

Les ressources minérales marines profondes

Étude prospective à l'horizon 2030

Yves Fouquet et Denis Lacroix



Les ressources minérales marines profondes

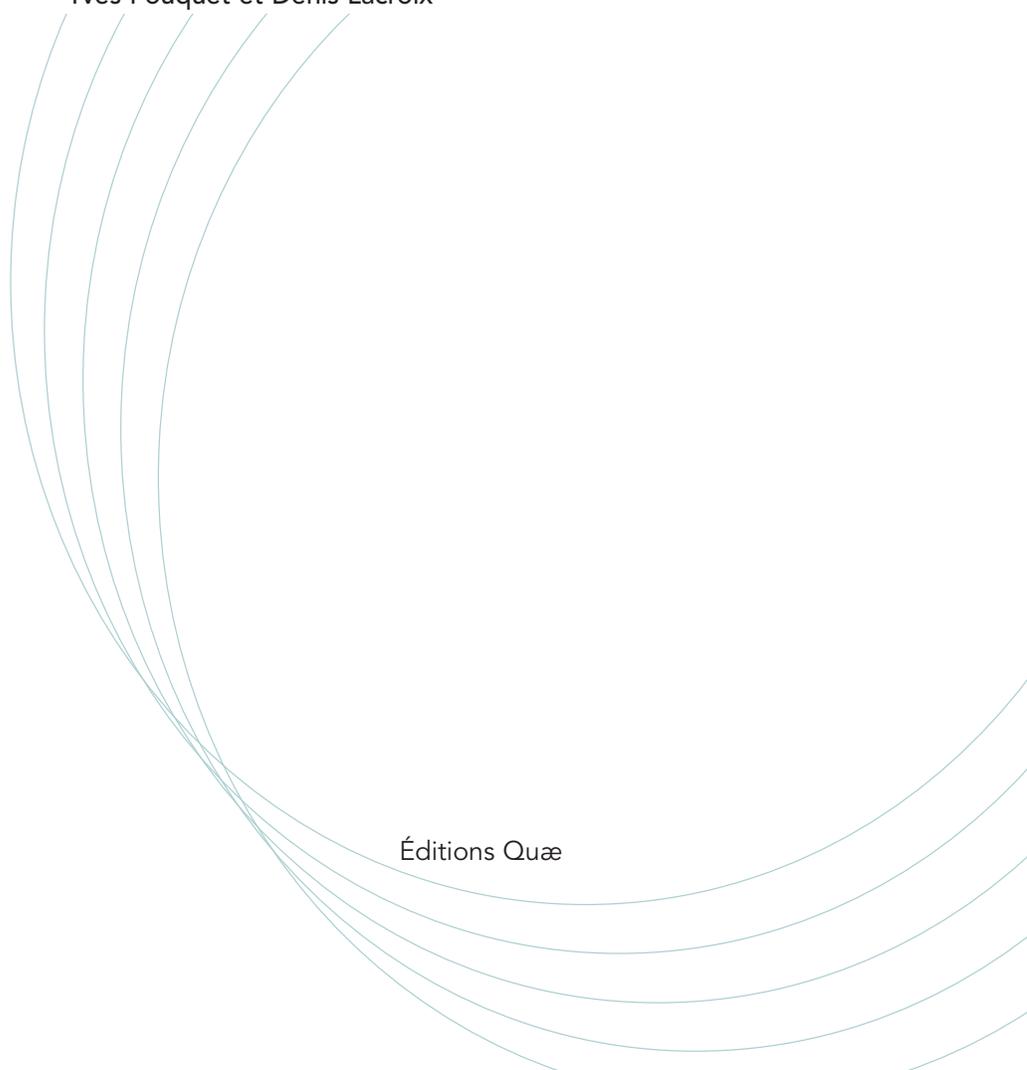
Étude prospective à l'horizon 2030

Les ressources minérales marines profondes

Étude prospective à l'horizon 2030

Yves Fouquet et Denis Lacroix

Éditions Quæ



Collection Matière à débattre et décider

Comportements alimentaires
Choix des consommateurs et politiques nutritionnelles
Ouvrage collectif
2012, 104 p.

Lobbying de l'agroalimentaire et normes internationales
Le cas du Codex Alimentarius
Maryvonne Lassalle-de Salins
2012, 264 p.

La France des friches
De la ruralité à la féralité
Annik Schnitzler et Jean-Claude Génot
2012, 208 p.

The world's challenge
Feeding 9 billion people
Marion Guillou et Gérard Matheron
2011, 240 p.

Les OGM à l'épreuve des arguments
Sylvie Berthier et Valérie Péan
2011, 218 pages

Pour une alimentation durable
Réflexion stratégique duALine
Catherine Esnouf, Marie Russel, Nicolas Bricas
2011, 288 p.

Mieux combattre les marées noires
Michel Girin, Emina Mamaca
2011, 192 p.

Éditions Quæ
RD 10
78026 Versailles Cedex, France
www.quae.com

© Éditions Quæ, 2012
eISBN 978-2-7592-1803-5
ISSN 2115-1229

Le Code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction, même partielle, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

Préface

LES GRANDES ÉVOLUTIONS INDUSTRIELLES sont fondées sur la disponibilité d'énergie et de minerais : le fer au ^{xix}^e siècle, l'aluminium et le cuivre au ^{xx}^e siècle, le silicium et les métaux de haute technologie depuis vingt ans. Aujourd'hui, des tensions de plus en plus fortes apparaissent entre la disponibilité des minerais et les besoins mondiaux, surtout dans les grands pays industriels, dont le nombre et le poids ne cessent d'augmenter. La croissance de la Chine explique ainsi à elle seule la moitié de la hausse de la demande en métaux de base depuis l'année 2000. Compte tenu des risques de pénurie d'approvisionnement pour l'Europe en métaux stratégiques utilisés dans beaucoup d'industries de pointe, voire en certains métaux courants comme le cuivre, il est devenu nécessaire d'engager une réflexion active sur le potentiel des ressources minérales marines (Remima), compléments éventuels des gisements connus à terre.

C'est dans ce contexte que j'ai décidé de lancer, en septembre 2009, un travail de réflexion sur ce sujet à l'horizon 2030, en le centrant sur les besoins de la France et de l'Europe. Disposant d'un vaste territoire océanique, de moyens technologiques et de compétences reconnues depuis longtemps dans l'étude des grands fonds marins, la France se doit en effet de rester un acteur majeur de cette exploration, *a fortiori* au moment où se dessinent les conditions de mise en œuvre d'une valorisation industrielle.

Plus d'une vingtaine de partenaires français, qui représentent les principaux acteurs du secteur, se sont impliqués dans cette étude pendant une année. Je souhaite les remercier très chaleureusement pour leur investissement dans ce travail collectif. Les questions traitées sont nombreuses et complexes, car elles concernent à la fois les évolutions du contexte juridique, de l'offre et des marchés, les types de sites géologiques profonds susceptibles d'être exploités, les technologies mobilisables et leurs impacts, dans un environnement encore très peu connu et difficile d'accès.

L'Ifremer joue ainsi pleinement son rôle d'organisation de la réflexion collective en mobilisant les compétences et l'expertise publique et privée dans les domaines les plus divers, qui vont du droit international en haute mer à la recherche et à la formation. Comme toute prospective digne de ce nom, ce travail débouche sur des propositions concrètes d'action pour tous les acteurs concernés, afin que cette dynamique enclenchée collectivement porte ses fruits, au service de notre pays.

Jean-Yves Perrot,
Président-directeur général de l'Ifremer

Sommaire

Préface	5
Remerciements	8
Introduction	9

PREMIÈRE PARTIE - Synthèse de l'étude

Enjeux	13
Cadrage	17
Méthodologie	18
Enjeux transversaux par type de métaux	20
Enjeux environnementaux	29
Scénarios et enjeux associés	33
Aspects juridiques	37
Enjeux d'innovation technologique	41
Résultats et recommandations	44

DEUXIÈME PARTIE - Contributions thématiques

1 - Environnement profond	53
Joëlle Galéron	
2 - Métaux rares et métaux stratégiques	66
Yves Fouquet, avec la collaboration de Bruno Martel-Jantin	
3 - Caractéristiques et processus de formation	77
Yves Fouquet	
4 - Connaissances scientifiques et enjeux liés à l'hydrogène	103
Jean-Luc Charlou, Jean-Pierre Donval, Fabrice Brunet, Manuel Munoz, Olivier Vidal	
5 - Droit international et son évolution	112
Élie Jarmache	
6 - Les acteurs et les lieux de la formation en France et en Europe	119
Alain Cheilletz et Marcia Maia	
7 - L'accès aux matières premières	131
Une vision historique, juridique et géopolitique Antoine Valéry	

Conclusion	138
Bibliographie	140

Annexes

Annexe 1 - Sigles et acronymes	146
Annexe 2 - Méthodologie de l'étude	147
Annexe 3 - Comité de pilotage	162
Annexe 4 - Groupe de travail	165
Annexe 5 - Experts consultés	167
Annexe 6 - Atouts et contraintes des principaux minéraux marins profonds	168
Liste des auteurs	173
Partenaires associés	175

Remerciements

YVES FOUQUET ET DENIS LACROIX TIENNENT À REMERCIER tous les acteurs de ce travail collectif de deux années, si l'on compte le temps de la valorisation écrite. Il faut saluer en premier tous les membres du comité de pilotage qui se sont engagés dès le début et ont suivi et guidé l'ensemble des travaux.

Les membres du groupe de travail méritent des remerciements particuliers, parce qu'ils ont contribué de manière continue à tout le processus d'analyse, d'audit, de discussion et de synthèse du début à la fin des travaux, et même dans la phase rédactionnelle. Il s'agit de F. Bourse (Gerpa), D. Delorme (Areva), B. Martel-Jantin (BRGM), N. Bassaler (CAS), A. Cheilletz et J. Dymont (CNRS/Insu), J.-M. Montel et L. Filipov (ENSG Nancy), P. Cochonat, L. Lemoine et W. Roest (Ifremer), P. Barrier et O. Bain (Institut LaSalle-Beauvais), X. Foata (MEEDTL), F. Bersani (Méfi), F. Clin (MESR), F. Simard (UICN) et M. Maia (UBO).

Notre reconnaissance va aussi aux experts audités qui ont éclairé utilement les travaux comme les débats : F. Brunet (CNRS/Insu), J.-L. Charlou (Ifremer), P. Espinasse (Technip), J. Galéron (Ifremer), O. Gauthier (MEEDTL), E. Gibert-Brunet (DGA), É. Jarmache (Secrétariat général de la mer), C. Lamiroux (MEEDTL), P. Masclat (DGA), C. Nouvian (consultante), V. Perrier (MEEDTL), A. Tatout (DGA) et I. Shepherd (UE/DG Industrie).

De vifs remerciements sont également à adresser à l'équipe de la Communication du siège de l'Ifremer, notamment sa directrice, Pascale Pessey-Martineau, et Vincent Schiltz, pour leur aide déterminante dans la phase finale de mise en forme et d'édition. Il faut enfin citer et remercier Maître Antoine Valéry qui a contribué à la réflexion juridique et géopolitique lors de la journée de présentation de nos travaux à l'École des mines de Paris, et Gilbert Trolley, président de la Société de l'industrie minière, organisateur de cette journée.

Introduction

DES ANALYSES RÉCENTES, issues notamment de travaux français et européens, montrent que les États européens risquent d'être confrontés à une mutation des marchés mondiaux de matières premières. Ils dépendent déjà fortement d'importations de minéraux métalliques et de métaux dits de « haute technologie » tels que le cobalt, le platine, les terres rares et le titane.

Ce constat implique de diversifier les sources d'approvisionnement et ouvre un champ nouveau pour l'exploration et l'exploitation futures, parfois déjà engagées, des ressources minérales marines (Remima) profondes. De plus, des stratégies nationales concernant ce type de ressources marines se développent dans d'autres pays que la France (Chine, Inde, Brésil, Russie, Allemagne...). Il y a donc une réelle convergence des approches nationale et européenne, voire mondiale comme le montrent les débats déjà engagés dans le cadre des Nations unies et du G8. Il apparaît ainsi nécessaire de fixer une stratégie nationale dans ce domaine, en disposant d'un cadre de vue de long terme, notamment en matière juridique, compte tenu du fait que ce sont les États qui obtiennent les permis miniers attribués par l'Autorité internationale des fonds marins (AIFM, ou ISA en anglais, International Seabed Authority).

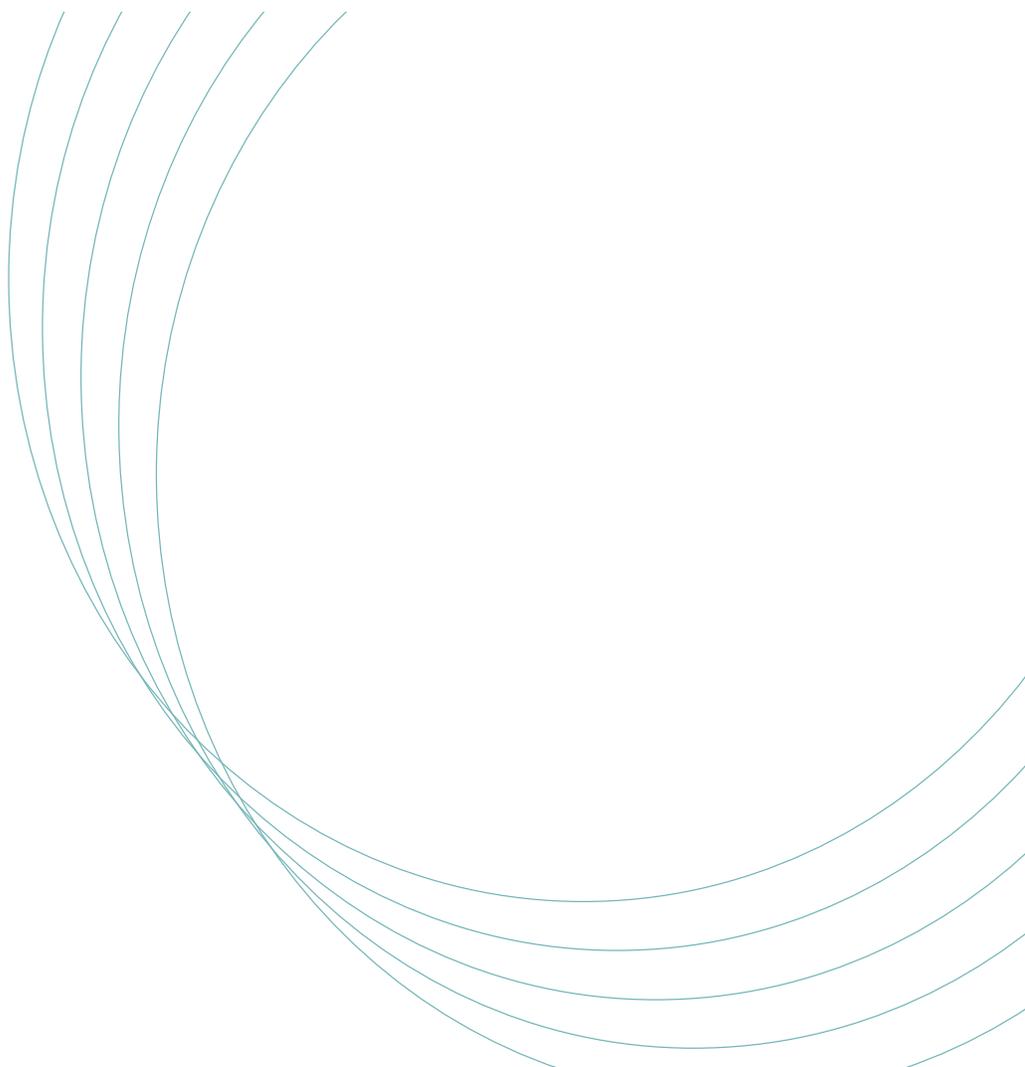
En septembre 2009, le président de l'Ifremer lance un travail de réflexion prospective sur les ressources minérales marines à l'horizon 2030, avec vingt-trois partenaires qui représentent les principaux acteurs du secteur : ministères, industriels, instituts de recherche, universités, agences spécialisées, Commission européenne. L'objectif est d'identifier les enjeux et le potentiel de ces ressources, les conditions d'émergence de leur exploitation et de leur valorisation à moyen terme afin d'identifier et d'engager les partenariats et les programmes stratégiques adaptés. Quatre types de ressources potentielles ont été retenus : les sulfures hydrothermaux, les encroûtements de cobalt et de platine, les nodules polymétalliques et l'hydrogène naturel.

L'Ifremer conduit des recherches dans ce secteur depuis longtemps et a acquis ainsi une expérience et des compétences, notamment en matière de métallogénie marine, de coopération internationale avec d'autres pays partenaires ou concurrents potentiels (Russie, Brésil...), de moyens à la mer (navires et technologie d'intervention sous-marine), de partenariats avec l'industrie pétrolière (études d'impact, biodiversité, écosystèmes profonds) et de recherche technologique sur des procédés d'exploration et d'exploitation des gisements.

Les ressources minérales sont par ailleurs inscrites comme l'un des dix axes prioritaires du plan stratégique de l'Ifremer à l'horizon 2020, de même que dans les objectifs du contrat quadriennal 2009-2013. Les ministères en charge de l'Environnement et de la Recherche ont manifesté leur intérêt pour une étude sur les ressources minérales marines profondes et leur volonté de soutien sous diverses formes. Une communication du gouvernement au Conseil des ministres du 27 avril 2010 souligne l'importance des métaux stratégiques pour la France, le besoin d'amélioration des connaissances scientifiques à terre et en mer, et la nécessité de développements technologiques associés.

PREMIÈRE PARTIE

Synthèse de l'étude



Synthèse de l'étude

Enjeux

L'HUMANITÉ A AUJOURD'HUI un besoin vital de découvrir de nouvelles ressources naturelles, en raison de la croissance démographique mondiale et de la forte demande économique des grands pays émergents (Chine, Inde...). Tout comme l'énergie, les ressources minérales constituent un des éléments-clés du développement des économies industrielles. L'envolée du cours des matières premières et des métaux ainsi que la nécessité de diversifier les approvisionnements sont à l'origine de la recherche de nouveaux gisements, à terre mais aussi dans le domaine marin. En effet, l'océan couvre 71 % de la surface de la Terre (dont 60 % au-delà de 2 000 mètres de fond), mais cet immense domaine est encore peu connu. Ses richesses pourraient devenir vitales pour les besoins mondiaux en énergie et matières premières. Depuis quelques années, les tensions d'approvisionnement se portent non plus uniquement sur les métaux de base (cuivre, zinc, plomb...), mais également sur les métaux rares (terres rares, indium, platinoïdes, gallium...) parfois qualifiés de critiques ou stratégiques du fait de leur utilisation croissante dans les nouvelles technologies (électronique, applications militaires, énergies propres...).

Les explorations scientifiques menées dans les grands fonds depuis une trentaine d'années ont permis d'identifier plusieurs processus géologiques et géochimiques conduisant à la concentration de métaux (nodules polymétalliques, encroûtements cobaltifères et sulfures hydrothermaux) et à la genèse de ressources énergétiques potentielles originales (hydrates de méthane, hydrogène). Ces découvertes ouvrent de nouvelles perspectives pour la recherche et l'identification de ressources minérales et énergétiques dans les océans. Ces ressources potentielles sont liées à des processus actifs sous-marins, qui n'ont pas d'équivalent en domaine aérien sur la croûte continentale.

Depuis quelques années, l'industrie minière s'intéresse aux minéralisations hydrothermales sous-marines. Des permis d'exploration ont été déposés sur de nombreux champs hydrothermaux dans l'Ouest du Pacifique par les sociétés Nautilus Minerals (230 000 kilomètres carrés) et Neptune Minerals (264 000 kilomètres carrés). Nautilus prépare l'exploitation de dépôts hydrothermaux en Papouasie, ce qui constituera la première exploitation de ressources minérales par 1 800 mètres de profondeur. La société française d'ingénierie pétrolière Technip est au premier rang auprès de Nautilus et de Neptune pour fournir les équipements nécessaires à l'exploitation des minerais sulfurés par grande profondeur.

Ces évolutions récentes ouvrent des questions d'ordre géopolitique. L'accès aux matières premières minérales engendre une concurrence internationale de plus en plus visible. Quelle est, ou sera, la stratégie de la France et de l'Europe pour se positionner dans ce domaine, pour assurer la sécurité de ses approvisionnements et développer les techno-



logies spécifiques ? Quelles coopérations privilégier pour être bien placé dans vingt ans ? Comment se positionne l'industrie européenne sur ce sujet ? Un engagement particulier de la France sera nécessaire pour conduire, au-delà de l'effort de cartographie actuel, des investigations. Celles-ci permettront de localiser et d'inventorier les ressources minérales et énergétiques potentielles de l'extension du territoire national que constitue notre zone économique exclusive (ZEE), la deuxième du monde. Enfin, l'évaluation de la richesse de ces dépôts, en vue de leur éventuelle exploitation, nécessitera des études environnementales associant géologues, chimistes et biologistes.

Devant l'évolution rapide de la demande en matières premières minérales et l'intérêt croissant de l'industrie, l'ISA a voté en 2010 un texte qui légifère sur l'exploration des sulfures dans les eaux internationales. La Chine a immédiatement déposé une demande de permis pour rechercher des minéralisations hydrothermales dans l'océan Indien. Le risque existe d'une restriction de l'accès à certaines zones pour les recherches scientifiques. Un positionnement de la France est d'autant plus justifié qu'elle possède une expertise de trente ans dans ce domaine.

Sur le plan international, la Russie soutient un important programme d'exploration et d'inventaire des ressources minérales hydrothermales le long de la dorsale atlantique, un lieu pour lequel elle vient de déposer une demande de permis auprès de l'ISA. Le Japon, les États-Unis et l'Allemagne prennent en compte les métaux dans leurs priorités à moyen terme. Enfin, la Chine, l'Inde et la Corée du Sud lancent d'ambitieux programmes d'exploration centrés sur l'accès aux ressources des grands fonds. Toutes ces démarches relèvent de stratégies sur le long terme comportant, dans l'ordre, une volonté politique forte, le développement de compétences technologiques, un accès à la connaissance scientifique et aux ressources des grands fonds comme facteur d'indépendance économique.

Évolution du contexte de la société

Comme le pétrole, les ressources minérales sont généralement non renouvelables ; leur formation est plus lente que le rythme de consommation. Il s'agit donc d'une ressource limitée qui peut s'épuiser, avec des conséquences sérieuses sur l'environnement. Les réserves connues pour de nombreux métaux seraient épuisées d'ici dix à cinquante ans, si l'on se base sur le rythme de consommation actuelle.

La vision à court terme sur la disponibilité des minerais à la surface de la Terre se positionne généralement par rapport aux besoins des pays développés. Les ressources actuelles ne permettent pas à l'ensemble des habitants de la planète de revendiquer une utilisation de métaux équivalente à la moyenne de la consommation actuelle des pays riches (il en faudrait trois fois plus). Les besoins de pays à fort taux de croissance, tels que la Chine et l'Inde, ne pourront pas être satisfaits par leur seule production intérieure. L'accroissement prévisible de la demande, lié aux évolutions de la population mondiale et du niveau de vie des pays en développement, réduit considérablement la durée estimée pour les réserves de métaux. Le problème devient aigu si l'on se projette



à trente ans. C'est pourquoi il est justifié de fournir un effort d'exploration pour identifier de nouvelles réserves.

Le besoin d'une élévation continue du niveau de vie dans de nombreux grands pays implique un taux de croissance de 7 à 9 % pendant plusieurs décennies et le maintien d'une croissance voisine de 3 % dans les pays riches. Cette croissance nécessite une augmentation de la consommation d'énergie et des ressources minérales. Cela conduit à de sérieux problèmes sur la disponibilité des ressources, dont les limites sont aujourd'hui mieux évaluées, et pose la question d'une gestion durable du développement de la planète.

Figure 1. Évolution des cours du cuivre durant le xx^e siècle

(source : United States Geological Survey).



Les pays développés sont de plus en plus dépendants des apports extérieurs pour l'énergie et les ressources minérales. Ils représentent 20 % de la population mondiale, mais consomment 80 % des ressources. Les consommations par habitant y sont ainsi quinze à vingt fois supérieures à celles des pays pauvres. Si les ressources devaient être partagées équitablement entre tous les pays de la planète, les pays développés recevraient moins du quart de leur consommation actuelle. Cette situation n'est pas un facteur d'équilibre. De plus, des pays comme l'Inde et la Chine vont peser de plus en plus fortement sur l'accès aux ressources. La Chine, par exemple, est passée d'une consommation de



0,66 kg de zinc par an et par habitant en 1996 à une consommation de 1,07 kg en 2000, puis de 3 kg en 2010. Le problème des approvisionnements ne peut donc être évité sur le moyen terme. Il avait été soulevé dès 1972 dans les conclusions du rapport du Club de Rome ; même si l'amplitude des courbes s'est modifiée, la tendance présentée pour les trente prochaines années demeure.

L'Europe dépend de plus en plus d'approvisionnements extérieurs pour ses métaux. Une telle situation présente des risques importants de pénurie en cas de tension sur les marchés. Au cours des cinq dernières années, les cours de certains métaux ont augmenté de plus de 300 % (*figure 1*). Après une chute de courte durée lors de la crise de 2008, les cours montent de nouveau continûment.

En raison de l'épuisement des ressources, des minerais de plus en plus pauvres sont exploités à des profondeurs de plus en plus grandes. Cependant, les limites de concentration des minerais ne peuvent être abaissées en dessous d'un certain seuil en raison de l'augmentation des besoins énergétiques nécessaires à leur extraction et d'un impact environnemental plus fort.

De ce fait, l'approvisionnement en métaux durant les prochaines décennies passe par l'apport d'une composante durable (recyclage) dans le cycle d'utilisation des métaux, ainsi que par la découverte de nouveaux gisements exploitables dans des domaines encore peu explorés à ce jour. Le vaste domaine océanique dans lequel les explorations scientifiques ont mis en évidence des ressources minérales constitue donc un potentiel à étudier.

Enjeux du domaine océanique

Dans les trente prochaines années, l'humanité s'appropriera de plus en plus les grands fonds, du point de vue scientifique, mais aussi économique, écologique et éducatif. Une stratégie sur le long terme devient urgente ; elle se place sur le plan de la géopolitique et des enjeux économiques mondiaux. Il s'agit, pour la France comme pour l'Europe, d'engager des politiques spécifiques afin de ne pas se laisser distancer. L'Europe doit définir sa stratégie de coopération avec les autres grands pôles mondiaux afin de conserver son rayonnement scientifique et de formation, de tirer des bénéfices technologiques, économiques et écologiques, et d'assurer son indépendance.

Grâce aux efforts de recherche soutenus durant les trente dernières années et de la disponibilité de moyens d'investigation et de prélèvement de plus en plus performants, la France a acquis une expertise reconnue et est bien positionnée pour déterminer les processus géologiques conduisant à l'accumulation des minéralisations les plus intéressantes dans les océans. Au-delà de l'exploitation au sens strict, les enjeux autour des ressources minérales des grands fonds sont multiples.

Enjeux scientifiques

La connaissance des fonds marins fondée sur l'exploration scientifique est indispensable pour trouver les zones de minerais les plus riches et comprendre les processus de trans-



fert et de concentration des métaux. Cette exploration permet aussi de mieux cerner la biodiversité et de décrypter le fonctionnement des écosystèmes.

Enjeux géopolitiques et économiques

Ces enjeux sont cruciaux pour l'accès, dans les décennies à venir, aux matières premières minérales (métaux de base et métaux rares) à l'échelle mondiale. Ceci est à replacer dans un contexte de concurrence, à terre et en mer, avec les pays à forte croissance. De nombreux enjeux apparaissent dans la valorisation de la ZEE française et son extension *via* le programme Extraplac comme le souligne le rapport de 2010 du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche sur la stratégie territoriale pour les outre-mer (Stratom).

Enjeux technologiques

Comme il s'agit d'une nouvelle industrie, les pays et les sociétés industrielles qui sauront anticiper et maîtriser les technologies d'exploration, d'extraction et de remontée des minerais pourront tirer des bénéfices de leur savoir-faire au niveau international. C'est le positionnement que prend, en France, la société Technip en définissant une stratégie au long terme dans ce domaine.

Enjeux environnementaux

Partant du constat que les mines terrestres exploitables sont très dispersées sur la surface de la Terre, l'exploration des grands fonds pour rechercher des ressources apportera des connaissances sur de vastes domaines qui ne seront jamais exploités au plan minier. Cette exploration des ressources devrait ainsi dynamiser la connaissance de la biodiversité et permettre de définir des zones à protéger, sous forme de zones de référence ou d'aires marines protégées (AMP), afin de garantir le juste équilibre entre préservation et exploitation. Les données acquises seront également fondamentales pour les études d'impact des exploitations.

Enjeux juridiques

L'ISA, qui dépend de l'ONU, a mis en place une législation et gère les permis attribués sur la zone à nodules dans le Pacifique Nord. Les textes juridiques qui concernent les sulfures polymétalliques ont été validés en mai 2010. Le texte sur les encroûtements est en préparation. Les discussions pourraient aboutir à une législation imposant que les recherches scientifiques n'aient d'accès que sur certaines zones limitées. Un positionnement de la France sur ce sujet est nécessaire pour préserver l'avance de ce pays dans la connaissance des ressources minérales et de la biodiversité des grands fonds.

Cadrage

DANS CE CONTEXTE GÉNÉRAL, la question centrale de l'étude est celle de l'évaluation du potentiel des principales ressources minérales marines profondes (minerais métalliques



et hydrogène naturel) présentant un enjeu stratégique pour la France et l'Union européenne à l'horizon 2030.

Cette étude vise à répondre à trois questions majeures concernant ces ressources en 2030 :

- Quelles sont les connaissances scientifiques et technologiques requises pour permettre leur découverte et leur exploitation ?
- Quelles sont les conditions socio-économiques susceptibles de rendre compétitive leur exploitation ?
- Quels seraient les impacts prévisibles de leur exploitation sur l'environnement ?

Lors de la première réunion du comité de pilotage, le 30 septembre 2009, au siège de l'Ifremer, les 24 organismes représentés, entreprises, ministères, universités, instituts de recherche spécialisés, ont décidé des caractéristiques de l'étude. Celles-ci peuvent être résumées comme suit :

- Horizon temporel : 2030.
- Champ d'études : le monde, avec une attention particulière pour la France dans l'Europe.
- Technologies : toutes les technologies liées à la mer, hors énergies fossiles.
- Méthode : méthodes, tendances, impacts et scénarios.
- Délai : un an.

Méthodologie

AU PLAN MÉTHODOLOGIQUE, cette analyse s'est appuyée sur la représentation du système étudié (environnement global, état de l'art des connaissances scientifiques, filières, enjeux pour les acteurs) avant d'explorer les évolutions possibles des variables majeures, puis les conditions d'émergence de la valorisation de ces ressources. Il a été ainsi possible de dégager les dynamiques afférentes des grandes filières et d'en tirer les conséquences pour des propositions d'actions, dont un programme de recherche et développement national.

Ce travail a mobilisé une trentaine d'experts sur une période de dix mois, dont la moitié au sein d'un groupe de travail stable. La méthodologie a été assurée par le cabinet Gerpa, spécialisé dans le domaine industriel. La méthode consiste à croiser les évolutions de dix-sept variables jusqu'en 2030 selon trois macro-scénarios contrastés dont les déterminants principaux sont les suivants : marchés, échanges internationaux, statut juridique des eaux internationales, intérêts nationaux et/ou multinationaux et sécurité d'approvisionnement en minerais critiques, impacts sur l'environnement profond, jeu des acteurs et perception sociétale.

Les dix réunions de travail, comme les trois comités de pilotage, ont été planifiés sur dix mois, ce qui a facilité la continuité des efforts et le suivi des travaux. Ces réunions se sont tenues entre le 30 septembre 2009 (premier comité de pilotage) et le 7 juillet 2010