industriels de l'extraction minière en eaux profondes (*ERAMET et Technip en France notamment*) considèrent que cet engouement pour les nodules polymétalliques n'a pas lieu d'être. En effet, d'après eux, les teneurs en métaux qui s'y trouvent sont plutôt faibles, ce qui rend l'extraction terrestre relativement plus rentable, en raison de coûts d'extraction moins élevés. Selon eux, l'activité devrait davantage se concentrer sur les sulfures polymétalliques, qui contiennent un mélange de nombreux métaux tels que le cuivre, le zinc et même certains métaux précieux comme l'or ou l'argent. Cela permettrait ainsi de compenser le coût d'extraction.

## 1.2. Sulfures polymétalliques (Seafloor Massive Sulfides – SMS)

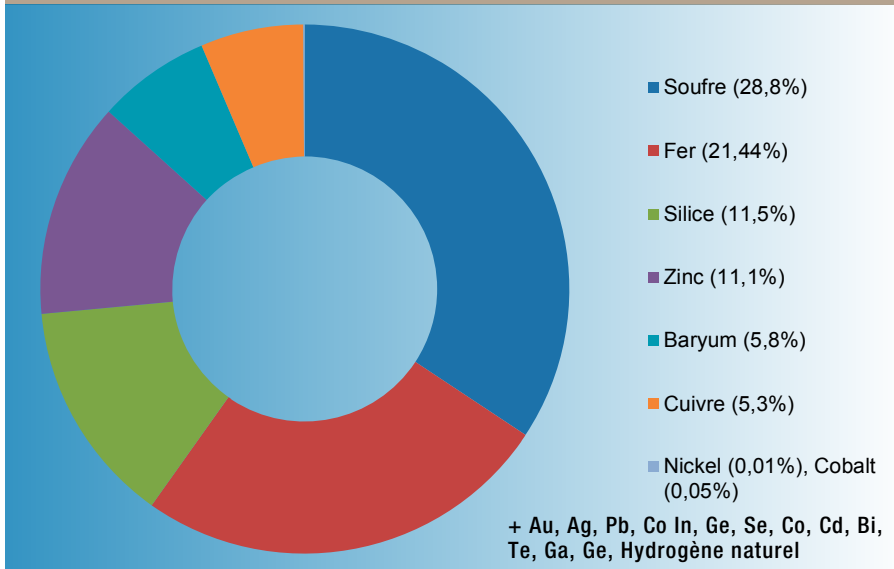
Les sulfures polymétalliques ont été découverts à la fin des années 1970. La plupart des dépôts d'intérêt économique potentiel se situent entre 1500 et 3500 mètres de profondeur, le long des 60 000 km de dorsales médio-océaniques<sup>9</sup>. Ces dépôts ressemblent à des cheminées, appelées fumeurs noirs, pouvant atteindre 40 mètres de hauteur. Ils se forment sur des sites hydrothermaux, lorsque l'eau de mer s'introduit dans des failles très profondes et se charge donc en chaleur et en sulfures métalliques. Ce fluide est ensuite ré-évacué dans l'eau froide de l'océan. Les sulfures polymétalliques se concentrent généralement sur de petites zones, inférieures au km<sup>2</sup>, contrairement aux dépôts de nodules qui s'étendent sur de vastes étendues. Ils se trouvent principalement sur la dorsale Pacifique Est, Sud Est et Nord, ainsi que sur la dorsale médio-atlantique. Davantage de recherches sont nécessaires, mais de nombreux dépôts se trouveraient également le long de la dorsale indienne.

Comme évoqué précédemment, les sulfures sont très riches en métaux. Les principaux sont le sulfure, le fer, la silice, le zinc, le cuivre, le baryum. Certains dépôts contiennent près de 10 % de cuivre, alors que les grandes mines chiliennes d'où est issue la majorité de la production mondiale n'en contiennent que 0,5 % par exemple<sup>10</sup>. Concernant les métaux précieux, les sulfures peuvent contenir une teneur en or allant jusqu'à 20 grammes par tonne. À titre de comparaison, une teneur de 1 gramme/tonne justifie l'exploitation d'un gisement sur terre.

<sup>9</sup> Dorsale médio-océanique: chaîne de montagnes sous-marines, dont le sommet est sillonné par de grandes fractures

<sup>10</sup> PANGRAZZI (C.), "Le domaine maritime de la France vient de s'agrandir – Pourra-t-on exploiter les richesses des fonds marins?", *Ca m'intéresse*, mars 2016

## Concentration en minerais des sulfures dans la zone Pacifique Est



Source : Ifremer, 2011

Les campagnes d'exploration pour les sulfures polymétalliques dans la Zone internationale sont moins nombreuses que pour les nodules. Sur les vingt-six permis d'exploration attribués par l'AIFM, six concernent des dépôts de sulfures polymétalliques. Les sites en question se situent sur la dorsale sud-ouest indienne, la dorsale centrale indienne, et la dorsale médio-atlantique. En revanche, la quasi-totalité des permis attribués par les États pour des campagnes d'exploration dans leur ZEE le sont pour les sulfures. Il est par ailleurs intéressant de noter que les missions visant à cartographier le plancher océanique s'attachent à localiser des sites hydrothermaux inactifs. En effet, une éventuelle extraction minière ne serait envisageable que sur ces sites, car la température et l'acidité des fluides présents sur les sites actifs détruiraient instantanément le matériel.

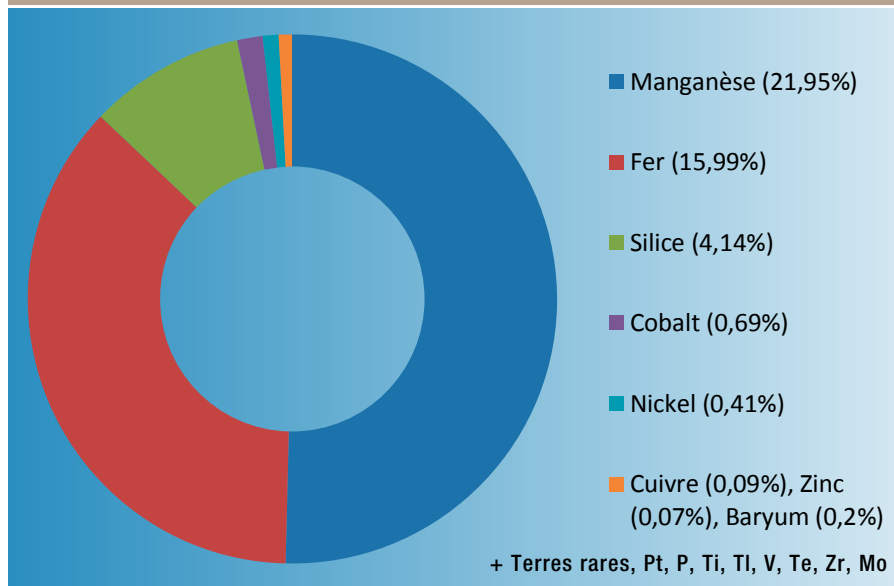
### 1.3. Encroûtements cobaltifères

Les encroûtements cobaltifères sont des tapis épais de quelques centimètres à 25 centimètres. Ils se trouvent sur les flancs de monts sous-marins, à des profondeurs allant de 400 à 4 000 mètres, les encroûtements les plus riches en minerais pouvant être d'intérêt économique se trouvant principalement de 800 à 2 500 mètres<sup>11</sup>. Ils couvrent des surfaces de plusieurs kilomètres carrés. De

<sup>11</sup> Hein, J.R. and Koschinsky, A. (2013): Deep-ocean ferromanganese crusts and nodules. In: *Treatise on Geochemistry*, 273-291

nombreuses recherches sont encore à effectuer, mais selon certaines estimations, 6,35 millions de kilomètres carrés, c'est-à-dire 1,7 % de la surface des océans, pourraient être couverts d'encroûtements.<sup>12</sup> Des encroûtements ont été repérés dans tous les océans, mais c'est dans l'océan Pacifique, et plus particulièrement en Polynésie que se trouveraient les dépôts au plus fort potentiel économique, enrichis en cobalt et en platine.

### Concentration en minerais des encroûtements dans l'océan Pacifique



Source : Ifremer, 2011

Les encroûtements sont principalement composés de fer et de manganèse. Par ailleurs, ils contiendraient trois fois plus de cobalt et cinq fois plus de platine que les dépôts terrestres. Les autres éléments métalliques présents incluent titane, nickel, terres rares, zirconium, molybdène, vanadium, tellure, thallium et phosphore.

L'éventuelle exploitation des encroûtements a été peu étudiée et peu de campagnes d'exploration sont entreprises. Quatre contrats d'exploration seulement ont été accordés par l'AIFM pour ce type de dépôt, dans l'océan Pacifique occidental. Une étude récente réalisée par l'Institut de Recherche pour le Développement montre l'intérêt de reprendre l'exploration en Polynésie française.<sup>13</sup>

<sup>12</sup> DYMENT (J.) et al., *Les impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes, Expertise scientifique collective, Synthèse du rapport, CNRS – Ifremer, juin 2014*

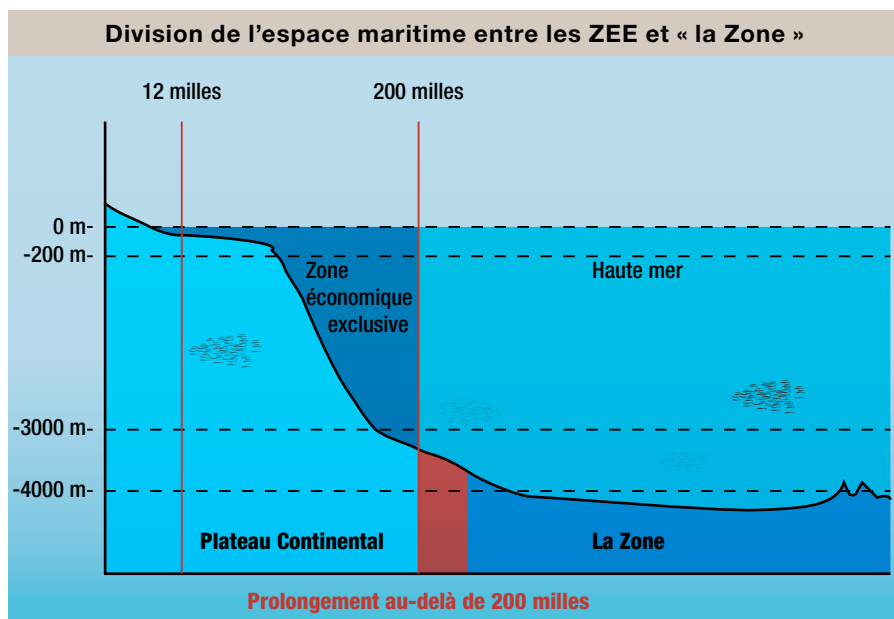
<sup>13</sup> LE MEUR P.-Y., COCHONAT P., DAVID C., GERONIMI V., SAMADI S., *Les ressources minérales profondes en Polynésie française, IRD Éditions, 2016*

## II. Règlementation

### 2.1. Organisation du droit de la mer

La **Convention des Nations Unies sur le Droit de la Mer** (CNUDM), également appelée « Convention de Montego Bay » ou « *United Nations Convention on the Law Of the Sea* » (UNCLOS) est un traité international fondamental adopté en 1982. Il reconnaît aux États côtiers des droits souverains sur leur **Zone Économique Exclusive** (ZEE) et leur **plateau continental**<sup>14</sup>, ainsi que la non-appropriation nationale des ressources situées au-delà des juridictions nationales. 166 parties ont ratifié la Convention, y compris l'Union européenne et ses membres. En revanche, certains États comme les États-Unis, l'Israël ou la Turquie ne l'ont toujours pas ratifiée.

L'**Autorité Internationale des Fonds Marins** (AIFM), [*International Seabed Authority* (ISA)], a été formée par l'*United Nations Law of the Sea* en 1994, conformément à la CNUDM. Son but est de gérer et réguler au nom de la communauté internationale les espaces maritimes situés en dehors des zones maritimes des États, reconnus comme patrimoine commun de l'humanité et appelés « **la Zone** » (voir schéma ci-dessous). Son rôle principal est de développer des réglementations pour l'exploration et l'extraction des ressources situées dans ces espaces. Elle délivre des permis d'exploration visant à quantifier les réserves minières et évaluer la biodiversité de ces eaux.



Source : Service hydrographique et océanographique de la Marine (SHOM)

<sup>14</sup> Plateau continental : prolongement sous-marin du territoire terrestre d'un État

## 2.2. Réglementation et attribution des permis d'exploration et d'exploitation

### 2.1.1. Projets situés en zone internationale

L'AIFM a déjà élaboré une réglementation pour les projets d'exploration, et travaille au développement d'une autre pour les projets d'exploitation. Les points manquants incluent notamment la manière dont l'AIFM collectera les redevances, le partage des bénéfices, ainsi que les standards environnementaux. Il faut savoir que mettre en place une réglementation pour les eaux profondes est difficile, car les connaissances actuelles de ce milieu sont très limitées. Davantage de recherches sont nécessaires à une meilleure compréhension des écosystèmes qui y résident.

L'ensemble des règles et procédures relatives à l'extraction minière en eaux profondes (en particulier l'annexe III de l'UNCLOS) forme le **code d'exploitation minière**. Comme évoqué ci-dessus, des réglementations spécifiques à chaque type de dépôt sont disponibles pour l'exploration. L'AIFM a également publié des recommandations visant à aider les entreprises à réaliser leur évaluation d'impact environnemental ainsi que leur plan de gestion environnementale. La décision d'attribution ou non des permis revient au Conseil de l'AIFM, composé de 36 membres élus par une Assemblée, selon un ensemble de règles complexes. À ce jour, **26 permis d'exploration** ont été accordés. Chacun coûte \$500 000, et a une validité de 15 ans. Les entreprises ou États détenant ces licences sont tenus de rapporter annuellement sur leurs activités. La possibilité de demander des licences pour l'extraction minière sera ouverte dès que la réglementation spécifique à l'exploitation sera terminée. Cela devrait être le cas d'ici fin 2017.

### 2.2.2. Projets situés dans les ZEE

Les projets d'exploration ou d'exploitation doivent se conformer aux réglementations nationales lorsqu'ils sont situés dans la ZEE d'un État. Dans de nombreux cas, la législation pour l'extraction minière terrestre s'applique également en eaux profondes. En Europe, c'est le cas de la France, de l'Italie, des Pays-Bas, du Portugal et de l'Espagne. Appliquer la réglementation de l'extraction terrestre à l'extraction en eaux profondes n'est pas forcément une solution adaptée. Certaines problématiques spécifiques à l'extraction en eaux profondes ne sont en effet pas correctement traitées dans la réglementation terrestre. C'est le cas de la fermeture des mines, de la gestion des déchets, des mesures de sécurité à prendre ou encore des droits des communautés impactées.

Parfois, la législation a été modifiée afin d'inclure des références spécifiques à l'extraction en eaux profondes, en France par exemple. L'existence d'une législation spécifique à l'extraction minière en eaux profondes est beaucoup plus rare. C'est le cas des États-Unis notamment. L'administration des Açores a également décidé d'adopter une réglementation spécifique à l'extraction minière en eaux profondes, bien que cette législation ait été ensuite déclarée anticonstitutionnelle.



Afin d'obtenir un permis d'exploration ou d'exploitation, les entreprises doivent réaliser une évaluation d'impact environnemental dont le contenu et la méthodologie de réalisation sont définis par chaque État. C'est ensuite au ministère public de prendre une décision concernant l'attribution du permis et de suivre la mise en œuvre du plan de gestion environnemental. Il est plus difficile d'avoir une vue d'ensemble des permis délivrés par les États car il n'existe pas une seule source ou base de données, et les États ou entreprises ne souhaitent pas toujours rendre cette information publique.

En 2014, une étude avait identifié **26 projets ayant reçu un permis dans les ZEE<sup>15</sup>, dont 2 d'exploitation** : un à Nautilus en mer de Bismarck et un à Diamond Fields et Manafa International en mer Rouge (voir la partie « Activité »).



### 2.3. Extension du territoire maritime des États

D'après le droit maritime, la ZEE d'un État est fixée à 200 milles marins de ses côtes, soit environ 370 km. Par ailleurs, le CNUDM permet aux pays d'étendre leur juridiction sur le plateau continental jusqu'à 350 milles (650 km) s'ils peuvent prouver à l'aide d'études géologiques que leur territoire terrestre se prolonge sous les eaux. Cependant, l'État n'exerce ses droits que sur le sol et le sous-sol marin, la colonne d'eau restant du domaine international. La demande d'extension de la juridiction d'un État sur le plateau continental doit être approuvée par la **Commission des limites du plateau continental**.

<sup>15</sup> ECORYS, *Study to investigate the state of knowledge of deep-sea mining*, novembre 2014

De cette manière, la France a pu en octobre 2015 étendre son domaine maritime de 579 000 km<sup>2</sup>. Avec 11 millions de km<sup>2</sup>, c'est désormais la deuxième plus vaste ZEE mondiale, après les États-Unis. La France a encore la possibilité d'étendre son domaine maritime de 1,5 millions de km<sup>2</sup> autour de ses collectivités d'outre-mer, et ainsi de se placer en première position. Plusieurs dossiers d'extension du plateau continental ont été déposés devant la Commission des limites du plateau continental de l'ONU à cet effet. La France entend ainsi protéger ses atouts miniers. Le ministère des affaires étrangères et du développement international, à l'aide des travaux conduits par le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM), est chargé des négociations avec certains États, dans le cas où les délimitations maritimes doivent encore être fixées.

#### 2.4. Enjeux géopolitiques potentiels

La France a déjà passé des accords sur la délimitation de ses frontières maritimes avec la plupart de ses voisins. En Polynésie française par exemple, des accords de délimitation ont été passés avec tous les États voisins (les îles Cook, Kiribati et le Royaume-Uni). En revanche, des accords de délimitation doivent encore être passés avec certains pays, notamment avec les îles Samoa pour Wallis et Futuna et avec Vanuatu en Nouvelle-Calédonie. Dans ce dernier cas, un contentieux territorial au sujet des îlots de Matthew et Hunter oppose les deux parties.

L'extraction minière en eaux profondes peut en effet impliquer d'éventuels conflits liés à la délimitation des frontières maritimes des États. De tels conflits peuvent notamment émerger dans le cas où les limites du plateau continental et la zone économique entre deux États riverains coïncident. Cela peut se produire lorsque des côtes se faisant face sont situées à une distance inférieure ou égale à 400 milles. Aucun cas ne s'est pour l'instant produit en ce qui concerne l'extraction minière en eaux profondes. En revanche, la question s'est déjà posée dans le domaine des hydrocarbures. Des zones d'exploitation en commun des ressources du plateau qui chevauchent la ligne séparative ont alors été mises en place. C'est par exemple ce qui a été décidé dans l'accord franco-canadien du 17 mai 2005 pour l'exploration et l'exploitation de champs d'hydrocarbures transfrontaliers dans l'Atlantique Nord.

Comme évoqué, aucun conflit géopolitique majeur lié à l'extraction minière en eaux profondes n'a pour l'instant eu lieu. Cela pourrait cependant devenir le cas, en particulier si l'augmentation du prix des minerais entraînait un regain d'engouement pour ces activités. Les États pourraient alors se disputer leurs frontières maritimes.

## III. Activités : acteurs et projets

Tandis que **26 licences d'exploration ont à ce jour été accordées par l'Autorité Internationale des Fonds Marins (AIFM), une vingtaine l'a été par les États pour des activités dans leur ZEE.** Seulement deux projets ont pour l'instant reçu une licence d'exploitation, tous deux de la part de juridictions nationales. Il s'agit des projets Solwara 1 de Nautilus en mer de Bismarck, et du projet Atlantis II de Diamonds Fields International et Manafa International en mer Rouge. L'AIFM pourra commencer à accorder des licences d'exploitation lorsque la réglementation pour les activités d'extraction minière qu'elle est en train de développer sera terminée.

La plupart des licences accordées par les juridictions nationales le sont à des entreprises privées, et pour l'exploration des sulfures polymétalliques. Les entreprises privées sont en effet plus intéressées par ce type de dépôt, tandis que les gouvernements et entreprises publiques sont davantage focalisés sur les nodules. Cela s'explique par le fait que la plupart des experts pensent que les sulfures seront le premier type de dépôt pour lequel l'exploitation sera économiquement viable, tandis que l'exploitation des nodules pourrait permettre aux États de sécuriser leur approvisionnement en certains minerais stratégiques comme le cobalt ou les terres rares.

### 3.1. Initiatives privées principales

Les entreprises privées impliquées dans l'extraction minière en eaux profondes doivent faire face à plusieurs obstacles. L'accès aux financements représente un challenge important, notamment en raison de la volatilité des prix des métaux. Une baisse trop importante des prix peut affecter la viabilité commerciale d'un projet. De plus, les entreprises doivent entreprendre des dépenses conséquentes pour trouver suffisamment de ressources. Contrairement à l'extraction terrestre, la phase d'exploration et d'identification des ressources potentielles est en elle-même très coûteuse. La régulation représente un autre obstacle de taille pour les entreprises. Dans plusieurs régions, la législation n'existe tout simplement pas. Dans d'autres, des exigences spécifiques sont requises. Au Japon par exemple, il est nécessaire qu'un demandeur de licence ait un partenaire japonais, ce qui n'est pas toujours facile à trouver.

La grande majorité des projets situés à l'intérieur des ZEE sont exécutés par les entreprises privées **Nautilus Minerals et Neptune Minerals.**

#### 3.1.1. Nautilus Minerals

Nautilus Minerals est une entreprise canadienne fondée en 1987, cotée sur le marché canadien. Ses actionnaires principaux sont Barrick Gold Corporation, Anglo-American, Teck Cominco, and Epion Holdings. Son activité principale est l'exploration des ressources minières des fonds marins.

Nautilus est un acteur majeur de l'extraction minière en eaux profondes. Au sein des ZEE, l'entreprise possède un très grand nombre de licences d'exploration, et même une licence d'exploitation en Papouasie Nouvelle-Guinée pour le projet Solwara 1. C'est de plus la première entreprise privée à s'être vu accorder une licence d'exploration dans la Zone internationale, par le biais de sa filiale **Tonga Offshore Mining Ltd** (TOML).

Nautilus collabore avec plusieurs acteurs techniques, travaillant au développement de technologies avancées. Ceux-ci incluent notamment **Soil Machine Dynamics**, une entreprise britannique d'ingénierie sous-marine spécialisée dans la conception et la fabrication des « *remotely operated vehicles* ». Nautilus a également confié à l'entreprise française **Technip** l'élaboration du système de transport vertical (*Riser and Lifting System* — RALS) du projet Solwara 1, et à l'entreprise américaine GE Oil & Gas la construction de la pompe du RALS nécessaire à l'aspiration de la boue minéralisée au niveau du plancher océanique.

### **Solwara 1**

En 1997, le gouvernement de Papouasie Nouvelle-Guinée (PNG) a été le premier pays au monde à accorder une licence d'exploration pour des dépôts de sulfures polymétalliques, à Nautilus Minerals. En 2009, la PNG a accordé à l'entreprise un permis environnemental pour le projet Solwara 1, suivi d'une licence d'exploitation de 20 ans en 2011. La zone concernée se situe dans la mer de Bismarck, entre 1 200 et 1 600 mètres de profondeur. L'exploitation devait débuter en 2013, avec pour objectif de récolter 2,17 millions de tonnes de minerais, dont 435 000 onces d'or et 157 000 tonnes de cuivre. La durée de vie prévue de la mine est de 30 mois, avec une production maximale de 5 900 tonnes de minerais par jour<sup>16</sup>. L'extraction pourrait être étendue à 5 ans ou plus en fonction d'éventuelles découvertes de minerais.

En 2009, une revue indépendante sur les impacts environnementaux du projet Solwara 1 par le professeur Richard Steiner de l'université d'Alaska, a critiqué l'Évaluation d'Impact Environnemental (EIE) du projet<sup>17</sup>. Selon ce rapport, l'évaluation serait dans l'ensemble trop générale pour déterminer les réels impacts environnementaux du projet. Steiner évoque notamment une évaluation des risques liés à la création de panaches toxiques inappropriée, et le manque d'étude approfondie des écosystèmes présents sur le site. Il était ainsi recommandé au gouvernement de PNG de ne pas approuver le projet Solwara 1. Ce rapport a été critiqué par Nautilus Minerals qui accuse en particulier le professeur Steiner d'être financé par des activistes environnementaux, et d'avoir une vision biaisée. L'entreprise souligne qu'une revue indépendante de l'EIE a été financée par le gouvernement de PNG et réalisée par un cabinet de

<sup>16</sup> STEINER (R.), *Independent Review of the Environmental Impact Statement for the proposed Nautilus Minerals Solwara 1 Seabed Mining Project, Papua New Guinea, Conducted for the Bismarck-Solomon Seas Indigenous Peoples Council Madang, Papua New Guinea, janvier 2009*

<sup>17</sup> *Ibid*

conseil. C'est sur la base de cette expertise (non disponible publiquement) que le gouvernement aurait accordé la licence environnementale à Nautilus Minerals. Une autre étude de la Deep Sea Mining Campaign de 2012 a de manière similaire critiqué l'Environmental Impact Statement (EIS) de Nautilus, soutenant également qu'il n'identifiait pas correctement les risques associés au projet, et sous-estimait ses impacts sur les communautés locales<sup>18</sup>.

Selon Nautilus Minerals, l'exploitation minière ne comporte pas de risques pour les écosystèmes en raison des précautions prises par l'entreprise. Celles-ci incluent l'Environmental Impact Statement, le programme Nautilus CARES, ainsi que des stratégies de mitigation comme la mise en œuvre de robots sous-marins (drones) qui déplaceront les blocs de sédiments contenant la plus grande biomasse vers une zone refuge temporaire. Nautilus met par ailleurs en avant une analyse indépendante d'Earth Economics de 2015<sup>19</sup> montrant que les impacts sociaux et environnementaux du projet Solwara 1 pourraient potentiellement être considérablement réduits, comparés aux mines de cuivre terrestres. En effet, le projet n'engendrera pas de déplacements de populations, n'aura pas d'impacts sur la production de nourriture ou sur les réserves d'eau potable, qu'elles soient souterraines ou en surface. Cependant, l'étude d'Earth Economics a été critiquée par la Deep Sea Mining Campaign (voir la partie « Impacts de l'extraction minière en eaux profondes »).

Par ailleurs, bien que le projet de Nautilus ait été beaucoup critiqué, il faut garder en tête que personne à ce jour n'a poussé la recherche scientifique aussi loin. Les missions entreprises dans le cadre de la campagne d'exploration et pour évaluer les impacts environnementaux ont permis d'en apprendre beaucoup sur la biodiversité en eaux profondes.

En raison d'un conflit entre Nautilus et le gouvernement de Papouasie Nouvelle-Guinée autour de leur accord de partenariat, le projet a été suspendu en 2013. Nautilus a cependant annoncé en 2015 que le projet était maintenu et qu'elle espérait pouvoir commencer la production en 2018. Les technologies sont développées, et Nautilus attend à présent l'arrivée des bateaux fabriqués en Chine. Ceux-ci devraient arriver d'ici fin 2018, et l'exploitation du site de Solwara 1 débiter en 2019. Si l'extraction minière s'avère être économiquement rentable, il est fort probable que d'autres acteurs cherchent par la suite à se positionner sur le secteur.

### **3.1.2. Neptune Minerals**

Neptune Minerals est une entreprise américaine qui a été créée en 2011 pour l'exploration et l'extraction des sulfures polymétalliques. L'entreprise a entrepris des projets dans sept pays du Pacifique occidental (Japon, Papouasie

<sup>18</sup> LUICK (J. L.), *Physical Oceanographic Assessment of the Nautilus EIS for the Solwara 1 Project, Prepared for the Deep Sea Mining Campaign, novembre 2012*

<sup>19</sup> BARKER (D.) & ROWAN (S.), *Environmental and Social Benchmarking Analysis of Nautilus Minerals Inc. Solwara 1 Project, Earth Economics, mai 2015*

Nouvelle-Guinée, îles Salomon, Vanuatu, Fiji, Tonga et la Nouvelle-Zélande). La zone couverte par les licences d'exploration demandées et accordées est de 175 000 km<sup>2</sup>.

Neptune s'engage à développer des processus responsables d'exploration et d'exploitation des ressources minières en eaux profondes. Les observations environnementales et la collecte de données font ainsi entièrement partie des programmes d'exploration de l'entreprise. Par ailleurs, Neptune soutient et participe à plusieurs projets de recherche visant à protéger l'environnement marin. Actuellement, l'entreprise collabore par exemple avec l'université d'Ottawa à un programme de recherche géologique se concentrant sur les îles Salomon.

Sur le plan social, Neptune soutient et contribue régulièrement au « *Secretariat of the Pacific Community Applied Science and Technology Division* » (SOPAC) du *Deep Sea Minerals Project*. Ce projet a été fondé en 2011 en collaboration entre les Communautés Pacifiques et l'Union européenne. Il vise à soutenir la mise en place d'une gouvernance informée et vigilante pour les projets d'extraction minière en eaux profondes.<sup>20</sup> Cependant, peu de retours concernant la pertinence et l'efficacité de ce programme sont disponibles.

### 3.1.3. Diamonds Fields International & Manafa international

Diamond Fields International est une entreprise minière canadienne (cotée au Canada) détenant plusieurs licences d'extraction minière terrestres et marines (extraction de diamants en Namibie et de nickel à Madagascar notamment). Manafa International Ltd. est quant à elle une société de holding et d'investissement saoudienne, fortement présente au Moyen-Orient. Ces deux entreprises ne sont pas de grands acteurs du secteur de l'extraction minière en eaux profondes, mais elles sont importantes dans le sens où elles s'approprient à opérer conjointement un des deux seuls projets ayant reçu une licence d'exploitation, le **projet Atlantis II**.

Le bassin Atlantis II, qui contient le dépôt Atlantis II, est situé en Mer Rouge, à environ 2 000 mètres de profondeur. La présence de minerais y a été découverte en 1965. Au cours des années 1970, la **Saudi-Sudanese Red Sea Commission** (RSC) a été créée avec l'objectif d'évaluer le potentiel économique des ressources du bassin d'Atlantis II. L'entreprise Preussag A.G. a été chargée par la RSC d'entreprendre un programme d'exploration géologique de 5 ans, ainsi qu'une étude de faisabilité technique. Les résultats ont montré une présence importante de minerais, sur une zone de 57 km<sup>2</sup>. Une étude de Preussag a notamment démontré que le dépôt d'Atlantis II contiendrait 89,5 millions de tonnes de sédiments, avec des teneurs de 2,51 % à 4,91 % de zinc, 4,7 % à 4,91 % de cuivre et de 59,43 ppm à 111,24 ppm d'argent<sup>21</sup>.

<sup>20</sup> <http://dsm.gsd.spc.int/> pour plus d'informations

<sup>21</sup> <http://www.diamondfields.com/s/AtlantisII.asp>

En 2010, la Red Sea Commission a été rétablie spécialement pour accorder une licence visant à développer le dépôt Atlantis II. La licence a été accordée à Manafa International Ltd., une entreprise saoudienne. Diamonds Fields s'est associée à Manafa à travers un accord de joint-venture selon lequel Diamonds Fields détient 50,1 % des parts du projet.

Dans une étude de faisabilité effectuée en 2012, Diamonds Fields International envisageait de commencer la production sur le site en 2014, une fois les études techniques complétées. Cependant, le projet a été suspendu suite à un conflit entre Diamonds Fields et Manafa autour d'enjeux contractuels et de performance. En novembre 2016 a eu lieu la 12<sup>e</sup> réunion du **Sudanese-Saudi Standing Committee** sur la co-exploitation des ressources naturelles en Mer Rouge, avec l'objectif de continuer les discussions sur la manière d'utiliser les ressources minières d'Atlantis II. L'extraction minière du bassin d'Atlantis II est donc toujours d'actualité, mais ne semble pas être imminente.

## 3.2. Initiatives publiques principales

Dans les eaux internationales, la plupart des projets d'exploration ou d'extraction minière en eaux profondes concernent les nodules polymétalliques et sont pilotés par les États (c'est le cas pour la Corée, la fédération de Russie, ou l'Inde) ou par des entreprises financées directement ou indirectement par les gouvernements ou des fonds publics comme KIOST en Corée, COMRA en Chine, JOGMEC et DORD au Japon ou le Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR) en Allemagne.

Les États ou entreprises publiques impliquées dans l'extraction minière en eaux profondes font appel dans la plupart des cas à des organisations ou entreprises nationales pour les assister dans les projets d'exploration et d'extraction. Dans le cadre de la campagne d'exploration de BGR par exemple, l'institut emploie l'université de Bielefeld pour effectuer l'évaluation des ressources, et l'institut Senckenberg pour l'étude environnementale. De même, le gouvernement indien a confié des missions d'exploration, d'évaluation d'impact environnemental et de développements technologiques à plusieurs instituts du pays, comme le National Institute of Ocean Technology (NIOT).

### 3.2.1. Projets européens



Comme évoqué en introduction, l'Union européenne a souhaité soutenir le développement des technologies d'extraction minière en eaux profondes, notamment en lançant l'initiative « matières premières » en 2008. Les projets majeurs en partie fondés par l'Union européenne et concernant l'extraction minière en eaux profondes sont les suivants :

## **MIDAS**

Le projet MIDAS (*Managing Impacts of Deep-sea Resource exploitation*) s'est intéressé aux impacts environnementaux de l'extraction minière en eaux profondes. Les recherches ont eu lieu sur plusieurs sites dans l'Atlantique Nord Est, le Pacifique Est, l'océan Arctique, la mer Méditerranéenne et la mer Noire. Le projet a impliqué, de 2013 à 2016, 32 partenaires européens de différents milieux (scientifiques, industriels, experts juridiques, ONG), dont l'Ifremer et l'université Pierre et Marie Curie pour la France. Sur les 12 M€ de coûts du projet, 9 M€ ont été financés par l'Union européenne.

Les recherches se sont portées sur la destruction physique des écosystèmes au niveau du plancher océanique, sur les impacts potentiels liés à la création de panaches de sédiments, ainsi que sur les possibles produits chimiques toxiques pouvant être relâchés au cours du processus d'extraction, et leur effet sur les écosystèmes d'eaux profondes. Le projet a également abordé des paramètres biologiques inconnus comme la connectivité entre les espèces ou la manière dont les écosystèmes peuvent résister à l'extraction minière, et se rétablir ensuite.

Les résultats de ces recherches ont permis de développer des recommandations de bonnes pratiques pour l'industrie minière. Celles-ci incluent l'établissement de zones de préservation dans les endroits riches en nodules, ainsi que des zones d'intérêt environnemental particulières où l'extraction minière serait interdite. Le consortium recommande également que des tests d'extraction soient effectués dans le cadre des campagnes d'exploration, avant qu'un contrat d'extraction ne soit accordé. Le consortium MIDAS a collaboré avec des organisations régulatrices européennes et internationales (dont l'AIFM) afin que ces recommandations puissent se traduire en réglementations. Elles devraient ainsi être prises en compte dans la réglementation pour l'exploitation que l'AIFM est en train d'élaborer.

## **Blue Mining**

Blue Mining est un consortium européen composé de 19 industriels et organisations de recherche de 6 pays européens, visant à développer des solutions durables et efficaces d'exploration et d'extraction des nodules et sulfures polymétalliques. Le projet aborde tous les aspects de la chaîne de valeur de ce secteur, de la découverte à l'extraction des ressources, et s'intéresse également au développement du cadre légal et réglementaire. L'accent est cependant mis sur le développement d'un système de transport vertical, pour remonter à la surface les minerais collectés au fond de l'océan. Le but est ainsi de diminuer la dépendance de l'Union européenne aux importations de ressources minérales, ainsi que de renforcer le secteur minier et ses fournisseurs de technologie. Le projet a débuté en 2014 et devrait se poursuivre jusqu'en 2018. Sur les 15 M€ de coûts du projet, 10 M€ sont financés par l'Union européenne.



## **Blue nodules project**

Dans le cadre du programme européen Horizon 2020, un nouveau consortium européen a été lancé en février 2016 pour une durée de 4 ans, le Blue Nodules project. Celui-ci s'appuie sur les résultats des précédents projets européens (MIDAS et Blue Mining en particulier). Le projet implique 14 partenaires industriels et chercheurs, issus de 9 pays européens. Il est entièrement financé par l'Union européenne, à hauteur de 8 M€. Blue Nodules s'intéresse aux challenges liés à la création d'une chaîne de valeur viable et durable pour l'extraction des nodules polymétalliques. Il vise à élaborer de nouvelles technologies pour l'extraction minière en eaux profondes qui minimiseraient les impacts environnementaux. En particulier, le projet souhaite développer et tester de nouvelles méthodes de collecte des nodules sur le plancher océanique, ainsi que de nouvelles méthodes de traitement offshore.

L'objectif final de Blue Nodules est d'aboutir à un système d'extraction des nodules à faible impact environnemental, pouvant atteindre un niveau de maturité technologique (*Technology Readiness Level*)<sup>22</sup> de 6, sur une échelle de 9. Les résultats du projet devraient faire l'objet de publications accessibles à tous, en particulier aux principaux acteurs du secteur. Des conférences et des *workshops* devraient être organisés.

### **3.2.2. Positionnement de la France**

#### **Volonté politique affichée de soutien des activités**

Concernant les eaux sous juridiction de la France, la stratégie de l'État est de contribuer à la production de connaissances, afin de susciter par la suite l'intérêt d'acteurs privés prêts à explorer voire exploiter les ressources intéressantes identifiées. La France souhaite en effet développer une filière technologique et industrielle dans ce secteur, ainsi que renforcer le positionnement d'acteurs miniers français comme Eramet dans le domaine des grands fonds marins. Enfin, l'État a exprimé son aspiration au développement industriel de la transformation des minerais et de la logistique minière, avec les autorités de Nouvelle-Calédonie, de Polynésie française et de Wallis et Futuna.<sup>23</sup>

#### **Projet de Wallis et Futuna**

La priorité de la France concernant l'exploration des sulfures polymétalliques se porte sur la zone de Wallis et Futuna. Dans les années 2009-2010, la France a particulièrement affiché sa volonté politique de sécuriser son accès aux matières premières et d'entreprendre des actions pour valoriser le potentiel marin. Un

<sup>22</sup> Echelle TRL (*Technology Readiness Level*): concept développé par la Nasa pour évaluer le niveau de maturité d'une technologie jusqu'à son intégration dans un système complet et son industrialisation. Elle s'étend du niveau 1 (observation du principe de base) au niveau 9 (validation du système dans un environnement réel

<sup>23</sup> Conseil interministériel à la mer, *Stratégie nationale relative à l'exploration et à l'exploitation minière des grands fonds marins*, octobre 2015

consortium français composé de **Technip, ERAMET et de l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)** a ainsi reçu des soutiens financiers de l'État pour 3 campagnes d'exploration dans la zone de Wallis et Futuna, en 2010, 2011 et 2012.

Les résultats de ces premières explorations scientifiques constituent une grande richesse pour la connaissance des fonds marins de cette zone sous tous leurs aspects (topographie, géologie, volcanologie, biologie, biodiversité) car les échantillons récoltés (fluides, roches, organismes vivants) ont permis un important travail d'analyse. Les découvertes sont par ailleurs prometteuses : plusieurs sites hydrothermaux pouvant représenter une potentielle ressource minérale ont été identifiés.

Le projet est cependant actuellement bloqué en raison de **contraintes réglementaires**. En effet, les licences d'exploration et d'exploitation doivent être attribuées par les autorités locales, et celles de Wallis et Futuna ne souhaitent plus en accorder pour cette zone. Le consortium ne peut donc plus y effectuer des campagnes d'exploration. Bien que les autorités soient conscientes des potentielles retombées économiques en cas d'exploitation, les projets d'exploration et d'extraction minière en eaux profondes se heurtent aux croyances locales, ainsi qu'à la volonté des communautés de préserver les fonds marins. En juillet 2016, ERAMET a rencontré les responsables de la collectivité de Wallis et Futuna et leur a exposé les opportunités liées à l'extraction de minerais en eaux profondes. Ces responsables se sont montrés intéressés, mais ont rappelé qu'il était nécessaire de faire preuve de pédagogie auprès des populations locales, et d'engager un processus de consultation. Pour cela, il a été décidé de mettre en place une mission indépendante auprès des populations par **l'Institut de Recherche et Développement (IRD)**. Cette mission aurait dû débuter fin 2016 mais a été reportée, en raison d'un manque de volonté politique (lié en partie au calendrier électoral, des élections territoriales à Wallis et Futuna et les élections présidentielles et législatives françaises ayant eu lieu en mai et juin 2017).

Il est intéressant de noter que le **soutien de l'État** joue un rôle primordial dans l'avancée des activités d'extraction minière en eaux profondes. En raison des nombreuses difficultés (économiques, technologiques, réglementaires, environnementales et sociales) la majorité des activités en cours sont celles soutenues par les États (en particulier des pays comme la Chine, la Corée, l'Inde ou les États-Unis).

## IV. Méthodes d'exploration et d'extraction

### 4.1. Méthodes d'exploration

Avant de pouvoir envisager l'extraction de ressources minières en eaux profondes, une phase d'exploration est nécessaire, afin de disposer d'une connaissance générale approfondie de la zone potentiellement intéressante. L'évaluation des ressources permet notamment de déterminer la viabilité ou non d'un projet minier.

Les campagnes d'exploration apportent également des connaissances scientifiques sur les fonds océaniques et les écosystèmes qui s'y développent. Les données collectées pendant l'exploration fournissent ainsi un état initial à toute étude d'évaluation des impacts environnementaux d'un projet minier.

Plusieurs technologies sont utilisées dans le cadre d'une campagne d'exploration. Dans un premier temps, la zone prospectée est généralement explorée à l'aide de **méthodes acoustiques (bathymétrie, réflectivité), potentielles (gravimétrie et magnétisme) ou sismiques**. Des cartes du fond de l'océan peuvent ainsi être recrées. Si des zones potentiellement intéressantes sont repérées, des appareils contrôlés à distance depuis les bateaux à la surface sont envoyés au fond de la mer. Des **autonomous underwater vehicles (AUVs) ou des remotely operated vehicles (ROVs)** sont utilisés au cours de cette étape. Les ROVs collectent des échantillons et des photos et peuvent à chaque plongée collecter quelques kilos de nodules d'une zone de 0,25 m<sup>2</sup> et prendre des photos sur une zone de 2 à 4 m<sup>2</sup>. En combinant ces informations, il est possible d'estimer l'abondance des nodules en kg/m<sup>2</sup>. Afin d'affiner la connaissance de la zone, des **forages** sont ensuite parfois réalisés. Cela permet en particulier d'évaluer le volume et la qualité des dépôts, ainsi que d'obtenir des informations environnementales de base, indispensables à l'élaboration de l'évaluation d'impact environnemental, qui est nécessaire à l'obtention d'une licence d'extraction.

Il est intéressant de noter que les techniques d'exploration étant jugées comme peu ou pas invasives, elles ne nécessitent pas d'étude d'impact au sens de l'AIFM, tant qu'il n'y a pas de prélèvements de dépôts pour un échantillonnage supérieur à 10 000 m<sup>2</sup>.

### 4.2. Méthodes d'extraction

#### 4.2.1. Comparaison avec d'autres types d'extraction

L'extraction minière en eaux profondes diffère considérablement de l'extraction terrestre. En effet, le minerai qui est extrait sur terre est **solide**, tandis que celui qui est extrait offshore est très **liquide et pâteux**. Les techniques d'extraction à utiliser sont donc différentes, mais les acteurs du secteur réfléchissent à la façon d'adapter les technologies déjà développées pour l'onshore à l'offshore.

L'extraction en eaux profondes implique plusieurs contraintes. Elle doit en effet être entreprise sous l'eau par des méthodes à distance, contrôlées depuis une plateforme flottante à la surface. De plus, il est nécessaire de s'adapter à chaque site, les sites contenant les dépôts pouvant différer en termes de profondeur (ce qui implique différentes pressions et températures) ou de plancher océanique (inclinaison des pentes, courbes...). Pour l'extraction des sulfures polymétalliques (les fumeurs noirs), il est également nécessaire de localiser des sites inactifs, la température étant beaucoup trop élevée sur les sites actifs, ce qui détruirait le matériel. Comme évoqué, l'extraction en eaux profondes peut tout de même comporter certains avantages comparativement à l'extraction terrestre. Notamment, le matériel étant mobile, il peut être déplacé et réutilisé ailleurs lorsque les ressources d'un site sont épuisées.

Comparée à l'extraction pétrolière et gazière en eaux profondes, l'extraction minière présente également des avantages. En effet, dans le premier cas il est nécessaire de forer jusqu'à 3000 ou 4000 mètres sous le fond marin, tandis que dans le deuxième, il suffit de collecter les dépôts de minerais du plancher océanique.

#### 4.2.2. Les différentes étapes de l'extraction

L'extraction minière en eaux profondes se divise en plusieurs étapes : **la collecte du minerai au fond de l'océan, sa remontée à la surface, le prétraitement à bord du navire (séparation de l'eau et des minerais et rejet de l'eau dans la mer), le transport du minerai sur terre, et enfin son traitement.**

De ces étapes, les deux premières sont celles qui constituent le principal enjeu technique, en raison de leur différence avec l'extraction terrestre, et nécessitent donc le développement de nouvelles technologies. Concernant les opérations de surface et terrestres, les technologies sont plus matures, car les techniques utilisées dans d'autres secteurs peuvent être appliquées.

Pour récupérer les minerais, deux techniques peuvent être utilisées : tandis que les sulfures et les encroûtements doivent être coupés, les nodules sont simplement collectés. Pour remonter les minerais à la surface, deux systèmes principaux de transport vertical ont été développés dans le cadre des divers projets d'exploration et de recherche : l'air lift system et le système hydraulique. Plus la profondeur à laquelle se trouvent les dépôts est grande, plus le système de transport vertical est complexe. Dans l'**air lift system**, de l'air comprimé est injecté dans le tuyau de remontée, ce qui, en modifiant la densité de l'eau permet de faire remonter la boue métallisée à la surface. Cette technique a déjà été testée pour remonter des nodules polymétalliques à une profondeur d'environ 4500 mètres. Par ailleurs, les **systèmes hydrauliques** sont considérés comme simples, fiables et ont une forte capacité de remontée. Les systèmes nécessaires existent déjà, étant donné que ces mêmes pompes hydrauliques sont utilisées dans le forage de puits de pétrole et de gaz en eaux profondes. Le fluide remonté n'ayant pas exactement les mêmes caractéristiques, ces techniques doivent cependant être modifiées et adaptées.

### 4.2.3. Spécificités liées à chaque type de dépôt

#### Extraction des nodules polymétalliques

Comme évoqué précédemment, les nodules polymétalliques peuvent être simplement collectés du plancher océanique, sans avoir à être coupés. Les couches de sédiments sur lesquelles se trouvent les nodules étant légères, des véhicules lourds s'y enfonceraient et ne peuvent donc pas être utilisés. Le fait que les dépôts de nodules soient situés à de **grandes profondeurs (souvent de 4000 à 5000 mètres)** représente un autre challenge important, car cela implique la nécessité d'avoir des systèmes de remontage sophistiqués.

Trois méthodes d'extraction ont été testées jusqu'à présent. La première est le système de ramassage par bennes attachées à un câble et tractées par un ou deux navires, le **Continuous Line Bucket (CLB)**. Cette technique a été testée en 1972 par le Japonais Yoshio Masuda. Elle consiste en un câble de 8 km auquel sont attachés des seaux à des intervalles réguliers, lancés depuis un bateau. Des nodules ont ainsi pu être collectés, mais cette méthode n'est plus d'actualité car elle a été prouvée aléatoire, voire dangereuse.

La deuxième technique est le système de ramassage par préleveurs libres autonomes, le **free shuttle mining system**. Selon cette méthode, créée par des ingénieurs Français en 1979, une série de véhicules indépendants plongent jusqu'au sol en lâchant des lests et collectent des nodules. Après en avoir collecté environ 250 tonnes, ils remontent eux-mêmes jusqu'à une plateforme flottante. Cette technique a également été abandonnée en raison de son coût trop élevé.

Enfin, la dernière technique d'extraction mise en œuvre est le **système de ramassage hydraulique**. Elle a été conceptualisée en 1988 par le groupement français GEMONOD. Elle consiste en une plateforme de surface semi-submersible, un tube d'acier rigide de 4800 m, et un tuyau flexible de 600 m de long, d'un diamètre de 38 cm connectant le bout du tube à une drague au sol. Ce tuyau forme un arc, permettant à la drague de dévier pour éviter les obstacles. La drague collecte les nodules et les conditionne pour le pompage à travers le tuyau flexible. C'est cette dernière méthode qui semble avoir le plus grand potentiel.

À ce jour, **aucune méthode d'extraction pour les nodules polymétalliques n'est opérationnelle**. Le principal challenge est le développement d'une technique permettant de collecter les nodules au niveau du plancher océanique. Des projets sont entrepris par des instituts de recherche (en particulier par la Corée du Sud, la Belgique, la Chine et Singapour), et plusieurs concepts de collecteurs de nodules ont été mis au point. Les développements les plus prometteurs ont lieu en Corée du Sud, où un collecteur de nodules a été testé avec succès dans la Zone Économique Exclusive du pays. Ce test a cependant eu lieu à 1 000 m de profondeur, tandis que les nodules se trouvent à des profondeurs pouvant atteindre 5 000 m. Il est donc nécessaire de poursuivre les recherches, mais cela semble encourageant.

## Extraction des sulfures polymétalliques

L'extraction des sulfures polymétalliques est **relativement moins compliquée que celle des nodules**. En effet, les dépôts sont situés à des profondeurs moins importantes (autour de 2 000 mètres pour les sulfures contre 4 000 à 5 000 pour les nodules). De plus, contrairement aux dépôts de nodules qui s'étalent sur une grande surface, les dépôts de sulfures occupent des zones très restreintes, la plupart du temps inférieures à 1 km<sup>2</sup>.

La roche des sulfures polymétalliques comporte de fortes similarités avec le charbon. De ce fait, les techniques d'extraction du charbon servent de base à l'élaboration des équipements d'extraction en eaux profondes.

À ce jour, **la seule technique d'extraction minière en eaux profondes opérationnelle** concerne les sulfures polymétalliques. C'est le **Riser and Lifting System** (RALS), qui a été conçu par **Technip pour le projet Solwara 1 de Nautilus Minerals**. Cette méthode est très semblable au système de ramassage hydraulique envisagé pour l'extraction des nodules. Des engins miniers sur le fond océanique (*Seafloor Production Tools*) collectent les minerais et fragmentent la roche en graviers. Un système de *riser* et de pompage (le RALS) permet de remonter le minerai à travers un conduit rigide (le riser) jusqu'à un navire. La boue minéralisée est ainsi remontée à la surface. Le minerai est récupéré par un navire de production (*Production Support Vessel*) où la boue minéralisée est déshydratée, avant que le minerai soit envoyé à terre. L'eau de mer, contenant des sédiments et métaux lourds, est renvoyée vers le fond à travers le *riser* et permet d'alimenter en énergie hydraulique la pompe RALS.

Le développement du système du *riser* est maintenant terminé, et devrait être mis en œuvre prochainement. Il est intéressant de noter que ce système a été mis au point pour des conditions de mer très particulières, la mer de Bismarck où il y a notamment très peu de vent. Ainsi, il ne conviendrait pas en l'état à des projets situés dans d'autres endroits comme Wallis et Futuna, ou pour d'éventuels projets en mer du Japon par exemple.

## Extraction des encroûtements cobaltifères

L'exploitation de ce type de dépôt est **beaucoup plus difficile sur le plan technologique que pour les autres dépôts**. En effet, tandis que les nodules reposent sur un substrat de sédiments meubles par exemple, les encroûtements sont plus ou moins solidement rattachés au substrat. Or, afin de ne pas diluer la teneur en minerai, il est nécessaire de récupérer uniquement les croûtes sans enlever le substrat rocheux, pour éviter que celui-ci ne soit également remonté à la surface.

À ce jour, aucun design conceptuel n'a été identifié pour extraire les encroûtements cobaltifères.

L'état des lieux des avancées technologiques pour chaque type de dépôt peut être résumé ainsi :

	<b>Difficulté de l'extraction</b>	<b>Particularités du site</b>	<b>Développements prometteurs ?</b>
<b>Nodules polymétalliques</b>	Plutôt facile	Grande profondeur	Avancées prometteuses
<b>Sulfures polymétalliques</b>	Plutôt facile	Localisation de sites inactifs	Technologie opérationnelle
<b>Encroûtements cobaltifères</b>	Assez difficile	Encroûtements solidement rattachés au substrat rocheux	Pas à ce jour

## V. Impacts de l'extraction minière en eaux profondes

### 5.1. Biodiversité en eaux profondes

Jusqu'au milieu du XXème, les scientifiques pensaient que la vie était quasiment impossible en eaux profondes en raison de l'environnement extrêmement froid et sombre. Cependant, la découverte des cheminées hydrothermales dans les années 70 a montré qu'en réalité les eaux profondes contenaient une biodiversité importante. Ces dernières années, plus de 500 nouvelles espèces y ont été découvertes<sup>24</sup>, et de nombreuses autres restent encore inconnues à ce jour. Selon Yves Fouquet, géologue à l'Ifremer, « *Nous connaissons mieux la Lune que les fonds de nos océans qui constituent 71 % de la surface du globe. Pour l'instant, nous en avons cartographié à peine 1 %* ». <sup>25</sup>

En effet, les recherches scientifiques sur ce milieu n'ont lieu que depuis 150 ans, en raison de fortes contraintes d'accessibilité. Elles ont pendant de nombreuses années été réalisées uniquement à partir de navires de surface par dragage, chalutage ou carottage. Ces recherches se limitaient à la mégafaune<sup>26</sup> et à la grande macrofaune<sup>27</sup>. Ce n'est que depuis une cinquantaine d'années que la biodiversité dans son ensemble est étudiée, quand l'observation directe par submersible ou caméra tractée est devenue possible.

#### 5.1.1. Campagnes de recherche pour les nodules

Plusieurs campagnes de recherche récentes se sont attachées à répertorier cette biodiversité, en particulier autour des nodules polymétalliques. C'est notamment le cas des travaux de **l'université d'Hawaï (le projet Abyssline)**, réalisés pour le contrat d'exploration de l'UK Seabed Resources Ltd. dans la Clarion-Clipperton Zone (CCZ) dans le Pacifique. Les résultats ont été publiés en juillet 2016 dans la revue **Scientific reports**. Ceux-ci évoquent une biodiversité abondante, avec une densité de 1,48 animaux/m<sup>2</sup> <sup>28</sup>, et encore largement méconnue. Par exemple, parmi les 12 espèces qui ont pu être remontées à la surface dans le cadre de ce projet, 7 étaient inconnues de la science, et 4 appartenaient à un nouveau genre. De plus, la moitié des espèces identifiées sont directement dépendantes des nodules, qui ont vocation à être enlevés lors de l'extraction minière.

De même, le **consortium européen JPI Océan** a été chargé de réaliser une étude sur les impacts écologiques de l'exploitation minière de nodules polymétalliques.

<sup>24</sup> KENWAY (S.), *Deep Sea Extractive Activities: Seabed Mining and Deep Sea Drilling, RepRisk Special Report*, juin 2015

<sup>25</sup> PANGRAZZI (C.), "Le domaine maritime de la France vient de s'agrandir – Pourra-t-on exploiter les richesses des fonds marins?", *Ca m'intéresse*, mars 2016

<sup>26</sup> *Mégafaune : ensemble des animaux de grande taille (au-dessus de 45 kgs).*

<sup>27</sup> *Macrofaune : animaux dont la taille est comprise entre 1 mm et 2 cm*

<sup>28</sup> *Scientific reports, July 2016* <http://www.nature.com/articles/srep30492>



Le projet a débuté en janvier 2015, et les premiers résultats ont été publiés en juin 2016. Comme les autres études, celle-ci a trouvé une faune importante en eaux profondes. De plus, le nombre d'animaux serait corrélé à l'abondance des nodules polymétalliques. Les chercheurs ont en effet trouvé que les animaux étaient en moyenne deux fois plus nombreux là où se trouvent les nodules (plus de 25 individus pour 100 m<sup>2</sup>, contre 10 dans les zones sans nodules)<sup>29</sup>.

### 5.1.2. Découvertes autour des sulfures polymétalliques

Cette biodiversité abondante est également présente autour des autres types de dépôts. Depuis la découverte des sulfures polymétalliques à la fin des années 1970 par exemple, plus de 700 nouvelles espèces ont été découvertes sur ces zones<sup>30</sup>. En moyenne, entre 1977 et 2002, 2 nouvelles espèces étaient découvertes chaque mois. Contrairement aux espèces terrestres, les organismes vivant dans ces milieux tirent leur énergie des minéraux jaillissant des cheminées (la chimiosynthèse), et non pas du soleil, ce qui les rend uniques. Certains scientifiques avancent même que c'est dans ce milieu que serait apparue la vie sur terre. De plus, en raison de l'isolation géographique notamment, de nombreuses espèces ne se trouvent que dans leur propre région.

Cependant, il est important de noter que la plupart des connaissances actuelles concernent des sites hydrothermaux actifs, et non pas les sites inactifs, qui sont pourtant ceux ciblés par les projets d'extraction minière.

Il est également intéressant de mentionner le **projet Solwara 1 de Nautilus**. Bien qu'il ait été beaucoup critiqué, notamment en ce qui concerne l'évaluation des impacts environnementaux et sociaux, les missions entreprises pour évaluer les impacts environnementaux du projet ont permis d'en apprendre beaucoup sur la biodiversité en eaux profondes autour des sulfures polymétalliques.

### 5.1.3. Encroûtements cobaltifères

Les connaissances sur la biodiversité présente autour des encroûtements cobaltifères sont encore plus limitées que pour les deux autres types de dépôts. Les recherches scientifiques pour ces environnements ont principalement été motivées par des considérations économiques relatives aux pratiques halieutiques, et donc centrées sur la faune. Peu de données sont en revanche disponibles concernant la biodiversité dans son ensemble. Bien que la connaissance de la macrofaune ait progressé de manière significative au cours des dix dernières années, la meiofaune<sup>31</sup> et le compartiment microbien restent largement inconnus.

Cette faune importante est cependant fragile, comme nous allons le voir plus en détail. Le consortium JPI Océan a par exemple inspecté les zones du fond océanique qui avaient été raclées pour récupérer des nodules il y a plusieurs

<sup>29</sup> <http://www.nature.com/articles/srep26808>

<sup>30</sup> GREENPEACE, *Deep Seabed Mining – An urgent wake-up call to protect our oceans*, juillet 2013

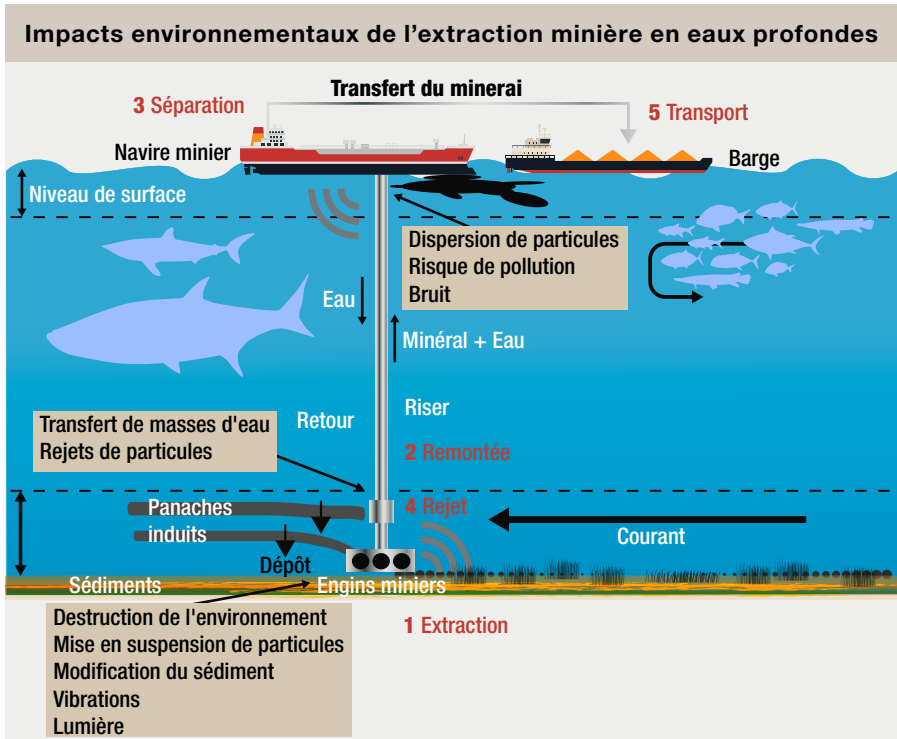
<sup>31</sup> Meiofaune : animaux dont la taille est comprise entre 0,1 et 1 mm

années, quand les réglementations pour l'exploration étaient encore inexistantes. Les résultats de ces recherches ont montré que la faune ne s'était toujours pas réapproprié ces zones.

## 5.2. Impacts environnementaux

En raison du manque de connaissances sur la biodiversité en eaux profondes, les impacts de l'extraction minière sur les écosystèmes sont à ce jour mal évalués. De même, nous savons peu de chose sur la résilience de ces écosystèmes après l'extraction et les perturbations induites. L'effet cumulatif des impacts sur l'environnement marin est également largement inconnu.

Les opérations d'exploration ou d'exploitation peuvent avoir différentes conséquences environnementales (résumées dans le schéma suivant) : **entraîner la destruction des écosystèmes d'eaux profondes, mettre en suspension des panaches de sédiments potentiellement toxiques, impacter les espèces via le bruit, les vibrations et la lumière induits, ou encore à travers la gestion des déchets (rejet de l'eau avec séparation des minerais notamment)**. Des impacts supplémentaires sont à attendre en cas d'accidents.



Source : CNRS — Ifremer, 2014

### 5.2.1. Destruction des écosystèmes

L'extraction minière en eaux profondes va entraîner une destruction directe et indirecte de nombreux animaux et micro-organismes au fond de l'océan. Plusieurs espèces en eaux profondes sont particulièrement vulnérables à cause de leur taux de croissance lent, leur faible résilience aux changements de leur environnement et le taux de récupération lent après perturbations.

Les nodules par exemple peuvent mettre des millions d'années à se former. Certains grandissent de seulement 1 à 2 mm tous les millions d'années. Dans la zone de fracture Clarion-Clipperton, ils grandissent de 10 à 50 mm tous les millions d'années. L'extraction des nodules retirerait donc durablement l'habitat des espèces et pourrait ainsi causer leur extinction, car comme évoqué précédemment, de nombreuses espèces sont directement dépendantes des nodules et ne se trouvent nulle part ailleurs.

En ce qui concerne les sulfures polymétalliques, même **l'Évaluation d'Impact Environnemental de Nautilus pour le projet Solwara 1** annonçait que les impacts de l'extraction minière sur les écosystèmes du plancher océanique directement concernés, seraient inévitablement « sévères » à l'échelle du site d'extraction. L'évaluation précisait également qu'il était probable que de nombreuses années soient nécessaires avant que le développement des cheminées noires revienne à son niveau d'avant extraction. Les témoignages des villageois habitant les côtes près du projet Solwara 1 vont également dans ce sens. Suite aux campagnes d'exploration du site, ils ont en particulier rapporté avoir vu de nombreux poissons morts sur le rivage, dont des poissons d'eaux profondes comme le poisson empereur. Certaines de ces créatures seraient des animaux d'eaux profondes jamais vus auparavant<sup>32</sup>. Le lien causal n'a cependant pas été prouvé.

### 5.2.2. Mise en suspension de panaches de sédiments

Le prélèvement des nodules ou autres dépôts, entraîne la création de panaches de sédiments au niveau du plancher océanique. Ces panaches sont des nuages de particules potentiellement toxiques. Leur toxicité peut être particulièrement élevée dans le cas d'extraction de sulfures polymétalliques, car l'extraction peut libérer des doses dangereuses de plomb, arsenic, cuivre et autres, piégés dans les dépôts. Cela peut contaminer la faune et la flore, et éventuellement entraîner une contamination de la chaîne alimentaire jusqu'à l'homme. De plus, la retombée de ces panaches peut entraîner l'étouffement des organismes benthiques<sup>33</sup>, non développés pour gérer le dépôt d'une grande quantité de sédiments.

<sup>32</sup> Helen Rosenbaum, *Field Trip to Ramuaina (Duke Of York Islands)*, BFDW, Feb. 15-18, 2016, *Draft Report, forthcoming*, at 7; Freddy Mou, *Dead Sea Creatures Causing Awful Smell in Namatanai*, LOOP PNG, Apr. 13, 2016, <http://www.looppng.com/content/dead-sea-creatures-causing-awful-smell-namatanai>.

<sup>33</sup> *Organismes benthiques*: animaux ou végétaux qui vivent fixés au sol ou qui se déplacent en rasant le fond. Ils trouvent leur nourriture dans le sédiment et en dépendent donc pour leur subsistance (définition Ifremer)

La création de panaches peut également avoir lieu près de la surface, dans le cas de dispersions depuis le navire, ou si l'eau est rejetée proche de la surface après séparation des minerais. Dans ce cas, les nuages de particules peuvent entraîner une diminution de la lumière et de la température et ainsi avoir un impact sur la croissance des planctons notamment, ce qui pourrait impliquer des répercussions sur toute la chaîne alimentaire.

Enfin, il est important de noter que les panaches peuvent se répandre sur des zones beaucoup plus larges que les sites d'extraction. Par exemple sur le site de Solwara 1, il a été estimé que les panaches pourraient potentiellement se répandre sur une surface de 35 km<sup>2</sup>.<sup>34</sup> La manière dont les particules vont se répandre est difficile à prévoir, et pourrait potentiellement mener à des conflits internationaux, si l'extraction minière dans la ZEE d'un État entraînait la répartition de panaches dans la ZEE d'un autre par exemple.

### 5.2.3. Vibration et bruit

Les espèces d'eaux profondes sont habituées à vivre dans le silence et sont sensibles aux changements acoustiques. Les opérations d'exploration et d'extraction minières ont également un impact sur les écosystèmes via le bruit et les vibrations qu'elles impliquent. Ainsi, le rapport Steiner chargé de passer en revue l'Évaluation d'Impact Environnemental de Nautilus pour le projet Solwara 1 a montré que les bruits de l'opération pouvaient voyager jusqu'à 600 km du site. Le bruit des opérations peut en particulier affecter la capacité des organismes à détecter les tombées de nourriture, c'est-à-dire la tombée de matière organique qui fournit une importante source de nutriments aux espèces d'eaux profondes.

De même, les vibrations induites par les opérations d'exploration et d'extraction risquent également de perturber le fonctionnement des écosystèmes. C'est particulièrement le cas pour les grands cétacés et les requins, qui pourraient subir des perturbations de leurs modes de communication, de chasse, de parade nuptiale et de reproduction. Cela pourrait accroître leur stress, et l'isolement des individus.

### 5.2.4. Lumière

Tout comme le bruit, la lumière des opérations d'exploration et d'extraction au niveau du plancher océanique aura des impacts sur les espèces d'eaux profondes, habituées à vivre dans le noir. C'est notamment le cas pour les crevettes d'eau profonde.

### 5.2.5. Rejet de l'eau après séparation des minerais

Le rejet de l'eau depuis le navire de surface après séparation de l'eau de mer et des minerais peut également avoir d'importants impacts environnementaux.

<sup>34</sup> LUICK (J. L.), *Physical Oceanographic Assessment of the Nautilus EIS for the Solwara 1 Project, Prepared for the Dee Sea Mining Campaign, novembre 2012*

En effet, il est attendu que l'eau rejetée (de 25 à 50 mètres au-dessus du plancher océanique dans le cas de Solwara 1) forme des nuages de particules pouvant contenir des métaux lourds et autres polluants. Dans le cas de Solwara 1, il est estimé que l'eau rejetée contiendrait 6000 mg/L de solides suspendus.<sup>35</sup> Ces panaches pourraient avoir les impacts environnementaux évoqués ci-dessus. Il est intéressant de noter que les tests de toxicité réalisés par Nautilus ont montré que l'eau rejetée après séparation lors des opérations de Solwara 1 serait toxique pour les espèces d'eaux profondes, et nécessiterait d'être diluée 700 fois afin de ne plus présenter de risque toxique pour ces espèces<sup>36</sup>.

Par ailleurs, la remontée d'eau provenant du fond océanique et son rejet par la suite entraînent des transferts de masses d'eau, de caractéristiques physico-chimiques différentes, particulièrement en termes de température et de salinité. L'eau rejetée contiendrait notamment 80 % d'eau issue du fond océanique, et 20 % d'eau de surface. Ces changements de propriété de l'eau pourraient avoir d'importants impacts sur la faune et la flore marine.

### 5.2.6. Risques supplémentaires

Les impacts environnementaux d'un projet pourraient être considérablement aggravés dans l'éventualité où un accident se produirait. Plusieurs types d'accidents peuvent avoir lieu :

- dispersion accidentelle du minerai dans la mer lors des transferts de celui-ci du navire à la barge ;
- perte de barges contenant des minerais : dans le cas de Solwara 1, une barge contiendrait 6000 tonnes de minerais toxiques, de carburants, et autres matériaux dangereux. Il est prévu dans le projet que 3 à 9 barges transitent chaque semaine entre le site d'extraction et le rivage, et la perte de l'une d'entre elles pourrait avoir de graves conséquences environnementales ;

On peut regretter que l'éventualité d'un tel accident n'ait pas été prise en compte dans l'Évaluation d'Impact Environnemental de Solwara 1<sup>37</sup>, comme le montre le rapport du professeur Steiner de 2009. Nautilus Minerals n'a pas fourni d'informations supplémentaires concernant la prise en compte de ces risques depuis la publication de ce rapport.

- éventuelles fuites de pétrole ou de fluides hydrauliques de la machinerie qui pourraient affecter toute la colonne d'eau.

<sup>35</sup> STEINER (R.), *Independent Review of the Environmental Impact Statement for the proposed Nautilus Minerals Solwara 1 Seabed Mining Project, Papua New Guinea, Conducted for the Bismarck-Solomon Seas Indigenous Peoples Council Madang, Papua New Guinea, janvier 2009*

<sup>36</sup> ROSENBAUM (H.), GREY (F.), *Accountability Zero – A critique of the Nautilus Minerals environmental and social benchmarking analysis of the Solwara 1 project, Deep Sea Mining Campaign, 2015*

<sup>37</sup> STEINER (R.), *Independent Review of the Environmental Impact Statement for the proposed Nautilus Minerals Solwara 1 Seabed Mining Project, Papua New Guinea, Conducted for the Bismarck-Solomon Seas Indigenous Peoples Council Madang, Papua New Guinea, janvier 2009*

Les potentiels accidents liés à des aléas naturels comme des événements météorologiques extrêmes ou l'activité volcanique sont également à prendre en compte dans les plans de gestion environnementale.

Enfin, les opérations de concentration de minerai réalisées sur terre peuvent aussi avoir d'importants impacts environnementaux. Aucun projet d'extraction n'ayant débuté à ce jour, ce dernier point n'a pas encore réellement été analysé, mais il est important de le garder en tête. On peut s'attendre à ce que les impacts de cette dernière opération soient très largement similaires à ceux impliqués par l'extraction minière terrestre.

### **5.2.7. Limiter et gérer les impacts environnementaux**

Depuis les premières campagnes d'exploration, la recherche scientifique et technologique s'attache à trouver des solutions pour limiter les impacts de l'extraction minière en eaux profondes sur l'environnement.

Concernant le bruit, des progrès considérables ont déjà pu être réalisés depuis les premières technologies proposées à Solwara, avec lesquelles le bruit pouvait se faire entendre jusqu'à 600 km sous l'eau. Les entreprises restent néanmoins discrètes sur ce point, en raison des gros enjeux concurrentiels autour du sujet. Pour ce qui est de la mise en suspension de particules toxiques sous forme de panaches, plusieurs acteurs comme Technip ou Neptune cherchent à trouver des solutions pour diminuer cet impact. Selon eux, ce problème serait relativement facile à gérer. En ce qui concerne la destruction des écosystèmes, Nautilus prévoit par ailleurs d'utiliser sur le site de Solwara 1 des robots sous-marins (drones) qui déplaceront les blocs de sédiments contenant la plus grande biomasse vers une zone refuge temporaire.

### **5.2.8. Impacts de l'exploration**

Les impacts des activités d'exploration sont globalement similaires à ceux de l'extraction, mais à une échelle bien moindre. Cela dépend en partie des méthodes d'exploration utilisées, l'impact environnemental risquant d'être plus important si des forages sont effectués par exemple. Cependant, l'impact sonore est potentiellement plus important en raison de l'addition possible de bruits acoustiques provenant des prospections sismiques destinées à l'estimation des ressources. Des cadres d'évaluation d'impact du bruit sont souhaitables et pourraient s'inspirer de ceux de l'industrie du gaz et du pétrole.

## **5.3. Impacts sociaux**

Il est souvent avancé que l'extraction minière en eaux profondes ne devrait pas avoir autant d'impacts sociaux que l'extraction minière terrestre, étant donné qu'elle implique une présence terrestre faible voire inexistante. Ainsi, certains estiment que l'extraction ayant lieu loin des eaux côtières, les communautés côtières ne seront pas affectées et n'ont donc pas à être consultées.

En réalité, ce raisonnement est inexact car de nombreux sites sont situés relativement proches des communautés côtières, à moins de 50 km. De plus, même si les sites sont loin, les navires ont tout de même besoin d'aller aux ports côtiers fréquemment, ce qui accroît considérablement le risque de fuites et autres accidents. Il faut également garder en tête que dans l'océan, il est beaucoup plus difficile que sur terre de contenir la pollution et d'empêcher qu'elle ne s'étende. Ainsi, les nuages de particules toxiques créés par l'extraction peuvent intoxiquer des poissons pêchés plus loin, ou encore contaminer la chaîne alimentaire jusqu'à l'homme.

D'autres impacts potentiels sont à prendre à compte :

### **5.3.1. Perturbation de la pêche**

L'extraction minière en eaux profondes peut particulièrement affecter la pêche. D'après un rapport de Blue Ocean Law<sup>38</sup>, les activités de prospection auraient déjà impacté le secteur de la pêche à Tonga, un État de Polynésie. En effet, ces activités ont induit davantage de gros navires sur les eaux de Tonga, y compris dans et autour des zones de pêche. D'après les pêcheurs, la présence de ces navires a perturbé les populations de poissons et a obligé les bateaux de pêcheurs à faire de longs détours pour trouver des poissons dans des eaux plus calmes. Il est intéressant de noter que ces effets ont été rapportés alors qu'il ne s'agissait que d'activités de prospection. D'après le directeur de la Tonga Fishermen's Association, même des perturbations mineures peuvent engendrer des déplacements de poissons, qui vont alors dans d'autres eaux. Les impacts pourraient être d'autant plus significatifs dans le cas d'activités d'extraction. Dans l'exemple des îles Tonga, l'extraction minière en eaux profondes pourrait avoir de graves conséquences économiques et sociales, car la pêche contribue fortement à l'économie du pays.<sup>39</sup>

### **5.3.2. Culture indigène**

Les communautés vivant proche des zones d'exploration ou d'extraction minière en eaux profondes s'opposent souvent à ces projets, en raison de ce qu'ils impliquent pour leur culture indigène. Il existe en effet des croyances traditionnelles selon lesquelles il ne faut pas importuner les animaux et les esprits de la mer. Par exemple, les habitants de l'île de Lavongai s'inquiètent de ne pas pouvoir rejoindre leurs ancêtres après la mort car l'endroit dans la mer où ce passage est censé avoir lieu se trouve dans une zone pour laquelle Nautilus a reçu un permis d'exploration par le gouvernement de Papouasie Nouvelle-Guinée. De la même manière, les habitants des îles situées autour du projet Solwara 1 de Nautilus ont beaucoup critiqué ce projet qui selon eux ne prenait pas en compte leurs liens profonds avec les environnements marins.

<sup>38</sup> BLUE OCEAN LAW, *Resource roulette - How deep sea mining and inadequate regulatory frameworks imperil the Pacific and its peoples*, 2016

<sup>39</sup> Selon le Foreign Trade Report de l'ONU de 1999, la pêche représentait près de 25% des exportations du pays : [http://unctad.org/en/docs/tdr1999\\_en.pdf](http://unctad.org/en/docs/tdr1999_en.pdf)

L'extraction minière en eaux profondes, risque également de modifier l'évolution des populations de requins, et ainsi d'affecter la coutume de pêche traditionnelle du « *shark calling* »<sup>40</sup>. Cette pratique a lieu dans les villages de Mesi, Tembin et Kontu, et représente un important rite de passage pour les jeunes hommes de ces communautés. En Papouasie Nouvelle-Guinée, les habitants des îles de Nouvelle-Irlande et de Nouvelle-Bretagne orientale rapportent avoir déjà ressenti les effets négatifs des activités d'exploration ayant lieu de 30 à 50 km de leurs côtes sur cette pratique.<sup>41</sup>

### 5.3.3. Impact sur le tourisme

Toujours sur les îles de Nouvelle-Irlande et de Nouvelle-Bretagne orientale, situées près du site de Solwara 1, les habitants développent un éco-tourisme basé sur l'environnement marin, en particulier autour de Kokopo et Kavieng<sup>42</sup>. Ainsi, toute activité polluant l'environnement marin ou chassant des animaux comme les dauphins, requins ou baleines impacterait négativement l'écotourisme et les opportunités de développement futur.

En affectant le « *shark calling* », devenu une attraction touristique (un festival de « *shark calling* » est notamment organisé tous les ans), et d'autres coutumes culturelles, les opérations d'exploration en eaux profondes auraient déjà affecté négativement le tourisme, selon les habitants de Papouasie Nouvelle-Guinée.

### 5.3.4. Comment gérer les potentiels impacts sociaux ?

Afin de limiter les impacts négatifs sur les communautés locales, il est important que celles-ci soient régulièrement consultées, et que leurs commentaires soient pris en compte.

Le principe du « *Free, prior and informed consent* » des indigènes doit être appliqué, et leur consentement obtenu avant toute décision importante concernant un projet, et tout impact sur l'environnement et/ou les communautés. Celles-ci doivent être consultées, et les individus doivent se sentir libre de toute coercition ou pression de la part des entreprises et de l'État. De plus, il est nécessaire que le consentement soit informé, c'est-à-dire que la population ait accès à toutes les informations nécessaires à un choix éclairé. Les entreprises se doivent donc d'être transparentes et de présenter aussi bien les impacts positifs que négatifs du projet, ainsi que d'éventuels projets alternatifs. L'information doit être facilement compréhensible et provenir d'experts indépendants. Les associations de représentation des communautés regrettent cependant que dans la majorité des cas, même si les populations sont consultées, la décision concernant la mise en place du projet ou non ne leur appartienne pas vraiment.

<sup>40</sup> *Shark calling: coutume de pêche traditionnelle qui consiste à utiliser la magie pour attirer les requins, avant de les attraper et de les tuer à la main*

<sup>41</sup> BLUE OCEAN LAW, *Resource roulette - How deep sea mining and inadequate regulatory frameworks imperil the Pacific and its peoples*, 2016

<sup>42</sup> BUSINESS ADVANTAGE PNG, "Papua New Guinea tourism receives some attention", février 2014, <http://www.businessadvantagepng.com/papua-new-guinea-tourism-receives-attention/>



Certaines entreprises tentent de mettre en place des mesures dans ce sens. C'est notamment le cas de Nautilus Minerals, qui pour le projet Solwara 1 a entrepris des séances de consultations dans plusieurs villages, dans le cadre de son programme **Nautilus CARES corporate responsibility**. Plus de 5 000 personnes ont été consultées.

Cependant, des critiques ont été émises par rapport à ces consultations. Les informations présentées seraient très techniques, et les questions et commentaires des indigènes la plupart du temps ignorés. De plus, les participants à ces séances de consultation seraient parfois uniquement des personnes sélectionnées.<sup>43</sup>

De même, **Neptune Minerals** déclare inviter des officiers départementaux locaux à participer et contribuer aux campagnes d'exploration en mer. L'entreprise indique également contribuer au projet Deep Sea Minerals du Secretariat of the Pacific Community Applied Science and Technology Division's (SOPAC), fondé par l'Union Européenne, et dont les opérations ont commencé en 2011.

Dans le but de représenter les communautés et leurs intérêts, certains groupes activistes communautaires ont été créés. C'est notamment le cas de l'action collective **Bismarck-Solomon Sea Indigenous Peoples Council (BSSIPC)**, chargée de représenter les peuples des îles de la mer Bismarck-Salomon. De même, la **Deep Sea Mining Campaign** est une association composée d'ONG et de citoyens des îles du Pacifique, d'Australie, du Canada et des États-Unis. Elle a été créée en 2011 afin de mettre en lumière les impacts potentiels de l'extraction minière en eaux profondes sur les écosystèmes marins et côtiers, ainsi que sur les communautés. Il est important que ces groupes soient régulièrement consultés, et leurs commentaires pris en compte.

#### 5.4. Vigilance sur la gouvernance

L'extraction minière en eaux profondes va entraîner des revenus supplémentaires. Il est nécessaire d'être vigilant sur leur gestion, afin d'éviter le phénomène de « malédiction des ressources ». Selon ce concept, les rentes issues des ressources peuvent avoir des conséquences négatives sur l'économie, la société et la stabilité politique d'un pays. En effet, outre les impacts sur l'environnement et les communautés locales, l'extraction des ressources a tendance à entraîner davantage de conflits violents, d'instabilité politique et de corruption, en particulier dans les pays non démocratiques. Durant les entretiens réalisés pour l'étude de Blue Ocean Law, la crainte de la corruption a été particulièrement évoquée<sup>44</sup>. En Papouasie Nouvelle-Guinée par exemple, de nombreux cas de corruption et de mauvaise gestion des mines terrestres de la région ont déjà été rapportés.

**Collecter les revenus et faire payer les taxes** aux entreprises représente un autre challenge de taille. Au Royaume de Tonga et en Papouasie Nouvelle-Guinée

<sup>43</sup> BLUE OCEAN LAW, 2016

<sup>44</sup> *Ibid*

par exemple, faire payer des impôts aux grandes entreprises s'est déjà avéré être particulièrement difficile. Selon Blue Ocean Law<sup>45</sup>, l'extraction minière terrestre en Papouasie Nouvelle-Guinée a ainsi apporté très peu de revenus au pays, de nombreuses entreprises manipulant leurs données pour éviter de payer des taxes. Il faut également garder à l'esprit que de nombreuses îles du Pacifique manquent de pouvoir aérien ou marin pour surveiller leurs eaux. Cette difficulté est aggravée dans le cas où les activités d'extraction minière sont dispersées à travers la ZEE. Ainsi, il y a un risque que les entreprises d'extraction minière en eaux profondes sous-rapportent leurs activités, afin de payer moins de taxes qu'elles ne le devraient. Ce phénomène a déjà été observé dans le secteur de la pêche, en particulier lorsque le déchargement et les transferts ont lieu en mer.

Pour limiter ces impacts négatifs, **de bonnes capacités institutionnelles et régulatrices sont nécessaires** afin de gérer et distribuer correctement les revenus issus de l'extraction des ressources. Cependant, la gestion de ces revenus supplémentaires risque d'être relativement difficile dans les îles du Pacifique notamment, une des zones les plus concernées par l'extraction minière en eaux profondes. La population médiane des îles étant de seulement 100 000 habitants, les gouvernements sont petits et le personnel pouvant être alloué à la création et l'application de telles régulations est donc limité. Une bonne illustration de ce problème est le fait que plusieurs îles du Pacifique aient tenté d'adhérer à des initiatives comme **l'Extractive Industries Transparency Initiative (EITI)**<sup>46</sup> mais aient dû abandonner en raison de capacités restreintes qui les empêchaient d'effectuer entièrement le reporting exigé par cette initiative<sup>47</sup>.

## 5.5. Comparaison avec les impacts de l'extraction terrestre

Comme nous venons de le voir, les opérations d'exploration et d'extraction minières en eaux profondes impliquent des impacts environnementaux et sociaux non négligeables. Il est par ailleurs intéressant de se demander si ceux-ci risquent d'être plus ou moins importants que ceux induits par l'extraction minière terrestre.

Selon certains acteurs de l'extraction minière en eaux profondes, cette activité engendrerait moins d'impacts sociaux et environnementaux que l'extraction terrestre. C'est notamment la position prise par Nautilus, qui met en avant une analyse indépendante d'Earth Economics parue en 2015<sup>48</sup>. Cette étude montre que les impacts sociaux et environnementaux du projet Solwara 1 pourraient être considérablement réduits, comparés à 3 mines de cuivre terrestres analysées.

<sup>45</sup> Blue Ocean Law, 2016

<sup>46</sup> EITI: standard pour une gestion transparente des revenus issus des ressources pétrolières, gazières et minérales

<sup>47</sup> BLUE OCEAN LAW, 2016

<sup>48</sup> BATKER (D.) & ROWAN (S.), *Environmental and Social Benchmarking Analysis of Nautilus Minerals Inc. Solwara 1 Project*, Earth Economics, mai 2015

En effet, le projet n'engendrera pas de déplacements de populations, n'aura pas d'impacts sur la production de nourriture ou sur les réserves d'eau potable, qu'elles soient souterraines ou en surface.

Cependant, les conclusions auxquelles est arrivé *Earth Economics* sont à relativiser. En effet, la *Deep Sea Mining Campaign* (DSMC) a critiqué cette étude, en avançant notamment que les comparaisons avec les mines terrestres étaient incorrectes. En particulier, outre le fait que, contrairement aux mines terrestres, peu d'informations soient disponibles concernant les impacts environnementaux et sociaux de l'extraction en eaux profondes, la DSMC regrette que les mines terrestres analysées ne soient pas davantage éloignées des zones de peuplement. Les mines choisies par *Earth Economics* étant proches des populations, les impacts sur les communautés sont relativement importants, surtout lorsqu'on les compare avec l'extraction en eaux profondes, plus éloignée des populations. Sans ce biais-là, l'écart entre les impacts sociaux de l'extraction minière terrestre et marine serait déjà bien moindre que ce qui est montré dans ce rapport.

Pour d'autres, les impacts de l'extraction minière en eaux profondes risquent d'être plus importants que pour l'extraction terrestre. C'est la position prise par le professeur Richard Steiner dans sa revue indépendante de l'Évaluation d'Impact Environnemental de Nautilus pour le projet Solwara <sup>49</sup>. Selon lui, l'habitat rare et unique des eaux profondes implique que les impacts environnementaux de l'extraction minière soient bien plus importants pour les écosystèmes d'eaux profondes que pour ceux des forêts par exemple, dans le cas de l'extraction terrestre. De plus, comme le souligne la DSMC, les habitats d'eaux profondes abritent les seules espèces connues dépendantes de la chimiosynthèse, ce qui représente une forme de vie unique et nouvelle pour la science.<sup>50</sup>

Force est de constater qu'il n'y a pas réellement de consensus sur le sujet. Cela est principalement lié au fait que les impacts environnementaux et sociaux de l'extraction minière en eaux profondes restent à ce jour encore très mal évalués, en raison d'un manque de connaissances. Par ailleurs, l'extraction minière en eaux profondes ne va pas remplacer l'extraction terrestre.<sup>51</sup> De ce fait, même si elle implique des impacts environnementaux et sociaux moindres, les impacts nets agrégés seront dans tous les cas plus élevés si les activités d'extraction en eaux profondes se développent.

---

<sup>49</sup> STEINER, 2009

<sup>50</sup> ROSENBAUM (H.), GREY (F.), *Accountability Zero – A critique of the Nautilus Minerals environmental and social benchmarking analysis of the Solwara 1 project, Deep Sea Mining Campaign*

<sup>51</sup> BLUE OCEAN LAW, 2016

## Conclusion

L'extraction minière en eaux profondes est encore dans une phase exploratoire et probablement ralentie du fait du faible cours des minerais. Même sur terre, il est d'ailleurs économiquement difficile d'ouvrir de nouvelles mines, voire de continuer à exploiter les mines existantes. Les activités d'extraction en eaux profondes pourraient cependant devenir particulièrement attractives du fait de la raréfaction des minerais terrestres et conséquemment de l'augmentation de leur cours. Par ailleurs, si le projet Solwara 1 de Nautilus, qui devrait débiter en 2019, est un succès, on peut s'attendre à ce que d'autres acteurs se positionnent rapidement sur le secteur, ou reprennent les projets déjà commencés.

Les problématiques soulevées par cette étude interrogent sur la manière de concilier développement économique, sécurisation de l'approvisionnement en matières premières, et protection de l'environnement et des communautés. Le développement économique implique en effet une augmentation des besoins en métaux de base (fer, cuivre, manganèse, plomb...), et en minerais nécessaires à la fabrication de produits « *high tech* » (cobalt, platine...). Parallèlement, les gisements terrestres ont tendance à s'épuiser et la découverte de gisements en eaux profondes depuis quelques dizaines d'années a permis d'accroître les réserves potentielles de minerais stratégiques, diminuant le risque de pénurie.

Malgré l'opportunité que présente l'extraction minière en eaux profondes, le secteur doit faire face à plusieurs challenges. Outre les obstacles économiques, technologiques et réglementaires, trop peu d'informations sont disponibles sur les écosystèmes présents dans ces milieux, et les perturbations que va entraîner l'extraction minière. En raison de ces incertitudes, il est difficile d'évaluer avec exactitude les risques ESG sous-jacents. Afin de préserver cet environnement unique, nous recommandons donc d'appliquer le principe de précaution à la notation des entreprises impliquées dans ces activités et de ne pas investir dans celles ne présentant pas d'études sérieuses quant à leur impact environnemental et social.

Rappelons enfin qu'il est important de continuer à accroître le recyclage des minerais, qui devrait à terme réduire la nécessité d'extraire de nouvelles ressources. Nous encourageons donc les entreprises à s'inscrire dans cette logique.



# Lexique

**Autorité Internationale des Fonds Marins/International Seabed Authority (AIFM/ISA)** : organisation internationale autonome, créée conformément à la Convention des Nations Unies sur le Droit de la Mer (CNUDM) de 1982 et à l'Accord de 1994 relatif à l'application de la partie XI de ladite Convention. Elle gère et régule au nom de la communauté internationale les espaces maritimes situés en dehors des zones maritimes des États.

**Convention des Nations Unies sur le Droit de la Mer (CNUDM)** : également appelée « Convention de Montego Bay » ou la « United Nations Convention on the Law Of the Sea » (UNCLOS), est un traité international fondamental adopté en 1982 qui reconnaît aux États côtiers des droits souverains sur leur Zone Économique Exclusive (ZEE) et leur plateau continental, ainsi que la non-appropriation nationale des ressources situées au-delà des juridictions nationales.

**Dorsale médio-océanique** : chaîne de montagnes sous-marines, dont le sommet est sillonné par de grandes fractures.

**Eaux profondes** : considérées ici comme les zones marines situées à plus de 500 mètres de profondeur.

**Encroûtements cobaltifères** : un des trois types de dépôts de minerais se trouvant sur le plancher océanique en eaux profondes, sur les flancs des monts sous-marins. Ils contiennent entre autres fer, manganèse, cobalt et platine.

**Haute mer** : colonne d'eau et eaux de surface situées au-dessus de la zone internationale des fonds marins, et du plateau continental étendu (au-delà de 200 miles marins (370 km) à partir de la ligne de base). C'est un espace maritime international où tous les États ont liberté de navigation, de pêche, de survol, de pose de câbles et pipelines sous-marins etc.

**Nodules polymétalliques (ou nodules de manganèse)** : un des trois types de dépôts de minerais se trouvant sur le plancher océanique en eaux profondes. Ils contiennent en particulier manganèse, nickel, cobalt et cuivre.

**Plateau continental** : prolongement sous-marin du territoire terrestre d'un État.

**Sulfures polymétalliques** : un des trois types de dépôts de minerais se trouvant sur le plancher océanique en eaux profondes, et se formant sur des sites hydrothermaux. Les principaux métaux qu'ils contiennent sont le sulfure, le fer, la silice, le zinc, le cuivre et le baryum.

**Zone Économique Exclusive (ZEE)** : zone située au-delà de la mer territoriale et adjacente à celle-ci, sur laquelle l'État riverain dispose de l'exclusivité d'exploitation des ressources halieutiques, minières ou renouvelables (éolien offshore). Elle s'étend dans un rayon de 200 miles marins (370 km) à partir de la ligne de base (la laisse des basses mers, le zéro des cartes maritimes).

**Zone internationale des fonds marins (« the Area »)** : selon la Convention de Montego Bay, fonds marins et leur sous-sol au-delà des limites des juridictions nationales. Les ressources (minérales solides, liquides ou gazeuses) qui y sont situées sont considérées comme patrimoine commun de l'humanité.



---

# Bibliographie

---

## – Rapports

**ARMATEURS DE FRANCE**, *La Convention de Montego Bay en 50 leçons*, 2010

**BATKER (D.) & ROWAN (S.)**, *Environmental and Social Benchmarking Analysis of Nautilus Minerals Inc. Solwara 1 Project*, Earth Economics, mai 2015, disponible sur : <http://www.nautilusminerals.com/irm/content/pdf/eartheconomics-reports/earth-economics-may-2015.pdf>

**BLUE OCEAN LAW**, *Resource roulette — How deep sea mining and inadequate regulatory frameworks imperil the Pacific and its peoples*, 2016, disponible sur : [http://nabf219anw2q7dgn1rt14bu4.wpengine.netdna-cdn.com/files/2016/06/Resource\\_Roulette-1.pdf](http://nabf219anw2q7dgn1rt14bu4.wpengine.netdna-cdn.com/files/2016/06/Resource_Roulette-1.pdf)

**CLUSTER MARITIME FRANCAIS**, *Towards a French Deep Sea Mining Industry*, juin 2015

**COMMISSION EUROPÉENNE**, *Report on critical raw materials for the EU*, Report of the Ad hoc Working Group on defining critical raw materials, mai 2014, disponible sur : [http://www.catalysiscluster.eu/wp/wp-content/uploads/2015/05/2014\\_Critical-raw-materials-for-the-EU-2014.pdf](http://www.catalysiscluster.eu/wp/wp-content/uploads/2015/05/2014_Critical-raw-materials-for-the-EU-2014.pdf)

**CONSEIL INTERMINISTÉRIEL A LA MER**, *Stratégie nationale relative à l'exploration et à l'exploitation minières des grands fonds marins*, octobre 2015

**DYMENT (J.), LALLIER (F.), LE BRIS (N.), ROUXEL (O.), SARRADIN (P.-M.), LAMARE (S.), COUMERT (C.), MORINEAUX (M.), TOUROLLE (J.)**, *Les impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes*, Expertise scientifique collective, Synthèse du rapport, CNRS – Ifremer, juin 2014, disponible sur : <http://www.cnrs.fr/fr/pdf/inee/SyntheseESCO/pubData/source/SyntheseESCO.pdf>

**ECORYS**, *Study to investigate the state of knowledge of deep-sea mining*, novembre 2014, disponible sur : [https://webgate.ec.europa.eu/maritimeforum/sites/maritimeforum/files/FGP96656\\_final\\_rep.\\_formatted.\\_november\\_2014.pdf](https://webgate.ec.europa.eu/maritimeforum/sites/maritimeforum/files/FGP96656_final_rep._formatted._november_2014.pdf)

**GREENPEACE**, *Deep Seabed Mining – An urgent wake-up call to protect our oceans*, juillet 2013, disponible sur : <http://www.greenpeace.org/canada/Global/canada/report/2013/07/DeepSeabedMiningReport.PDF>

**IFREMER**, *Les ressources minérales marines profondes*, Synthèse d'une étude prospective à l'horizon 2030, 2011

**KENWAY (S.)**, *Deep Sea Extractive Activities : Seabed Mining and Deep Sea Drilling*, RepRisk Special Report, juin 2015



---

**LUICK (J. L.),** *Physical Oceanographic Assessment of the Nautilus EIS for the Solwara 1 Project*, Prepared for the Dee Sea Mining Campaign, novembre 2012, disponible sur : <http://www.deepseaminingoutofourdepth.org/wp-content/uploads/EIS-Review-FINAL-low-res.pdf>

---

**ONU,** *Convention des Nations Unies sur le droit de la mer*, décembre 1982, disponible sur : [http://www.un.org/depts/los/convention\\_agreements/texts/unclos/unclos\\_f.pdf](http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_f.pdf)

---

**ONU,** *Trade and Development report*, 1999, disponible sur : [http://unctad.org/en/docs/tdr1999\\_en.pdf](http://unctad.org/en/docs/tdr1999_en.pdf)

---

**ROCHE (C.), BICE (S.),** *Anticipating Social and Community Impacts of Deep Sea Mining*, 2013, disponible sur : <http://www.mpi.org.au/wp-content/uploads/2014/05/Roche-and-Bice-2013-Anticipating-Social-and-Community-Impacts-of-Deep-Sea-Mining.pdf>

---

**ROSENBAUM (H.), GREY (F.),** *Accountability Zero – A critique of the Nautilus Minerals environmental and social benchmarking analysis of the Solwara 1 project*, Deep Sea Mining Campaign, 2015, disponible sur : [http://www.deepseaminingoutofourdepth.org/wp-content/uploads/accountabilityZERO\\_web.pdf](http://www.deepseaminingoutofourdepth.org/wp-content/uploads/accountabilityZERO_web.pdf)

---

**STEINER (R.),** *Independent Review of the Environmental Impact Statement for the proposed Nautilus Minerals Solwara 1 Seabed Mining Project, Papua New Guinea*, Conducted for the Bismarck-Solomon Seas Indigenous Peoples Council Madang, Papua New Guinea, janvier 2009, disponible sur : <http://www.deepseaminingoutofourdepth.org/wp-content/uploads/Steiner-Independent-review-DSM1.pdf>

## – Articles

---

**AMON (D. J.) et al.,** « *Insights into the abundance and diversity of abyssal megafauna in a polymetallic-nodule region in the eastern Clarion-Clipperton Zone* », *Scientific Reports* 6, Article number : 30 492, juillet 2016, disponible sur : <http://www.nature.com/articles/srep30492>

---

**BUSINESS ADVANTAGE PNG,** « *Papua New Guinea tourism receives some attention* », février 2014, disponible sur : <http://www.businessadvantagepng.com/papua-new-guinea-tourism-receives-attention/>

---

**CHAUVEAU (L.),** « *Une biodiversité insoupçonnée dans les abysses du Pacifique* », *Sciences et avenir*, août 2016, disponible sur : [https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/mers-et-oceans/une-biodiversite-insoupconnee-dans-les-abysses-du-pacifique\\_102628](https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/mers-et-oceans/une-biodiversite-insoupconnee-dans-les-abysses-du-pacifique_102628)

---

**HIRT (C.),** « *Deep Sea Mining: Out of sight, Out of Mind?* », *Earth Institute – Columbia University*, mars 2014, disponible sur : <http://blogs.ei.columbia.edu/2014/03/12/deep-sea-mining-out-of-sight-out-of-mind/>

---

**LESCUYER (T.),** « *Nautilus Minerals, un pionnier qui sent le soufre* », *Novethic*, juin 2014, disponible sur : <http://www.novethic.fr/empreinte-terre/pollution/isr-rse/nautilus-minerals-un-pionnier-qui-sent-le-soufre-142537.html>

---

**MAGNAN (P.)**, « *La France s'agrandit de 500 000 km<sup>2</sup>... grâce à son espace maritime* », Geopolis – franceinfo, septembre 2015, disponible sur : <http://geopolis.francetvinfo.fr/la-france-sagrandit-de-500000-km2-grace-a-son-espace-maritime-82387>

---

**PANGRAZZI (C.)**, « *Le domaine maritime de la France vient de s'agrandir – Pourra-t-on exploiter les richesses des fonds marins ?* », Ca m'intéresse, mars 2016

---

**POIRIER (C.)**, « *La mer, une nouvelle frontière* », Huffington Post, novembre 2015, disponible sur : [http://www.huffingtonpost.fr/cyrille-poirier-coutansais/la-mer-une-nouvelle-frontiere\\_b\\_8491012.html](http://www.huffingtonpost.fr/cyrille-poirier-coutansais/la-mer-une-nouvelle-frontiere_b_8491012.html)

## – Sites internet

<https://www.isa.org.jm/fr/mineral-resources/55>

<http://www.deepseaminingoutofourdepth.org/>

<http://www.jpi-oceans.eu/ecological-aspects-deep-sea-mining>

<http://www.neptuneminerals.com/>

<http://www.bluemining.eu/>

<http://www.diamondfields.com/s/AtlantisII.asp>

<http://www.eu-midas.net/about>

<http://geotheque.org/controle-des-espaces-oceaniques/>

[http://www.institut-ocean.org/rubriques.](http://www.institut-ocean.org/rubriques.php?lang=fr&categ=1265713871&sscategorie=1324551762&article=1367503042)

[php?lang=fr&categ=1265713871&sscategorie=1324551762&article=1367503042](http://www.institut-ocean.org/rubriques.php?lang=fr&categ=1265713871&sscategorie=1324551762&article=1367503042)

<http://dsm.gsd.spc.int/>

<http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=metals-price-index&months=180>

<http://www.lejdd.fr/International/Augmentation-du-domaine-maritime-de-la-France-754971>

[http://wwz.ifremer.fr/content/download/90194/1108256/file/15\\_10\\_14\\_CPExtraplac.pdf](http://wwz.ifremer.fr/content/download/90194/1108256/file/15_10_14_CPExtraplac.pdf)

<http://www.miningweekly.com/article/nautilus-pushes-solwara-1-production-out-by-12-months-revises-work-programme-2016-09-16>



---

# Discussion Papers

---

Pour plus d'informations sur nos publications :  
[research-center.amundi.com](http://research-center.amundi.com)

- DP-24-2017 **Opportunités de l'extraction minière en eaux profondes et ses enjeux ESG**  
NAVARRE Marie, LAMMENS Héloïse, 2017-07
- DP-23-2017 **Huile de Palme  
Le dilemme environnemental**  
BLOTIÈRE Elsa, GROUILLET Julien, RENARD Aurélie, 2017-06
- DP-22-2017 **Commerce mondial : vers un « new normal » ?**  
ITHURBIDE Philippe, 2017-05
- DP-21-2017 **Cycles et allocation d'actifs :  
les choix essentiels en matière de placement**  
MIJOT Éric, 2017-02
- DP-20-2017 **Droits de l'homme et entreprises :  
Comment évaluer la responsabilité des entreprises  
en matière de protection des droits de l'homme ?**  
NAVARRE Marie, PEYTHIEU Arnaud, 2017-01
- DP-19-2016 **Extraction et exploitation du charbon :  
vers une exclusion du secteur ou une plus grande sélectivité ?**  
CROZAT Catherine, 2016-10
- DP-18-2016 **L'émergence du Renminbi comme monnaie internationale :  
où en sommes-nous maintenant ?**  
DRUT Bastien, ITHURBIDE Philippe, JI Mo, TAZÉ-BERNARD Éric, 2016-09
- DP-17-2016 **Disrupteurs endocriniens dans l'analyse ESG**  
NAVARRE Marie, RENARD Aurélie, 2016-09
- DP-16-2016 **IORP2 :  
Un nouveau cadre réglementaire pour les pensions**  
BOON Ling-Ni, BRIÈRE Marie, 2016-07
- DP-15-2016 **Environnement de taux d'intérêt bas/négatif, stagnation séculaire...  
implications pour la gestion d'actifs**  
ITHURBIDE Philippe, 2016-04
- DP-14-2016 **Les marchés Forex : les écrous et boulons du facteur Carry**  
LEZMI Edmond, 2016-04
- DP-13-2016 **Les marchés financiers aujourd'hui :  
comment faire face aux taux d'intérêt bas/négatifs**  
ITHURBIDE Philippe, 2016-04

- 
- DP-12-2015**    **Banques centrales :  
le premier pilier du cycle d'investissement**  
MIJOT Éric, 2015-11
- 
- DP-11-2015**    **Facteurs d'investissement en actions  
selon l'environnement macroéconomique**  
RUSSO Alessandro, 2015-11
- 
- DP-10-2015**    **Les cycles longs et les marchés d'actifs**  
MIJOT Éric, 2015-05
- 
- DP-09-2015**    **Réallouer l'épargne à l'investissement :  
le nouveau rôle des asset managers**  
PERRIER Yves, 2015-02
- 
- DP-08-2014**    **Actifs alternatifs dans une allocation :  
pourquoi, comment, combien ?**  
De LAGUICHE Sylvie, TAZÉ-BERNARD Éric, 2014-11
- 
- DP-07-2014**    **Le cycle court de l'investissement :  
feuille de route**  
MIJOT Éric, 2014-10
- 
- DP-06-2014**    **Gérer l'incertitude avec le concept DAMS :  
de la segmentation des actifs à la gestion de portefeuille**  
FACCHINATO Simone, POLA Gianni, 2014-10
- 
- DP-05-2014**    **L'immobilier physique dans l'allocation d'actifs à long terme :  
le cas de la France**  
BLANCHARD Cécile, De LAGUICHE Sylvie, RUSSO Alessandro, 2014-05
- 
- DP-04-2014**    **Stratégies smart beta :  
diversification, investissement à faible risque et plus encore**  
RUSSO Alessandro, 2014-05
- 
- DP-03-2014**    **ISR et performance :  
impact des critères ESG dans les gestions actions et crédit**  
BERG Florian, De LAGUICHE Sylvie, LE BERTHE Tegwen,  
RUSSO Alessandro, SORANGE Antoine, 2014-03
- 
- DP-02-2014**    **Actif « sans risque » : quelle rentabilité normative à long terme ?**  
De LAGUICHE Sylvie, 2014-03
- 
- DP-01-2014**    **Qui êtes-vous, Madame Yellen ?**  
ITHURBIDE Philippe, 2014-01



Éditeurs :

**Pascal BLANQUÉ**

*Directeur Général Délégué  
Directeur du Métier Institutionnel  
Directeur des Gestions*

**Philippe ITHURBIDE**

*Directeur Recherche, Stratégie et Analyse*

---

Pia BERGER — *Recherche, Stratégie et Analyse*  
Benoit PONCET — *Recherche, Stratégie et Analyse*

## Amundi Discussion Papers Series

Août 2017

Chaque investisseur doit déterminer si les risques propres à un investissement sont compatibles avec son objectif d'investissement et doivent assurer qu'ils comprennent parfaitement le contenu de ce document. Un conseiller professionnel doit être consulté pour déterminer si un investissement est approprié. La valeur ainsi que les revenus d'un investissement peuvent varier tant à la hausse qu'à la baisse. Les performances passées ne sont pas une garantie ou un indicateur fiable de la performance actuelle ou future. Ce document ne constitue pas une offre de vente ni une sollicitation de vente dans tout pays où elle pourrait être considérée comme illégale, et ne constitue pas une publicité ou un conseil d'investissement.

Ce document n'a pas été rédigé en conformité avec les exigences réglementaires visant à promouvoir l'indépendance de l'analyse financière ou de la recherche en investissement. Amundi n'est donc pas liée par l'interdiction de conclure des transactions sur les instruments financiers éventuellement mentionnés dans le présent document. Les projections, évaluations et analyses statistiques présentes sont fournies pour aider le bénéficiaire à l'évaluation des problématiques décrites aux présentes. Ces projections, évaluations et analyses peuvent être fondées sur des évaluations et des hypothèses subjectives et peuvent utiliser une méthode parmi d'autres méthodes qui produisent des résultats différents. En conséquence, de telles projections, évaluations et analyses statistiques ne doivent pas être ni considérées comme des faits ni comme une prédiction précise d'événements futurs.

Les informations contenues dans le présent document sont réputées exactes au 15/01/2016. Les données, opinions et estimations peuvent être modifiées sans préavis.

Ce document est uniquement destiné à l'attention des investisseurs institutionnels et distributeurs, professionnels, qualifiés ou sophistiqués. Il ne doit pas être distribué au grand public, aux clients privés ou à des investisseurs non professionnels dans quelque juridiction que ce soit, ni aux « US Persons ».

En outre, tout investisseur doit, dans l'Union Européenne, être un investisseur « Professionnel » au sens de la directive 2004/39 / CE du 21 avril 2004 relative aux marchés d'instruments financiers (« MIT ») ou, le cas échéant au sens de chaque réglementation locale et, dans la mesure où l'offre en Suisse est concernée, les « investisseurs qualifiés » au sens des dispositions de la loi fédérale du 23 juin 2006 (LAC) sur les placements collectif de capitaux, l'ordonnance du 22 novembre 2006 (CISEAU) et la circulaire FILMA 2013 sur la distribution de placements collectifs de capitaux. En aucun cas, ce document ne peut être distribué dans l'Union Européenne à des investisseurs non « professionnels » au sens de la MIF ou au sens de chaque réglementation locale, ou en Suisse à des investisseurs qui ne sont pas conformes à la définition d'« investisseurs qualifiés » au sens de la loi et de la réglementation applicable.

Conformément à la loi informatique et liberté, vous bénéficiez d'un droit d'accès, de rectification ou d'opposition sur les données vous concernant. Pour faire valoir ce droit, veuillez contacter le gestionnaire du site à l'adresse suivante: [info@amundi.com](mailto:info@amundi.com).

Document rédigé par l'Équipe Expertise Analyse ISR et émis par Amundi Asset Management, Société anonyme au capital de 1 086 262 605 € - Société de gestion de portefeuille agréée par l'AMF n° GP 04000036 - Siège social: 90 boulevard Pasteur - 75015 Paris - France - 437 574 452 RCS Paris [www.amundi.com](http://www.amundi.com)

Crédit photo: iStock by Getty Images - InstCaner