LA CHINE ET LES TERRES RARES
Un enjeu (géo)politique, social et environnemental

Ramatoulaye KASSE

AVRIL 2017

La Chine et les terres rares :

un enjeu (géo)politique, social et environnemental

Ramatoulaye KASSE[1]

Agence d'Objectifs de FO-IRES, étude n° 2016-4

Remerciements

Je tiens tout particulièrement à remercier M. Angel PINO, mon ancien professeur et directeur de mémoire pour l'aide prodiguée dans la réalisation de ce projet.

Je tiens également à remercier l'IRES pour l'opportunité qui m'a été offerte.

Un grand merci également à M. Sébastien DUPUCH pour son aide et sa disponibilité.

Publication réalisée dans le cadre de la convention passée entre l'Institut de Recherches Economiques et Sociales et la confédération Force ouvrière

[1] Titulaire d'un master en chinois, assistante de coopération à la direction des relations internationales de l'université Bordeaux-Montaigne

Résumé

Groupe composé de 17 métaux, les terres rares sont devenues des éléments indispensables dans divers secteurs industriels. La Chine détient le monopole de la production mondiale des terres rares et sa politique en matière de gestion de cette ressource a alimenté les craintes des pays acheteurs. En effet, ces derniers craignaient pour la sécurisation de leurs approvisionnements. Mais la production des terres rares génère pollutions, conditions de travail difficiles et dégradations de l'environnement qui pourraient mettre en péril la sécurité de la société chinoise. C'est donc une tâche complexe qui se présente à la Chine, entre volonté de développement et protection de son environnement.

Mots clés : terres rares, métaux stratégiques, Chine, relations internationales de la Chine, dégradation environnementale et pollution en Chine, développement durable en Chine

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS **3**

RESUME **5**

INTRODUCTION GENERALE **9**

PREMIÈRE PARTIE : LES TERRES RARES : UNE ARME GÉOÉCONOMIQUE POUR LA REPUBLIQUE POPULAIRE DE CHINE ? **15**

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES TERRES RARES **16**

SECTION I – LA DECOUVERTE DES TERRES RARES 16

A. Le fruit de longues années de recherche *16*

B. Des terres rares… pas si rares *20*

SECTION II – PROCESSUS DE SEPARATION ET EXTRACTION DES TERRES RARES 22

A. Extraction des terres rares *22*

B. La séparation et la purification des terres rares *23*

SECTION III – L'UTILISATION DES TERRES RARES 27

A. Applications en fonction des propriétés chimiques *27*

B. Applications en fonction des propriétés optiques *30*

C. Applications en fonction des propriétés magnétiques *32*

D. Utilisations en fonction de la terre rare *33*

E. Applications des terres rares dans les technologies militaires *34*

F. Illustrations des applications des terres rares *35*

CHAPITRE 2 – LES TERRES RARES : UNE RESSOURCE AUX MAINS DE LA CHINE **38**

SECTION I – LA PRODUCTION MONDIALE DES TERRES RARES : D'UNE PRODUCTION DOMINEE PAR LES ÉTATS-UNIS A UNE PRODUCTION DOMINEE PAR LA CHINE 38

A. Histoire de l'industrie des terres rares aux États-Unis *38*

B. Histoire de l'industrie des terres rares en Chine *40*

SECTION II – UNE RESSOURCE STRATEGIQUE SOURCE DE DISCORDES ENTRE ETATS 47

A. La Chine et son quasi-monopole sur la production mondiale des terres rares : un pouvoir économique, diplomatique et politique *47*

B. Terres rares chinoises et plainte auprès de l'Organisation mondiale du commerce *51*

CHAPITRE 3 – LES TERRES RARES SONT-ELLES AU CŒUR D'UNE « COURSE » A L'APPROVISIONNEMENT ? **56**

SECTION I – LES STRATEGIES DE CONTOURNEMENT DES ÉTATS-UNIS, DE L'UNION EUROPEENNE ET DU JAPON 56

A. La recherche de nouvelles sources d'approvisionnements *56*

B. Encourager la recherche et développement et le recyclage *67*

SECTION II – LA STRATEGIE CHINOISE DES TERRES RARES 71

A. Politique et innovation technologique au service des terres rares *71*

B. Protéger la ressource en terres rares *78*

DEUXIÈME PARTIE : AMBITIONS POLITICO-ENVIRONNEMENTALES CHINOISES ET PRODUCTION DES TERRES RARES **87**

CHAPITRE 1 – TERRES RARES, AMBITIONS VERTES DE LA CHINE ET CONDITIONS DE TRAVAIL DES OUVRIERS CHINOIS DES TERRES RARES....88
SECTION I – INDUSTRIE DES TERRES RARES, DYSFONCTIONNEMENTS ET IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT.... 88
A. Dysfonctionnements de l'industrie chinoise des terres rares....88
B. Impacts environnementaux de l'industrie des terres rares....93
SECTION II – CONDITIONS DE TRAVAIL DES OUVRIERS CHINOIS DE TERRES RARES.... 99
A. Des conditions de travail difficiles....99
B. Quels effets sur la santé des travailleurs ?....101
SECTION III – VERS UNE CHINE PLUS VERTE ?....105
A. De la rhétorique de la « civilisation écologique »....105
B. Les technologies vertes pour sauver la Chine....109
CHAPITRE 2 – LA POSITION DE L'EQUILIBRISTE....113
SECTION I – DEVELOPPER L'ECONOMIE OU PROTEGER L'ENVIRONNEMENT : LE CAS DES TERRES RARES....113
A. Le dilemme de la Chine....113
B. Quelles solutions ?....118
SECTION II – UNE ENTENTE SUR LES TERRES RARES ENTRE PAYS CONSOMMATEURS ET LE PRINCIPAL PAYS PRODUCTEUR EST-ELLE POSSIBLE ?....122
A. La tentation de marginaliser la Chine....122
B. Travailler avec la Chine....127
CONCLUSION....133
BIBLIOGRAPHIE :....137
WEBOGRAPHIE :....145
LEXIQUE :....147
TABLE DES ILLUSTRATIONS....150

Introduction générale

Quel est le point commun entre une voiture hybride, un smartphone et les systèmes de guidage des missiles ? La réponse est simple, ils ont tous besoin de terres rares pour fonctionner. Depuis plusieurs années, les terres rares font l'objet d'une demande de plus en plus forte car elles ont une influence considérable sur les modes de vie des sociétés des pays industrialisés ou des pays émergents. Plus que de fournir les industries qui les utilisent, elles sont des ressources stratégiques autant pour les pays producteurs que pour les pays consommateurs.

En quelques décennies, ce groupe composé de 17 métaux (lanthane, cérium, praséodyme, prométhium, samarium, europium, gadolinium, néodyme, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium, lutétium, yttrium et scandium) est devenu un élément incontournable pour les nouvelles technologies. Le quasi-monopole que la Chine a créé autour de la production mondiale de ces éléments suscite l'inquiétude des pays consommateurs de terres rares qui craignent pour la sécurité de leur approvisionnement.

En effet, si pendant longtemps la Chine a encouragé l'exportation des terres rares à bas prix vers des pays consommateurs comme les États-Unis, l'Union européenne ou le Japon afin qu'ils approvisionnent leurs industries nationales, le gouvernement chinois souhaite aujourd'hui freiner ses exportations. Ainsi, jusqu'en 2015, Pékin avait élaboré une politique des terres rares composée entre autres de quotas de production et de quotas d'extraction. Très vite, les pays occidentaux et le Japon ont décidé de réagir, jugeant les méthodes de la Chine dangereuses pour la survie de leurs industries dépendantes des terres rares chinoises. Pourquoi la Chine a-t-elle adopté cette politique ? Et pourquoi les pays consommateurs ne se sont-ils pas tournés vers d'autres pays producteurs de terres rares ?

Tout le problème des terres rares réside dans le fait que si elles sont présentes sur presque tous les continents, il est très rare de les trouver en quantité suffisante pour que leur exploitation soit économiquement rentable. D'autant plus que les terres rares représentent un petit marché, qui est bien loin d'être aussi important que celui des hydrocarbures par exemple. C'est leur caractère exceptionnel et difficilement substituable qui en fait des éléments précieux. De plus, la production des terres rares a des conséquences environnementales importantes. Il faut également ajouter que ce sont

des ressources non renouvelables. Ainsi, les pays consommateurs des terres rares, n'ont pu se tourner vers d'autres pays producteurs car c'est la Chine qui est le premier producteur mondial de ces éléments. Il y avait alors peu d'alternatives possibles, jusqu'à la relance récente de productions en dehors du territoire chinois. La Chine a adopté une politique de restriction, officiellement pour protéger son environnement et éviter l'épuisement de la ressource. En effet, de par son industrialisation à grand pas, la Chine est aujourd'hui en proie à de gros problèmes de dégradations environnementales, auxquels participe la production des terres rares. Aujourd'hui elle ne souhaite plus sacrifier son environnement. D'un autre côté, elle a besoin des terres rares pour continuer à développer sa croissance économique et concevoir les technologies vertes qui pourront résoudre une partie de ses problèmes environnementaux. La Chine se trouve donc face à un dilemme entre sa volonté de croissance forte et le danger que représente la dégradation environnementale pour l'équilibre du pays. C'est donc en ce sens que les terres rares représentent un enjeu (géo)politique, social et environnemental. La question des terres rares est « géopolitique » car à l'heure où les besoins en ressources naturelles sont de plus en plus importants pour chaque pays, être l'un des seuls pays capables de fournir cette ressource est un avantage sur les pays qui en ont besoin. Les terres rares sont également un enjeu politique, car elles servent un dessein particulier dans les projets politiques du gouvernement chinois. Enfin, elles représentent un enjeu environnemental car elles génèrent une pollution qui vient s'ajouter à d'autres types de pollutions et dégradations environnementales qui menacent la santé et l'environnement des Chinois (et même du reste du monde). De même, les conditions de travail des ouvriers chinois ne sont pas sans risques pour leur santé.

Ainsi, cette étude s'articulera autour de la problématique suivante : comment la Chine peut-elle allier monopole de la production des terres rares, ambitions politiques et environnementales tout en s'occupant de la question de la dégradation de l'environnement ? Il faut garder à l'esprit que les terres rares servent ici d'illustration. En effet, l'objet de ce travail est de montrer comment la Chine peut articuler son envie d'une croissance forte et la protection de son environnement.

Pour démontrer cela, nous nous appuierons sur des sources en langues française, anglaise et chinoise. Cette étude s'appuie sur des ouvrages de références, des articles de revues spécialisées, des articles de journaux, mais aussi sur des rapports d'instituts

de recherche et des rapports gouvernementaux. La bibliographie comporte aussi trois documentaires sur les terres rares. Ils n'ont pas été utilisés pour écrire le mémoire, mais ils peuvent aider le lecteur à mieux comprendre certains aspects développés ici.

Certains termes qui doivent faire l'objet d'une explication détaillée se trouvent dans le lexique. Ainsi, tous les mots suivis d'une astérisque (exemple : minerais*) sont expliqués dans le lexique classé par ordre alphabétique, situé à la fin de l'étude.

L'une des premières difficultés rencontrées lors des lectures a été le côté parfois alarmiste de certaines sources qui y voyaient un affrontement entre la Chine et le reste du monde. Il faut bien garder à l'esprit que les terres rares sont des ressources naturelles comme d'autres qui suscitent la convoitise, mais en aucun cas, elles sont un enjeu à elles seules. Elles s'insèrent plutôt dans les enjeux que représentent les ressources naturelles dans la géopolitique mondiale.

Notre démonstration se découpera en deux grandes parties : la première partie s'attachera à démontrer si les terres rares représentent une arme géopolitique pour la Chine, tandis que la seconde partie montrera le lien entre la production des terres rares et les ambitions politico-environnementales du gouvernement chinois.

Ainsi la première partie traitera des terres rares en elles-mêmes (définition, processus d'obtention et utilisations), du monopole exercé par la Chine sur la production mondiale des terres rares et de la question de la sécurisation des approvisionnements en terres rares.

Le premier chapitre de la première partie présentera des généralités sur les terres rares. Si certaines explications sont techniques (comme les processus de séparation), il paraît essentiel de les connaître pour bien comprendre l'enjeu que suscitent les terres rares. Ce chapitre présentera aussi quelques-unes des applications des terres rares dans divers domaines civiles comme militaires.

Le deuxième chapitre reviendra sur l'histoire du monopole de la production mondiale des terres rares par la Chine. Il est en effet indispensable d'expliquer que si la Chine est devenue le premier producteur mondial de terres rares, ce n'est pas à cause de son esprit prédateur, mais parce qu'elle a repris une industrie qui a été abandonnée par d'autres pays. Dans ce même deuxième chapitre, nous nous interrogerons sur le côté stratégique des terres rares et sur les contentieux autour de ces ressources entre la Chine et les pays consommateurs.

Le troisième et dernier chapitre de la première partie reviendra sur cet aspect de « guerre des ressources » que l'on prête à la sécurisation des approvisionnements en terres rares dans certains articles de journaux. Afin d'y voir plus clair et de ne pas céder à une certaine forme d'alarmisme, nous étudierons les stratégies de contournements des pays producteurs pour obtenir des terres rares en dehors de la Chine. Puis, nous reviendrons sur la stratégie chinoise en matière de terres rares, c'est-à-dire sur sa manière d'organiser l'industrie chinoise spécialisée dans la production et la vente de ces ressources.

Dans la seconde partie de cette étude, il sera question de l'articulation de la production des terres rares avec les projets politiques et environnementaux que le gouvernement chinois envisage pour la société chinoise. En effet, les terres rares s'insèrent parfaitement dans les projets politiques de l'État-parti.

Le premier chapitre de la seconde partie traitera des dysfonctionnements dans l'industrie des terres rares qui sont à l'origine de problèmes environnementaux. Nous nous pencherons également sur les conditions de travail des ouvriers chinois de terres rares qui sont particulièrement dangereuses pour leur santé. Il sera également question du paradoxe que renferment les terres rares (polluantes, mais utiles pour fabriquer les technologies vertes). Ceci nous amènera à nous interroger sur les ambitions environnementales de la Chine, car comme nous l'avons déjà dit, les terres rares sont ici un exemple pour illustrer la volonté chinoise d'augmenter sa croissance économique et de préserver son environnement. En effet, depuis quelques temps, la Chine souhaite régler ses problèmes de dégradation de l'environnement. L'une des solutions viables selon l'État-parti est de développer des technologies plus respectueuses de l'environnement (éoliennes, panneaux solaires, véhicules hybrides ou électriques, etc.). Nous aborderons ainsi les concepts de « Chine verte » et « Chine brune » tels que présentés par Benoît Vermander dans son ouvrage *Chine brune ou Chine verte : les dilemmes de l'État- parti*, mais également le concept de « civilisation écologique » avancé par l'ancien Président chinois, Hu Jintao.

Le second chapitre de la deuxième partie de notre étude reviendra sur la problématique annoncée en tout début. Il sera question de la position de la Chine et du dilemme auquel elle est confrontée, entre sa volonté de développer davantage sa croissance économique et celle de préserver son environnement. En effet, nous verrons pourquoi la Chine ne peut pas compter sur le même type de développement que celui de l'Occident. Nous y

développerons l'importance de la société civile dans le processus de résolution des problèmes environnementaux, à travers l'exemple des organisations non gouvernementales spécialisées dans la question environnementale. Il est en effet intéressant de voir que contrairement à ce qui est parfois avancé par certains médias occidentaux, des citoyens chinois sont engagés dans des actions de protection de l'environnement et que l'État-parti lui-même tente aussi de résoudre le problème, à sa manière. Ces donc en ces termes que nous traiterons de la question des terres rares chinoises.

PREMIÈRE PARTIE : LES TERRES RARES : UNE ARME GÉOÉCONOMIQUE POUR LA REPUBLIQUE POPULAIRE DE CHINE ?

Chapitre 1 : Généralités sur les terres rares

Groupe composé de 17 éléments, les terres rares sont des métaux qui possèdent des propriétés chimiques, optiques, physiques exceptionnelles et difficilement substituables. Elles sont utilisées dans des domaines variés tels que la haute technologie (ordinateurs, smartphones, tablettes, etc.), l'armement, les luminophores, la médecine ou les énergies vertes (éoliennes, panneaux solaires). C'est donc de la découverte des terres rares, de leurs propriétés et de leurs utilisations dont il sera question dans ce premier chapitre.

Section I – La découverte des terres rares

A. Le fruit de longues années de recherche

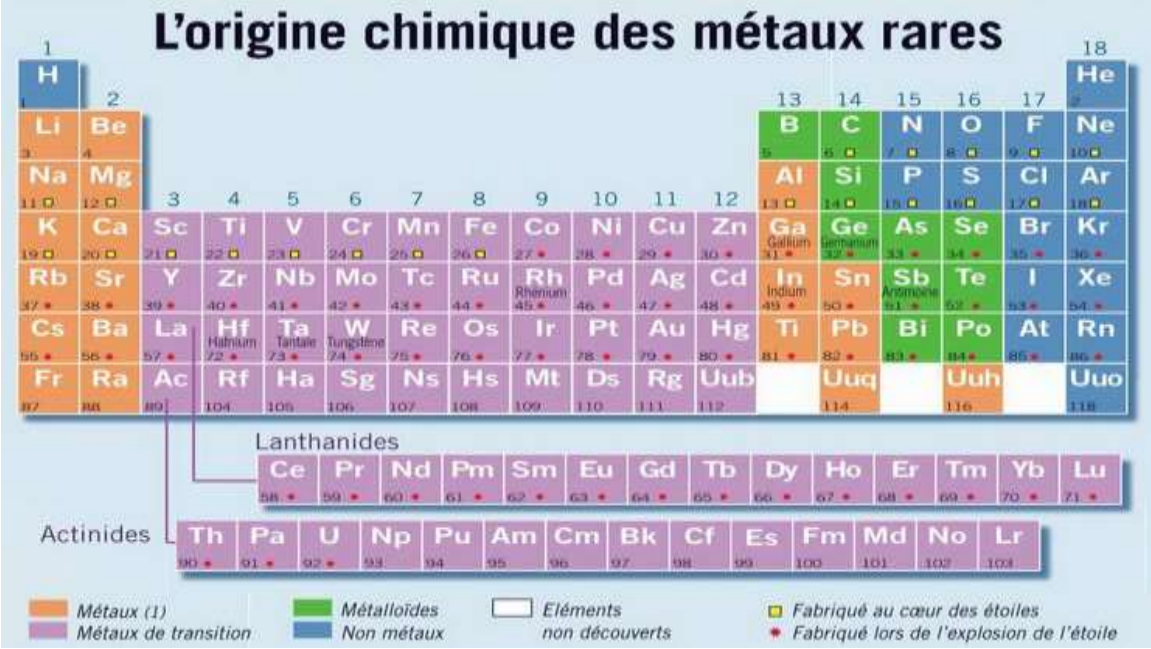


Figure 1. Les terres rares dans la table de Mendeleïev
Source : Planète Gaïa – Les terres rares – Table de Mendeleïev

Les terres rares sont composées des quinze éléments de la famille des lanthanides (numéros 57 à 71 de la table de Mendeleïev, reproduite ci-dessus), auxquelles on ajoute

l'yttrium (numéro 39) et le scandium (numéro 21) en raison de l'analogie de leurs comportements chimiques[2].

Les terres rares ne sont pas « rares », parce que difficile à trouver, elles sont d'ailleurs plus abondantes dans l'écorce terrestre que certains métaux tels que le cuivre ou le nickel[3]. Elles ont été nommées ainsi car leur exploitation est compliquée en raison de leur faible concentration dans les minerais*[4].

D'autant plus que ces éléments ont la particularité d'être classés en deux groupes. D'un côté, il y a les terres cériques (début de série) plus légères et plus simples à extraire des minerais, de l'autre il y a les terres rares yttriques (fin de série) plus lourdes et plus compliquées à extraire (voir le tableau ci-dessous). Plus le numéro atomique est élevé et plus la terre rare est lourde et inversement. Bien que plus légers, l'yttrium et le scandium sont classés avec les terres rares lourdes avec lesquelles ils partagent une grande analogie chimique.

élément	numéro atomique	symbole	masse atomique
scandium	21	Sc	44,96
yttrium	39	Y	88,90
groupe cérique			
lanthane	57	La	138,91
cérium	58	Ce	140,12
praséodyme	59	Pr	140,91
néodyme	60	Nd	144,24
prométhium	61	Pm	(145)
samarium	62	Sm	150,35
groupe yttrique			
europium	63	Eu	151,96
gadolinium	64	Gd	157,25
terbium	65	Tb	158,92
dysprosium	66	Dy	162,50
holmium	67	Ho	164,93
erbium	68	Er	167,26
thulium	69	Tm	168,93
ytterbium	70	Yb	173,04
lutétium	71	Lu	174,97

Figure 2. Tableau des éléments de terres rares
Source : Encyclopediae Universalis – « Lanthane et lanthanides »

[2] MAESTRO Patrick et al. – « Lanthane et lanthanides », Encyclopediae Universalis (en ligne), p. 1.
[3] *Ibid.*, p. 3.
[4] *Ibid.*, p. 1.

Résultat d'un long travail, les terres rares ont nécessité 160 ans de recherche (1787-1947). L'histoire des terres rares commence en 1787, dans le village d'Ytterby, près de Stockholm en Suède, où un minéralogiste amateur suédois, Karl Arrhenius (1757-1824), découvre un nouveau minéral*. Puis en 1792, Johan Gadolin (1760-1852), professeur à l'université Turku en Finlande, sépare de ce minéral un dépôt noirâtre : l'yttria. La découverte de Gadolin a été confirmée par le savant suédois Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) et ses élèves, qui changèrent le nom d'yttria en gadolinite. La première terre rare, l'yttrium, venait alors d'être découverte.

En 1803, les chimistes et savants suédois Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) et Wilhelm Hisinger (1776-1852) mènent une expérience sur un autre minéral, la cérite, duquel ils extraient un mélange d'oxydes* qui va leur permettre d'isoler et de purifier le cérium. La même année, le chimiste allemand Martin Heinrich Klaproth (1743-1817) fait la même découverte. La deuxième terre rare, le cérium, avait alors été découverte. Déjà, les chimistes remarquaient une différence relative entre les terres cériques (début de série) plus légères et les terres yttriques (fin de série) plus lourdes.

En 1839, Carl Gustaf Mosander (1797-1858), un chimiste suédois qui a été l'élève de Berzelius, sépare en deux le résidu de la céria (oxyde de cérium) et obtient le lanthane et le didyme (mélange de praséodyme et néodyme). En 1843, il s'intéresse aux terres yttriques dont il isole deux éléments l'erbia et le terbia, qui seront renommés respectivement l'erbium et le terbium. Les autres terres rares ont été découvertes progressivement, grâce à l'amélioration des procédés d'extraction et à la persévérance des chimistes (voir le tableau récapitulatif à la page suivante).

L'année 1947 marque la fin de l'histoire de la découverte des terres rares, avec l'isolation du prométhium dans le Tennessee aux États-Unis. Contrairement aux autres terres rares, le prométhium n'a pas été extrait à partir d'un minerai. En effet, le prométhium est un sous-produit de fission de l'uranium* et n'existe pratiquement pas à l'état naturel[5].

[5] *Ibid*., p. 3.

nom	symbole	origine du nom	année	découvreur(s)
cérium	Ce	du nom de l'astéroïde Cérès	1803 1803	Klaproth Berzelius et Hisinger
dysprosium	Dy	du grec *dysprositos*, « difficile à atteindre »	1886	Lecoq de Boisbaudran
erbium	Er	de Ytterby (Suède), lieu de l'extraction du premier minerai contenant des terres rares	1842	Mosander
europium	Eu	de Europe	1890 1901	Lecoq de Boisbaudran Demarçay
gadolinium	Gd	du nom de Johann Gadolin	1880	Lecoq de Boisbaudran Marignac
holmium	Ho	de la dernière syllabe de Stockholm	1878 1879	Delafontaine et Soret Cléve
lanthane	La	du grec *lanthanos*, « caché »	1839	Mosander
lutécium	Lu	de l'ancien nom de Paris	1907 1907	Urbain Von Welsbach
néodyme	Nd	du grec *neos*, « nouveau », et *didyme*, « jumeaux »	1885	Von Welsbach
praséodyme	Pr	du grec *prasios*, vert, et *didyme*, jumeaux	1885	Von Welsbach
prométhium	Pm	du nom de Prométhée	1947	Marinsky, Glendenin et Coryell
samarium	Sm	du nom du minéral samarskite, lui-même provenant du nom du colonel Samarski	1879	Lecoq de Boisbaudran
scandium	Sc	de *Scandia* pour Scandinavie	1879	Nielson
terbium	Tb	de Ytterby (Suède), lieu de l'extraction du premier minerai contenant des terres rares	1843	Mosander
thulium	Tm	de *Thulé*, ancien nom de la Scandinavie	1879	Cléve
ytterbium	Yb	de Ytterby, (Suède), lieu de l'extraction du premier minerai contenant des terres rares	1878	Marignac
yttrium	Y	de Ytterby (Suède), lieu de l'extraction du premier minerai contenant des terres rares	1794 1797	Gadolin Ekeberg

Figure 3. Étapes de la découverte des terres rares
Source : Encyclopediae Universalis – « Lanthane et lanthanides »

B. Des terres rares… pas si rares

Les terres rares se trouvent quasiment sur tous les continents. Cependant, leur répartition géographique est plutôt inégale. La Chine concentre la plus grosse réserve* mondiale de terres rares (36%), la Russie concentre 19% des réserves mondiales, suivi des États-Unis (13%), de l'Australie (5%) et de l'Inde (3%)[6]. Les principaux sites d'exploitation actuels se trouvent en Chine (Bayan Obo, Mongolie intérieure), aux États-Unis (Mountain Pass, Californie) et en Australie (Mount Weld, Australie-Occidentale).

Depuis les années 1980, la Chine a construit une véritable industrie des terres rares et elle produit aujourd'hui la majorité des terres rares. La Chine s'illustre surtout en matière de séparation et de purification des terres rares, en effet une terre rare ne se trouvant jamais seule dans un minerai. Les minerais de terres rares contiennent généralement plusieurs éléments de terres rares (et d'autres éléments), qu'il faut ensuite séparer les uns des autres pour pouvoir les utiliser.

Il y a aujourd'hui plus de deux cents minéraux qui contiennent des terres rares[7]. Comme nous l'avons déjà vu, les terres rares, sont plutôt abondantes dans l'écorce terrestre, en revanche elles sont réparties inégalement et les minerais en contenant sont peu concentrés. Par exemple, comme indiqué dans le tableau ci-dessous, le xénotime ne contient que 62% d'oxydes de terres rares au maximum, tandis que la samarskite n'en contient que 22% (voir schéma à la page suivante).

[6] ZHANG Shujing - « Problems and Countermeasures on rare earth industry in China », *Canada Social Science*, Vol.9, n°3, 2013, p. 9.
[7] MAESTRO Patrick et al. – *op.cit.*, p. 3.

minéral	nom chimique	% max. en oxydes de Ln	structure	gisement et/ou origine
cérite	silicate $Ln_3(Ca,Fe)H_3Si_3O_{11}$	78	orthorhombique	Suède, C.E.I.
bastnaésite	fluorocarbonate $LnFCO_3$	75	hexagonale	Californie, Chine
tysonite	$(Ce,La)F_3$	70	trigonale	États-Unis, Suède
monazite	phosphate $(Ln,Th)PO_4$	65	monoclinique	Chine, Inde, Brésil
xénotime	phosphate $LnPO_4$	62	quadratique	Malaisie, Inde, Thaïlande, Suède, Norvège, Brésil
gadolinite ytterbite	silicate $Ln_2(Fe,Be)_3Si_2O_{10}$	48	monoclinique	Suède, Norvège, Canada
fergusonite	niobate-tantalate $(Ln,U,Th)(Nb,Ta)_2O_6$	46	quadratique	Norvège
euxénite	niobate-tantalate $(Ln,U,Th)(Nb,Ti)_2O_6$	30	orthorhombique	Norvège, États-Unis
allanite	silicate $(Ca,Ce,Y)_2\{(Al,Fe)$ ou $(Mg,Fe)\}Si_3O_{12}OH$	28	monoclinique	Australie, Suède, Norvège, C.E.I., États-Unis
samarskite	niobate-tantalate $Ln_3(Nb,Ta)_4O_{16}$	22	orthorhombique	Suède, Norvège, C.E.I., États-Unis
apatite	silicate-phosphate $(Ca,Ce)_5\{(P,Si)O_4\}_3(O,F)$	12	hexagonale	Finlande, C.E.I.
pyrochlore	fluoro-niobate $(Na,Ce,Ca)_2Nb_2O_6F$	6	cubique	États-Unis, C.E.I.
zircon	$(Zr,Th,Y,Ce)SiO_4$	variable	quadratique	États-Unis, Canada
argiles	aluminosilicate, composition variable	variable	—	Chine

Figure 4. Les minerais contenant des terres rares
Source : Encyclopediae Universalis – « Lanthane et lanthanides »

Certaines terres rares sont plus abondantes que d'autres[8]. Ainsi, le cérium est l'élément le plus abondant avec une concentration dépassant celle du cuivre. Le néodyme et le lanthane sont ainsi plus abondants que le cobalt ou le nickel. Les autres terres rares sont beaucoup moins abondantes, en particulier le thulium et l'europium. Certains minéraux contiennent en majorité des terres cériques (monazite, bastnaésite, cérite), d'autres

[8] *Ibid*., p. 3.

plutôt des terres yttriques (samarskite et xénotime) et certains contiennent à la fois des terres rares lourdes et des terres rares légères (gadolinite, fergusonite)[9].

Aujourd'hui, seulement quelques minerais sont utilisés pour extraire des terres rares[10] :

- la monazite : minerai le plus répandu. Certains le voient comme stratégique en raison du thorium* radioactif qu'il contient. La monazite se trouve en grande quantité sur les sables noirs des plages, surtout au Brésil et en Australie.
- la bastnaésite : minerai riche en terres rares légères. Il est également riche en europium. On le trouve aux États-Unis (Californie) et en Chine.
- le xénotime : minerai riche en terres rares lourdes. Il est peu utilisé actuellement. On le retrouve dans de nombreux pays tels que la Malaisie, l'Inde, la Suède ou la Thaïlande.
- les argiles ioniques : dans les années 1980, en Chine, des terres rares ont été découvertes dans ces argiles. Ces minerais sont actuellement les plus exploités dans des mines à ciel ouvert.

Les terres rares ne se trouvent donc pas directement dans la nature comme cela peut-être le cas pour l'or, elles doivent être extraites depuis des minerais. C'est donc de l'extraction et des méthodes de séparations des terres rares dont il sera question dans la deuxième partie de ce chapitre.

Section II – Processus de séparation et extraction des terres rares

A. Extraction des terres rares

Les terres rares sont des ressources non renouvelables, c'est-à-dire qu'elles ne se renouvellent pas à l'échelle d'une vie humaine (soit un siècle)[11]. En effet, les ressources minérales sont pour la majeure partie non renouvelables et ne se renouvellent qu'au bout de plusieurs millions voire milliards d'années[12].

Obtenir des terres rares n'est pas une chose aisée. Comme pour n'importe quel projet minier, il faut d'abord prospecter et s'assurer qu'il y aura des ressources en quantité rentable sur le futur site d'exploitation. Le problème avec les terres rares, c'est qu'elles

[9] *Ibid*., p. 3.
[10] *Ibid.*, p. 3.
[11] BIHOUIX Philippe (dir.) – Quel futur pour les métaux ? *Raréfaction des métaux. Un nouveau défi pour la société*, EDP sciences, 2010, p. 19.
[12] *Ibid.*

se trouvent rarement en concentration suffisante pour que leur exploitation soit rentable[13]. C'est aussi la raison pour laquelle il y a peu de mines de terres rares exploitées dans le monde. Un projet d'exploitation de terres rares nécessite en moyenne 10-15 ans de travail avant que la mine ne soit opérationnelle. Creuser une mine de terres rares demande donc une technologie avancée et de gros moyens financiers initiaux[14].
Une fois que toutes les conditions pour une exploitation rentable sont réunies, il faut procéder à l'installation de la mine, c'est-à-dire à une modification des sols[15] (sortir la végétation, creuser le sol, etc.). Les mines peuvent être souterraines ou à ciel ouvert. Une mine nécessite également beaucoup de besoins en eau (pompage, bassins de décantations) y compris au cours de l'extraction du minerai (solutions chimiques)[16].
Une fois la mine installée, il faut ensuite extraire les minerais contenant les terres rares (monazite, bastnaésite, etc.). Les minerais de terres rares font ensuite l'objet de diverses manipulations. Prenons l'exemple de la bastnaésite[17]. Elle est d'abord broyée en gravier, séparée de ses minéraux de petite valeur (car la bastnaésite ne contient pas que des terres rares), les graviers sont ensuite réduits en poudre. L'étape suivante est l'obtention, la séparation et la purification des terres rares.

B. La séparation et la purification des terres rares

La séparation des terres rares va dépendre de l'usage que l'on souhaite en faire.
Ainsi, si les terres rares sont utilisées uniquement pour leurs propriétés chimiques, il n'est pas nécessaire de les séparer car elles ont des propriétés très proches[18]. Les terres rares non séparées se trouvent sous la forme d'oxydes ou encore de nitrates. Par exemple, le mischmétal, qui est le mélange contenant les terres cériques (environ 45-50% de cérium, 25% environ de lanthane, 15-20% environ de néodyme, 5% environ de praséodyme) est utilisé en métallurgie pour renforcer l'acier ou la fonte, rendant ces derniers plus malléables et plus résistants aux ruptures et fêlures[19].

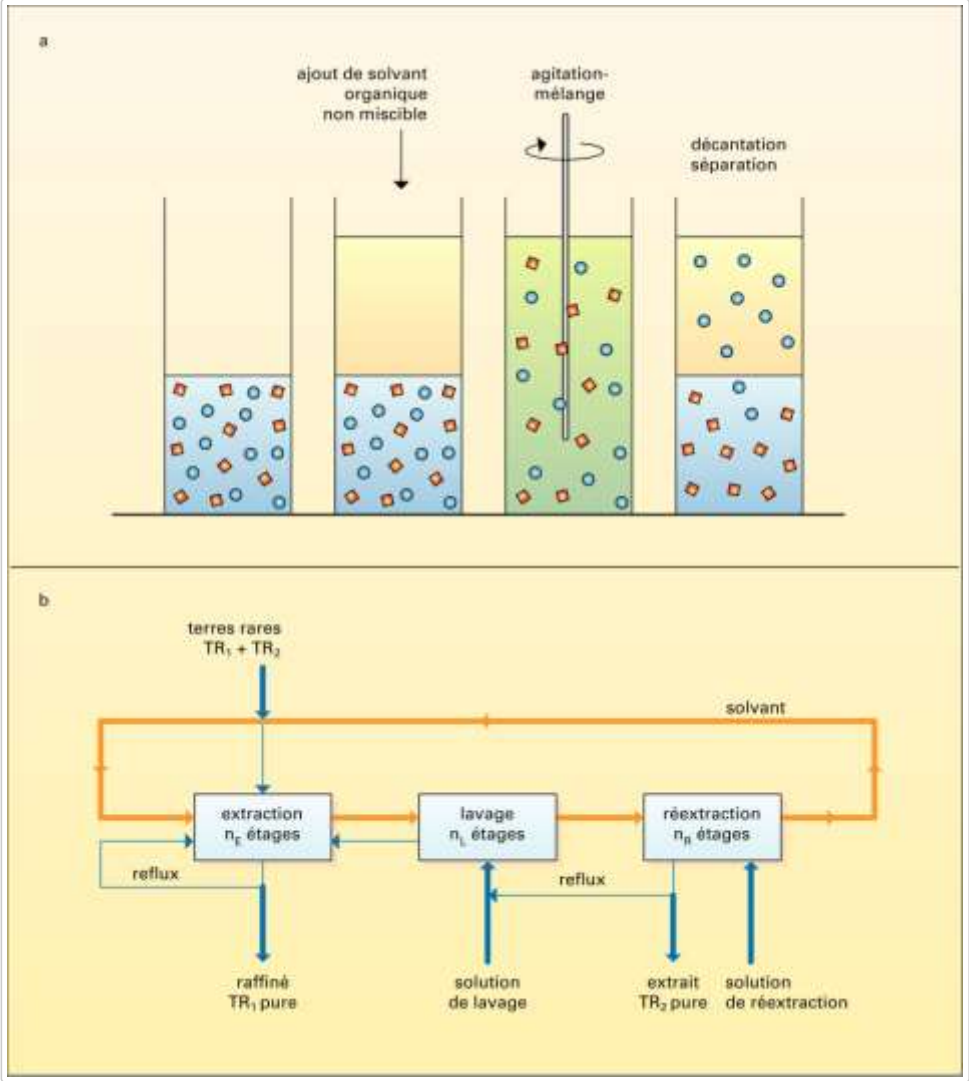
[13] EBNER Julia – « Europe's Rare Earth Dependence on China : Future Perspectives », European Institute for Asian Studies (EIAS), décembre 2014, p. 7.
[14] *Ibid*., p. 7.
[15] BIHOUIX Philippe (dir.) – *op.cit*., p. 41.
[16] *Ibid.*
[17] HURST Cindy - *China's Rare Earth Elements Industry: What Can the West Learn?* Institute for Analysis of Global Security (IAGS), Mars 2010, p. 4.
[18] DREZET Eric – « La séparation des terres rares », Ecoinfo.fr, 6 août 2010
[19] MAESTRO Patrick et al. – *op.cit.*, p. 8, p. 10.

La séparation des terres rares se fait au prix d'un long processus de traitement complexe.

Cependant, trois étapes majeures sont à retenir[20] :

- la séparation des terres rares d'autres éléments : étape où les éléments extraits sont débarrassés de leur gangue* et d'autres métaux lourds*. Ensuite, on procède à un broyage préliminaire, puis à des applications successives ou combinées de différentes méthodes (électrostatique, électromagnétique, gravimétrique). La flottation* est une technique qui peut également être utilisée dans cette étape, notamment lorsque l'on récupère les terres rares depuis la bastnaésite. Cette première étape permet d'obtenir un mélange riche de 50-60% en terres rares.
- l'enrichissement des minerais contenant les terres rares par des solutions chimiques : étape consistant à attaquer les minerais enrichis à l'aide d'une attaque acide ou basique. Cette deuxième étape permet d'obtenir un mélange enrichi de terres rares (qui ne sont toujours pas séparées entre elles) à environ 95%. Dans le cas des argiles, la séparation d'avec le minerai est plus simple car 90% des terres rares s'obtiennent grâce à un lavage avec une solution ammoniaquée.
- la séparation des terres rares les unes des autres : elle se fait principalement par une méthode d'extraction à l'aide de solvants*. Cette méthode est notamment utilisée par l'entreprise française Rhodia (voir schéma page suivante).

[20] *Ibid.*, p. 4.



Terres rares : l'extraction liquide-liquide

Principe de l'extraction liquide-liquide, en a, et de son fonctionnement en continu, en b (doc. Rhodia).

© Encyclopædia Universalis France

Figure 5. Extraction liquide-liquide des terres rares
Source : Encyclopediae Universalis – « Lanthane et lanthanides »

Le type d'extraction utilisée par Rhodia est appelé extraction liquide-liquide[21] (voir schéma ci-dessus). Ce procédé consiste à extraire une substance de sa solution aqueuse en utilisant un solvant organique non miscible à l'eau (mélange). L'extraction étant rarement totale, il faut recommencer plusieurs fois l'opération pour obtenir un degré de séparation et de pureté satisfaisants (opération multi-étage). Rhodia a développé un procédé[22] dans lequel le mélange initial se distingue en trois phases enrichies d'abord en terres rares légères (début de série), puis en terres rares lourdes (fin de série) et enfin

[21] *Ibid*., pp. 4-5.
[22] *Ibid.*, p. 4.

en terre rares du milieu. Les mélanges intermédiaires sont ensuite respectivement séparés en leurs composants (éléments contenus dans les mélanges) par répétition du processus. La méthode d'extraction liquide-liquide fonctionne de manière continue et est peu coûteuse ce qui est très avantageux lorsqu'il faut traiter de grosses quantités de matériaux. Cette méthode permet d'obtenir une pureté de l'ordre de 99,999%. Pour les éléments les plus rares ou si l'on cherche à obtenir une plus grande pureté, l'extraction liquide-solide peut alors être employée. À l'aide de supports solides (souvent des résines synthétiques) qui permettent de fixer les terres rares par adsorption* physique. La méthode d'extraction liquide-solide[23] permet d'obtenir des terres rares pures à 99,9999% et plus, mais ne peut être utilisée que pour de petites quantités. Les extractions de terres rares nécessitent l'utilisation de nombreux solvants ce qui n'est pas sans conséquence sur l'environnement et la santé des populations (comme nous le verrons dans la deuxième partie de ce mémoire).

Ce schéma résume parfaitement tout le processus d'obtention des terres rares :

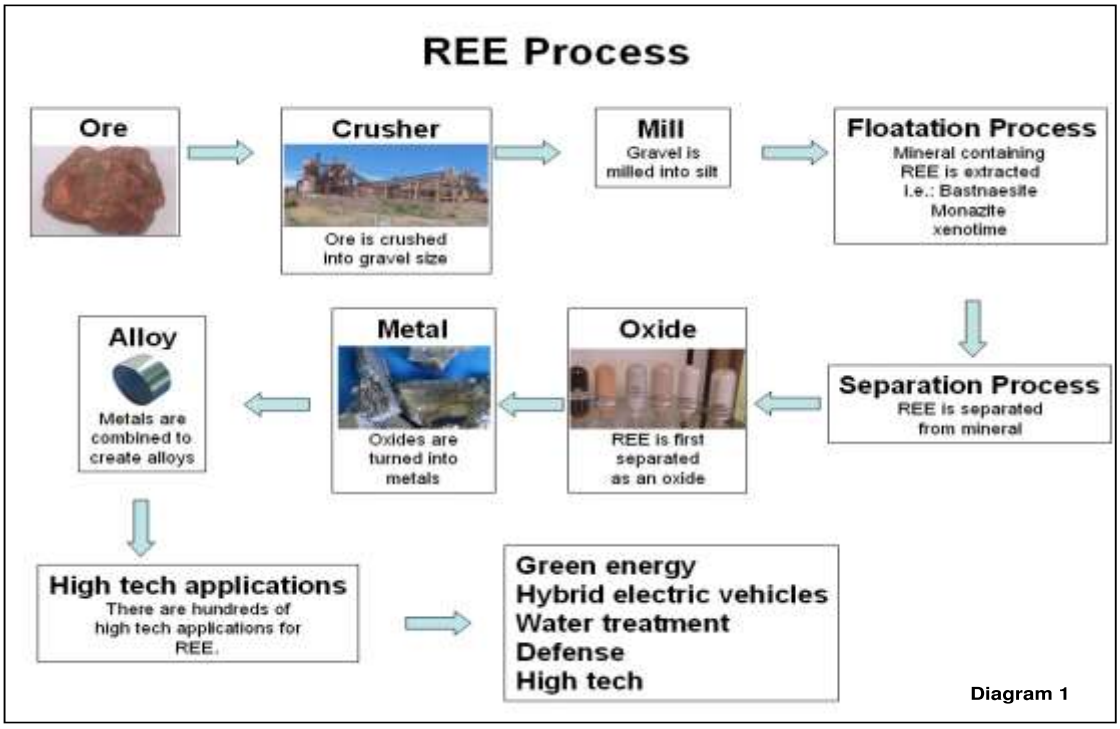


Figure 6. Processus d'obtention des terres rares
Source: Cindy Hurst - China's Rare Earth Elements Industry: What Can the West Learn?, p.5

[23] *Ibid.*, p. 5.

Une fois purifiées et séparées, les terres rares sont surtout vendues souvent sous forme d'oxydes, de métaux ou d'alliages qui sont ensuite transformés pour pouvoir être utilisés commercialement.

Section III – L'utilisation des terres rares

A. Applications en fonction des propriétés chimiques

Les propriétés chimiques des terres rares sont importantes pour de nombreux domaines.

1. Métallurgie

La métallurgie représente le quart de la consommation des terres rares[24]. Nous l'avons déjà vu, le mischmétal est utilisé dans le traitement de l'acier ou de la fonte comme agent de renfort. Pour ces opérations, les éléments de terres rares utilisés n'ont pas besoin d'être d'une grande pureté, c'est la raison pour laquelle on n'utilise que le mischmétal[25]. L'acier traité aux terres rares est utilisé pour les forets dans l'industrie du pétrole, les pipelines et les canalisations nécessaire au cracking du pétrole car il a une excellente résistance aux agents corrosifs à température élevée[26]. Le cracking est « *un procédé industriel consistant à modifier la composition d'un produit pétrolier sous les effets conjugués de la température, de la pression et, le plus souvent, d'un catalyseur.* [27] » Le mischmétal est également très utilisé dans les alliages. Ainsi, l'utilisation du mischmétal la plus ancienne et la plus répandue, est le mélange de ce dernier avec 30% de fer pour créer la pierre pyrophorique des briquets[28].
Actuellement, les deux alliages de terres rares les plus utilisés sont les suivants : samarium-cobalt et néodyme-fer-bore. Dans le cas de ces alliages, il faut des terres rares pures, auxquels on ajoute parfois d'autres métaux (cuivre, fer, dysprosium ou erbium) pour obtenir de meilleures performances[29].

[24] MAESTRO Patrick et al. – *op.cit*., p. 10.
[25] *Ibid*., p. 10.
[26] *Ibid*., p. 10.
[27] larousse.fr - http://www.larousse.fr/archives/grande-encyclopedie/page/3800.
[28] MAESTRO Patrick et al. – *op.cit*., p. 10.
[29] *Ibid*., p. 10.

Ces deux alliages sont surtout très importants pour l'industrie de haute technologie ou les industries vertes car ils permettent de créer des aimants très résistants et très puissants. Nous reviendrons en détail sur les capacités de ces aimants lorsque nous aborderons les applications des terres rares liées à leurs propriétés magnétiques.

2. Batteries électrochimiques

Avec l'essor des appareils électroniques portables, il a fallu créer des batteries avec suffisamment d'autonomie[30]. Ainsi, des alliages lanthane-nickel ou manganèse-nickel (alliés à d'autres éléments) permettent le stockage électrochimique de l'hydrogène. Les batteries de ce type ont des capacités intéressantes et permettent de nombreux cycles de recharge, mais sur une durée limitée[31]. Ces batteries sont utilisées dans les téléphones portables, les lecteurs DVD portables, les ordinateurs portables et dans les véhicules électriques.

3. Catalyse

« *Un catalyseur est une substance chimique qui augmente le rendement et/ou la vitesse d'une réaction chimique sans être altérée de manière permanente par la réaction*.[32]»
En ce sens, les catalyseurs sont utilisés dans de nombreux domaines, en particulier dans le secteur de l'automobile. Les oxydes de terres rares, surtout ceux du lanthane et du cérium, sont utilisés dans la postcombustion automobile[33]. L'objectif de cette opération est de réduire les effets nocifs des gaz d'échappements des voitures.
Dans une plus petite mesure, la fonction de catalyseur des terres rares est utilisée dans les fours domestiques autonettoyants ou encore la fabrication de certains des composants de la gomme des pneus[34].

[30] *Ibid.*, p. 10.
[31] *Ibid*., p. 10.
[32] *Ibid*., p. 10.
[33] *Ibid*., p. 11.
[34] *Ibid*., p. 11.

4. Verres, plastiques et céramiques

Les terres rares jouent ici le rôle d'additifs dans les verres grâce à deux de leurs aspects[35] :

- un aspect mécanique : l'oxyde de cérium sert d'agent de polissage des verres. On l'utilise pour les verres plats ou des écrans cathodiques qui sont les supports de produits luminescents également composés de terres rares.
- un aspect optique : l'oxyde de cérium agit comme un agent de coloration. Le cérium est également utilisé comme un agent qui brunit les verres plats. D'autres terres rares sont utilisées comme colorant de pierres synthétiques, en joaillerie (le praséodyme dans le zircon créé la couleur jaune vif, le néodyme le rose violacé, l'yttrium l'orange, l'oxyde praséodyme-cérium produit du bordeaux). L'ajout de terres rares aux céramiques permet de renforcer la structure des matériaux ou de faire ressortir une propriété (teinte opalescente* par exemple).

5. Fertilisants pour l'agriculture

Bien qu'étant l'une des applications des terres rares la moins connue, des études effectuées en Chine à partir des années 1980 démontrent que la pulvérisation d'une solution légèrement acidifiée aux nitrates de terres rares sur les cultures permet une augmentation de 5 à 20% des rendements des productions agricoles (blé, riz, thé, coton, canne à sucre, hévéa)[36]. « *On explique l'accroissement du rendement par rayon d'ion de terres rares légères voisin de celui du calcium, ce qui influe sur le métabolisme des plantes, à moins que cela ne soit dû à la présence de molécules contenant un groupement phosphate, auquel cas la terre rare n'aurait qu'une action intrinsèque réduite*.[37] »

[35] *Ibid*., p. 11.
[36] *Ibid*., p. 12.
[37] *Ibid*., p. 12.

B. Applications en fonction des propriétés optiques

Les propriétés optiques des terres rares sont très utiles pour les nouvelles technologies, les technologies de la communication ou encore la transmission des images (les terres rares utilisées doivent d'être extrêmement pures, de l'ordre de 99,99% ou plus)[38].

1. Lasers, nanolasers et fibres optiques

Les lasers composés de terres rares sont principalement solides. Ces lasers sont utilisés en télémétrie aussi bien civile que militaire, comme outils de découpe ou nouveau type de bistouri[39].

Les nanolasers sont principalement faits à base de néodyme et ytterbium. On retrouve de l'yttrium dans les lasers servant à la découpe (notamment pour le micro usinage qui nécessite un découpage minutieux et de précision), à retirer les imperfections sur les diamants, pour durcir la surface des lames des turbines ou même dans la destruction de cellules cancéreuses par rayons gamma[40].

Les fibres optiques servent principalement aux télécommunications longue distance, au diagnostic médical (le gadolinium est par exemple utilisé dans les écrans à rayons x[41]), à transporter à distance un faisceau laser ou encore à mesurer à distance les températures[42].

2. Les luminophores

Ce sont les matériaux luminescents. Les luminophores faits en terres rares ont permis de reproduire quasiment à l'identique la lumière du jour, en conjuguant de manière précise les couleurs primaires bleu (europium), vert (terbium) et rouge (europium) et une miniaturisation des tubes ayant une ergonomie proche de celles des lampes à

[38] *Ibid*., p. 12.
[39] *Ibid*., p. 12.
[40] REE Handbook – Ytterbium (en ligne).
[41] Rare Earth Investing News – « Uses of Rare Earths, Part Two : Heavy Rare Earths », 25 novembre 2013.
[42] MAESTRO Patrick et al. – *op.cit*., p. 13.

incandescence[43]. Le rendement énergétique ainsi obtenu est cinq à huit fois supérieur et a une durée de vie qui peut atteindre des milliers d'heures[44].

L'utilisation des terres rares est également importante pour les tubes cathodiques et l'affichage (ce sont les écrans ou supports sur écran, sur lesquels sont reproduites des images en couleurs en excitant de manière sélective trois luminophores qui tout comme les lampes peuvent produire une image blanche)[45]. Les terres rares permettent aussi d'obtenir des écrans plus plats, plus grands et moins encombrants.

En radiographie médicale, les luminophores de terres rares renforcent la sensibilité des écrans récepteurs et permettent de réduire le temps d'exposition des patients au rayonnement X[46].

En biologie moléculaire, dès les années 1990, grâce aux méthodes de fluorescence, les chercheurs ont pu comprendre et étudier in vitro (de manière non destructrice), les dynamiques de transformation de certaines molécules[47]. Ceci permet de comprendre la source de certains problèmes de santé et d'apporter des moyens pour les résoudre. La méthode développée consiste à fixer une molécule fluorescente sur un tissu malade, l'énergie libérée par la radiation de fluorescence dégage de l'oxygène actif contenu dans la molécule fluorescente et détruit le tissu[48]. Cette technique est encore perfectible mais elle est utilisée en cardiologie, en dermatologie ou encore en cancérologie[49].

Les terres rares se trouvent aussi dans les lampes non éclairantes telles que les lampes U.V. utilisées aussi bien en dermatologie que dans d'autres domaines[50].

Enfin, la capacité de fluorescence renforcée par les terres rares est aussi utilisée pour les marquages de sécurité (portes, lignes au sol, etc.) et autres dispositifs de marquage[51].

[43] *Ibid.*, p. 13.
[44] *Ibid*., p. 13.
[45] *Ibid*., p. 13.
[46] *Ibid.*, p. 14.
[47] *Ibid.*, p. 14.
[48] *Ibid*., p. 14.
[49] *Ibid*., p. 14.
[50] *Ibid*., p. 14.
[51] *Ibid*., p. 14.

C. Applications en fonction des propriétés magnétiques

Les propriétés magnétiques exceptionnelles des terres rares s'illustrent surtout dans le domaine des aimants permanents. Avec les avancées technologiques et la recherche et développement, les aimants sont devenus de plus en plus puissants, petits et malléables.

1. Les aimants samarium-cobalt

Ils possèdent une force d'aimantation quatre fois supérieure aux aimants classiques faits à base de fer, ce qui permet de miniaturiser les objets dans lesquels ils sont présents[52]. Les aimants samarium-cobalt résistent à la démagnétisation, à de très hautes températures et aux environnements hostiles[53] (froid par exemple).
Depuis les années 1980, malgré un prix plus onéreux que celui des aimants en fer, ces aimants sont utilisés dans de nombreux domaines (alternateurs, écouteurs, microphones, interrupteurs, détecteurs de métaux, trains à lévitation magnétique en Allemagne et au Japon, etc.)[54].

2. Les aimants néodyme-fer-bore

Ils ont été développés dès les années 1980 et restent à ce jour les aimants les plus puissants du monde. Les aimants néodyme-fer-bore ont un champ d'application plus vaste que celui des aimants samarium-cobalt, car ils permettent une miniaturisation extrême[55]. Dans les éoliennes, la présence d'aimants néodyme-fer-bore permet le fonctionnement des turbines même en cas de vent faible (par rapport aux éoliennes classiques), ce qui fait qu'elles peuvent produire davantage d'électricité[56]. Ces aimants coûteux sont également utilisés en imagerie par résonnance magnétique (I.R.M.)[57].

[52] *Ibid.*, p. 14.
[53] Rare Earth Investing News – *op.cit.*
[54] MAESTRO Patrick et al. – *op.cit*., p. 14.
[55] *Ibid*., p. 15.
[56] Rare Earth Investing News – *op.cit.*
[57] MAESTRO Patrick et al. – *op.cit*., p. 15.

D. Utilisations en fonction de la terre rare

Tableau 1 - Propriété et utilisation des terres rares

	Terres rares	Propriétés	Utilisations principales	Taux de croissance annuel de la demande (2010-2015)
Terres rares légères	Lanthanum	Catalytique, électrique, chimique, optique	Lentilles, éclairage, raffinage pétrole	
	Cérium	Catalytique, électrique, chimique, optique	Pots catalytiques, raffinage pétrole, alliages métalliques	
	Praseodinium	Magnétique, électrique, chimique, optique	Aimants, visières de protection	
	Neodynium	Catalytique, magnétique, électrique, optique	Aimants permanents, autocatalyseurs, raffinage pétrole, lasers	16%
	Samarium	Magnétique	Aimants	
Terres rares Lourdes (1)	Europium	Optique	Phosphores, piles à combustibles, absorbants de neutrons	
	Terbium	Magnétique, optique	Phosphores, aimants permanents	27%
	Dysprosium	Magnétique, optique	Aimants permanents, moteurs hybrides	16%
	Erbium	Optique	Médecine nucléaire, lasers	
	Yttrium	Optique	Phosphores rouges, Lampes fluorescentes, céramiques, alliages métalliques	30%
	Gadolinium	Magnétique, optique	Aimants	

Figure 7. Utilisations des terres rares classées en fonction de la terre rare
Source : Evelyne Dourille-Feer – Terres rares : les grandes manœuvres, 2012

Le tableau ci-dessus permet d'avoir une vision de l'utilisation des terres rares en fonction des terres rares les plus utilisées. Ainsi les éléments notés en vert poseront un problème d'approvisionnement dans le futur, car la demande sur le marché pour ces terres rares est amenée à devenir de plus en plus forte[58]. L'holmium, le thulium, le lutétium, l'ytterbium et le scandium n'apparaissant pas dans le tableau parce qu'ils occupent une place très faible au niveau de la demande sur le marché[59]. Ce tableau indique également que parmi les terres rares qui pourraient être amenées à manquer, la plupart d'entre elles sont des terres rares lourdes. Les terres yttriques demandent davantage de techniques et de produits chimiques pour être extraites, ce qui rend leur extraction plus polluante (déchets toxiques dont certains sont radioactifs). Par conséquent, peu de pays sont prêts à extraire des terres rares lourdes, du fait du lourd prix environnemental à payer et parce qu'elles ne se trouvent pas toujours en

[58] DOURILLE - FEER Evelyne – « Terres rares : les grandes manœuvres », Cepii.fr, 28 août 2012.
[59] *Ibid.*

concentration suffisante. La majorité des terres rares lourdes sont aujourd'hui produites en Chine.

E. Applications des terres rares dans les technologies militaires

Les terres rares sont également indispensables pour l'industrie de l'armement et de la défense. Elles sont utilisées pour les technologies militaires tels que[60]:

- les systèmes de guidage et de contrôle des missiles
- les moteurs d'entraînement de disques des avions, tanks, systèmes de missiles et de centres de contrôle et de commandement
- les lasers pour détecter les mines
- les communications satellites, radars et sonars
- les équipements optiques (jumelles, lunettes à vision infrarouge, etc.) et de transmissions (radio, etc.).

[60] BAILEY-GRASSO Valerie - *Rare Earth Elements in National Defense: Background, Oversight Issues, and Options for Congress*, Congressional Research Service, 23 décembre mars 2013, p. 10.

F. Illustrations des applications des terres rares



Figure 8. Application des terres rares dans les technologies vertes
Source : BORDAGE Frédéric – « Terres rares : une infographie pour tout comprendre », greenIT.fr, le 1 août 2014.



Figure 9. Application des terres rares dans le secteur de la santé
Source : BORDAGE Frédéric – « Terres rares : une infographie pour tout comprendre », greenIT.fr, le 1 août 2014.

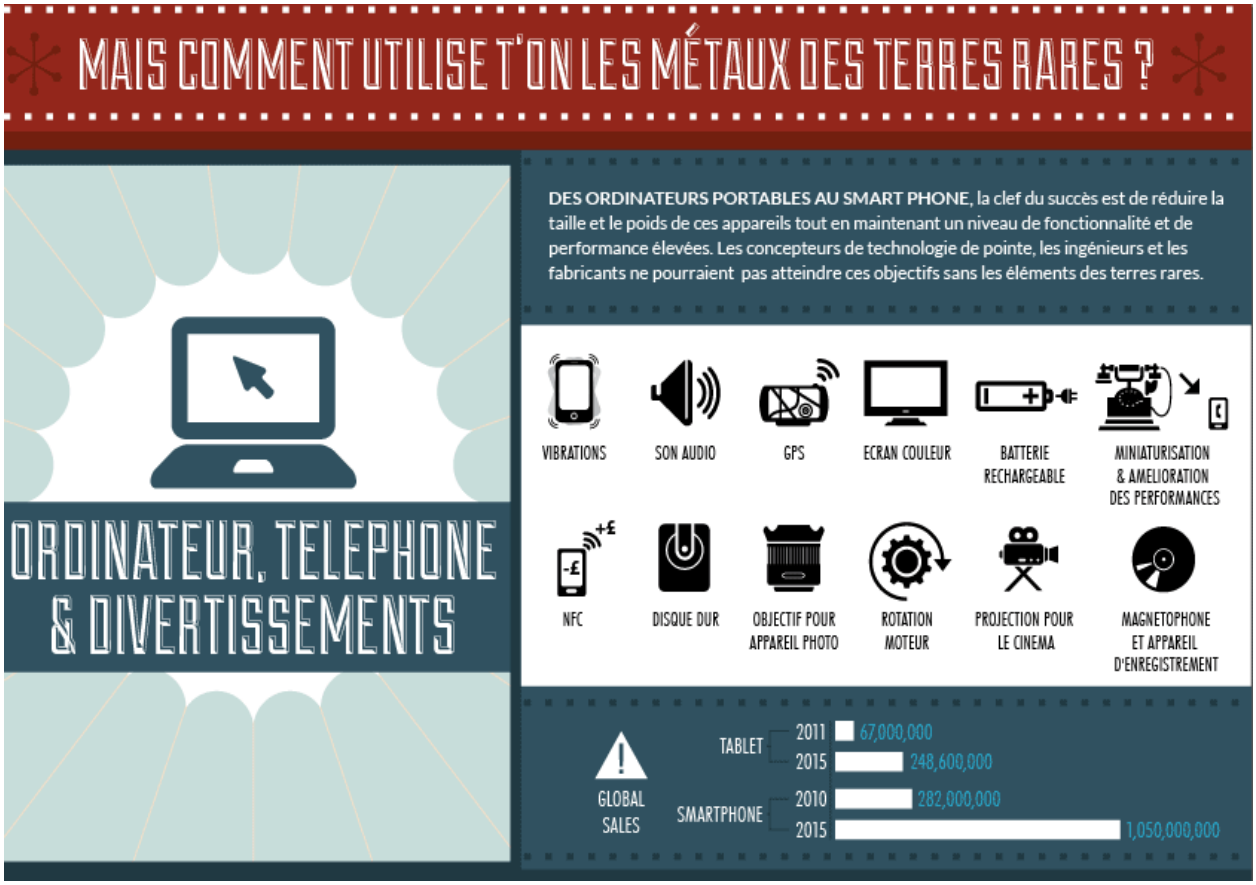


Figure 10. Application des terres rares en haute technologie
Source : BORDAGE Frédéric – « Terres rares : une infographie pour tout comprendre », greenIT.fr, le 1 août 2014.



Figure 11. Application des terres rares dans le secteur de la défense
Source : BORDAGE Frédéric – « Terres rares : une infographie pour tout comprendre », greenIT.fr, le 1 août 2014.

Comme nous venons de le voir dans ce chapitre, les terres rares ont une longue histoire et des propriétés exceptionnelles qui leur permettent d'être indispensables dans beaucoup de domaines. Elles sont utiles aussi bien pour la haute technologie que pour l'industrie militaire (comme expliqué dans l'annexe 1). La production des terres rares est donc un enjeu considérable et montre que ces éléments ont une caractéristique stratégique.

Intéressons-nous maintenant dans un deuxième chapitre, à la manière dont la Chine est devenue le premier producteur mondial de terres rares et à ce que cette mainmise de la Chine sur une telle ressource implique pour les pays occidentaux et le Japon dont l'économie dépend beaucoup des terres rares (haute technologie, véhicules hybrides, etc.).

Chapitre 2 – Les terres rares : une ressource aux mains de la Chine

En 1992, lors de son voyage dans le sud de la Chine, Deng Xiaoping déclare[61] : « Le Moyen-Orient a le pétrole, la Chine les terres rares ». Avec cette déclaration, Deng Xiaoping entend que si le pétrole joue un rôle stratégique pour le Moyen-Orient, les terres rares seront amenées à jouer le même rôle pour la Chine. C'est un encouragement au développement de l'industrie des terres rares en Chine, qui commençait déjà à prendre une plus grosse place sur le marché mondial.

Dans ce chapitre il sera question de la production mondiale des terres rares, puis nous expliquerons comment la Chine se retrouve aujourd'hui dans une situation de quasi-monopole de la production de ces éléments.

Section I – La production mondiale des terres rares : d'une production dominée par les États-Unis à une production dominée par la Chine

A. Histoire de l'industrie des terres rares aux États-Unis

La production commerciale des terres rares commence au début du XXe siècle[62]. Le Brésil et l'Inde sont les premiers pays à produire et à exporter des terres rares. La Malaisie et l'Australie ont commencé leurs exportations dans les années 1940[63].

En 1949, deux prospecteurs américains à la recherche d'uranium, dans le contexte de la Guerre froide, se rendent sur le site de Mountain Pass en Californie aux États-Unis[64]. Ils amènent leur compteur Geiger pour détecter des matériaux radioactifs qui confirmeraient la présence d'uranium. Ils découvrent de la radioactivité dans un minerai brunâtre et pensent avoir découvert de l'uranium. Pour être sûrs de leur découverte, ils envoient le minerai au United States Geological Survey (USCS) qui est l'organisme gouvernemental américain spécialisé dans les sciences de la Terre. L'USGS fait de plus amples analyses et découvre que le minerai découvert par les deux prospecteurs n'est pas de l'uranium mais de la bastnaésite. Le matériau radioactif que les deux

[61] WANG Junzhi — *zhongguo xitu baowei zhan*, (Pour la défense des terres rares chinoises), zhongguo jingji chubanshe, 2011, p. 30.
[62] EBNER Julia – *op.cit*., p. 7.
[63] *Ibid*.
[64] HURST Cindy – *op.cit*., p. 10.

prospecteurs ont détecté se compose de thorium et d'infimes traces d'uranium. Ils sont déçus, mais sans le savoir ils viennent de découvrir l'un des plus grands gisements de terres rares au monde. Cette découverte va amener plusieurs industriels à se précipiter pour acquérir le site de Mountain Pass.

En 1953, l'entreprise américaine Molybdenum Corporation of America, qui a acquis Mountain Pass, commence la production de terres rares à partir de la bastnaésite. Au départ, la mine se destinait essentiellement à la séparation de l'europium. En effet, c'est à cette période que la production de téléviseurs prend son essor[65]. L'europium est essentiel pour les tubes cathodiques des téléviseurs. Le site de Mountain Pass produisait de l'europium à 99,99% pur, puis grâce à la découverte de méthodes d'extraction plus performantes, d'autres terres rares ont été extraites notamment le lanthane, le cérium, le néodyme et le praséodyme[66]. Avec l'augmentation de la production des terres rares et de la demande, les scientifiques ont pu faire des recherches sur de nouvelles applications pour les éléments de terres rares. En quelques décennies, Mountain Pass, aujourd'hui détenue par la firme américaine Molycorp Minerals, est devenue la première source d'approvisionnement mondial en terres rares[67]. Les États-Unis ont été les leaders de l'industrie des terres rares, en matière de production et d'innovation des années 1950 aux années 1980[68]. En 1984, Mountain Pass fournissait 100% de la demande sur le marché américain et concentrait un tiers des exportations mondiales de terres rares[69]. L'avènement de la Chine dans les années 1980, a fait tomber en désuétude l'industrie américaine des terres rares. Pour mieux comprendre la place qu'occupe aujourd'hui la Chine, il convient de revenir sur l'histoire de l'industrie chinoise des terres rares.

[65] *Ibid*., p. 10.
[66] *Ibid*., p. 10.
[67] *Ibid*., p. 10.
[68] BEAUCHAMP-MUSTAFAGA Nathan et LEVKOWITZ Lee, US-China Economic and security review commission - *China's rare earths industry and its role in the international market,* 2010, p. 2.
[69] *Ibid*., p. 2.

B. Histoire de l'industrie des terres rares en Chine

En 1927, un professeur et célèbre géologue chinois, Dong Daoheng découvre un dépôt de fer à Bayan Obo, près de la ville de Baotou, en Mongolie intérieure[70]. En 1934, de nouvelles recherches confirment la présence de bastnaésite et de monazite sur le site de Bayan Obo. La mine est à l'époque détenue par l'entreprise chinoise Baotou Iron and Steel Company (aujourd'hui appelée Baotou Steel ou Baogang Group). Dans les années 1950, He Zuolin, professeur d'université en géologie, découvre la présence de terres rares à Bayan Obo. Il découvre ainsi le plus gros gisement de terres rares au monde (jusqu'à nos jours) qui contient alors 80% des réserves mondiales[71]. Néanmoins, les procédés de séparation de l'époque sont plutôt archaïques et ne permettent pas une industrialisation du secteur.

Dans les années 1950, l'Institut de chimie appliquée de l'Académie chinoise des sciences de Changchun débute des recherches sur la séparation des terres rares[72].

En 1958, l'Institut de recherche sur les métaux non ferreux de Pékin conduit des recherches pour extraire les terres rares depuis la monazite et réussit en juillet de la même année à extraire 16 minerais de terres rares depuis le même minerai[73]. En 1960, ce même institut met en place un laboratoire expérimental sur les terres rares et réussi à développer deux méthodes d'extraction (échange d'ions et semi-extraction à contre-courant)[74]. Cependant, ces méthodes ne suffisent pas pour une exploitation à l'échelle industrielle.

Voyant le potentiel économique (et stratégique) que renferment les terres rares et inspirée par la réussite américaine (les États-Unis sont à ce moment-là les leaders de l'industrie) et au vu des ressources qu'elle possède, la Chine cherche à développer cette industrie[75]. À la fin des années 1970, la production chinoise des terres rares a augmenté grâce à l'aide du gouvernement chinois pour développer les technologies minières ainsi que la recherche et développement dédiée aux applications des terres rares[76]. C'est grâce à cet appui du gouvernement et au rôle primordial joué par Xu Guangxian dans

[70] HURST Cindy - *op.cit.*, p. 11.
[71] WANG Junzhi — *op.cit.*, p. 21.
[72] *Ibid.*, p. 21.
[73] *Ibid.*, p. 21.
[74] *Ibid.*, p. 21.
[75] BEAUCHAMP-MUSTAFAGA Nathan et LEVKOWITZ Lee – *op.cit.*, p. 2.
[76] *Ibid.*, p. 2.

la séparation et l'extraction des terres rares que la Chine va devenir compétitive sur le marché. Xu Guangxian (1920-2015) est considéré comme le « Père des terres rares » en Chine[77]. Grand chimiste chinois, il fut également membre de l'Académie chinoise des sciences. Xu a commencé ses études en Chine, mais c'est à l'Université Columbia, aux États-Unis, qu'il fera son doctorat de chimie de 1946 à 1951[78]. Il revient en Chine en 1951, pour y occuper un poste de professeur associé à l'Université de Pékin. Au départ, il effectue des recherches sur l'extraction de métaux, puis en 1956 il axe ses recherches sur la chimie nucléaire dans le cadre de recherches chinoises sur le développement de la bombe nucléaire[79]. Il travaillait notamment sur l'extraction de combustibles nucléaires.

En 1966, au début de la Révolution culturelle (1966-1976), le département pour lequel il travaille à l'Université de Pékin doit cesser ses recherches sur le nucléaire, Xu se tourne alors vers la recherche théorique[80]. En 1969, Xu et son épouse, Gao Xiaoxia (elle aussi chimiste), sont arrêtés. Accusés d'être des espions de l'ancien gouvernement Guomindang, ils sont envoyés en camp de travail et y resteront jusqu'en 1972[81].

En 1972, Xu Guangxian revient à l'Université de Pékin et s'intéresse à l'extraction et la purification des terres rares[82]. Il fait ses recherches sur le praséodyme et le néodyme. À ce moment, les méthodes d'extraction dominantes sur le marché international sont la cristallisation et l'extraction par échanges d'ions. Ces deux méthodes sont coûteuses, ne permettent pas un niveau élevé de purification et par conséquent sont peu propices à une production à la chaîne[83]. Xu Guangxian persévère dans ses recherches et découvre une méthode d'extraction qui va permettre à la Chine d'être compétitive sur le marché de la séparation et purification des terres rares[84], puis de totalement dominer cette partie du marché. Il découvre l'extraction et la purification des terres rares à l'aide de solvants. C'est cette méthode d'extraction qui va permettre à la Chine de s'imposer comme principal producteur des terres rares au niveau mondial car elle est peu coûteuse et réalisable à l'échelle industrielle.

[77] HURST Cindy – *op.cit*., p. 7.
[78] *Ibid*., p. 7.
[79] *Ibid*., p. 7.
[80] *Ibid*., p. 8.
[81] *Ibid*., p. 8.
[82] *Ibid*., p. 8.
[83] WANG Junzhi – *op.cit*., p. 22.
[84] *Ibid*., p. 22.

En 1975, l'Institut de recherche sur les métaux non ferreux de Canton, développe une méthode de flottation par acide qui permet dès la première utilisation d'obtenir un concentré riche de 60% en oxydes de terres rares [85]. En novembre 1979, le gouvernement chinois fonde la Chinese Society of Rare Earths. Cette association à buts non lucratifs regroupe des scientifiques chinois spécialistes des terres rares qui travaillent sur la recherche et le développement des terres rares[86].

Dans les années 1990, Xu Guangxian obtient la direction du département de chimie de la Fondation nationale chinoise des sciences naturelles où il lance plusieurs programmes de recherche sur les terres rares[87]. En 1999, Xu dénonce le manque de recherche en Chine sur l'application des terres rares en électronique et dans la haute technologie, il encourage la recherche dans ces secteurs et continue de le faire, même s'il est aujourd'hui à la retraite[88]. Avant les années 1990, la Chine se concentrait principalement sur la séparation (recherche appliquée*) mais elle se tourne de plus en plus vers la recherche fondamentale*[89]. Au cours de sa carrière, Xu Guangxian a également mis en place deux centres de recherches toujours actifs aujourd'hui[90] : le State Key Laboratory of Rare Earth Resource Utilization et le State Key Laboratoty of Rare Earth Materials Chemistry and Application.

En 1987, Xu créé l'Open Laboratory of Rare Earth Chemistry Physics, spécialisé dans la recherche appliquée et approuvé par l'Académie chinoise des sciences. Depuis 2007, ce centre est devenu le State Key Laboratory of Rare Earth Resource Utilization et il est rattaché à l'Institut de chimie appliquée de Changchun, lui-même rattaché à l'Académie chinoise des sciences (ACS). En 2010, il comptait 40 membres (20 professeurs d'université et 2 membres de l'ACS). Les recherches de ce laboratoire se concentrent sur :

- la physique et la chimie des terres rares à l'état solide (défauts des matériaux et composites, ingénierie moléculaire, luminescence des terres rares et nanotechnologies)
- la chimie biorganique et la biologie chimique des terres rares et des éléments liés (reconnaissance spécifique entre les mélanges de terres rares et les biomolécules, expression protéinique et chimie des acides nucléiques).

[85] *Ibid.*, p. 22.
[86] Voir le site internet de l'association : http://www.cs-re.org.cn/html/content_bs_expl.aspx
[87] HURST Cindy – *op.cit.*, p. 8.
[88] *Ibid.*, p. 8.
[89] *Ibid.*, p. 8.
[90] *Ibid.*, p. 8.

Le State Key Laboratoty of Rare Earth Materials Chemistry and Application est affilié à l'Université de Pékin. En 2010, il comptait 29 chercheurs (dont 3 membres de l'ACS), 13 professeurs, 3 ingénieurs et un assistant administratif. Au sein du laboratoire, on retrouvait 55 doctorants, 4 diplômés de master et 17 chercheurs postdoctoraux. Ses activités principales sont :

- la chimie de la séparation des terres rares
- l'exploration de nouvelles fonctions des terres rares
- la recherche en propriétés optiques, électriques et magnétiques des terres rares

Dans les années 1980, ce centre a permis des avancées significatives en matières de séparation des terres rares.

Il faut ajouter à ces deux centres clés dans la recherche des terres rares en Chine, deux autres instituts de recherche[91] :

- Baotou Research Institute of Rare Earth : créé en 1963, il est le plus grand institut de recherche sur les terres rares au monde. Ses principales fonctions sont la recherche en matière d'exploitation et d'utilisation des terres rares, la recherche sur les terres rares en métallurgie, la recherche en nouvelles fonctions des matériaux (science des matériaux) et sur les applications des terres rares dans l'industrie traditionnelle.
- General Institute for Nonferrous Metals (GRINM) : créé en 1952, cet institut est le plus grand institut de recherche et développement sur les métaux non ferreux de toute la Chine. Ses recherches concernent les terres rares, mais aussi d'autres métaux, sauf le fer et ses dérivés.

En plus de ces quatre centres de recherche, la Chine s'illustre aussi dans la publication de revues spécialisées sur les terres rares, toutes les deux créés par la Société chinoise des terres rares[92]:

- *Journal of Rare Earths* : créée en 1990, cette revue mensuelle publie des études sur les 17 éléments de terres rares. Les auteurs des articles sont des chercheurs chinois, mais des auteurs internationaux y apportent également leur contribution. Le comité éditorial est également composé de chercheurs chinois et internationaux (Amérique du nord, Japon, Europe). Xu Guangxian est le rédacteur en chef de la revue. Les articles recensent les dernières avancées en matière de recherche sur les terres rares (chimie et

[91] *Ibid*., p. 9.
[92] D'après la présentation sur le site internet du *Journal of Rare Earths* : http://www.re-journal.com/en/kanwu.asp (consulté le 25 avril 2015).

hydrométallurgie des terres rares, nouveaux matériaux à base de terres rares, géologie et minerais de terres rares, etc.).

- *Journal of the Chinese Society of Rare Earths* : créée en 1983 est une revue bimensuelle. Elles rassemblent les mêmes thèmes que le *Journal of Rare Earths.*

Ce sont les rares revues à s'intéresser quasi exclusivement aux terres rares dans le monde[93] et elles sont des revues de référence. Les articles y sont publiés en chinois et en anglais.

Depuis les années 1960, la Chine a cherché à maximiser les ressources de Bayan Obo, notamment en employant un personnel technique qualifié venu de toute la Chine pour trouver les moyens les plus efficaces pour extraire les terres rares (en particulier les innovations technologiques)[94]. De 1978 à 1989, la production chinoise de terres rares a augmenté de 40% par an, faisant de la Chine l'un des plus gros producteurs[95]. L'augmentation de la production a été rendue possible grâce à un élément clé. Le gouvernement de Pékin a grandement aidé les entreprises chinoises de terres rares à se développer. Au moment où la Chine développait son industrie de terres rares, beaucoup d'entreprises chinoises ne faisaient pas de bénéfices, mais elles pouvaient faire des demandes de prêts auprès des banques contrôlées par l'État[96]. Ce qui permettait aux entreprises chinoises de produire sans prendre trop de risques, contrairement aux entreprises américaines qui devaient assumer tous les coûts. Grâce à ce soutien de l'État, les entreprises chinoises ont pu produire des terres rares à bas prix et les exporter massivement[97]. Au cours des années 1990, la Chine a inondé le marché international de terres rares à bas prix, causant le ralentissement des entreprises étrangères du même secteur, voire à en mener certaines à la faillite[98]. En 2002, la mine de Mountain Pass est contrainte de fermer ses portes, ne pouvant plus rivaliser avec les bas prix chinois et parce que certaines normes environnementales n'étaient pas respectées[99].

En 1992, le Conseil des affaires de l'État[100] soutient la création de la Baotou Rare Earth Hi-Tech Industrial Development Zone, destinée à la recherche et au développement sur

[93] HURST Cindy – *op.cit*., p. 10.
[94] *Ibid*., p. 11.
[95] *Ibid*., p. 11.
[96] BEAUCHAMP-MUSTAFAGA Nathan et LEVKOWITZ Lee – *op.cit*., p. 2.
[97] *Ibid*., p. 2.
[98] HURST Cindy – *op.cit*., p. 11.
[99] BAILEY GRASSO Valerie - *op.cit.,* p. 16.
[100] En République populaire de Chine, le Conseil des Affaires de l'État est le principal organe administratif du pays.

les applications liées aux terres rares[101]. Ceci montre la volonté du gouvernement chinois de faire des terres rares un acteur du développement économique de la Chine.
Aujourd'hui la Chine est devenue le plus gros producteur et exportateur de terres rares au monde et produisait 95% de la production mondiale en 2010[102]. Elle consomme aussi 70% de la production mondiale des terres rares[103].
La Chine reste toujours le premier producteur mondial pour huit raisons[104] :
1 – La Chine possède 50% des réserves mondiales[105] réparties dans 21 provinces et régions autonomes. On parle de 50% de réserves potentielles, mais en termes de réserves exploitables vérifiées, la Chine possède 36% des réserves mondiales.
2 – Un coût du travail plus faible que celui d'autres pays producteurs et des prix plus bas que ceux pratiqués par les autres pays producteurs. Cependant, il faut noter qu'il y a peu d'informations sur la fixation du prix des terres rares, car elles ne sont pas cotées en bourse. Les prix sont fixés par des contrats d'achat aux termes inconnus[106]. Les prix des terres rares font l'objet de spéculations en hausse ou à la baisse, en particulier pour les terres rares les plus lourdes, qui en tonnage sont les plus utilisées pour les applications de haute technologie : dysprosium (dans les aimants permanents), europium (poudres luminophores des ampoules basse consommation) et terbium (poudres luminophores pour créer la couleur verte)[107].
3 – Une forte croissance économique qui a permis d'investir en masse sur le marché national de la production de minerais et d'investir à l'étranger (acquisition de licences d'exploitation, établir des équipements d'extraction et de production à l'étranger).
4 – Un effort accru et continu pour acquérir davantage de connaissances et compétences géologiques et techniques dans le domaine minier (recherche et développement, transferts de connaissances). La Chine est en quelque sorte devenue un « expert minier » et domine les 4 étapes de la chaîne d'approvisionnement en terres rares (extraction, transformation, purification et production).

[101] HURST Cindy – *op.cit*., p. 11.
[102] EBNER Julia – *op.cit.*, p. 6.
[103] ELS Frik – « Chinese rare earth giant born », mining.com, le 16 décembre 2014.
[104] *Ibid*., pp. 7-9.
[105] Le terme « réserve » renferme un sens bien particulier, beaucoup d'auteurs n'explicitent pas de quel type de réserves ils parlent. Pour plus de précision se reporter au lexique.
[106] CHRISTMANN Patrice – « Les nouvelles ressources en minerais stratégiques : l'exemple des terres rares », *Géoéconomie*, 2011/4 n°59, p. 77.
[107] *Ibid*., p. 77.

5 – Des lois environnementales plus laxistes que dans les pays occidentaux. Face aux scandales de fuites d'eaux usées contaminées par les déchets toxiques dans les années 1990 et d'autres scandales environnementaux liés à l'activité minière dans les pays occidentaux, ces derniers ont imposé des mesures environnementales plus strictes. Molycorp a par exemple dû cesser ses activités (reprises depuis 2012) le temps de se mettre en conformité avec les nouvelles réglementations environnementales. Pendant ce temps, la Chine a pu continuer à développer son industrie et à dominer le marché.
6 – La Chine possède une politique minérale centralisée, planifiée et consolidée sur le long terme, basée sur un consensus interactif entre les acteurs de ce secteur. La politique des terres rares fait partie intégrante de la stratégie générale chinoise de gestion des ressources.
7 – Le gouvernement chinois appuie financièrement et légalement la plupart des entreprises minières. Ainsi, en cas de changements sur le marché, les entreprises sont protégées par le gouvernement.
8 – La Chine produit également à grande échelle du minerai de fer, dont les terres rares sont un sous-produit (sous-produit de l'exploitation du minerai de fer ; par exemple Baotou était au départ un site de gisement de fer, sur lequel de la bastnaésite a ensuite était découverte).
Il convient d'ajouter une neuvième caractéristique dans la dominance chinoise. Le marché des terres rares est relativement petit (93 800 tonnes ont été produites à l'échelle mondiale en 2011 par exemple) et les produits proviennent quasi exclusivement de Chine[108].
Ce sont toutes ces caractéristiques qui confèrent à la Chine un énorme avantage sur le marché international des terres rares et qui ont participé à la création d'un quasi-monopole sur les terres rares par la Chine (le monopole n'est pas total car la Chine ne produit pas 100% de la production mondiale). Le pouvoir de la Chine sur le marché des terres rares n'est pas seulement économique, il est également diplomatique et politique[109].

Comme nous pouvons le voir, la Chine possède une longue histoire en matière de recherche sur l'extraction et la séparation des terres rares, y compris en matière de

[108] *Ibid*., p. 3.
[109] EBNER Julia – *op.cit.*, p. 9.

publications scientifiques. C'est grâce à ces recherches (appuyées par le gouvernement de Pékin) et au rôle joué par Xu Guangxian que l'industrie des terres rares a pu se développer considérablement en Chine. Néanmoins, l'industrie d'extraction et de traitement des terres rares est extrêmement polluante (eaux usées, bouleversements des écosystèmes, poussières toxiques, etc.). La Chine s'est également imposée, car elle a longtemps relayé le problème environnemental au second plan. La position dominante de la Chine, au vu de l'aspect stratégique des terres rares (en particulier pour l'industrie de l'armement), provoque des tensions au niveau international avec d'autres pays.
Dans la seconde partie de ce chapitre nous montrerons en quoi les terres rares sont stratégiques et ce que cela signifie pour l'Union Européenne, les États-Unis et le Japon.

Section II – Une ressource stratégique source de discordes entre états

A. La Chine et son quasi-monopole sur la production mondiale des terres rares : un pouvoir économique, diplomatique et politique

Avant de continuer plus loin, expliquons ce qu'est une ressource stratégique et une ressource critique. Par exemple, un métal est stratégique lorsqu'il entre dans la composition d'outils militaires ou de l'industrie de l'armement, un métal est critique lorsque sa disparition ou la diminution de sa disponibilité entraîne des menaces pour les intérêts économiques et de défense d'un pays[110]. Il faut aussi ajouter que la criticité d'une ressource dépend des pays, des découvertes (géologiques et technologiques) et des informations données par les marchés[111]. Ainsi le cuivre est critique pour un pays qui développe l'urbanisme à grande vitesse, comme la Chine, mais ne l'est pas pour les pays européens qui sont déjà dotés en réseaux électriques urbains et de transports, mais avec le développement de l'énergie éolienne, le cuivre sera nécessaire pour relier éoliennes offshore et réseaux terrestres, à ce moment-là il pourrait apparaître comme une ressource critique[112].

[110] JEGOUREL Yves – « La sécurisation des approvisionnements en métaux stratégiques : entre économie et géopolitique », *Revue internationale et stratégique*, 2011/4, n°84.
[111] JULIENNE Didier – « Quand l'Afrique s'éveillera, la Chine tremblera », Revue internationale et stratégique, 2011/4, n°84, p. 79.
[112] *Ibid*., p. 79.

Les terres rares sont indispensables aux technologies duales (civiles et militaires), avec une demande mondiale de 136 000 tonnes en 2010 et une prévision de 185 000 tonnes pour 2015[113]. Leur utilisation dans de nombreux domaines, avec peu d'alternatives aussi efficaces, en fait une ressource stratégique, au même titre que d'autres ressources tels que le cobalt ou les hydrocarbures.

En plus de la production des oxydes de terres rares, la Chine produit également des alliages de terres rares et des aimants de terres rares (dont les précieux aimants néodyme-fer-bore)[114]. Une réduction de la production chinoise peut alors avoir de lourdes conséquences sur les prix des terres rares et créer une « peur » de rupture d'approvisionnement dans les pays consommateurs. C'est justement ce contrôle de la chaîne d'approvisionnement en terres rares et d'une certaine manière des prix qui confère à la Chine un pouvoir économique, mais aussi diplomatique et politique comme nous allons le voir dans ce qui va suivre.

En 2004, la Chine a mis en place des quotas d'exploitation officiellement pour protéger l'environnement des conséquences néfastes de l'industrie des terres rares[115]. En 2005, Xu Guangxian appelle à des mesures pour protéger les terres rares de la déplétion* et prône une utilisation rationnelle et durable, arguant que si la Chine continue à produire à son allure actuelle elle aura usé toutes ses réserves dans les 35 prochaines années[116]. En réponse, le gouvernement de Pékin décide d'instaurer une politique de quotas d'exportation sur certaines terres rares (dysprosium, terbium, thulium, lutétium, yttrium et d'autres terres rares lourdes ou peu communes), dans le but d'avoir assez de ressources pour sa propre industrie et regagner le contrôle sur l'industrie des terres rares chinoise [117] (qui produisait alors sans trop de restrictions). En plus des quotas d'exportation et d'exploitation, la Chine impose aussi des taxes à l'exportation de 15 à 25%[118].

Depuis 2007, la production des terres rares fait l'objet d'une planification obligatoire et en 2008, le gouvernement a instauré un « Plan national pour les ressources minérales » couvrant la période 2008-2015[119]. Avec cette mesure, Pékin entend réguler

[113]NIQUET Valérie – « La Chine et l'arme des terres rares », *Revue internationale et stratégique*, 2011/4 n° 84, p. 106.
[114] BEAUCHAMP-MUSTAFAGA Nathan et LEVKOWITZ Lee – *op.cit.*, p. 2.
[115] NIQUER Valérie – *op.cit.*, p. 107.
[116] HURST Cindy – *op.cit.*, p. 20.
[117] *Ibid.*, pp. 20-21.
[118] BAILEY GRASSO Valerie – *op.cit.*, p. 19.
[119] EBNER Julia – *op.cit.*, p. 11.

et contrôler le secteur, restreindre les exploitations et décider de l'utilisation des terres rares. En 2010, la Chine a baissé ses quotas de production de 72%, l'année suivante, les exportations de terres rares chinoises ont été réduites de 35%[120]. Ici, la Chine montre qu'elle a un pouvoir économique sur les terres rares, car cette réduction des exportations et des quotas de production a eu une conséquence directe sur les prix des terres rares qui ont augmenté de près de 500% par rapport à 2009[121] (voir graphique ci-dessous).

Figure 2: Select Rare Earths Price Index 2002-2010

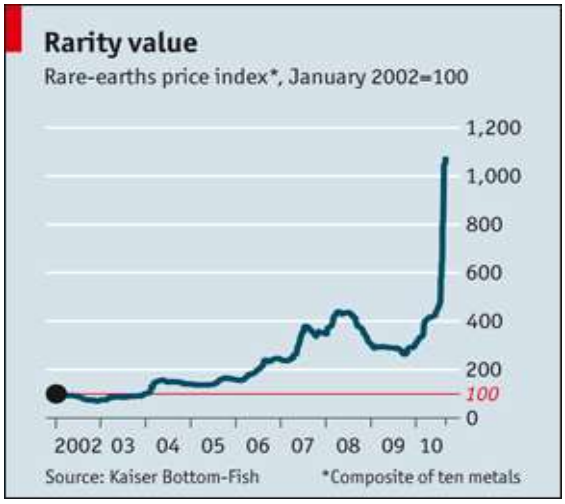


Figure 12. Évolution des prix des terres rares 2002-2010
Source: BEAUCHAMP-MUSTAFAGA Nathan et LEVKOWITZ Lee - US-China Economic and security review commission - China's rare earths industry and its role in the international market

En 2010, un incident sino-japonais, fait prendre une tournure géopolitique à la dominance chinoise sur les terres rares. En septembre 2010, un bateau de pêche chinois entre en collision avec des bateaux patrouilleurs de la garde côtière du Japon, dans les eaux proches des îles Senkaku[122] (ou Diaoyu en Chine). Le Japon arrête l'équipage du bateau de pêche et garde en détention le capitaine chinois. La Chine ordonne la libération immédiate du capitaine et menace le Japon de suspendre les échanges de haut niveau entre les deux pays. Des officiels de l'industrie japonaise, révèlent alors que la Chine a suspendu ses exportations de tous les oxydes, sels et métaux de terres rares vers le Japon[123]. Ceci est un énorme problème pour la Japon, qui est le premier importateur

[120] NIQUET Valérie – *op.cit.*, p. 107.
[121] BEAUCHAMP-MUSTAFAGA Nathan et LEVKOWITZ Lee – *op.cit.*, p. 4.
[122] Ces îles non habitées sont stratégiques de part leur localisation et pour les richesses (pêche, ressources naturelles, etc.) qu'elles possèdent. Elles sont au cœur d'une dispute entre le Japon, la Chine et Taïwan, qui en revendiquent chacun la souveraineté.
[123]BEAUCHAMP-MUSTAFAGA Nathan et LEVKOWITZ Lee – *op.cit.*, p. 5.

mondial de terres rares chinoises[124]. Au lendemain de la révélation des officiels de l'industrie japonaise, le gouvernement nippon décide de relâcher le capitaine chinois[125]. Néanmoins, la Chine n'aurait repris ses exportations vers le Japon que deux mois après la libération du capitaine chinois[126]. Le ministère du Commerce chinois a nié l'idée selon laquelle les exportations de terres rares vers le Japon ont cessé à cause de cet incident, tandis que le ministre chinois du Commerce de cette période, Chen Denming, a avancé que les exportateurs chinois de terres rares avaient pu cesser les exportations en raison de leurs sentiments personnels envers le Japon[127]. L'ancien Premier ministre, Wen Jiabao, a assuré que la Chine ne se servait pas des terres rares comme d'un moyen de marchandage[128]. Certains analystes voient dans cet incident un motif politique, celui d'une dispute territoriale (îles Senkaku/Diaoyu) qui prendrait une tournure plus intense, c'est aussi une preuve que les entreprises étrangères consommatrices de terres rares doivent diversifier leurs sources d'approvisionnement[129].

En 2010, la Chine produisait[130] :

- 97% des minerais de terres rares
- 97% des oxydes de terres rares
- 89% des alliages de terres rares
- 75% des aimants permanents néodyme-fer-bore
- 60% des aimants permanents samarium-cobalt

Ceci montre qu'une certaine dépendance vis-à-vis de la Chine s'est instaurée entre elle et les principaux pays consommateurs de terres rares (en particulier les États-Unis, l'U.E. et le Japon). En s'imposant avec des prix bas et des normes environnementales moins sévères, la Chine a peu à peu fait cesser toutes exploitations des terres rares en dehors de son territoire et est devenu l'acteur incontournable de l'industrie des terres rares. Les mesures de restrictions imposées par la Chine font gonfler artificiellement les prix sur le marché international et rendent les prix plus bas au niveau national[131]. Ceci, d'après certaines critiques, dans le but d'attirer les entreprises étrangères spécialisées dans les hautes technologies et les énergies renouvelables à s'installer en

[124] NIQUET Valérie – *op.cit.*, p. 110.
[125] BEAUCHAMP-MUSTAFAGA Nathan et LEVKOWITZ Lee – *op.cit.*, p. 5.
[126] *Ibid.*, p. 5.
[127] *Ibid.*, pp. 5-6.
[128] *Ibid.*, p. 6.
[129] *Ibid.*, p. 6.
[130] BAILEY GRASSO Valerie – *op.cit.*, p. 14.
[131] *Ibid.*, p. 19.

Chine pour leur garantir un accès beaucoup moins restrictif aux terres rares et augmenter la compétitivité des entreprises chinoises de ces secteurs[132]. En ce sens, pouvons-nous y voir une manœuvre de la Chine pour organiser une raréfaction des terres rares, c'est-à-dire de diminuer la quantité de terres rares disponibles sur le marché ? Dans les mécanismes de raréfaction actuels, les pays producteurs de matières premières analysent les stratégies des autres pays possesseurs afin de choisir l'outil le plus adéquat pour organiser une raréfaction de la ressource[133]. Leurs objectifs étant « *de maximiser une rente, d'obtenir des transferts de technologies, d'accéder en contrepartie à d'autres ressources, de menacer de paralysie économique le(s) pays consommateur(s)*[134] ». Dans ce genre de situation les pays consommateurs ont des objectifs différents, ils doivent « *sécuriser leurs approvisionnements d'aujourd'hui, éventuellement de demain, […] contrôler mieux les coûts et les risques sur leur propre développement industriel, […] optimiser la négociation de contreparties*[135] ».
Dans le cas chinois, le problème est beaucoup plus complexe que cela, la politique chinoise s'inscrit dans un agenda politique particulier pour la Chine. Néanmoins, des pays consommateurs ont décidé de réagir et ont déposé une plainte auprès de l'Organisation mondiale du commerce, estimant que la politique des quotas de la Chine faisait peser une menace sur leurs propres industries.

B. Terres rares chinoises et plainte auprès de l'Organisation mondiale du commerce

1. Contexte de la plainte à l'OMC

Depuis 2001, la Chine est membre de l'Organisation mondiale du commerce et doit à ce titre en respecter les règlements. En 2011, face à des restrictions de plus en plus soutenues et a une augmentation du prix des terres rares, un panel de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) a rendu un rapport dans lequel il estime que les

[132] *Ibid*., p. 19.
[133] ROCH Augustin et BOCQUILLON Isabelle – « La guerre des ressources », in *Manuel d'intelligence économique*, PUF, collection « Major », 2012, p. 37.
[134] *Ibid*., p. 37.
[135] *Ibid*., p. 37.

restrictions à l'exportation de matières premières (dont les terres rares) pratiquées par la Chine ne sont pas conformes au droit du commerce international[136]. Ce rapport fait suite à des plaintes déposées auprès de l'OMC par des entrepreneurs américains et mexicains[137]. En septembre 2011, la Chine fait appel en mettant en avant la nécessité de protéger son environnement des impacts néfastes de l'exploitation des terres rares[138]. Le 31 janvier 2012, l'OMC rejette l'appel de la Chine. Le 17 février 2012, la Chine annonce qu'elle continuera la gestion scientifique de ses ressources naturelles en respectant les règlements de l'OMC[139]. Néanmoins, les annonces de la Chine ne rassurent pas les États-Unis, l'U.E. et le Japon, qui portent plainte devant l'OMC le 13 mars 2012. En mars 2014, l'OMC rend ses conclusions et estime que les mesures de restrictions des exportations sont en violation avec les obligations de la Chine en tant que membre de l'organisation[140]. L'OMC avance également que ces mesures visaient à sécuriser les ressources en terres rares pour favoriser les entreprises nationales et attirer les investissements étrangers[141].

La Chine accepte les conclusions finales, mais fait appel de certaines décisions intermédiaires pour avoir certaines clarifications[142]. Le 7 août 2014, l'OMC rejette l'appel de la Chine[143].

À ce moment-là, la Chine a trois options[144] :

- arrêter la politique de restriction
- préserver le système actuel, mais négocier des accords avec les USA, le Japon et l'U.E. sur d'autres secteurs
- refuser de se plier à la décision et en assumer les sanctions

La Chine est déçue de la décision de l'OMC, mais elle a choisi de respecter la décision et d'agir en accord avec celle-ci[145]. Néanmoins, Xie Wei, un représentant du ministère chinois du Commerce à l'Union Européenne, estime que la Chine aura besoin de temps

[136] PAILLARD Christophe-Alexandre - Géopolitique des terres rares, « La Chine, l'OMC et les terres rares. Une nouvelle guerre économique en perspective? », *Diploweb*, 2 avril 2012.
[137] *Ibid*., p. 2.
[138] *Ibid*., p. 3.
[139] *Ibid*., p. 3.
[140] EBNER Julia – *op.cit.*, p. 12.
[141] N Saurav – « China's Rare Earth Advantage », *The Diplomat.com*, 29 avril 2014.
[142] EBNER Julia – *op.cit.*, p. 12.
[143] *Ibid*., p. 12.
[144] (Développement et nouvelles tendances sur le marché des terres rares), *xitu shichang fazhan xin qushi huichang zongjie*, , China Rare Earth Forum, Sixième Conférence sur l'industrie des terres rares de Baotou, 7-9 août 2014.
[145] EBNER Julia – *op.cit.*, p. 12.

pour mettre en place un nouveau règlement et qu'il faut qu'elle s'accorde avec l'U.E., le Japon et les États-Unis sur un délai raisonnable au vu de la complexité de la tâche[146]. Voyons désormais quelles sont les conséquences de la décision de l'OMC pour la politique chinoise des terres rares.

2. La décision de l'OMC et ses conséquences sur la politique chinoise des terres rares

En janvier 2015, la Chine a annoncé qu'elle cessait les quotas d'exportations de terres rares[147]. En avril 2015, le gouvernement de Pékin a annoncé que les taxes à l'exportation des terres rares prendraient fin à compter du 1er mai 2015[148]. La Chine doit composer avec la décision de l'OMC, sa volonté de protéger sa ressource de la déplétion et son environnement, tout en fournissant à la fois le marché international et le marché domestique. Cette recherche d'une situation équilibrée peut avoir des conséquences dans les quatre domaines suivants[149] :

- approvisionnement national de la Chine : le gouvernement de Pékin compte sur trois mécanismes pour réguler la ressource et éviter la déplétion : les quotas d'extraction, les quotas de production et les quotas d'exportations qui fonctionnent simultanément. Le but étant d'avoir une politique cohérente sur le plan économique et environnemental. Ainsi, la décision de l'OMC aura un impact direct sur les quotas d'exportation, mais également un impact indirect sur les quotas de production et d'extraction, car pour pouvoir exporter davantage et fournir sa propre industrie en terres rares, la Chine devra augmenter ses quotas d'extraction et de production.
- production industrielle chinoise et investissements directs étrangers : l'une des clés de la stratégie chinoise des terres rares est d'éviter le gaspillage de cette ressource stratégique en les vendant trop bon marché comme biens primaires (oxydes, métaux, concentré brut d'oxydes de terres rares) et par conséquent d'être cantonné uniquement à un rôle de pays fournisseur. La Chine aspire plutôt à remplacer ses exportations de biens primaires par des exportations de produits finis à base de terres rares (produits à

[146] *Ibid*., p. 12.
[147] JACQUE Muryel – « La Chine abandonne les quotas de terres rares », Les Echos.fr, 5 janvier 2015.
[148] WEI Niaam Seet – « China To Scrap Export Duties On Rare Earths, Tungsten And Molybdenum From May 1 », barnama.com, 24 avril 2015.
[149] EBNER Julia – *op.cit.*, pp. 13-17.

forte valeur ajoutée tels que les produits de haute technologie), pour passer d'une industrie extractrice à une industrie de fabrication de produits à forte valeur ajoutée.
Ainsi en réduisant une partie des exportations de concentrés de terres rares, la Chine pouvait s'assurer qu'une partie du processus de fabrication de produits à forte valeur ajoutée se ferait en Chine. En effet, les entreprises étrangères cherchant à s'approvisionner de manière stable en terres rares et à payer les terres rares moins cher, installent une partie de leur production en Chine et évitent ainsi les quotas d'exportation ou les taxes à l'exportation (c'est par exemple le cas de l'entreprise américaine Apple et d'entreprises allemandes). Cette stratégie a un double avantage, d'un côté cela permet d'améliorer et d'accélérer les progrès techniques (transferts de technologies par joint-ventures) et de l'autre cela attire les investissements directs étrangers. Si les quotas d'exportation augmentent en conséquence de la décision de l'OMC, cela pourra entraîner une baisse de la demande en terres rares chinoises manufacturées (métaux ou alliages) et il serait moins intéressant pour les entreprises étrangères de venir s'installer en Chine. Cependant, il faut noter que les entreprises chinoises de terres rares sont incluses dans un système rigide (les quotas laissent peu de place à la flexibilité en matière de production ou d'extraction par exemple), que les terres rares sont moins chères en Chine avec un approvisionnement sécurisé et qu'une grande partie des produits semi-finis sont fabriqués en Chine (ex : aimants permanents).
- prix des terres rares au niveau mondial : en ce qui concerne les terres rares, il n'y a aucune causalité entre le taux d'exportation des terres rares chinoise et les prix mondiaux, bien que les restrictions d'exportations chinoises de 2010 aient été suivies d'une augmentation sur les marchés. Dudley J. Kingsnorth, professeur d'université australien et expert du marché des terres rares, explique ce phénomène. Selon lui, les restrictions chinoises ont entraîné une hausse des prix en 2010 et 2011, du fait d'une panique des pays occidentaux qui ont commencé à faire des réserves de terres rares en achetant de grandes quantités de terres rares illégales (hors quotas ou « exploitations sauvages ») en provenance de Chine. En 2012, d'après le Ministère de l'Industrie et des Technologues de l'information de Chine, les extractions illégales représenteraient plus de 40 000 tonnes de terres rares. Cette contrebande de terres rares a eu pour conséquences un excédent de l'approvisionnement et une baisse des prix, car le stockage de terres rares a entraîné une baisse de la demande mondiale (beaucoup d'entreprises ayant vécu sur leurs énormes stocks). La déplétion des stocks constitués

par les pays consommateurs, la fin des quotas d'exportations et des taxes aux exportations auront une influencent sur les prix. En effet, alors que la fin des stocks pourrait conduire à une augmentation de la demande et donc à une tendance à la reprise des prix à la hausse, la décision de l'OMC suggèrerait plutôt une tendance à la baisse des prix due à des niveaux élevés d'approvisionnements acquis auparavant par les pays consommateurs. D'autres facteurs tels que le développement des TIC (Technologiques de l'Information et de la Communication) et des énergies vertes, la mise en place de lois chinoises prenant en compte le coût environnemental dans les prix des terres rares, le développement d'alternatives et de substituts, le recyclage auront une grande influence sur le prix des terres rares.

- terres rares et protection de l'environnement : consciente des conséquences de son laxisme en matière de normes environnementales dans la production des terres rares, la Chine souhaite aujourd'hui protéger davantage son environnement. En 2012, le gouvernement chinois publie le premier Livre blanc traitant des politiques sur les terres rares. La publication confirme que l'extraction mal régulée des terres rares et l'utilisation de technologies obsolètes ont causé de sévères dommages à l'environnement (eaux usées radioactives, érosion du sol, acidification, pollution et dégradation environnementale, etc.). Xie Wei pense que le coût écologique sera bientôt intégré au prix des terres rares. Si ce coût est inclus et que les mines illégales sont fermées, l'extraction deviendra plus coûteuse et moins attractive pour les investisseurs. Cette dimension environnementale est un élément majeur qui affectera les approvisionnements en terres rares chinoises et donc la dynamique du marché international des terres rares.

Le gouvernement de Pékin doit donc résoudre une équation plutôt complexe, quand de leur côté, les pays producteurs cherchent des solutions pour contourner leur dépendance face à la Chine. Il est vital pour la Chine qu'elle puisse équilibrer son industrie des terres rares si elle veut garder sa position dominante et mettre en place les objectifs qu'elle s'est fixée (notamment l'exportation de produits de terres rares à forte valeur ajoutée). Dans un troisième chapitre, il sera question d'analyser les stratégies de l'U.E., des États-Unis et du Japon pour réduire leur dépendance vis-à-vis de la Chine, puis nous terminerons sur la stratégie chinoise des terres rares.

Chapitre 3 – Les terres rares sont-elles au cœur d'une « course » à l'approvisionnement ?

Face à une augmentation de la demande amenée à être de plus en plus grandissante dans les années à venir, notamment avec le développement des énergies vertes, la sécurisation des approvisionnements en terres rares est devenue un enjeu crucial pour les pays consommateurs. La prise de conscience d'une trop grande dépendance vis-à-vis des exportations de terres rares chinoises a amené les pays occidentaux et le Japon à chercher de nouvelles sources d'approvisionnement, des alternatives à l'utilisation des terres rares ou bien à mettre l'accent sur le recyclage des métaux.

Section I – Les stratégies de contournement des États-Unis, de l'Union européenne et du Japon

A. La recherche de nouvelles sources d'approvisionnements

1. L'exploitation de gisements de terres rares hors de Chine

L'U.E. ne possède pour le moment aucun accès aux terres rares sur le continent européen, malgré une présence de ces éléments au Royaume-Uni, en Allemagne, en Suède, en Finlande, en Grèce ou encore au Groenland[150]. La crise des terres rares de 2011, a fait prendre conscience aux pays européens qu'ils devaient établir une stratégie pour ne pas que le manque de terres rares devienne une menace pour les industries européennes. Ce risque pour la sécurité d'approvisionnement en terres rares a entraîné une intensification des investissements publiques et privés dans l'exploration de gisements potentiels situés en Europe (opérations les plus avancées pour Nova Kärr en Suède et Kvanefjeld au Groenland)[151]. Les dépôts de terres rares abondants en U.E mais encore non explorés pourraient renforcer la position européenne sur le marché des terres rares, contribuer à un meilleur équilibre et garantir une sécurité de

[150] EBNER Julia – *op.cit.*, p. 9.
[151] *Ibid.*, p. 9.

l'approvisionnement[152]. Cependant, beaucoup de contraintes et d'obstacles empêchent le développement de mines d'extraction de terres rares en Europe[153] :

- concentration d'uranium et de thorium dans les dépôts (radioactivité) à Kvanefjeld et Nora Kärr
- pas de marché pour les concentrés de terres rares mixtes en Europe, les compagnies minières devraient donc construire leurs propres usines de séparation (coûteux techniquement et financièrement) ou coopérer avec les installations déjà existantes (Rhodia Electronics and Catalysts (groupe Solvay) à la Rochelle en France, Molycorp Silmet en Estonie et Treibacher Industrie AG en Autriche).
- les bas prix actuels des terres rares et les coûts de développement qui n'incitent pas à l'investissement dans de nouveaux gisements[154].

En 2010, la Commission européenne publie le premier rapport, établi par un groupe d'experts, sur les matières premières reconnaissant les terres rares comme des matières critiques avec un gros risque de déficit de l'approvisionnement[155]. Malgré son intérêt pour les terres rares et de meilleures pratiques minières, l'U.E. n'alloue aucun financement pour relancer l'industrie minière en Europe, notamment en raison de la volatilité des prix des terres rares[156]. Néanmoins, avec le financement adéquat et les permissions requises, les compagnies minières européennes pourraient débuter l'extraction de concentrés de terres rares avant 2020, si elles acceptent d'investir de cinq à six milliards d'euros pour relancer l'extraction en Europe[157]. Des entreprises privées ont décidé d'investir et un grand nombre de projets miniers sont en cours de développement dans le monde entier[158]. En tout, 12 milliards de dollars américains ont été investis dans de nouveaux projets miniers, pour un marché estimé à 3,4 milliards de dollars en 2014, comme en témoigne la carte suivante[159] (voir page suivante).

[152] *Ibid*., p. 18.
[153] *Ibid*., p. 18.
[154] JACQUE Muryel – « Terres rares : quand l'Occident rêvent de bousculer le monopole de la Chine », *LesEchos.fr*, le 4 février 2015 (mis à jour le 7 avril 2015).
[155] EBNER Julia – *op.cit*., p. 9.
[156] *Ibid*., p. 19.
[157] *Ibid*., p. 18.
[158] JACQUE Muryel – op.cit.
[159] *Ibid*.

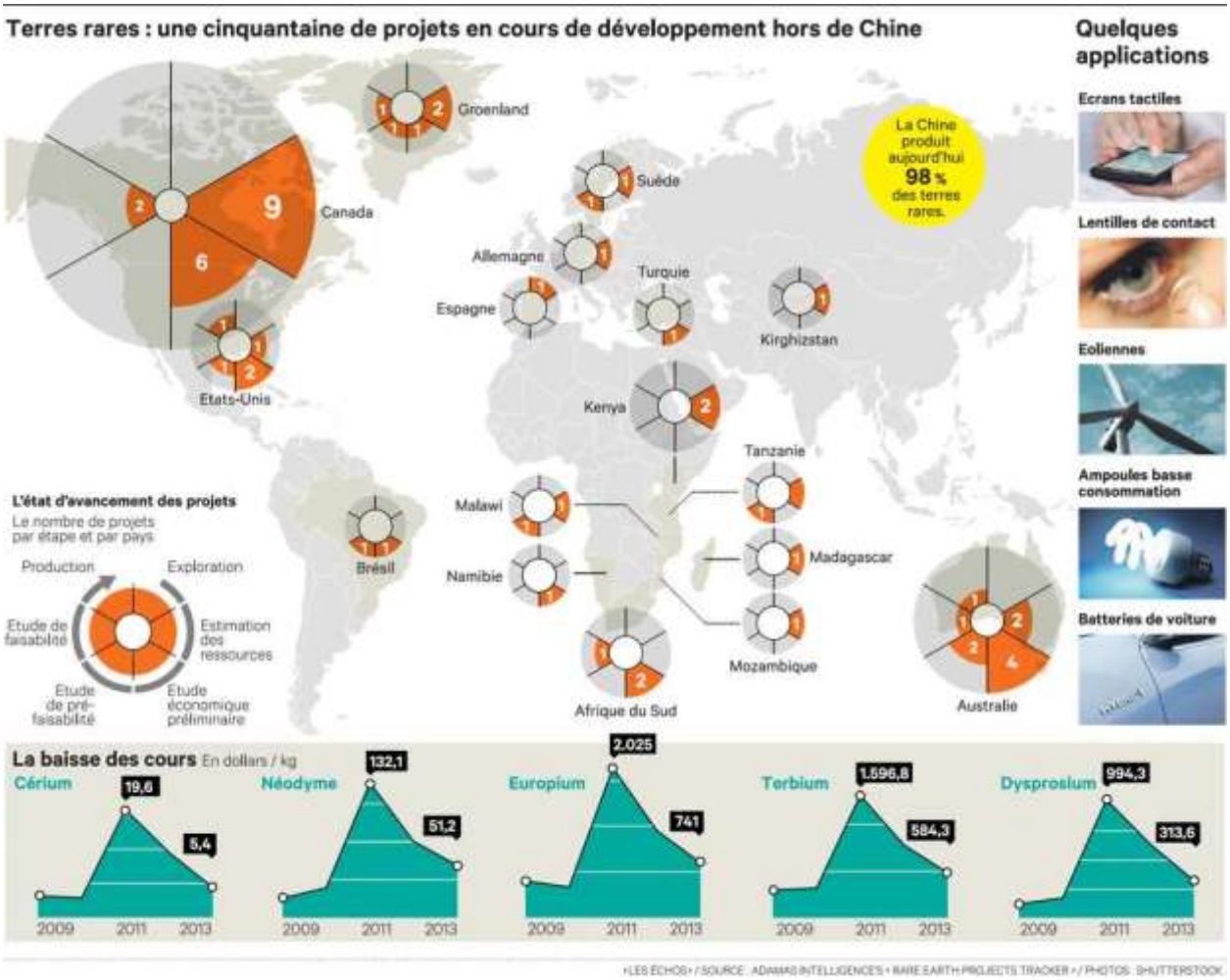


Figure 13. Carte des projets miniers de terres rares dans le monde
Source : JACQUE Muryel – « Terres rares : quand l'Occident rêvent de bousculer le monopole de la Chine », LesEchos.fr

De son côté, en 2010, le Japon a adopté un plan extra budgétaire de 1,2 milliards de dollars américains pour encourager la recherche et le recyclage des terres rares, afin d'être moins dépendant des importations chinoises[160]. En 2011, des chercheurs japonais ont décelé d'importantes concentrations de terres rares dans l'océan Pacifique situé entre 4000 et 6000 mètres de profondeur[161]. Cependant ce gisement reste difficile d'accès techniquement et à cela s'ajoute un problème de délimitations des eaux territoriales[162].

Contrairement à l'U.E. et au Japon, les États-Unis ont un accès aux terres rares sur leur territoire : la mine de Mountain Pass en Californie.

[160] NIQUET Valérie – *op.cit.*, p. 111.
[161] *Ibid.*, p. 111.
[162] DU CASTEL Viviane et BRITO Paulo – Groenland, entre indépendance et récupération géostratégique ? Enjeux, défis et opportunités, L'Harmattan, 2014, p. 116.



Figure 14. Vue aérienne de la mine de Mountain Pass, Californie, États-Unis
Source : site internet de Molycorp

Elle a fermé en 2002, car elle ne pouvait plus être compétitive face à l'inondation du marché par la Chine, d'autant plus qu'en 2000 la plupart des oxydes de terres rares séparées étaient importés de Chine et non produits à Mountain Pass[163]. Depuis 2008 et un changement de direction, Molycorp, le propriétaire de la mine, s'est lancé dans une campagne « *mine to magnet* » (de l'extraction à l'aimant)[164]. Le but de Molycorp est de doter à nouveau les États-Unis d'un approvisionnement sûr et stable en terres rares, produits intermédiaires et composants par une approche verticale, c'est-à-dire d'avoir une chaîne d'approvisionnement complète[165]. Une chaîne d'approvisionnement en terres rares concentre l'extraction de la ressource, la séparation, le raffinage, la création d'alliages et la fabrication d'objets et de composants[166]. L'entreprise a aussi développé des méthodes plus respectueuses de l'environnement (processus de séparation des oxydes de terres rares utilisant moins de réactifs, recyclage des eaux usées)[167].

[163] BAILEY GRASSO Valerie – *op.cit.*, p. 21.
[164] *Ibid.*, p. 21.
[165] *Ibid.*, p. 21.
[166] *Ibid.*, p. 20.
[167] *Ibid.*, p. 21.

Molycorp s'illustre aussi dans le rachat d'entreprises pour diversifier ses activités et gagner plus d'influence sur la chaîne d'approvisionnement (stratégie d'approche verticale). Ainsi, elle a racheté l'entreprise Santoku America (filiale d'une entreprise japonaise installée en Arizona), renommée en Molycorp Metals and Alloys (MMA)[168]. MMA produit des aimants néodyme-fer-bore et samarium-cobalt, c'est actuellement le seul producteur américain d'aimants de terres rares et Molycorp souhaite moderniser l'équipement de production des aimants tout en étendant ses activités à la production de métaux et d'alliages de terres rares[169]. MMA cherche également à améliorer le recyclage des métaux de terres rares (en particulier des aimants et des terres rares lourdes), le but étant de tester la faisabilité commerciale du recyclage des aimants de terres rares contenus dans des biens de consommation[170].

Molycorp a également fait l'acquisition à 90,023% de AS Silmet (renommée Molycorp Silmet), une entreprise estonienne spécialisée dans la séparation de terres rares et la production de métaux de terres rares[171]. Cette acquisition va permettre à Molycorp de doubler ses capacités en séparation d'oxydes et de métaux de terres rares[172]. Une troisième entreprise a également été rachetée par Molycorp, l'entreprise canadienne Neo Materials Technology, Inc. (renommée Molycorp Canada), qui possède des usines de transformation des terres rares et de poudres d'aimants permanents en Chine (18% du volume de la production est distribué à des entreprises chinoises, 33% directement exporté au Japon et 11% va à des compagnies japonaises installées en Chine)[173]. Molycorp et les entreprises japonaises Daido Steel et Mitsubishi Corporation of Japan ont créé une joint-venture qui produit des aimants néodyme-fer-bore au Japon, vendus sur le marché international[174]. L'entreprise américaine a également rejoint le programme CRADA (Cooperative Research and Development Agreement) avec le Laboratoire Ames du Département de l'Énergie des États-Unis (U.S. Department of Energy's Ames Laboratory) pour étudier de nouvelles méthodes de conception d'aimants permanents utilisés dans des applications commerciales[175]. Molycorp compte produire à Mountain Pass du cérium, du lanthane, du praséodyme, du néodyme mais

[168] *Ibid*., p. 21.
[169] *Ibid*., p. 21.
[170] *Ibid*., p. 22.
[171] *Ibid*., p. 22.
[172] *Ibid*., p. 22.
[173] *Ibid*., p. 22.
[174] *Ibid*., p. 23.
[175] *Ibid*., p. 22.

également de petites quantités de samarium, d'europium, de gadolinium, de terbium, de dysprosium et d'erbium[176]. Avec Mountain Pass, Molycorp cherche à produire aussi bien des terres rares légères que des terres rares lourdes, ces dernières sont particulièrement importantes car elles sont plus difficiles à produire et que par conséquent elles ont plus de chance d'être amenées à manquer.

D'après l'USGC, la production américaine annuelle en 2012 était de 800 tonnes alors que la Chine en produisait 100 000[177]. En 2014, les États-Unis ont produit 5 500 tonnes de terres rares et la Chine 95 000 tonnes[178].

La tactique américaine consiste donc d'abord à pouvoir répondre aux besoins de ses industries nationales, avant de pouvoir être compétitif avec la Chine, ce qui demandera du temps, de l'investissement financier, mais également humain. En effet, les États-Unis veulent allouer des moyens pour la recherche sur les terres rares, former les étudiants et les scientifiques sur le sujet (car contrairement à la Chine, les États-Unis accusent un retard dans ce domaine) et mettre sur pieds un nouveau programme consacré aux nouveaux matériaux critiques[179]. En plus de cela, d'après certains analystes américains, les États-Unis doivent aussi mettre un place un stock stratégique pour pouvoir approvisionner le pays en cas de problèmes et augmenter davantage la sécurité de l'approvisionnement[180].

En dépit de tous les efforts fournis, Molycorp n'a pu résister sur le marché face aux avantages de la production chinoise. Le 25 juin 2015, Molycorp, propriétaire de Mountain Pass s'est déclaré en faillite[181]. Ainsi Mountain Pass a fermé et déposé le bilan, incapable de rivaliser avec les bas prix pratiqués par la Chine[182]. En mars 2017, Mountain Pass sera mise aux enchères (vente du terrain et de certains équipements)[183]. Un fond d'investissement suisse, lié au milliardaire russe, Vladimir Iorich a déjà fait une offre de 40 millions de dollars pour acquérir le site[184]. Cependant, devant l'enjeu

[176] HURST Cindy – *op.cit.*, p. 26.
[177] US Geological Survey – US Geological Survey's 2014 report on REEs.
[178] US Geological Survey – US Geological Survey's 2015 report on REEs.
[179] BAILEY GRASSO Valerie – *op .cit.*
[180] HURST Cindy – *op.cit.*, p. 29.
[181] DELAMARCHE Myrtille – Molycorp en faillite : le marché des terres rares reste trop petit pour le nombre d'acteurs, L'Usine Nouvelle, 29 juin 2015
[182] QUINONES Manuel - Rare earths : 'sick industry' struggles to take on China, E&E news, 9 septembre 2015
[183] YODERS Jeff - Russian-Born Billionaire's Group Bids on Mountain Pass Rare Earths Mine – Shanghai Metals Market, News.metal.com, 8 février 2017
[184] Ibid.

que cela représente pour la sécurité nationale des Etats-Unis, le Committee on Foreign Investment in the US[185] souhaite discuter avec d'autres acheteurs potentiels[186].

L'Australie a elle aussi un gisement de terres rares en exploitation, la mine de Mount Weld située dans l'État d'Australie occidentale. Détenue par l'entreprise australienne Lynas Corp, cette mine est prometteuse de par ses minerais de terres rares de grande qualité[187]. Cependant, si Lynas Corp extrait les minerais de terres rares en Australie, la séparation se fait à Kuantan en Malaisie.



Figure 15. Vue aérienne de la mine de Mount Weld, Australie occidentale, Australie
Source : Globalsecurity.org

Néanmoins, beaucoup de contraintes empêchent le développement de nouveaux gisements. En effet, l'exploitation d'une mine prend en considération plusieurs facteurs[188] :

[185] Ce corps interministériel du gouvernement des Etats-Unis est chargé de vérifier les transactions avec des partenaires étrangers. Ces transactions ne doivent pas permettre le contrôle totale d'une industrie américaine par un investisseur étranger, ni menacer la sécurité des Etats-Unis.
[186] YODERS Jeff – *op.cit.*
[187] HURST Cindy- *op.cit.*, p. 26.
[188] *Ibid.*

- coûts financiers : découverte, études de faisabilité, permis pour effectuer les opérations, financement, construction des infrastructures, acquisition des technologies minières, transports des matériaux, etc.
- délais de mise en place : il faut attendre 10-15 ans avant que la mine soit exploitable commercialement
- coûts environnementaux : pollution de l'air, de l'eau, bouleversements des écosystèmes, radioactivité, etc.

Tout ceci représente des risques que certains pays consommateurs ne sont pas prêts à prendre, surtout si cela revient moins cher d'importer les terres rares chinoises. Un autre facteur à prendre en compte est le fait que la Chine, contrôle d'une certaine manière les prix, si elle décide de baisser les prix de ses terres rares, elle mettrait donc les autres producteurs en difficulté, comme par le passé[189].

Cependant, un site prometteur, celui de Kvanefjeld au Groenland, pourrait bien rééquilibrer le marché des terres rares au vu de ses ressources.

2. Le Groenland : nouveau producteur de terres rares ?

Pays constitutif[190] du royaume du Danemark, le Groenland peut paraître comme un acteur inattendu sur le marché des terres rares. Pourtant, ce pays regorge de ressources naturelles (voir carte page suivante) et est pourvu d'une forte concentration en terres rares (à Qaqqaarsuk sur la côte ouest, Ilimaussaq au sud et Milne Land sur la côte est)[191]. En effet, d'après certains chercheurs, les ressources en terres rares du Groenland pourrait couvrir au moins 25% de la demande mondiale sur 50 ans[192].

[189] NIQUET Valérie – *op.cit.*, p. 112.
[190] Le royaume du Danemark est constitué de trois pays constitutifs : le Danemark, les îles Féroé et le Groenland.
[191] DEGEORGES Damien – Terres rares : enjeu géopolitique du XXIe siècle, L'Harmattan, 2012, p. 37.
[192] *Ibid.*, p. 37.



Figure 16. Les ressources minières du Groenland
Source : « Les ressources minières du Groenland », issue du dossier « L'Arctique. Géopolitique du Grand Nord » de la revue *Carto, le monde en cartes*, n°26, novembre-décembre 2014, p.17

Selon une étude de l'entreprise australienne Greenland Minerals and Energy LTD (GMEL), propriétaire de la mine de Kvanefjeld (au sud de l'île), ce gisement pourrait produire environ 40 000 tonnes de terres rares par an, soit près de la moitié de la production chinoise de 2012[193]. Le développement de Kvanefjeld pourrait donc

[193] *Ibid*., p. 38.

contrebalancer le monopole chinois. A Narsaq (sud du Groenland), GMEL a découvert un gisement de terres rares ayant une densité en uranium de 14%, dont l'exploitation devait commencer en 2015[194]. GMEL envisage de faire de Kvanefjeld (étude de faisabilité) une plateforme multiservices avec des zones dédiées à l'extraction des terres rares, des usines de transformation sur le site, des infrastructures routières (routes menant vers des ports) le tout relié au sein du complexe de Ilimaussaq (voir carte ci-dessous).

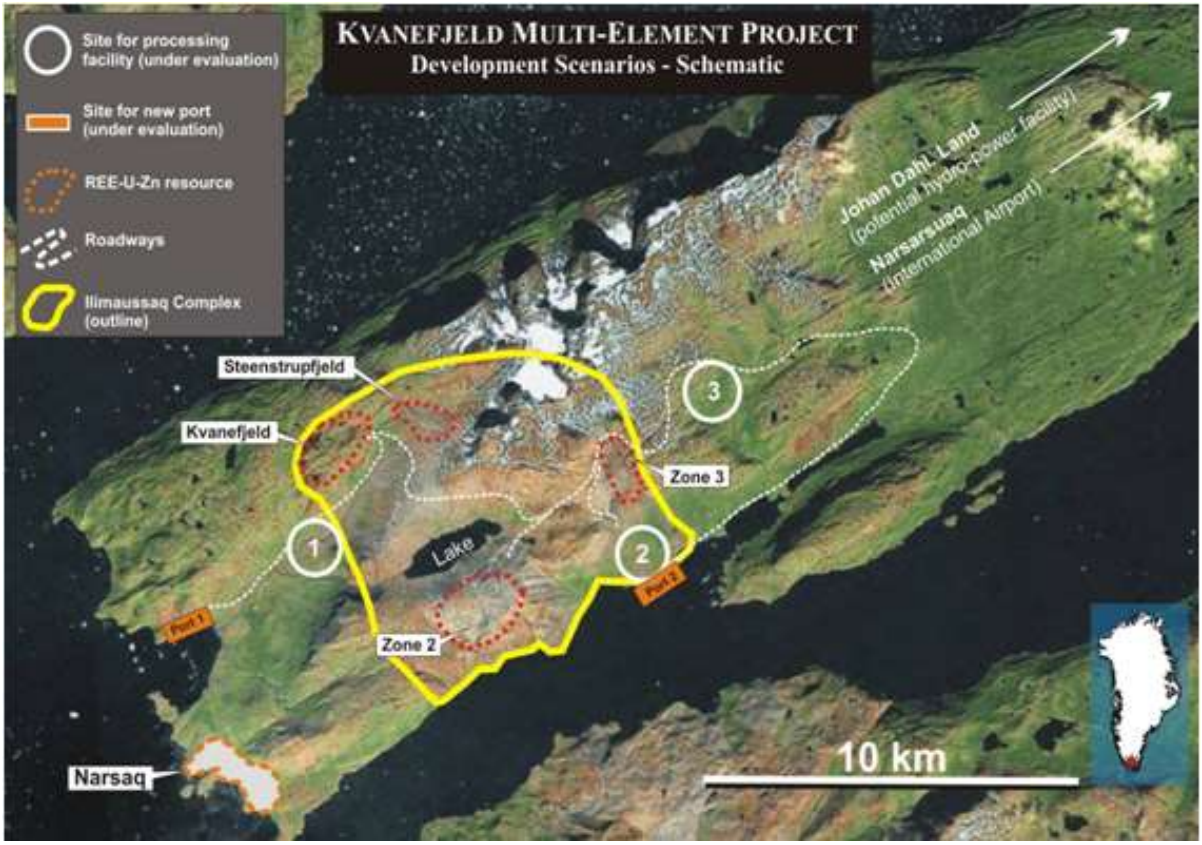


Figure 17. Projet pour la mine de Kvanefjeld
Source : Projet pour la mine de Kvanefjeld, site internet de Greenland Mineral Energy LTD

Avec la levée de l'interdiction par le Parlement groenlandais d'une loi de 1988 interdisant l'exploitation des gisements radioactifs en octobre 2013[195], le Groenland entend s'ouvrir aux opportunités que recèle l'exploitation de terres rares et de l'uranium (Kvanefjeld contient des éléments radioactifs). Depuis 2009, le Groenland, qui n'est pas indépendant du Danemark, a une autonomie renforcée et l'année suivante le

[194] DU CASTEL Viviane et BRITO Paulo – *op.cit*.
[195] *Ibid*., p. 116.

Groenland a obtenu la gestion totale de ses ressources naturelles (auparavant réservée au Danemark)[196]. Ceci confère un tout nouveau statut au Groenland qui est désormais perçu comme un quasi État, grâce à ses riches ressources naturelles[197]. Néanmoins, face à une Chine qui possède un poids diplomatique (le Groenland même indépendant pèserait peu sur la scène internationale face à une puissance comme la Chine) et une expérience de l'exploitation des terres rares, le Groenland peut-il vraiment contrer le monopole chinois, du moins en partie ? Comme d'autres États, la Chine s'intéresse également de près au Groenland, si cette dernière faisait main basse sur les ressources groenlandaises, les stratégies de contournement des pays européens pourraient en pâtir. Pour s'assurer une sorte d'exclusivité, l'U.E. a signé un accord avec le Groenland pour l'exploitation des ressources minérales du pays, y compris sur les terres rares, la Commission européenne estimant que les ressources groenlandaises en terres rares pourraient couvrir 3 à 9% de la demande mondiale annuelle en terres rares[198]. Néanmoins, en janvier 2013, le gouvernement groenlandais refuse l'exclusivité à l'Union Européenne, cherchant à diversifier ses investisseurs notamment pour attirer les investissements chinois. Une loi groenlandaise du 7 décembre 2012 permet aux « *compagnies étrangères minières de verser à leurs employés étrangers des salaires minimaux inférieurs à ce que permet la législation danoise* »[199]. Ceci devrait donc encourager la venue d'une main-d'œuvre étrangère pour travailler dans les mines groenlandaises, y compris de la main-d'œuvre chinoise[200]. La Chine est très active dans la région Arctique dont fait partie le Groenland, car elle sera bientôt importatrice de terres rares. Elle s'illustre tout particulièrement dans la recherche, alors qu'elle ne possède aucun territoire dans cette région[201]. Elle a multiplié les accords avec les pays circumpolaires (très présente en Islande, Danemark, Russie, moins en Norvège) où elle apporte investissements et connaissances scientifiques[202].

L'enjeu que représente le Groenland pour le marché des terres rares est donc de taille. La Chine comme les pays occidentaux et le Japon, voient en ce pays un moyen de sécuriser leur approvisionnement en terres rares. Pour tirer profit des terres rares, le

[196] DEGEORGES Damien – *op.cit.*, p .31.
[197] *Ibid*., p. 31.
[198] DU CASTEL Viviane et BRITO Paulo – *op.cit*., p. 125.
[199] *Ibid*., p. 116.
[200] *Ibid*., p. 117.
[201] ALEXEEVA Olga et Frédéric LASSERRE - « Le Dragon des Neiges : les stratégies de la Chine en Arctique », *Perspectives chinoises*/*China Perspectives*, 3, 2012, CEFC, Hongkong, p. 67.
[202] *Ibid*., p. 69.

Groenland doit déterminer une économie et une politique stable, tester sa capacité diplomatique, éviter la corruption pour pouvoir s'affirmer sur la scène mondiale et ne pas être ni sous influence chinoise, ni sous influence occidentale[203], sans oublier de préserver son environnement.

Face aux défis que représentent l'ouverture de nouveaux gisements, le développement du recyclage des terres rares est une solution à prendre en compte dans le processus de sécurisation des approvisionnements.

B. Encourager la recherche et développement et le recyclage

Avec l'avènement de la haute technologie et des TIC, le taux d'utilisation des métaux s'est accru de manière significative. Ainsi la sollicitation des métaux de la table de Mendeleïev est passée de 10 à 60 en l'espace de 30 ans (1980 à 2010), avec des cycles de vie largement influencés par les choix technologiques récents[204]. La mise en exploitation d'un nouveau gisement de terres rares étant longue et représentant de lourdes contraintes environnementales, le recyclage et la recherche d'alternatives apparaissent comme des solutions à prendre en compte. Le schéma à la page suivante reprend quelques projets de recyclage des terres rares.

[203] DEGEORGES Damien – *op.cit.*
[204] DREZET Eric – « Le recyclage des métaux », Ecoinfo.fr.



Les projets de recherche et développement en France et dans le monde en 2010

Conception et réalisation : Laura Marguenitte

Domaine d'application	Lieux	Initiateur du projet	Procédé de démantèlement et de traitement	Métaux rares récupérés
Accumulateurs lithium-ion	France	Euro Dieuze Industrie	Recyclage des accumulateurs des véhicules hybrides et électriques	Cobalt et lithium
	Allemagne	Umicore		
Aimants	Royaume-Uni	Recherche universitaire	Récupération des poudres magnétiques pour la fabrication de nouveaux aimants	Terres rares (neodymium, terbium, gadolinium, dysprosium et praseodymium)
Condensateurs	Japon	Université de Tokyo	Recyclage de condensateurs défectueux	Tantale
Écrans LCD	Japon	Akita Rare Metals	Recyclage des plaques	Indium et terres rares
	Chine	Tsinghua University	Recyclage des plaques	
	France	ENVIE 2E - projet MEDUSA	Démantèlement et traitement des écrans	
		Recupyl	Dissolution chimique	
Lampes fluo-compactes	France	Rhodia, BRGM - Projet VALOPLUS	Séparation des poudres et extraction de terres rares	Terres rares (terbium, europium, yttrium, gadolinium, lanthanum et cérium)
	Asie	Recherche universitaire	Séparation des poudres	
Panneaux photovoltaïques	France	Recupyl	Recyclage des panneaux en silicium	Argent et Indium
	États-Unis	Brookhaven National Laboratory	Recyclage des panneaux à couche mince	
Pots catalytiques	France	Rhodia	Récupération de terres rares, projet qui n'a pas abouti	Terres rares (praseodymium, neodymium, lanthanum et cérium)

Source : ADEME, Étude du potentiel de recyclage de certains métaux rares, *juillet 2010*

Carto n°9, 2012 © Areion/Capri

Figure 18. Tableau de projets de recyclage et récupération de métaux et terres rares
Source : Carto, le monde en cartes, n°9, janvier-février 2012, p.42

L'ERECON (European Rare Earths Competency Network), mis en place par la Commission européenne, est un groupe comprenant des experts du monde de l'industrie, du monde académique et du monde politique[205]. Le but de l'Union Européenne à travers ce groupe est d'amener à plus d'indépendance en renforçant l'approvisionnement primaire et en baissant la demande en terres rares[206]. Cela demande donc de faire des efforts en matière d'innovation technologique (recyclage, réutilisation, etc.). L'U.E. a en ce sens fait de gros progrès en matière de développement des nanotechnologies qui pourraient aider à recycler, réutiliser ou remplacer les terres rares[207]. En 2012, des chercheurs de l'université Northwestern (États-Unis) ont travaillé

[205] Tel que présenté sur le site internet de l'ERECON : http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/erecon/faqs/index_en.htm
[206] EBNER Julia – *op.cit.*, p. 20.
[207] *Ibid.*, p. 20.

sur le développement d'aimants puissants qui ne nécessitent pas l'utilisation de terres rares[208].

Le taux de recyclage des produits en fin de vie comportant des terres rares est plutôt bas, il se situe à moins de 1%[209]. Les produits faisant actuellement l'objet d'un recyclage sont les phosphores, les aimants néodyme-fer-bore, les résidus industriels ou encore les batteries au nickel[210]. Si le recyclage devient performant, cela entraînera une meilleure sécurité de l'approvisionnement, moins de problèmes environnementaux que l'extraction, des terres rares moins chères et moins de déchets radioactifs[211]. En 2011, le EU-Japon Science and Technonology Agreement entre en vigueur et marque le début d'une collaboration intense entre l'Union européenne et le Japon sur la recherche et développement des terres rares[212]. En 2013, 320 équipes de recherche travaillaient sur des projets de substituts aux terres rares financés par l'U.E. et le Japon[213]. La société belge Umicore et l'entreprise française Solvay ont aussi conjointement développé un processus de recyclage des batteries rechargeables[214]. Dans ce cas, le recyclage ou la substitution n'apparaissent-ils pas comme une solution plus avantageuse que l'exploitation de nouveaux gisements (longs délais, pollution et autres problèmes environnementaux) ? L'un comme l'autre, la substitution et le recyclage pose plusieurs problèmes. Concernant la substitution, si des alternatives aux terres rares sont possibles elles sont cependant moins performantes et plus volumineuses[215]. Quant au recyclage, il ne concerne qu'une petite partie en raison d'aléas technologiques et économiques[216] (il n'est pas toujours rentable du fait de la volatilité des prix du marché). Une économie circulaire, c'est-à-dire qui permettrait une récupération totale de tous les produits en fin de vie pour les recycler, n'est pas encore possible car la demande de terres rares est amenée à augmenter notamment avec l'arrivée de nouveaux produits sur le marché (au maximum elle est possible à 25-30%)[217]. Comme pour d'autres métaux, le recyclage des terres rares est compliqué à mettre en œuvre.

[208] *Ibid*., p. 20.
[209] *Ibid*., p. 20.
[210] *Ibid*.
[211] *Ibid*., p. 21.
[212] *Ibid*.
[213] *Ibid*.
[214] *Ibid*.
[215] *Ibid*., p. 20.
[216] *Ibid*.
[217] *Ibid*., p. 21.

Ainsi, la difficulté du recyclage tient dans plusieurs éléments[218] :

- le fait que le cours actuel des métaux (terres rares comprises) n'est pas assez élevé pour permettre un recyclage industriel rentable
- le taux de collecte des équipements en fin de vie reste très limité
- les quantités de métaux utilisées dans les produits le sont en petites quantités (le recyclage devient alors complexe car il faut de multiples traitements, ce qui augmente les coûts du produit final)
- le niveau de pureté des métaux recyclés ne sera peut-être pas suffisant pour une utilisation dans les hautes technologies

A cela il faut aussi ajouter que l'alliage des métaux et la complexité des produits peuvent rendre difficile la récupération des ressources[219]. Par exemple, il n'y a pas d'alternatives actuellement aux aimants néodyme-fer-bore auxquels on ajoute du dysprosium (pour une meilleure efficacité), car des substitutions au néodyme et au dysprosium ne seront pas possibles avant dix ans[220].

Une solution pourrait reposer dans la conception durable des produits et la création de produits permettant le recyclage ou la réutilisation au moment de concevoir le produit[221].

Les pays occidentaux et le Japon mettent donc en place des moyens pour éviter d'être trop dépendants de la Chine. L'exploitation de nouveaux sites et le recyclage sont des options intéressantes et nécessaires pour ne plus être totalement dépendant de la Chine, mais elles ont toutes les deux leurs limites et ne remettent pas encore en cause le monopole chinois. Intéressons-nous maintenant à la stratégie chinoise des terres rares.

[218] DREZET Eric – *op.cit.*
[219] BIHOUIX Philippe (dir.) – *op.cit.*, p. 47.
[220] CHRISTMANN Patrice – *op.cit.*, p. 78.
[221] BIHOUIX Philippe (dir.) – *op.cit.*, p. 47.

Section II – La stratégie chinoise des terres rares

A. Politique et innovation technologique au service des terres rares

La Chine domine aujourd'hui la chaîne de production des terres rares grâce à[222] :
- un processus de séparation des terres rares à bas coûts (les plus bas du marché)
- une capacité de raffinage (traitement des minerais) des terres rares compétitive
- un processus compétitif de fabrication de métaux et d'alliages de terres rares destinés aux industries intermédiaires (ex : aimants néodyme-fer-bore utilisés pour fabriquer les turbines d'éoliennes)
- un fort intérêt académique pour les terres rares, avec des étudiants chinois qui vont notamment se former aux États-Unis[223]

À cette chaîne de production compétitive, s'ajoutent des mines très bien recensées et rentables[224]. Si la Chine occupe une telle place, c'est parce qu'elle possède une industrie des terres rares planifiée de manière très efficace. Le gouvernement de Pékin a développée un schéma aux contours bien définis pour l'exploitation des terres rares : la politique coordonne l'industrie et la recherche et ces dernières servent un but politique.

1. Une politique organisée pour l'industrie chinoise des terres rares

L'industrie des terres rares en Chine est au cœur d'un système coordonné où trois types d'activités principales se concentrent[225] :
- extraction et transformation : depuis 2009, le ministère du Territoire et des Ressources et le ministère de la Protection de l'Environnement sont chargés de réguler et contrôler toutes les activités minières (y compris le traitement des minerais), ainsi que de superviser les entreprises chinoises spécialisées dans les industries extractives. Ils régulent et consolident l'extraction des terres rares et les entreprises de traitement des terres rares.

[222] JHA Saurav – *op.cit.*
[223] HURST Cindy – *op.cit.*, p. 6.
[224] JHA Saurav – *op.cit.*
[225] MANCHERI Nabeel, SUNDARESAN Lalitha et CHANDRASHEKAR S. – « Dominating the world. China and the rare earth industry », International Strategy & Security Studies Programme (ISSSP), National Institute of Advanced Studies, Bangalore, avril 2013.

Le ministère du Territoire et des Ressources est responsable de la cartographie et de l'évaluation du territoire et des ressources, de la planification, de la protection, de l'utilisation rationnelle et de la normalisation de l'exploration des ressources minérales. Ce ministère est aussi chargé du contrôle des quotas d'extraction des terres rares et publie chaque année (aux alentours du mois de mars) une liste de quotas d'extraction allouées à chaque province et régions autonomes.

Le ministère de la Protection de l'Environnement est chargé de l'élaboration et de la mise en place des politiques et plans nationaux, des lois, des régulations et des règles administratives de protection de l'environnement. Il coordonne, supervise et gère les enjeux environnementaux chinois.

- fabrication de produits et applications : le ministère du Commerce, le ministère de l'Industrie et des Technologies de l'Information, et dans une moindre mesure le ministère de la Protection de l'Environnement sont chargés d'établir et de mettre en place les politiques pour la fabrication de produits de terres rares.

Le ministère du Commerce établit les stratégies, les directives générales et les politiques pour le développement du commerce intérieur et extérieur et la coopération économique internationale. Il s'occupe également de fixer les quotas d'exportation et des investissements étrangers en Chine.

Le ministère de l'Industrie et des Technologies de l'Information contrôle les quotas de production (séparation et traitement). Ce ministère contrôle les politiques des terres rares, dessine le développement des nouvelles technologies (ces dernières seront d'ailleurs un élément clé dans la demande en terres rares).

Le ministère de la Protection de l'Environnement est ici responsable de l'extraction et de l'exploration des ressources, tandis que le ministère de l'Industrie et des Technologies de l'Information se charge de la fabrication des produits et des applications. Enfin le ministère du Commerce est responsable de la commercialisation des biens primaires (ex : oxydes de terres rares) et des produits intermédiaires (ex : alliages de terres rares avec d'autres métaux).

- recherche et développement : les activités précédentes (extraction et fabrication de produits) sont à mettre en lien avec le développement et l'utilisation de nouvelles méthodes et techniques rendues possibles par la recherche.

Le ministère des Sciences et Technologies établit les règles, les régulations, les politiques et les plans pour le développement des sciences et technologies et garantie

leurs mises en place. Ce ministère élabore le Programme national de recherche fondamentale, le Programme national de recherche et développement en haute technologie, ainsi que le Programme de recherche en technologies innovantes.

La Fondation nationale des sciences naturelles de la Chine, directement rattachée au Fond du Conseil des Affaires de l'État pour la Fondation nationale des sciences naturelles, joue également un rôle important. La fondation encourage la recherche fondamentale et la recherche appliquée, repère et encourage les chercheurs de talent en science et technologie. Elle coopère avec le ministère des Sciences et Technologies pour définir les principes, plans et politiques pour le développement de la recherche fondamentale en Chine.

Ainsi, l'industrie chinoise des terres rares confie des tâches bien précises à différents ministères. La recherche occupe une place particulièrement prépondérante qu'il convient de détailler. En effet, c'est grâce (en partie) à l'adoption de meilleures techniques d'extraction, de séparation et d'applications que la Chine a pu devenir le premier producteur mondial de terres rares[226]. Si la Chine contrôle la chaîne de production des terres rares et concentre sur son territoire les industries intermédiaires de terres rares, elle peine à intégrer des produits à forte valeur ajoutée (turbines d'éoliennes ou électronique grand public) et à neutraliser les avantages en matière d'innovation que possèdent d'autres pays dans des secteurs émergents tels que celui des voitures hybrides ou des éclairages à efficacité d'énergie en forçant les fabricants à partager leur savoir et technologies par le biais de joint-ventures sur le sol chinois[227].

C'est donc pour palier à ces manques en matière de recherche et développement que la Chine souhaite mettre l'accent sur l'innovation en matière d'application des terres rares.

2. L'importance de la recherche

a. Programmes de recherche

[226] Ministère de l'Industrie et des Technologies de l'information de la République populaire de Chine – Terres rares en Chine: état des lieux et décisions politiques – Livre blanc, *zhongguo de xitu zhuangkuang yu zhengce baipishu fabu*, 2012.
[227] JHA Saurav – *op.cit.*

Dans les années 1980, la Chine souhaite développer son industrie par l'innovation technologique[228]. En mars 1986, trois scientifiques chinois élaborent un plan qui permettrait à la Chine d'accélérer le développement technologique du pays[229]. Ils le soumettent aux instances dirigeantes du pays. Deng Xiaoping, approuve alors le Programme national de recherche et développement en haute technologie, appelé Programme 863[230]. Le programme 863 vise à rattraper le retard accumulé par la Chine, en misant surtout sur l'innovation technologique[231]. Il se consacre à la biotechnologie, à l'espace, aux technologies de l'information, au laser, à l'automation (contrôle automatique), à l'énergie et aux nouveaux matériaux, aussi bien pour des activités civiles que militaires (les terres rares interviennent dans tous les domaines cités)[232].

En mars 1997, le ministère chinois des Sciences et Technologies lance un second programme de recherche, le Programme 973. C'est actuellement le plus important programme en matière de recherche fondamentale en Chine[233]. Les recherches figurant dans ce programme peuvent durer au maximum cinq ans et être financées à hauteur de dix millions de yuans[234]. Le Programme 973 est taillé pour servir les besoins du pays, par exemple, un projet sur l'utilisation des terres rares dans le raffinage du pétrole serait pris en compte dans le Programme 973[235].

Le gouvernement chinois met aussi en place des programmes de développement scientifique sur le moyen et le long terme. Ainsi, le Plan national pour le développement des sciences et technologies sur le moyen et le long terme (2006-2020) est un élément important de la modernisation scientifique de la Chine[236]. Ce plan inclut des investissements du gouvernement et encourage les projets technologiques et d'ingénierie pour des applications commerciales[237]. L'innovation technologique dans le secteur des terres rares est un point important de ce plan[238].

La maîtrise de la chaîne d'approvisionnement en terre rare, n'est que la première étape du monopole sur les terres rares. Le développement de nouvelles applications, de

[228] HURST Cindy – *op.cit*., p. 6.
[229] *Ibid.*
[230] *Ibid.*
[231] *Ibid.*
[232] *Ibid.*
[233] *Ibid.*, p. 7.
[234] *Ibid.*
[235] *Ibid.*
[236] MANCHERI Nabeel, SUNDARESAN Lalitha et CHANDRASHEKAR S. – *op.cit*., p. 25.
[237] *Ibid*., p. 25.
[238] Ministère de l'Industrie et des Technologies de l'information de la République populaire de Chine – *op.cit*.

nouveaux matériaux est la seconde étape. C'est pour cela que le gouvernement chinois encourage la recherche et l'innovation.

En 2007, la Chine comptait 130 entreprises d'aimants permanents avec une capacité de production annuelle de 80 000 tonnes, alors que la Chine ne produisait que 2 600 tonnes d'aimants en 1996[239]. En Chine, 60% de l'application des terres rares est utilisée dans le secteur des aimants, en particulier les aimants néodyme-fer-bore utiles pour sauver de l'énergie et surtout dans les voitures hybrides, dont la production est amenée à augmenter en 5-10 ans, ce qui constituera alors une aubaine pour le marché chinois des aimants[240]. Le potentiel des aimants permanents, très puissants et résistants à la chaleur, a bien été compris par la Chine. Cependant, la majorité des brevets sur les aimants permanents est détenue par le Japon. Les brevets sont détenus par l'entreprise japonaise Hitachi Metals, suite au rachat de l'entreprise japonaise Sumito qui avait des accords avec l'entreprise américaine Magnequench[241], spécialisée dans la production d'alliage de métaux et d'aimants.

L'Académie chinoise des sciences prend aussi part dans le développement de nouvelles applications des terres rares (développement des matériaux magnétiques de terres rares, céramique dopée aux terres rares)[242]. En matière de terres rares, la Chine ne veut plus se contenter d'être un producteur, elle souhaite également vendre des produits de haute technologie à base de terres rares sur le marché international. Or, la Chine est face à un problème, elle créé plus de produits à faible valeur que de produits de haute technologie. La recherche et développement, l'innovation, le renforcement ou la création de spécialistes, la construction d'une plateforme d'échanges et de coopération scientifique interdisciplinaire et la mise en place d'un système alliant la théorie, la pratique et la théorie pour corriger les éventuelles erreurs, sont des éléments clés qu'il faut développer pour transformer l'industrie chinoise des terres rares en une industrie productrice de matériaux et produits de haute technologie et faire mûrir la recherche en

[239] HURST Cindy – *op.cit.*, p. 13.
[240] Industrie des aimants permanents de terres rares, *xitu yong ci chanye fen huichang zongjie,* China Rare Earth Forum, Sixième Conférence sur l'industrie des terres rares de Baotou, 7-9 août 2014.
[241] *Ibid.*
[242](Les projets d'industrialisation de l'Académie chinoise des sciences s'adosseront sur des échanges technologiques), *zhongguo kexueyuan chanyehua xianmu duijie yu jishu jiaoliu huichang zongjie,* China Rare Earth Forum, Sixième Conférence sur l'industrie des terres rares de Baotou, 7-9 août 2014.

matière de terres rares[243]. La Chine doit se doter d'un plan précis pour les applications de terres rares, se positionner sur des marchés émergents tels que les alliages magnésium-terres rares résistants à la chaleur, anticorrosion et ductiles*[244] ou encore les voitures hybrides (plus respectueuses de l'environnement)[245]. Pour cela, le gouvernement en appel au renforcement de la recherche fondamentale et à équilibrer l'utilisation des terres rares[246] (utiliser les terres rares davantage pour les produits de haute technologie). Par exemple en renforçant la fonction d'auxiliaire des terres rares dans les céramiques, la combustion catalytique ou encore la coloration d'alliage[247]. Un autre moyen pour acquérir de nouvelles technologies et l'achat d'entreprises étrangères.

b. L'achat d'entreprises étrangères et les transferts de technologies

À défaut de pouvoir créer des joint-ventures, le rachat d'entreprises étrangères est un excellent moyen pour le transfert de technologies et du savoir. Ceci permet grandement d'améliorer la recherche et développement en terres rares.

Par le passé, la Chine a cherché à acquérir des entreprises étrangères, parfois avec réussite, parfois elle n'y est pas parvenue. Les cas des entreprises Magnequench et Lynas sont particulièrement éloquents. Les aimants néodyme-fer-bore, qui ont émergés dans les années 1980, sont le résultat d'un consensus entre l'entreprise américaine General Motors (GM) et l'entreprise japonaise Hitachi[248]. General Motors établit en 1986, une division au sein de son entreprise, Magnequench, qui produira entre autres les aimants néodyme-fer-bore, intervenant dans la construction de ses véhicules[249]. En 1995, deux entreprises chinoises, Beijing San Huan New Materials High-Tech Inc. et China National Non-Ferrous Metals Import & Export Corporation s'allient avec l'entreprise américaine d'investissements Sextant Group Inc. pour acquérir Magnequench. Le gouvernement américain analyse la situation et décide de garder

[243] (L'innovation technologique doit piloter le développement de l'industrie des terres rares), *keji chuanxin yinling xitu chanye fazhan huichang zongjie,* China Rare Earth Forum, Sixième Conférence sur l'industrie des terres rares de Baotou, 7-9 août 2014.
[244] *Ibid.*
[245] (Résumé du sixième forum de l'industrie des terres rares à Baotou), *di liu jie zhongguo baotou xitu chanye luntan zongshu, China* Rare Earth Forum, Sixième Conférence sur l'industrie des terres rares de Baotou, 7-9 août 2014.
[246] *Ibid*.
[247] *Ibid*.
[248] HURST Cindy – *op.cit*., p. 12.
[249] *Ibid*., p. 12.

Magnequench sur le territoire américain pendant au moins cinq ans, une fois ce délais passé, l'entreprise sera délocalisée en Chine[250]. En 2002, les équipements et le savoir de Magnequench sont envoyés en Chine et les employés américains licenciés[251]. C'est en partie cette acquisition par la Chine, qui a permis à cette dernière d'être aujourd'hui très bien placée dans la production mondiale d'aimants permanents de terres rares. En 2009, la société australienne Lynas Corp., souhaite construire une grosse mine de terres rares à Mount Weld, mais manque de fonds. L'entreprise chinoise China Non-Ferrous Metal Mining Co. est prête à y investir 252 millions de dollars américains en échange de 51,6% des parts de Lynas Corp[252]. Pour que l'offre de l'entreprise chinoise puisse se réaliser, le gouvernement australien doit donner son accord. Mais devant un tel enjeu, le gouvernement australien veut prendre son temps, perdant patience, la Chine renonce à son offre en septembre 2009[253].

Un autre moyen d'obtenir un transfert de technologies est d'attirer les investissements étrangers. Si les étrangers n'ont pas le droit d'investir dans l'exploitation d'une mine sans partenariats (joint-ventures par exemple), les investissements étrangers sont permis dans le cadre de coopération sur la séparation, les nouveaux matériaux et les projets d'applications des terres rares[254]. Le but ici est d'encourager les capitaux étrangers pour aider à la transformation profonde du secteur[255].

Toutes ces ambitions technologiques (programmes de recherches, acquisition d'entreprises étrangères) rentrent dans le cadre du Programme 863, destinée à faire de la Chine un pays avec une technologie de pointe bien développée. Or pour développer de nouvelles technologies duales, la Chine a besoin de terres rares. Néanmoins, si la Chine poursuit ses extractions de terres rares à son rythme actuel, elle en manquera bientôt et ne pourra ni satisfaire les industries nationales (qui sont la priorité de l'industrie chinoise des terres rares depuis 2012[256]) et encore moins le marché mondial. L'une des grandes préoccupations du gouvernement chinois est alors de préserver la

[250] *Ibid*., p. 13.
[251] *Ibid*.
[252] *Ibid*., p. 14.
[253] *Ibid*.
[254] WANG Junzhi – *op.cit*., p. 27.
[255] *Ibid*.
[256] JHA Saurav – *op.cit*.

ressource que constituent les terres rares, reconnaissant ainsi leur caractère stratégique[257].

B. Protéger la ressource en terres rares

Consciente du caractère non renouvelable des terres rares et du risque de déplétion de la ressource, la Chine souhaite ralentir la production nationale pour protéger l'environnement, consolider les prix et se servir des ressources en dehors de la Chine et agrandir son poids sur l'industrie[258]. La Chine ne souhaite plus vendre ses terres rares à bas prix (trop bas selon elles) et sacrifier son environnement[259].

1. Consolider les prix et l'industrie des terres rares en Chine

Il y a trois grandes bases de production des terres rares en Chine[260][261]:
- la Mongolie intérieure : la mine de Bayan Obo est la plus grosse réserve du pays (en particulier pour les terres rares légères), elle concentre 83,7% des ressources. Les usines de séparation et de traitement sont concentrées dans la région de Baotou et sont au nombre de 60. Seulement 20 d'entre elles sont le pilier de la production (2 ont une capacité de production annuelle de plus de 10 000 tonnes, 5 peuvent produire plus de 5 000 tonnes, 12 ont une production de 2 000 à 3 000 tonnes, 1 produit moins de 2 000 tonnes).

[257] Ministère de l'Industrie et des Technologies de l'information de la République populaire de Chine – *op.cit.*
[258] JHA Saurav – *op.cit.*
[259] WANG Junzhi – *op.cit.*
[260] (Futures perspectives pour l'industrie des terres rares en Chine), *zhongguo xitu hangye weilai fazhan qushi*, ifeng.com, le 1er novembre 2014.
[261] WANG Junzhi – *op.cit.*, p.20, pp. 24-25.



Figure 19. Vue aérienne de la mine de Bayan Obo, près de Baotou, Mongolie intérieure, Chine
Source : article en anglais sur Bayan Obo, wikipedia.en

- le Jiangxi : cette région compte une vingtaine d'usine de séparation et traitement, alors qu'elle en comptait 88 auparavant qui ont été regroupées en 2004 dans un énorme groupe minier chargé de l'extraction, de la gestion de la production minière, du mangement, de la promotion des investissements dans les terres rares et de la coopération extérieure. Le Jiangxi produit essentiellement des terres rares lourdes.
- le Sichuan : cette région comprend 28 entreprises donc seulement 2 avec une production standardisée, les autres utilisant de vieux équipements. Elle produit aussi des terres rares lourdes.

Il y a également des mines de terres rares dans le Guangdong.

Ainsi, la production chinoise des terres rares est éparpillée et manque de concentration. Le gouvernement chinois, étant conscient du caractère non renouvelable des terres rares, veut mettre en place une utilisation raisonnée et cherche à promouvoir une gestion et une utilisation durables de la ressource[262]. Pékin souhaite alors renforcer sa gestion scientifique des terres rares en consolidant le secteur des terres rares[263].

[262] Ministère de l'Industrie et des Technologies de l'information de la République populaire de Chine – *op.cit*.
[263] *Ibid*.

Dans les cinq années à venir, les entreprises de séparation et de traitement des terres rares ne seront plus qu'une vingtaine sur tout le territoire chinois, pour mieux organiser le secteur, équilibrer la demande sur le marché et protéger l'environnement[264]. Le but étant de fermer les petites exploitations et de rassembler des entreprises pour former de grands groupes miniers, afin de lutter contre la pollution, les mines illégales et moderniser les installations obsolètes[265]. Inner Mongolia Baotou Steel Rare-Earth (Group) Hi-Tech Co., propriétaire de Bayan Obo et plus grande entreprise chinoise de terres rares, a fusionné avec cinq autres entreprises chinoises (dont la capacité annuelle combinée de traitement et séparation des terres rares est de 73 500 tonnes) pour former le groupe China North Rare Earth Group[266]. Le gouvernement chinois veut consolider l'industrie chinoise des terres rares à l'aide de six grandes organisations : celle de Batou, China Minmetals Corporation, Aluminum Corporation of China (Chinalco), Guangdong Rare Earth Group, Xiamen Tungsten et Ganzhou Rare Earth Group[267]. Chacun de ces groupes absorbera une douzaine de petites entreprises d'extraction, de traitement et de recyclage des terres rares[268]. La Chine a commencé à mettre en place cette politique au milieu de l'année 2015[269].

Concernant, la consolidation et la fixation des prix, comme les quotas d'exportation et les taxes à l'exportation ont pris fin cette année, la Chine a décidé de mettre en place d'autres moyens. Ainsi, la fin du système de quotas pourrait être remplacé par des licences de contrôle de la production et les taxes à l'exportation par des taxes sur la valeur ajoutée ou certificats d'exportation [270]. Ces licences seraient délivrées en accord avec le respect des normes environnementales[271]. La mise en place d'une taxe sur les ressources naturelles, y compris sur les terres rares, est aussi envisagée[272]. Mais cette taxe pose certaines inquiétudes. Certains acteurs de l'industrie chinoise des terres rares

[264] (Futures perspectives pour l'industrie des terres rares en Chine), *zhongguo xitu hangye weilai fazhan qushi*, ifeng.com.
[265] ELS Frik – « Beijing has finally turned around rare earth prices », mining.com, le 12 mars 2015; ELS Frik – *op.cit*. « Chinese rare earth giant born ».
[266] *Ibid.*
[267] ELS Frik – « Chinese rare earth giant born ».
[268] *Ibid.*
[269] YU Bibby - China's New Rare Earth Policy and Industry Consolidation after the WTO Ruling, 20 octobre 2015
[270] ELS Frik – « Beijing has finally turned around rare earth prices ».
[271] *Ibid.*
[272] (Développement et nouvelles tendances sur le marché des terres rares), *xitu shichang fazhan xin qushi huichang zongjie*, China Rare Earth Forum, Sixième Conférence sur l'industrie des terres rares de Baotou, 7-9 août 2014.

craignent qu'une taxe élevée sur les ressources naturelles favorise la contrebande et par conséquent, appellent le gouvernement à mettre tout en œuvre pour faire cesser toutes les actions illégales en priorité[273]. Ainsi, la mise en place d'une taxe sur les ressources naturelles, un contrôle de la consommation nationale, des exportations équilibrées et un appui du gouvernement devraient permettre de produire des terres rares sans gaspiller toute la ressource et en garantissant de meilleurs prix[274]. La création d'un index pour les produits de terres rares et d'une plateforme électroniques d'échanges (entre les acteurs du marché) sont aussi évoqués par les acteurs chinois des terres rares[275]. L'index comporterait entre autres une base de prix standards et sables (pour les produits), des informations sur les entreprises chinoises intervenant dans les terres rares (index des produits commerciaux, dette de l'entreprise, évaluation des produits, etc.) ou encore des services (assurance, droits de la propriété intellectuelle, etc.)[276]. Ces dispositions permettraient de remettre de l'ordre sur le marché, de renforcer sa régulation selon les besoins réels du marché[277]. Les industriels chinois des terres rares en appellent aussi à produire selon un plan précis pour éviter le surplus, à établir un ordre d'extraction, à mettre en place des politiques favorables pour encourager les entreprises nationales à investir en recherche et développement et dans la technologie pour dynamiser le marché[278].

Une industrie mieux consolidée et des innovations technologiques permettront alors de retarder la déplétion de la ressource.

2. Préserver et mieux utiliser la ressource

En 2025, la Chine deviendra importatrice nette de certaines terres rares (notamment en néodyme nécessaire à la confection d'aimants permanents), ainsi qu'un investisseur important de développement de sources de terres rares à l'étranger[279]. L'innovation technologique est mise en avant comme la solution qui d'une part permettrait d'améliorer l'utilisation des terres rares, d'autre part de protéger l'environnement car

[273] *Ibid*.
[274] *Ibid*.
[275] *Ibid*.
[276] *Ibid.*
[277] *Ibid*.
[278] *Ibid*.
[279] ELS Frik - China to become net importer of some rare earths, Mining.com, 2 janvier 2017

les équipements obsolètes de production causent des problèmes environnementaux (érosion, pollution de l'eau et de l'air, acidification des sols, etc.)[280]. Il est donc urgent de développer des techniques d'extraction, de séparation et de traitement plus vertes, de contrôler les extractions et la production et de faire cesser les prospections et productions illégales[281]. L'amélioration du taux de recyclage des terres rares et la mise en place d'une économie circulaire font également parties du plan pour mieux utiliser la ressource et retarder la déplétion[282]. Le risque de déplétion est pris très au sérieux par les autorités chinoises. Par exemple, les réserves en terres rares dans le sud du pays qui étaient de 50% au début du XXe siècle, sont descendues à 15% en 2011[283]. Ainsi, le ministère de la Protection de l'Environnement, le ministère du Territoire et des Ressources, le ministère du l'Industrie et des Technologies de l'Information et le ministère du Commerce travaillent de concert à la mise en place de politiques et règlements destinés à préserver les ressources et à protéger l'environnement[284].

L'autre problème est que la Chine se trouve au niveau le plus bas de l'industrie des terres rares (elle maîtrise uniquement la chaîne d'approvisionnement)[285]. Si elle possède la technologie la plus avancée en matière d'extraction et de séparation, elle accuse un retard en matière d'alliages et de conception de produits, contrairement au Japon, à la France ou aux États-Unis[286]. En effet, la Chine utilise moins de 50% des terres rares pour des applications en haute technologie, tandis que les États-Unis en utilisent 77% et le Japon 90%[287]. Néanmoins elle exporte de larges quantités de terres rares à bas prix dans les pays industrialisés qui les utilisent pour leurs industries et importe des produits de haute technologie (conçus par les pays consommateurs) à des prix dix à cent fois supérieurs aux prix des exportations[288]. La Chine produit en excès des produits de faible valeur tels que les matériaux de polissage, les matériaux de stockage de l'hydrogène et les aimants de terres rares[289]. La capacité de production annuelle pour les aimants est de 330 000 tonnes, celle des matériaux de stockage de

[280] Ministère de l'Industrie et des Technologies de l'information de la République populaire de Chine – *op.cit.*
[281] *Ibid*.
[282] *Ibid*.
[283] *Ibid*.
[284] MANCHERI Nabeel, SUNDARESAN Lalitha et CHANDRASHEKAR S. – *op.cit*., p. 23.
[285] ZHANG Shujing – *op.cit*., p. 10.
[286] *Ibid*., p. 10.
[287] ZHANG Shujing – *op.cit*., p. 10.
[288] *Ibid*., p. 11.
[289] (Résumé du sixième forum de l'industrie des terres rares à Baotou), China Rare Earth Forum

l'hydrogène est de 25 000 tonnes et celle pour les matériaux de polissage est de 100 000 tonnes, or la demande pour chacun de ces produits est respectivement de 12 000 tonnes (aimants), 10 000 tonnes (stockage d'hydrogène) et 20 000 tonnes (polissage)[290].
Il faut donc encourager le développement d'applications des terres rares dans des produits à forte valeur ajoutée, introduire des nouveaux matériaux sur le marché grâce à l'innovation et aux progrès technologiques, allier standardisation de l'industrie et développement de brevets pour contrer la percée des brevets étrangers sur le marché international[291]. Mais également se servir de la technologie pour améliorer les équipements de production, la qualité des produits et le taux d'utilisation des terres rares[292]. Certains chercheurs chinois voudraient ainsi faire de Baotou, une base de développement en nouveaux matériaux, au vu des ressources en terres rares dont elle dispose[293]. Pour mieux préserver les ressources, la Chine met également en place des stocks stratégiques depuis 2010[294]. Plus de dix zones de stockage sont en cours de construction sous l'égide de Batou Steel Rare-Earth (Group) Hi-Tech Company[295].
La Chine applique donc une stratégie fondée sur une politique précise et le développement technologique. Cependant, pour réussir son pari, elle doit encore consolider son industrie des terres rares, protéger sa ressource et ne plus négliger son environnement, au risque de faire courir des risques pour la santé de sa population à cause de la pollution générée par les terres rares.
Il n'y a donc pas vraiment de course à l'approvisionnement à proprement parler, mais des besoins grandissants en terres rares que ce soit pour les pays occidentaux, le Japon ou la Chine. Pour les pays consommateurs, il s'agit surtout de sécuriser leurs approvisionnements pour ne plus être totalement dépendants des exportations chinoises. Ces pays ont également tout intérêt à former des personnels compétents sur les terres rares pour trouver des alternatives ou améliorer le recyclage de celles-ci.
Quant au pays producteur qu'est la Chine, l'enjeu des terres rares est double. D'une part, il en a besoin pour développer son économie (produits de haute technologies), mais également pour préserver son environnement (voitures hybrides, éolien, solaire, etc.) ; d'autre part il en a besoin pour réaliser ses ambitions politiques.

[290] *Ibid.*
[291] *Ibid.*
[292] *Ibid.*
[293] (Développement et nouvelles tendances sur le marché des terres rares), China Rare Earth Forum.
[294] MANCHERI Nabeel, SUNDARESAN Lalitha et CHANDRASHEKAR S. – *op.cit*., p. 24.
[295] *Ibid*., p. 24.

Le contrôle de la production mondiale sert un dessein politique, formulé dans un ouvrage de 1999, *La Guerre hors limites* écrit par Qiao Liang et Wang Xiangsui[296]. Cet ouvrage « *comporte et intègre l'ensemble des éléments militaires, juridiques, économiques, de la guerre de l'information sous toutes ses formes, permettant de renforcer la position de la Chine […] face à des adversaires plus puissants* [297]». La Chine souhaite développer sa technologie et ses capacités militaires, se tenant au principe « *un pays riche et une armée puissante* » (富国强兵 *fuguo qiangbing*), tel que décrit dans le Livre blanc de la défense de 2011[298]. C'est donc quelque part de la survie du système politique chinois dont il est question car son modèle de fonctionnement reste incertain[299]. Ce dernier est « *fondé sur le maintien d'un strict contrôle politique compensé par les promesses d'une forte croissance économique*[300] ». Or, une Chine militairement et économiquement forte ne peut plus se permettre de relayer la question environnementale au second plan au profit d'un développement toujours plus grand. La Chine ne souhaite plus sacrifier son environnement pour le développement de l'industrie des terres rares [301]. Elle souhaite prendre des mesures pour protéger l'environnement et empêcher la déplétion de la ressource[302]. Elle se retrouve donc entre deux eaux : continuer la croissance économique et protéger l'environnement. En effet, les terres rares confèrent à la Chine un statut intéressant dans l'approvisionnement en ressources naturelles, elle en est l'acteur incontournable. Pour l'instant les différentes tentatives des pays consommateurs pour contrer son influence, n'ont pas abouti (hormis la décision de l'OMC). Les terres rares sont donc une arme géoéconomique pour la Chine surtout en matière de prix et de diversifications des ressources (terres rares lourdes et légères), avec le temps, nous saurons si les gisements hors de Chine (en cours de développement ou déjà ouverts) seront en mesure de contrer efficacement le quasi-monopole chinois. Mais le monopole chinois est fragile. En effet, pendant longtemps, la Chine a exploité les terres rares d'une manière non raisonnée (beaucoup d'exportations, utilisation dans des produits de faible valeur), ce qui a conduit à la

[296] NIQUET Valérie – *op.cit.*, p. 110.
[297] *Ibid*., p. 110.
[298] *Ibid*.
[299] *Ibid*., p. 108.
[300] *Ibid*.
[301] Ministère de l'Industrie et des Technologies de l'information de la République populaire de Chine – *op.cit.*
[302] *Ibid.*

baisse des réserves, à une compétition exacerbée entre entreprises productrices (au vu de la manne financière représentée par ces métaux), à des prix bas et à de gros problèmes de pollution et de contrebande[303]. C'est dans ce contexte que la Chine fait beaucoup d'efforts pour éradiquer les extractions et exportations illégales des terres rares. Ainsi, Xin Guobin, vice-ministre de l'Industrie et des technologies de l'information, a annoncé qu'un nouveau système de traçabilité sera déployé en utilisant des factures spécialisées et d'autres informations telles que les données d'exportation[304]. Un système sera également mis en place pour déterminer et certifier l'origine des matériaux [305]. Pékin a aussi décidé d'imposer de nouvelles règles environnementales (certificats d'exportation « verte ») et de nouvelles taxes basées non plus sur le volume mais sur la valeur du minerai[306].

La protection de l'environnement est révélatrice d'un double enjeu pour le gouvernement chinois, d'un côté il faut contrôler le niveau de pollution, de l'autre, la dégradation de l'environnement fait l'objet d'un mécontentement de la part de la population chinoise, inquiète pour sa santé.

Comment la Chine peut-elle alors conjuguer sa volonté de devenir plus verte, tout en poursuivant son développement économique (et en gardant son avantage sur les terres rares) et en répondant aux inquiétudes de sa population face aux problèmes environnementaux ?

C'est de cela dont il sera question dans la seconde partie de ce mémoire. Dans un premier chapitre nous nous interrogerons sur les ambitions vertes de la Chine, la pollution causée par l'extraction des terres rares et les dysfonctionnements de l'industrie chinoise des terres rares. Dans un second chapitre, nous verrons quelle position la Chine peut adopter au niveau national et international en tenant compte de son environnement et de sa position dominante sur le marché des terres rares.

[303] ZHANG Shujing – *op.cit.*, p. 1.
[304] JAMASMIE Cecilia - China gets tougher on illegal mining, exporting of rare earths, Mining.com, 2 février 2016
[305] *Ibid.*
[306] *Ibid.*

DEUXIÈME PARTIE : AMBITIONS POLITICO-ENVIRONNEMENTALES CHINOISES ET PRODUCTION DES TERRES RARES

Chapitre 1 – Terres rares, ambitions vertes de la Chine et conditions de travail des ouvriers chinois des terres rares

Les technologies vertes, que ce soit les éoliennes ou les panneaux solaires, sont amenées à se développer de plus en plus. Pour les construire, il faut des terres rares. Cependant, les dysfonctionnements de l'industrie des terres rares, le poids de la contrebande et des extractions illégales favorisent les impacts sur l'environnement, les populations (pollution de l'eau, radioactivité, etc.) et sur la santé des travailleurs des terres rares.

Comme beaucoup d'autres pays, la Chine aspire à développer davantage les technologies vertes. Mais dans le cas chinois, cette amorce vers une transition énergétique s'inscrit au cœur d'un agenda politique particulier (« civilisation écologique »).

Section I – Industrie des terres rares, dysfonctionnements et impacts sur l'environnement

A. Dysfonctionnements de l'industrie chinoise des terres rares

Si la politique chinoise des terres rares semble bien établie en théorie, dans les faits, elle a beaucoup de lacunes qui renforcent la dégradation de l'environnement et les activités illégales autour des terres rares.

1. Une politique définie…mais une administration dysfonctionnelle

L'industrie chinoise des terres rares est très peu concentrée, éparpillée sur tout le territoire, comporte plus d'entreprises que nécessaire et utilise des techniques d'extraction inadaptées avec des équipements vieillissants, ce qui rend difficile la mise en place d'une économie d'échelle et d'une réelle industrie[307]. Seules Bayan Obo et la mine de Ganzhou dans le Jiangxi possèdent une économie d'échelle, mais leur compétitivité est ébranlée par les plus petites mines réparties sur tout le territoire

[307] ZHANG Shujing - « Problems and Countermeasures on rare earth industry in China », *Canada Social Science*, Vol.9, n°3, 2013, p. 10.

chinois[308]. La compétitivité des entreprises chinoises des terres rares est donc faible, inefficace et désordonnée[309].

À cela s'ajoute une gestion administrative des terres rares plutôt floue. Le gouvernement central a beaucoup de difficultés à contrôler l'ensemble de l'administration (administration hors de contrôle : inspections irrégulières, exploitations illégales, etc.)[310].

Les principales causes de ce dysfonctionnement de l'administration sont les suivantes[311] :

- conflit d'intérêts entre le gouvernement central et les gouvernements locaux :

Pékin base sa stratégie sur le long terme et crée des plans détaillés pour l'exploitation des terres rares (notamment pour retarder la déplétion de la ressource).

Les gouvernements locaux se basent sur le court terme et cherchent plutôt à renforcer l'économie locale ou leurs propres intérêts (y compris ceux des individus).

De même, il y a un manque de clarté en matière des droits de la propriété minière, où il n'y a pas de divisions clairement établies entre les compétences réservées au gouvernement central et celles réservées aux gouvernements locaux.

- éloignement géographique entre les sites d'exploitation et les administrations :

Les sites d'extraction et de traitement de terres se trouvent souvent dans des régions montagneuses reculées tandis que les administrations et autres organismes de gestion se situent dans les villes. Cet éloignement géographique rend difficile la supervision et la régulation de l'exploitation des terres rares. Beaucoup de petites et moyennes entreprises spécialisées dans l'exploitation des terres rares, recherchant à satisfaire leurs propres intérêts, se servent des lacunes administratives pour contourner les règlements. Ainsi elles extraient les terres rares sans limites, faisant fi des règlements nationaux et des restrictions.

- des responsabilités et des droits mal définis :

S'ils existent des conflits entre le gouvernement central et les gouvernements locaux, des différends opposent également les gestionnaires administratifs des terres rares. La division des droits et des responsabilités n'est pas claire, chaque gestionnaire rejetant ses responsabilités sur un autre, causant ainsi une absence de régulation.

---

[308] *Ibid*.
[309] *Ibid*.
[310] *Ibid.*
[311] *Ibid.*

Ces dysfonctionnements de l'administration apportent également des complications pour la politique commerciale et d'exportation des terres rares[312] :

- difficultés commerciales : la Chine n'a aucune marge de manœuvre sur la régulation de l'offre et la demande mondiale en terres rares. Les prix sur le marché international ont baissé car les terres rares ont été exploitées pendant longtemps sans un plan structuré et une compétition excessive entres les entreprises nationales du secteur. Les pays consommateurs ont ainsi un pouvoir pour faire baisser les prix d'achat, en négociant parfois avec plusieurs producteurs chinois en même temps. Ceci donne naissance une compétition accrue des prix et des prix plus bas.
- difficultés pour la politique d'exportation : la Chine est passée d'un encouragement de l'exportation des terres rares à un contrôle accru des exportations (quotas d'exportation, taxes sur les exportations ; ces politiques sont aujourd'hui révolues). Cette politique a agacé les pays consommateurs, qui ont craint pour la sécurité de leur approvisionnement et ont donc déposé une plainte à l'OMC.

Ce dysfonctionnement administratif empêche un véritable contrôle sur l'industrie des terres rares et renforce la pollution liée à l'exploitation des terres rares. Plus encore, ces lacunes administratives favorisent la contrebande de terres rares.

2. Contrebande de terres rares et mines illégales

En 2009, les exportations légales de terres rares étaient de 50 000 tonnes, et les exportations illégales étaient de 20 000 tonnes (ce qui représente 40% des exportations légales)[313]. Par rapport à 2008, les exportations illégales ont augmenté de 10%[314]. La plupart de la contrebande a été expédiée au Japon, en Corée du sud, aux États-Unis et dans certains pays d'Europe[315]. L'accroissement de la contrebande est dû à un affaiblissement de la demande, un manque de régulation et à des prix plus bas sur le marché national par rapport aux prix sur le marché international[316].

En septembre 2010, les douanes de Qingdao ont découvert plus de 4 000 tonnes de marchandises inhabituelles destinées à l'exportation vers le Japon (pour un total de 105

[312] *Ibid*., p. 11.
[313] *Ibid*.
[314] *Ibid.*
[315] *Ibid*.
[316] *Ibid*.

millions de yuans)[317]. Sur la déclaration de douanes effectuée par une entreprise de Zibo (Shandong), la marchandise était déclarée comme étant des oxydes de fer, alors que c'était en réalité des oxydes de terres rares (la supercherie a été découverte par un agent des douanes)[318]. L'escroquerie avait été très bien organisée. Les malfaiteurs avaient signé un contrat avec une entreprise japonaise et s'étaient procuré les terres rares en Mongolie intérieure (achat de plus de 4 100 tonnes de terres rares)[319]. Un intermédiaire était chargé de transporter la marchandise moyennant finances (8 millions de yuans)[320]. Pour tromper la vigilance des douaniers, l'intermédiaire a pris contact avec une entreprise de Zibo spécialisée dans les déclarations de douanes, afin qu'elle remplisse les formalités de douanes en y joignant un contrat et une facture, qui s'avéraient être de faux documents fournis par l'intermédiaire à cette entreprise[321]. De 2007 à 2010, les douanes chinoises ont saisi seulement 16 000 tonnes de terres rares[322]. Il est en effet extrêmement difficile de distinguer les terres rares pour des yeux non aguerris. Elles sont parfois dissimulées avec d'autres produits comme les poudres de polissage car elles ont la même couleur[323]. De plus les contrebandiers sont renseignés par des « experts » des terres rares car certaines sociétés commerciales participent à cette activité illégale[324]. Ces marchandises sortent illégalement de Chine, car les contrebandiers profitent des dysfonctionnements de l'administration douanière[325] :

- la plupart des cas sont découverts par des personnes du secteur ou travaillant pour des entreprises qui font du commerce illégal de terres rares. Ces personnes dénoncent alors les agissements frauduleux de leur entreprise.
- peu de douaniers peuvent distinguer les terres rares
- les douanes ne sont pas toujours fiables car il existe des risques de corruption (corruption des agents par les contrebandiers)
- les douaniers ne peuvent effectuer des tests qu'au hasard en cas de soupçons

Au problème de la contrebande s'ajoute celui de l'exploitation de mines illégales. Dans la région du Guangdong, certaines mines illégales sont aux mains de gangsters locaux

[317] WANG Junzhi - *op.cit*., pp. 52-53.
[318] *Ibid*., p. 53.
[319] *Ibid*.
[320] *Ibid*.
[321] *Ibid*.
[322] *Ibid*., p. 54.
[323] *Ibid*.
[324] *Ibid*.
[325] *Ibid*., p. 56.

et les terres rares sont expédiées au Japon en passant par le Vietnam[326]. Il est extrêmement difficile de tracer l'origine de la production des terres rares[327]. En effet, souvent des mines légales commercent avec les contrebandiers selon qu'elles aient atteint ou non leur quota de production[328] (ex : si une entreprise légale n'a pas atteint son quota de production, elle se procurera des terres rares obtenues illégalement pour remplir son quota ; à l'inverse elle vendra son excédent de production). De plus, beaucoup d'intermédiaires agissant dans la filière clandestine des terres rares achètent des produits issus de mines légales et de mines clandestines, les mélangent et les revendent[329]. Ces mines illégales sont sources de pollution car elles ne répondent pas aux normes environnementales et des pressions, parfois avec violence, sont exercées sur les habitants des villages alentours pour qu'ils se taisent[330]. Certaines raffineries du Guangdong s'associant aux gangsters, sont également connues pour leur comportement extrêmement violent[331]. Ainsi, le directeur général d'une entreprise de négoce en métaux rares basée à Hong-Kong, a été enlevé puis assassiné, dans le cadre d'un litige de 5 millions de dollars (américains) opposant l'entreprise de négoce à une raffinerie du nord du Guangdong[332]. Comme nous pouvons le voir, la contrebande de terres rares est une chaîne organisée et très lucrative : production, achats des terres rares, fausses déclarations de douanes, experts commerciaux et contrats avec des entreprises qui transportent ou exportent les marchandises[333].

En 2012, la production illégale de terres rares a atteint son paroxysme[334]. Mais elle est désormais en recul, de 40 000 tonnes en 2012, elle serait passée de 15 000 à 20 000 tonnes en 2014 et devrait être inférieur à 10 000 tonnes en 2020[335]. Cette réduction est due à l'engagement du gouvernement chinois depuis 2010 pour réduire la contrebande de terres rares et fermer les mines illégales[336]. La réduction de la contrebande fait partie du « Plan pour le développement de l'industrie des terres rares (2009-2015) »[337]. Le

[326] BRADSHER Keith – "In China, Illegal Rare Earth Mines Faces Crackdown", The New York Times, 29 Décembre 2010.
[327] *Ibid*.
[328] *Ibid*.
[329] *Ibid*.
[330] *Ibid*.
[331] *Ibid*.
[332] *Ibid*.
[333] WANG Junzhi – *op.cit*.., p. 56.
[334] JACQUE Muryel – *op.cit*., « Terres rares : quand l'Occident… ».
[335] *Ibid.*
[336] *Ibid*.
[337] HURST Cindy – *op.cit*., p. 15.

plan prévoit des règles et des politiques punissant les contrebandiers ou autres acteurs du commerce illicite des terres rares[338]. En effet, la contrebande est dangereuse à plusieurs niveaux[339] :

- elle contribue à maintenir des prix bas
- elle participe à accélérer la déplétion de la ressource
- elle représentait aussi un manque à gagner sur les taxes à l'exportation[340] (qui ont pris fin cette année)
- elle est révélatrice d'un gros manque de contrôle de l'industrie qui peut mener à d'énormes dommages sur l'environnement

Ainsi les problèmes administratifs et les dysfonctionnements de l'industrie chinoise des terres rares génèrent de la contrebande. Ils sont aussi les preuves d'un manque de cohésion au sein de l'industrie chinoise des terres rares. Plus encore, une industrie des terres rares mal contrôlée et des activités illégales ont de gros impacts sur l'environnement.

B. Impacts environnementaux de l'industrie des terres rares

Les terres rares en elles-mêmes ne sont pas toxiques, leur manipulation ne requérant pas de précautions spécifiques[341]. Ce sont les étapes d'obtention des produits de terres rares qui ont des impacts sur l'environnement.

Souvent, les terres rares sont obtenues de la manière suivante[342] :

- extraction
- broyage du minerai : ici la concentration en terres rares se situe entre 1 et 10%
- séparation des terres rares du minerai : ici la concentration en terres rares se situe entre 30 et 70%. La séparation se fait souvent par flottation, technique gourmande en eau, en produits chimiques et en énergie.

Cette étape génère beaucoup de résidus (mixture d'eau, de produits chimiques et de minéraux contenant souvent des substances radioactives, des métaux lourds, des

[338] *Ibid.*
[339] *Ibid.*
[340] ZHANG Shujing – *op.cit.*, p. 11.
[341] MAESTRO Patrick et al. – *op.cit.*, p. 9.
[342] DREZET Eric - « Quels impacts ? », Les thématiques, Matériaux, Les terres rares, Ecoinfo.fr, 17 mars 2011.

acides)[343]. Ces déchets sont stockés dans des réservoirs artificiels ou naturels bordés par des digues. Si les digues cèdent (pluie torrentielle, tremblement de terre, écroulement des réservoirs) ou fuient, la conséquence pour l'eau et les sols seraient dramatiques (pollution des sols et de l'eau par des substances toxiques)[344]. L'utilisation de solvants pour l'extraction des terres rares représente aussi un danger (eaux usées). La purification des terres rares engendre le rejet de métaux lourds (plomb, mercure)[345]. Les procédures d'extraction en Chine sont plutôt laxistes et les techniques utilisées sont parfois archaïques[346]. Selon un article publié dans par la Chinese Society of Rare Earths, pour chaque tonne de terres rares produites, 8,5 kg de fluorine et 13 kg de poussière sont générés[347]. D'autres enquêtes conduites dans la région de Baotou démontrent que les entreprises de la région spécialisées dans les terres rares rejettent chaque année environ dix millions de tonnes d'eaux usées[348]. Ces eaux usées sont en grande majorité ensuite déversées sans être efficacement traitées, contaminant alors l'eau potable, les eaux environnantes et les systèmes d'irrigation destinés aux activités agricoles[349]. Les résidus de traitement (*tailings*), qui sont les matériaux restant après que l'on a extrait les terres rares des minerais, sont bien souvent radioactifs car ils contiennent du thorium et doivent donc être stockés correctement dans un endroit adéquat[350]. La mine de Bayan Obo, où les terres rares sont extraites à partir de la monazite et de la bastnaésite qui contiennent des terres rares légères et du thorium, présente des risques pour l'environnement et la santé[351] (radioactivité, poussières, eaux usées, contamination de l'eau et du sol). Dans le sud de la Chine, les terres rares lourdes sont extraites à partir d'argiles à adsorption d'ions avec l'emploi de la lixiviation (forage de la couche des argiles pour y injecter une solution), bien que moins nocive, cette technique incontrôlable hydro-géologiquement, peut représenter un danger pour le sol et l'eau[352]. L'emploi de produits chimiques tout au long du processus d'extraction génère des rejets gazeux, des eaux usées et des déchets solides toxiques[353].

[343] *Ibid*.
[344] *Ibid*.
[345] *Ibid*.
[346] HURST Cindy – *op.cit*., p. 16.
[347] HURST Cindy - *op.cit*., p. 16.
[348] *Ibid*., p. 16.
[349] *Ibid*., p. 16.
[350] *Ibid*., p. 17.
[351] DREZET Eric – « Quels impacts ? », *op.cit.*
[352] *Ibid*.
[353] *Ibid*.

Néanmoins, il convient de bien identifier le type des gisements de terres rares, car certains présentent plus de risques que d'autres, cela dépend du minerai à partir duquel l'on extrait les terres rares, des autres éléments qui vont être extraits et du respect des normes environnementales[354].

Mount Weld, détenu par l'entreprise australienne Lynas, a moins d'impacts que Bayan Obo, Mountain Pass ou les mines d'extraction à partir d'argiles à adsorption d'ions (sud de la Chine), car elle a une plus petite empreinte écologique, se situe dans un endroit reculé et présente moins de teneur en thorium[355].

Mountain Pass, qui a rouvert en 2012 devrait être en activité jusqu'en 2042 pour une production annuelle de 20 000 tonnes[356]. Ne souhaitant pas réitérer les erreurs du passé, Molycorp a mis en place une production plus propre : surveillance quotidienne des déchets radioactifs par un officier compétent, traitement des acides et eaux usées, réduction de 90% de la consommation d'eau par rapport aux années 1990, traitement et assainissement des eaux souterraines polluées, pompage, traitement et recyclage de l'eau des mines à ciel ouvert, stockage dédié pour les déchets dangereux (décharges spécifiques), traitement des émissions de gaz et réhabilitation des sites une fois l'exploitation arrêtée[357].

Au contraire Bayan Obo, présente davantage de risques, comme en témoigne les photographies suivantes.



[354] ALI Saleem H. - « Social and Environmental Impact of the Rare Earth Industries », *Resources*, *3* /1 pp 123-134, 2014, p. 124.
[355] *Ibid*., p. 125.
[356] DREZET Eric - « Evolution des aspects environnementaux de l'extraction et du traitement des terres rares hors de Chine », Les thématiques, Matériaux, Les terres rares, *Ecoinfo.fr*, 17 mars 2011.
[357] *Ibid*.

Figure 20. "Lac" de déversement des eaux usées de la production de terres rares près de Baotou
Source: BONTRON Cécile - « En Chine les terres rares tuent des villages », *Le Monde* (Edition web), 19 juillet 2012



Figure 21. "Lac" de déversement des eaux usées de la production de terres rares près de Baotou
Source: MAUGHAN Tim – « The dystopian lake filled by world's tech lust », bbc.com, 2 avril 2015



Figure 22. "Lac" de déversement des eaux usées de la production de terres rares près de Baotou
Source: MAUGHAN Tim – « The dystopian lake filled by world's tech lust », bbc.com, 2 avril 2015



Figure 23. "Lac" de déversement des eaux usées de la production des terres rares près de Baotou
Source: WORSTALL Tim – « The terrible pollution from Chinese rare earth manufacturing », 24 avril 2015

Un article du journal *Le Monde* de juillet 2012, relate les dégâts occasionnés par les usines de traitement des terres rares dans les villages aux alentours du « lac » de Baotou[358]. Le « lac » est le bassin de déversement des eaux usées issues des usines de traitement des terres rares, contenant plusieurs substances chimiques nocives, dont des éléments radioactifs comme le thorium[359]. En cas d'ingestion, le thorium peut créer des cancers du pancréas, des poumons ou du sang[360]. L'utilisation de bicarbonate d'ammonium et d'acide oxalique pour le raffinage des terres rares est très dangereuse[361]. Le bicarbonate d'ammonium irrite le chemin respiratoire s'il est inhalé et conduit à une irritation gastro-intestinale s'il est ingéré[362]. L'acide oxalique est un poison mortel s'il est ingéré, peut causer de graves brûlures et endommager les reins s'il est absorbé par la peau[363]. Les déchets produits (eaux usées, thorium, etc.) par les entreprises de traitement des terres rares de Baotou contaminent aussi le Fleuve jaune (Baotou se situe sur la rive nord du Fleuve jaune), source d'eau pour 150 millions de

[358] BONTRON Cécile - « En Chine les terres rares tuent des villages », *Le Monde* (Edition web), 19 juillet 2012.
[359] *Ibid*.
[360] *Ibid*.
[361] HURST Cindy – *op.cit*., p. 18.
[362] *Ibid*.
[363] *Ibid*.

Chinois[364]. L'entreprise d'État Baogang Rare Earth, propriétaire de Bayan Obo, a débuté la production des terres rares en 1958. Ce n'est qu'à partir des années 1980, que les habitants des villages environnants ont remarqué des anomalies sur leurs cultures, notamment le fait que les légumes ne poussaient plus. Une étude du bureau municipal de la protection de l'environnement conduite dans le village de Xinguang (situé près des usines de terres rares) indique aux villageois que ce sont les activités liées aux terres rares qui empêchent les cultures de pousser. En plus des usines de terres rares, d'autres usines (centrale électrique au charbon, usines fournissant d'autres usines en produits chimiques de traitement, etc.) viennent s'ajouter au problème : l'air est ainsi pollué par des vapeurs de solvants (en particulier d'acide sulfurique) ou des poussières de charbon, les sols et les nappes phréatiques sont également contaminés[365]. Face à une telle pollution, la plupart des habitants fuient le village et la population est passée de 2 000 à 300 habitants en une dizaine d'années[366]. À Xinguang toutes les familles du village sont touchées par des maladies (notamment des problèmes pulmonaires)[367]. Certains villageois ont décidé de faire entendre leur voix auprès du gouvernement local et ont obtenu des promesses de compensations financières : de nouveaux logements ont été construits à l'ouest de Xinguang, avec les indemnisations versées par l'entreprise Baogang au gouvernement local[368]. Cependant, les bâtiments qui devaient loger 5 000 personnes (habitants des cinq villages proches du « lac »), ne comptent aucun résident. Le gouvernement exige que les villageois achètent un droit de concession sur le logement qui les empêchera de céder ce logement à leurs enfants[369]. Le gouvernement de Pékin a cependant engagé 4 millions de yuans pour réparer les dégâts occasionnés par les terres rares dans la région de Baotou et a déclaré qu'il ne souhaitait pas sacrifier l'environnement pour le développement de l'industrie des terres rares[370]. Face à ces désastres environnementaux causés par l'exploitation des terres rares, certaines usines chinoises s'efforcent d'investir dans une production plus propre, mais d'autres préfèrent maintenir leur place sur le marché[371]. D'autant plus que comme la terre appartient au gouvernement chinois, beaucoup d'entreprises ne voient pas l'utilité

[364] *Ibid.*
[365] BONTRON Cécile – *op.cit.*
[366] *Ibid*.
[367] *Ibid*.
[368] *Ibid.*
[369] *Ibid*.
[370] ALI Saleem H. – *op.cit*., p. 125.
[371] HURST Cindy – *op.cit*., p. 17.

d'investir dans des techniques plus respectueuses de l'environnement, car si le gouvernement veut reprendre le lieu d'exploitation pour en faire autre chose, les investissements seront alors perdus[372]. En dépit de ses appels pour une production plus propre des terres rares, le gouvernement chinois ne propose pas de subventions pour inciter les entreprises à devenir plus verte[373].

Une production des terres rares mal ou peu encadrée a des effets néfastes, sur l'environnement et sur les populations riveraines des sites miniers ou d'usines de traitement. En ce sens, il convient aussi de s'intéresser aux conditions de travail des ouvriers chinois de terres rares et aux risques sur leur santé.

Section II – Conditions de travail des ouvriers chinois de terres rares

A. Des conditions de travail difficiles

Peu de documents décrivant les conditions de travail des ouvriers chinois des terres rares sont disponibles. Néanmoins, il existe des informations sur les conditions de travail dans la plus grande mine de terres rares du pays, Bayan Obo.

Situé au nord de la Chine dans la région autonome de la Mongolie intérieure, Bayan Obo est un district minier abritant la mine de terres rares du même nom. En 2011, 7 000 personnes y travaillaient[374]. Pour un salaire de 3000 yuans par mois (330 euros en 2011), les ouvriers des usines de terres rares débutent leur journée de travail dès 6h du matin[375]. Certains d'entre eux se rendent au travail à vélo ou en voiture, quand d'autres y vont en empruntant le bus affrété par leur entreprise[376]. Les journées de travail peuvent aller jusqu'à 12 heures, dans des conditions dangereuses (transport de charges très lourdes, travail autour de bains d'acide bouillants, absence ou peu de protections)[377].

[372] *Ibid*.
[373] *Ibid*.
[374] EURARE - Health and safety issues in REE mining and processing. An internal EURARE guide report, septembre 2016
[375] QUEROUIL-BRUNEEL Manon – « Chine : les forçats du high-tech », , Le Figaro.fr, 5 novembre 2011
[376] *Ibid.*
[377] *Ibid.*

Les photographies qui suivent sont issues d'un reportage de 2011 dans une usine de terres rares de la région de Baotou[378].



Figure 24. Intérieur d'une usine de traitement des terres rares
Source : Reportage de Véronique de Viguerie – site internet de la photographe



Figure 25. Ouvriers assimilant les oxydes de terres rares pour en faire des alliages faciles à exporter
Source : Reportage de Véronique de Viguerie – site internet de la photographe

[378]QUEROUIL-BRUNEEL – op.cit. ; Photographies issues du site de Véronique de Viguerie : http://veroniquedeviguerie.com/project/rare-earth-trafic-in-china/ (consulté le 8 janvier 2017)



Figure 26. Ouvrières séparant les terres rares à l'aide de produits chimiques.
Source : Manon QUEROUIL-BRUNEEL et Véronique DE VIGUERIE – « Chine : les forçats du high-tech », Le Figaro.fr, 5 novembre 2011



Figure 27. Ouvriers transportant des minerais de terres rares
Source : Reportage de Véronique de Viguerie – site internet de la photographe

Comme le montrent les photographies ci-dessus, les travailleurs chinois des terres rares effectuent leurs tâches dans des conditions pénibles. Les ouvriers sont ainsi exposés à des poussières et autres vapeurs toxiques qui ne sont pas sans conséquences sur leur santé.

B. Quels effets sur la santé des travailleurs ?

Les terres rares en elles-mêmes ne sont pas dangereuses pour la santé mais l'exposition aux poussières et aux vapeurs de terres rares, ainsi qu'aux produits utilisés (solvants)

pour obtenir la précieuse ressource peuvent mettre en danger la santé des travailleurs comme en témoigne le tableau ci-dessous.

Par exemple, l'inhalation de poussière de néodyme peut causer une embolie pulmonaire et une exposition répétée peut endommager le foie. Une exposition aux composants d'yttrium peut causer dyspnée (difficulté respiratoire pour inspirer ou expirer), toux, douleurs à la poitrine ou cyanose (coloration bleue de la peau et des muqueuses).

Table 2. Occupational health and safety issues with rare earths

Z	Symbol	Name	CAS No.	Occupational health and safety issues*
21	Sc	Scandium	7440-20-2	It is mostly dangerous in the working environment, due to the fact that damps and gasses can be inhaled with air.
39	Y	Yttrium	7440-65-5	Workers exposed to yttrium compounds can cause shortness of breath, coughing, chest pain, and cyanosis. NIOSH recommends a time-weighted average limit of 1 mg/m^3, and an IDLH of 500 mg/m^3. Yttrium dust is flammable.
57	La	Lanthanum	7439-91-0	The application in carbon arc light led to the exposure of people to RE oxides and fluorides, sometimes leading to pneumoconiosis [38].
58	Ce	Cerium	7440-45-1	Workers exposed to cerium have experienced itching, sensitivity to heat, and skin lesions. OEL (Russia) of ceric oxide (1306-38-3) is 5 mg/m^3 [14,15].
59	Pr	Praseodymium	7440-10-0	Praseodymium compounds are controversial subjects with their biological roles [29].
60	Nd	Neodymium	7440-00-8	Breathing the dust can cause lung embolisms, and accumulated exposure damages the liver. Neodymium also acts as an anticoagulant, especially when given intravenously. Neodymium magnets have been tested for medical uses, such as magnetic braces and bone repair, but biocompatibility issues have prevented widespread application. If not handled carefully, they come together very quickly and forcefully, causing injuries. For example, there is at least one documented case of a person losing a fingertip, when two magnets he was using snapped together from 50 cm away [28].
61	Pm	Promethium	7440-12-2	The element, like other lanthanides, has no biological role. In general, gloves, footwear covers, safety glasses, and an outer layer or easily removed protective clothing should be used. Sealed promethium-147 is not dangerous. However, if the packaging is damaged, then promethium becomes dangerous to the environment and humans.
62	Sm	Samarium	7440-19-9	Samarium metal compounds are controversial subjects regarding their biological roles in human body.
63	Eu	Europium	7440-53-1	Dust of its metal compounds present fire and explosion hazard [2].
64	Gd	Gadolinium	7440-54-2	Gadolinium has little information on its native biological roles, but its compounds are used as research tools in biomedicine. Gd^{3+} compounds are components of magnetic resonance imaging contrast agents [40].
65	Tb	Terbium	7440-27-9	Terbium compounds are controversial subjects regarding their biological roles [13,34].
66	Dy	Dysprosium	7429-91-6	Like many powders, dysprosium powder may present an explosion hazard when mixed with air and when an ignition source is present. Thin foils of the substance can also be ignited by sparks or by static electricity. Dysprosium fires cannot be put out by water. It can react with water to produce flammable hydrogen gas [80].
67	Ho	Holmium	7440-60-0	Holmium compounds are controversial subjects regarding their biological roles in humans, but may be able to stimulate metabolism [79].
68	Er	Erbium	7440-52-0	Metallic erbium in dust form presents a fire and explosion hazard [2].
69	Tm	Thulium	7440-30-4	Thulium compounds are controversial subjects with their biological roles, although it has been noted that it stimulates metabolism.
70	Yb	Ytterbium	7440-64-4	Although ytterbium is fairly stable chemically, it should be stored in air-tight containers and in an inert atmosphere, to protect the metal from air and moisture. Metallic ytterbium dust poses a fire and explosion hazard [13].
71	Lu	Lutetium	7439-94-3	Lutetium nitrate may be dangerous as it may explode and burn once heated. Lutetium has no known biological role, but it is found even in the highest known organism, the humans, concentrating in bones, and to a lesser extent in the liver and kidneys [13].

*Mostly referred from ChemIDplus Advanced (http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/) and material safety data sheets information in KOSHANET (http://www.kosha.or.kr/bridge?menuId=69). Searches were conducted using keywords chemical name AND/OR CAS number.
RE: rare earths, Z: atomic number, NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health, IDLH: immediately dangerous to life or health concentrations, OEL: occupational exposure limits.

Figure 28. Tableau de présentation des risques encourus par une exposition aux poussières de terres rares

Source: Toxicological Evaluations of Rare Earths and Their Impacts to Workers : A Literature Review, RIM Kyung Taek, KOO Kwon Ho et PARK Jung Sun, Saf Health Work 2013

Sur les 7 000 personnes travaillant à Bayan Obo, 3 000 sont exposées à des poussières aériennes contenant du thorium (radioactif). Lorsque l'on parle d'exposition, cela signifie qu'une personne entre en contact avec une substance (ingestion, inhalation, contact avec la peau ou les yeux) à court terme (exposition grave), sur une durée intermédiaire ou bien à long terme (exposition chronique).

Dans les zones d'extraction des terres rares, par exemple, les travailleurs sont exposés de manière significative aux rayons gamma. Les travailleurs chargés de l'extraction et les chauffeurs des camions des minerais reçoivent des doses de radiation d'environ 1 millisievert par an (mSv/an) et ceux des sites de décharges sont exposés à 0.7 mSv/an[379]. Selon l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), la dose d'1 mSv/an constitue la limite d'exposition du public sans prendre en compte les expositions médicales ou naturelles[380]. Des mesures ont cependant été prises à Bayan Obo pour réduire le taux d'exposition à la radioactivité des travailleurs (meilleure ventilation, équipement de contrôle des poussières, protection individuelle et rotation du travail)[381].

Ainsi, certaines précautions s'imposent pour préserver la santé et la sécurité des travailleurs[382] :

- mettre en place une ventilation suffisante dans les zones de travail poussiéreuses
- faire en sorte que les travailleurs soient équipés de protections adéquates (masques de respiration) pour réduire l'exposition aux poussières et ainsi éviter les maladies des poumons comme la pneumocosis
- contenir les terres rares dans des contenants hermétiques sous atmosphère inerte pour les protéger de l'air et de la moisissure, tout en les tenant éloignées de sources d'électricité statique et d'étincelles

[379] EURARE – Health and safety issues, op.cit.
[380] Site de l'IRSN : http://www.irsn.fr/FR/connaissances/faq/Pages/Quelle_est_la_dose_de_radioactivite_dangereuse_pour_la_sante.aspx (au 5 mars 2017)
[381] EURARE – Health and safety issues, op.cit.
[382] Ibid.

- équiper les travailleurs avec des gants, des chaussures, des couvertures, des lunettes de protection et de vêtements de protection pouvant rapidement se retirer (notamment en cas de contact avec l'acide)
- effectuer davantage de recherches pour évaluer les dangers ou risques encourus par les travailleurs des terres rares, en mettant l'accent sur la concentration des terres rares dans le corps qui, comme nous l'avons expliqué peuvent poser des problèmes de santé.

Les risques pour la santé et la sécurité au travail dans le cas des terres rares sont donc physiques, chimiques et radiologiques (radiations) et sont présents à chaque étape de traitement de cette ressource (extraction, transport, traitement, gestion des déchets)[383]. Cependant, il y a une faible probabilité de maladies professionnelles due à une exposition aux terres rares, mais une exposition à long termes aux poussières de ces matériaux peut induire des réactions brochiolaires, alévéolaires et des pneumopathies interstitielles[384]. D'après des résultats toxicologiques, les poussières de terres rares agiraient comme des agents irritants causant des changements morphologiques à long terme dans les poumons [385] . Cependant, des recherches plus poussées sont recommandées afin de pouvoir évaluer les risques et danger de santé auxquels sont exposés les ouvriers des terres rares[386].

La pollution causée par l'exploitation des terres rares et les risques sur la santé des populations et des travailleurs viennent s'ajouter à d'autres pollutions émanant d'autres industries en Chine (industrie du charbon notamment). Cet ensemble de pollutions menace l'équilibre du pays. C'est la raison pour laquelle le gouvernement chinois a décidé d'agir.

[383] Ibid.
[384] Ibid.
[385] Ibid.
[386] Ibid.

Section III – Vers une Chine plus verte ?

A. De la rhétorique de la « civilisation écologique »

Deuxième économie mondiale (en termes de PIB), la Chine consomme aussi 50% de la production mondiale de charbon et de ciment[387] et 70% de la production mondiale de terres rares. D'après des statistiques établies par le gouvernement chinois en 2012, environ 40% des ressources de la Chine en eaux fraîches représentent un risque pour la santé publique (pollution)[388]. Sur la dernière décennie, la Chine a augmenté de 150% ses émissions de dioxyde de carbone, elle est le plus gros consommateur d'énergie au monde et le plus gros émetteur de gaz à effet de serre (29%)[389]. La pollution industrielle, la sécurité des aliments et la dégradation de l'environnement sont des problèmes actuels qui affectent la vie des citoyens chinois et qui en inquiètent certains[390]. Résoudre la question environnementale en Chine est donc un enjeu de taille. Le gouvernement chinois cherche à maintenir une croissance forte car c'est ce qui sert de légitimation à l'État-parti : la population accepte les contraintes nécessaires à la survie de l'État en échange de l'amélioration de ses conditions de vie rendue possible par cette croissance économique[391]. Ainsi, la Chine cherche à trouver les moyens pour passer « *d'une croissance industrielle et polluante vers une croissance durable riche en améliorations significatives de la qualité de vie des Chinois.* [392] » Pour atteindre cet objectif, le gouvernement chinois doit composer avec les interdépendances énergétiques (besoins en matières premières, exportations des produits comme les terres rares) et les problèmes internes (chômage, pauvreté, santé, éducation, environnement) [393] . L'environnement entre à la fois dans le cadre des problèmes internes et externes, car les activités industrielles sont responsables d'une pollution locale qui a des

[387] GAFFRIC Gwennaël et HEURTEBISE Jean-Yves - « L'écologie, Confucius et la démocratie » Critique de la rhétorique chinoise de « civilisation écologique », *Ecologie & politique*, 2013/2 N° 47, p. 52.
[388] ZHANG Joy Y. & BARR Michael D. – Green Politics in China: Environmental Governance and State-Society Relations**,** Pluto Press, 2013, p. 4.
[389] *Ibid*., p. 5.
[390] *Ibid*., p. 13.
[391] MENEUT Emmanuel – « Chine : superpuissance du développement propre ? », Diploweb, 26 avril 2011.
[392] *Ibid*.
[393] *Ibid*.

conséquences sur le changement climatique (gaz à effet de serre par exemple)[394]. Le gouvernement chinois et certains citoyens ont compris qu'il était primordial de réduire les dégâts environnementaux pour allier protection environnementale et croissance économique (la maintenir, voire l'accentuer)[395]. L'environnement (et d'une certaine manière le rapport de l'homme avec la nature) est une question épineuse pour le gouvernement de Pékin. Ainsi, pour tenter de trouver une solution à l'enjeu que représente l'environnement, les dirigeants chinois puisent leurs idées dans la philosophie chinoise.

En 2007, Hu Jintao, alors Président de la Chine, aborde la « civilisation écologique » (生态文明 *shengtai wenming*) lors de son discours au XVIIe congrès national du Parti communiste chinois (PCC)[396]. En 2012, Hu Jintao, réitère son propos et consacre une section entière de son discours à la « civilisation écologique » lors du XVIIIe congrès national du PCC, lui donnant autant d'importance que le développement économique, social, politique et culturel[397]. Ceci montre que le gouvernement chinois est bien décidé à prendre en compte la question environnementale. Le terme de « civilisation écologique » s'inscrit dans la rhétorique politique de la « civilisation harmonieuse » (和谐文明 *hexie wenming*) qui serait une « *sorte d'idéal d'une société chinoise sans conflits, où les intérêts du groupe (et du Parti) primeraient sur ceux des individus. Selon cette théorie écopolitique néoconservatrice, la Chine serait le modèle à la fois culturel et politique de la résolution harmonieuse des risques environnementaux.* »[398] Selon Pan Yue, ancien vice-directeur de l'agence nationale de la Protection de l'environnement, la civilisation et la culture chinoises peuvent aider à définir un nouveau cap : après l'avènement de l'industrialisme[399] capitaliste occidental, l'ère de la « civilisation écologique » viendra remplacer l'ancien système[400]. Pan Yue estime que c'est en se tournant vers la culture chinoise traditionnelle que la Chine pourra se moderniser en accord avec sa « *propre structure culturelle* »[401]. En effet, il estime que la culture

[394] MENEUT Emmanuel, « La Chine et les technologies vertes : vers un dilemme de sécurité ? », *Écologie & politique*, 2013/2 N° 47, p. 103.
[395] *Ibid.*
[396] GAFFRIC G. & HEURTEBISE J.-Y.– *op.cit.*, p. 51.
[397] ZHANG J. & BARR M. – *op.cit.*, p. 120.
[398] GAFFRIC G. & HEURTEBISE J.-Y. – *op.cit.*, p. 52.
[399] « *Système économique dans lequel l'industrie est considérée comme le pivot de la société* », définition issue du *Larousse.fr* (http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/industrialisme/42739).
[400] GAFFRIC et HEURTEBISE – *op.cit.*, p. 53.
[401] *Ibid*.

chinoise comporterait déjà les principes pour que l'homme et la nature vivent en parfaite harmonie[402]. S'il y a un déséquilibre entre ce que préconise la culture traditionnelle et les faits (gros problème de pollution), c'est parce que la Chine a suivi le mauvais exemple. Pour Pan Yue, la Chine s'est dénaturée en suivant le modèle de développement occidental, modèle anti-écologique opposant l'homme à la nature, qui ne pourra conduire qu'à des conflits environnementaux[403] : « *La culture chinoise façonne notre manière de vivre, mais notre processus de modernisation procède d'une logique occidentale. Or ce n'est pas un choix judicieux de copier le modèle de modernisation industrielle occidental, car ce modèle se traduira par de graves conflits avec l'environnement et les ressources naturelles, et particulièrement dans un pays en développement comme la Chine.* »[404]

En d'autres termes, il faut trouver un modèle de développement différent de celui mis en place par les pays occidentaux et trouver sa propre voie. Pan Yue voit donc une opposition entre la culture occidentale qui est de nature anti-écologique et la culture chinoise qui serait « *l'héritière d'une intemporelle civilisation écologique et harmonieuse* »[405]. Ainsi, le développement économique de la Chine basé sur une idéologie occidentale devrait être modifié par la culture chinoise, écologique par essence, et qui fonctionnerait en parfait accord avec l'économie socialiste de marché[406]. Cependant, Pan Yue ne mentionne pas les dégradations environnementales causées par la politique maoïste, qui opposait pourtant l'homme et la nature[407]. Ainsi pendant la période du Grand Bond en Avant (1958-1960), certains slogans appelaient explicitement l'homme à prendre l'ascendant sur la nature (ex : « 战胜自然 » *zhansheng ziran*, vaincre la nature)[408]. Une critique pourrait consister à dire que ce n'est pas la politique de Mao qui est responsable puisqu'elle se base sur le marxisme occidental, mais ce serait remettre en cause également le PCC, ce qui n'est bien entendu pas l'objet du discours de Pan Yue[409].

[402] *Ibid.*
[403] *Ibid.*
[404] *Ibid.*
[405] *Ibid.*
[406] *Ibid.*
[407] *Ibid.*
[408] *Ibid.*
[409] *Ibid.*

En effet, ce concept de « civilisation écologique » est porteur d'un double but pour Pékin[410] :

- c'est le discours basé sur une croissance économique et la prospérité qui sert de légitimité au Parti. Le but étant d'arriver à une « société *xiaokang* » (小康社会 *xiaokang shehui*), où chaque habitant peut vivre confortablement et où le développement économique n'est pas l'essentiel point de préoccupation de la société. D'ici 2050, où d'après des estimations la population chinoise devrait avoir atteint les 1,8 milliards d'individus, le gouvernement chinois espère que le PIB moyen par habitant sera de 4 000 dollars (américains) par an, soit cinq fois le niveau actuel. Néanmoins ceci ne pourra se faire qu'au prix d'une augmentation de la production et de pressions sur les ressources naturelles. Il est impossible d'atteindre un tel but en se basant sur les modes de développement actuel. Tout le défi du gouvernement chinois est de créer une alternative au modèle économique occidental. Ainsi la mise en place d'une économie circulaire, la création d'éco-cités et la « civilisation écologique » entre dans le cadre de cette alternative au développement de type occidental.
- c'est aussi un outil de *soft power*[411]servant à promouvoir l'image d'une Chine comme une alternative au modèle occidental, où la protection de l'environnement à long terme et une croissance intelligente prédominent. Li Keqiang, l'actuel Premier ministre chinois, a ajouté que si la Chine parvient à équilibrer durabilité environnementale et développement économique (comme le préconise la « civilisation écologique »), alors elle aura apporté une contribution immense à toute l'humanité[412]. En d'autres termes, la Chine serait alors le pays « élu » pour réaliser cette « civilisation écologique ». En effet, la Chine a payé un lourd tribut écologique et social pour développer sa croissance économique, la « civilisation écologique » permettrait alors au Parti de compenser ces sacrifices tout en soutenant la croissance et sa légitimité[413].

Le gouvernement chinois a donc conscience que la Chine ne peut suivre le même développement que les sociétés occidentales et d'un autre côté, il ne veut ni renoncer au renforcement de sa croissance économique, ni sacrifier son environnement, ainsi le développement des technologies vertes s'impose comme une solution viable.

[410] ZHANG J. & BARR M. – *op.cit.*, pp. 120-122.
[411] Concept développé par le politologue américain Joseph Nye en 1990. Le soft power est la capacité d'un État à obtenir ce qu'il désire en influençant d'autres États sans user de moyens coercitifs.
[412] ZHANG J. & BARR M. – *op.cit.*, p. 123.
[413] *Ibid.*

B. Les technologies vertes pour sauver la Chine

Le développement des technologies vertes répond donc aux ambitions politiques chinoises. L'État-parti cherche à poser les bases des composantes sociales de la durabilité pour assurer sa pérennité et résoudre ses problèmes internes et externes. Les composantes sociales de la durabilité sont liées au bien-être physique et psychologique des hommes au sein de la société[414]. Dans le cas chinois, elles désignent aussi bien des éléments propres aux individus que des éléments sociaux (capitaux de production, capitaux financiers, capitaux sociaux, capitaux humains et ressources naturelles)[415]. L'objectif est de garantir une croissance dite verte. Pékin est décidé à mettre en place une nouvelle chaîne de conversion énergétique et se sert pour cela des plans quinquennaux[416].

Les plans quinquennaux guident les actions des provinces et des régions autonomes[417]. Fin 2007, la commission nationale pour le Développement et la Réforme, l'organe décisionnel le plus important du pays, publie un plan à moyen terme pour le développement des énergies propres[418]. L'un des objectifs du plan est d'accroître la part des énergies renouvelables dans la production chinoise de 10% en 2010 et de 15 à 20% d'ici 2020 (la part des énergies renouvelables n'était que 7,5% au total en 2005)[419]. Le but de la Chine est de réduire la pression sur les écosystèmes et d'améliorer la conservation de l'énergie (par la technologie)[420]. Depuis 2008, cette volonté affichée par Pékin passe par l'augmentation annuelle de la capacité de production industrielle de 11,6% et une baisse de la consommation d'énergie par unité de valeur ajoutée de 26%, soit une économie de 750 millions de tonnes de charbon[421]. Avec le onzième plan quinquennal (2006-2010), le gouvernement chinois annonce « *la mise à disposition du secteur des technologies propres pour plus de 86 milliards de dollars et jusqu'à 440 milliards de dollars d'investissement sur une période de dix ans*.»[422]. L'objectif du plan était la réduction de 20% de l'intensité énergétique par une unité de PIB sur la période

[414] ALI Saleem H. – *op.cit*., p. 125.
[415] *Ibid*.
[416] MENEUT E. – « La Chine et les technologies vertes... », p. 103.
[417] *Ibid*., p. 107.
[418] *Ibid*., p. 106.
[419] *Ibid.*
[420] *Ibid*., p. 107.
[421] *Ibid*.
[422] *Ibid*.

2006-2010 (objectif partiellement atteint en améliorant l'efficacité énergétique des 1 000 plus grosses entreprises chinoises et la fermeture de milliers de petites entreprises polluantes spécialisées dans l'acier ou la cimenterie)[423]. Le douzième plan quinquennal (2011-2015) continu dans ce sens et fait de l'amélioration énergétique une priorité nationale, la Chine ayant pour objectif la réduction de l'intensité énergétique par unité de PIB de 16% par rapport à 2005 d'ici 2015, ainsi que l'augmentation de la production des énergies renouvelables de 15% d'ici 2020[424]. Ce même plan prévoit un doublement de la croissance de la consommation énergétique avec une multiplication du PIB par quatre par rapport à 2000 (en monnaie courante)[425].

D'ici 2020, le budget consacré aux énergies vertes (chaînes de conversion d'énergie sans gaz à effet de serre) s'élève à 1,6 trillions de dollars, faisant de la Chine l'un des plus gros investisseurs mondiaux en matière d'énergies vertes[426]. D'après un rapport du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), les pays émergents investissent davantage dans les technologies vertes que les pays industrialisés et la Chine représente 34% des investissements des pays émergents (soir 48,9 milliards de dollars) et investit en particulier dans les éoliennes (70% des investissements chinois)[427]. Pour fabriquer ses technologies vertes (éoliennes par exemple), la Chine a besoin de terres rares. En ce sens elles prennent une valeur stratégique pour le gouvernement chinois car elles sont peu substituables, peu recyclables, difficiles à trouver en quantité suffisante pour exploitation[428]. Ainsi cela donne une meilleure compréhension de la politique actuelle de la Chine vis-à-vis des terres rares (consolidation de l'industrie, stockage stratégique, volonté d'accentuer l'utilisation des terres rares dans les nouvelles technologies, rôle de la recherche et développement). Pékin veut se réserver des terres rares pour ses propres industries des secteurs de l'énergie renouvelable et des nouvelles technologies[429]. Le but est de favoriser le passage vers la croissance verte et de poser les premières bases de la « civilisation écologique ». Aller vers une société plus verte c'est aussi aller au-devant de nouveaux risques (plus grande dépendance en énergie, en matières premières, aléas du marché)[430].

[423] *Ibid*.
[424] *Ibid*.
[425] *Ibid*.
[426] *Ibid*., p. 108.
[427] *Ibid*., p. 109.
[428] *Ibid*., p. 110.
[429] *Ibid*., p. 114.
[430] MENEUT E. – « Chine : superpuissance du développement propre ? ».

D'autant plus qu'il convient de mettre en lumière le paradoxe que représentent les terres rares. D'un côté elles sont utilisées pour fabriquer des technologies plus respectueuses de l'environnement, de l'autre elles participent aux problèmes de pollution de l'environnement chinois. C'est aussi là que la « civilisation écologique » montre ses limites. En effet, si la civilisation chinoise, à travers les discours de certains dirigeants et penseurs chinois, est présentée comme la seule capable de réaliser et définir la « civilisation écologique », c'est oublier qu'une pensée occidentale comme la pensée stoïcienne a aussi illustré l'harmonie entre l'homme et la nature (opposer civilisation chinoise et civilisation occidentale ne permet pas de résoudre le problème)[431]. Certains préconisent donc une sorte d'écopolitique transculturelle : s'appuyer sur la philosophie chinoise classique, mais aussi d'accorder de l'importance aux réflexions actuelles sur l'environnement, notamment les actions pour une justice environnementale[432].

En effet, l'État-parti est confronté à deux enjeux environnementaux :

- en interne, il faut faire baisser la pollution car elle est à l'origine d'une dégradation de l'environnement et fait courir un danger pour la santé publique. Elle menace également la légitimité de l'État-parti qui se doit d'assurer la sécurité environnementale (« civilisation écologique »), c'est lui qui décide des choix structurants[433].
- en externe, la pollution chinoise participe au réchauffement climatique. La pollution de la Chine n'est qu'une manifestation locale du problème des gaz à effet de serre (GES), qui contribuent au réchauffement climatique[434]. Entre 1990 et 2020, la Chine devrait compter pour un tiers des émissions globales de gaz à effet de serre, sachant qu'une réduction de la production chinoise de CO2 ne sera pas possible avant 2030 et que de toute façon cette diminution restera faible jusqu'en 2050[435]. Les GES en Chine proviennent surtout de l'exploitation du charbon qui sert à produire 75% de l'électricité du pays[436]. Néanmoins, il convient de souligner, que ces émissions de gaz à effet de serre proviennent aussi du fait que beaucoup d'entreprises étrangères font fabriquer leurs produits en Chine[437].

[431] GAFFRIC G. & HEURTEBISE J.-Y. – *op.cit.*, p. 56.
[432] *Ibid*., p. 57.
[433] MENEUT E. – « Chine : superpuissance du développement propre? ».
[434] MENEUT E. – « La Chine et les technologies verte… », p. 105.
[435] *Ibid*.
[436] *Ibid.*
[437] *Ibid*., pp. 106-107.

Les contraintes internes et externes sont les deux raisons pour laquelle la Chine se tourne vers les technologies vertes. Aussi, la Chine appuie le développement de nouvelles énergies (éolien, solaire, véhicules hybrides ou électriques) afin d'une part de préserver son rôle de producteur et pourquoi pas dominer le marché de la production des énergies vertes, et d'autre part pour contraster avec son image de plus gros pollueur de la planète et de premier exportateur au monde[438].

Faire le pari du « tout technologique » peut être une arme à double tranchant car cela accentue les pressions sur les ressources naturelles et augmente la consommation d'énergie (le temps de trouver des moyen moins énergivores), c'est donc aller vers de nouveaux risques[439]. D'après la Banque mondiale, le déséquilibre actuel en Chine entre le développement et l'environnement représente un danger pour la stabilité de la société et elle estime qu'au cours de la dernière décennie, la pollution a compté pour 10% du PIB chinois[440]. La question environnementale constitue donc une équation complexe à résoudre pour le gouvernement chinois. Il doit trouver un équilibre entre sa volonté de croissance, la gestion des problèmes environnementaux et dans le cas qui nous intéresse, son rôle international dans l'industrie des terres rares.

[438] *Ibid*.
[439] MENEUT E. – « Chine : superpuissance du développement propre ? ».
[440] MENEUT E. – « La Chine et les technologies verte… », p. 105.

Chapitre 2 – La position de l'équilibriste

Section I – Développer l'économie ou protéger l'environnement : le cas des terres rares

A. Le dilemme de la Chine

La Chine se trouve à un tournant de son histoire. Mais son modèle de développement arrive à bout de souffle. Les choix du gouvernement chinois peuvent soit le mener vers une « *crise structurelle ou, au contraire, l'aider à entrer sans trop de dommages dans une nouvelle dynamique.* [441]» L'État-parti est tiraillé entre sa volonté de développer la croissance économique et les dégradations environnementales. Ainsi il a le choix entre le paradigme de la « Chine brune » et celui de la « Chine verte »[442] :

- « Chine brune » : maintenir une croissance forte, pour s'affirmer comme une grande puissance, au détriment de l'environnement et du social. C'est aussi la mise en place d'un contrôle social accru pour éviter l'anarchie et de l'exaltation d'un nationalisme présentant la Chine comme une nation appelée à jouer un grand rôle et rappeler les humiliations du passé (avec le Japon ou les Occidentaux). Le Parti concentre tous les pouvoirs pour « *assurer l'ordre, la continuité, la croissance et le prestige international [et] les principes léninistes de contrôle social par l'État-parti au moyen de courroies de transmission demeurent intangibles.*[443] ». La défense de la nation revêt aussi une importance capitale (élargissement du concept de sécurité, renforcer l'armée, se réunifier avec Taïwan).
- « Chine verte » : constatation des problèmes environnementaux de la Chine, auxquels s'ajoutent les inégalités sociales croissantes et la difficulté à assurer les besoins fondamentaux des pauvres (éducation et santé de base). Pour résoudre ce problème, davantage de pouvoir devrait être donné à la société civile (médias, associations) pour empêcher la corruption et prévenir les dégâts environnementaux (ex : industrie des terres rares qui pollue parce que les règles ne sont pas respectées, qu'il y a peu de sanctions et que l'administration est floue) afin que se mettent en place des initiatives

[441] VERMANDER Benoît - Chine brune ou Chine verte : les dilemmes de l'État- parti, Les Presses de Sciences Po, Collection « Nouveaux débats », 2007, Introduction.
[442] *Ibid.*
[443] *Ibid.*

pouvant résoudre les problèmes devant lesquels l'État est impuissant. Le « Chine verte » c'est aussi l'affichage d'une Chine pacifique qui souhaite jouer un rôle positif à l'international et participer à l'établissement d'un ordre mondial plus juste. Le nationalisme chinois n'a pas ici cet aspect sacré, contrairement au discours de la « Chine brune », « *ce sont plutôt l'universalité des valeurs et des défis du monde contemporain, l'inventivité culturelle nourrie le rapport aux autres cultures comme par la pluralité à l'intérieur même de l'ensemble chinois qui sont valorisées*.[444]»

Il convient de remarquer que ces deux paradigmes ne sont pas figés (idéaux-types)[445]. Ainsi ils « *traversent les groupes et mêmes les individus*[446] », ils sont donc mélangés en réalité. Par exemple, les dirigeants chinois hésitent entre les deux, car d'un côté les problèmes environnementaux et sociaux sont bien réels, de l'autre il faut lutter contre la corruption car c'est aussi elle qui peut menacer l'équilibre de la société[447]. D'un autre côté, ils ne souhaitent pas relâcher la pression sociale, médiatique et politique, même si c'est la manière actuelle d'exercer ces contrôles qui peut expliquer l'amplification ou la persistance de la corruption[448] (manque de transparence par exemple). Mais la Chine n'a pas d'autres choix que de trouver les moyens pour résoudre les problèmes environnementaux, car ils sont une source de mécontentement à plusieurs niveaux.

Tout d'abord au sein même du gouvernement chinois qui a fait beaucoup d'efforts pour améliorer la qualité de l'environnement. En 2011, la Chine est le numéro un mondial en matière d'investissement dans les énergies renouvelables, représentant un cinquième des investissements mondiaux[449]. Le onzième plan quinquennal a permis la baisse de 19,06% de l'intensité énergétique de la Chine[450]. Le manque de reconnaissance de ses efforts par la communauté internationale fruste le gouvernement chinois. En 2011, lors de la Conférence de Durban sur le changement climatique, Xie Zhenhua, le représentant de la délégation chinoise, a exprimé son mécontentement face à l'Union européenne qui faisait pression sur la Chine pour qu'elle prenne des engagements contre le changement climatique[451]. Il a notamment critiqué le fait que les pays occidentaux n'ont pas rempli leur part du contrat envers les pays en développement, en matière d'aides

[444] *Ibid*.
[445] *Ibid*.
[446] *Ibid*.
[447] *Ibid*.
[448] *Ibid*.
[449] ZHANG J. & BARR M. – *op.cit.,* p. 23.
[450] *Ibid*.
[451] *Ibid.*

technologiques, financières et même en termes de réductions des émissions[452]. Certains observateurs chinois, estiment que la Chine manque d'une stratégie de communication, Xie aurait par exemple dû parler des réussites chinoises en matière d'environnement au lieu de renforcer les stéréotypes, pour aider à mieux comprendre la position chinoise[453]. D'autant plus que cette intervention n'arrange pas la stratégie de Pékin qui consiste à refaire son image, à l'améliorer aux yeux du monde[454]. En d'autres termes, il faudrait que la Chine agisse davantage et parle moins[455]. Mais ce pragmatisme peut amener à négliger la transparence, aussi certains observateurs chinois préconisent la mise en place d'un agenda et de l'explication des mesures qui ont été prises[456].

D'autant plus que la population chinoise attend elle aussi des résultats, car elle est le témoin quotidien de ces dégradations environnementales[457]. Il y a donc urgence à réagir, car plus que les problèmes environnementaux, c'est aussi la réaction des autorités qui produit le mécontentement de la population[458]. D'après des chiffres officiels du gouvernement chinois publiés en juillet 2012, rien qu'à la moitié de l'année 2012 en Chine, on comptait plus de 113 millions de personnes affectées par les désastres environnementaux, 465 décès, 97 disparitions et un coût économique direct de 77, 38 milliards de dollars[459]. La résolution du problème environnemental par l'État-parti est un enjeu primordial car elle est « *au cœur de l'exercice des compétences de l'État en matière de sécurité et de justice, et donc de la construction de la confiance entre les citoyens et leurs institutions.*[460] » Il en va alors de la justice environnementale, qui est l'élaboration, la mise en application et la défense des droits relatifs à l'accès aux biens environnementaux (propriétés et réglementations des industries, gestion des ressources naturelles, des déchets ou encore risques de santés reliés à la dégradation de l'environnement)[461]. Mais cet accès à ces biens est souvent inégal, ce qui conduit à des clivages (ethniques, sociaux, etc.) et ces inégalités sont source de conflits et c'est en essayant de les résoudre ou de les réparer que l'on peut éventuellement élaborer une

[452] *Ibid*., p. 24.
[453] *Ibid*., p. 25.
[454] *Ibid*.
[455] *Ibid*.
[456] *Ibid*.
[457] *Ibid*.
[458] *Ibid*., p. 27.
[459] *Ibid*., p. 28.
[460] BALME Richard - « La justice environnementale comme équité » La politisation des conflits environnementaux en République populaire de Chine, *Ecologie politique*, 2013/2 N° 47, p. 64.
[461] *Ibid*.

justice environnementale[462]. Les Chinois sont bien souvent confrontés à des cas de d'injustice environnementale, alors qu'il y a une législation environnementale importante[463]. En Chine, cette situation fait naître la méfiance de la population envers le régime et une pression sociale pour que Pékin trouve une solution à ces problèmes et cesse d'adopter une position opaque sur le sujet[464]. Le nombre de plaintes autour de la question environnementale a augmenté de 30% depuis 2002 et les grandes protestations sur ce sujet de 29% par an[465]. Ainsi en 2005, 50 000 cas d'agitations populaires en raison de la pollution ont été recensés[466]. Ce mécontentement inquiète Pékin car il remet en cause la légitimité du Parti, impuissant face aux problèmes environnementaux, alors qu'il est sensé garantir la sécurité environnementale. Le gouvernement ne peut trouver seul les solutions et doit donc composer avec une société civile et ce sera donc l'équilibre entre le rôle joué par l'État-parti et celui des acteurs de la société civile qui déterminera la manière dont les problèmes environnementaux seront réglés[467].

Le cas des organisations non gouvernementales environnementales (ENGO de l'anglais *Environmental non-governemental organisations*) est particulièrement intéressant. Les ENGO sont un phénomène récent en Chine et elles ont commencé en s'intéressant à la conservation de la nature ou comme surveillant de la pollution (air et eau)[468]. La première ENGO de Chine, Friends of Nature a été créé en 1994[469]. Ces organisations sont bien souvent non enregistrées légalement car c'est un processus long et stricte (soumis au contrôle de l'État-parti)[470]. Beaucoup d'ENGO s'accommodent parfaitement de cette situation car elles ont plus d'autonomie en matière d'agenda, même si le financement peut être un problème dans la mesure où elles ne peuvent recevoir les fonds publics alloués par le gouvernement[471]. Mais avec l'avènement d'internet, des ENGO trouvent le financement nécessaire à l'aide de financement participatif ou la vente de services sur la plateforme e-commerce chinoise *taobao*[472]. L'originalité de ces organisations tient au fait qu'elles s'appuient sur des sources

[462] *Ibid*.
[463] *Ibid.*
[464] MENEUT E. – « Chine et technologies vertes… », p. 104.
[465] *Ibid*.
[466] *Ibid*.
[467] *Ibid*.
[468] ZHANG J. et BARR M. – *op.cit*., p. 10.
[469] *Ibid*.
[470] *Ibid*.
[471] *Ibid*.
[472] *Ibid*.

scientifiques (certains scientifiques chinois font partie d'ENGO) et qu'elles viennent d'en bas, c'est-à-dire qu'elles sont une alternative aux médias contrôlés par le Parti qui n'ont pas la même « liberté » de parole[473]. Ces organisations ne viennent pas en se posant comme des adversaires du gouvernement, mais elles étendent le discours environnemental vers un public plus large et explorent de nouvelles formes de participation civile[474]. Elles encouragent ainsi le public à s'informer et à connaître ses droits environnementaux et ont élargi le volume et le poids de la société civile chinoise en composant avec la forme politique actuellement dominante[475]. L'État-parti et les organisations non gouvernementales environnementales doivent travailler de concert, ces dernières ne doivent pas être soumises au gouvernement pour garder une certaine indépendance, mais ne pas l'affronter non plus, au risque d'être interdites car il pourrait les voir comme une menace ou une remise en cause de son autorité[476]. Il y a donc un certain statu quo entre les deux parties, d'un côté ces organisations environnementales civiles sont importantes car elles remplissent un vide entre la population et le gouvernement (éducation de la population par exemple), de l'autre si le gouvernement donne un minimum de marge de manœuvre aux ENGO elles pourront remplir leur fonction[477].

Le cas des terres rares cristallise tous les points précédemment évoqués (pollution, dilemme entre développement et protection de l'environnement, légitimité de l'État-parti sur la question environnementale, etc.). En Chine, les dégradations environnementales provoquées par l'industrie des terres rares (déchets radioactifs, contamination de l'eau et du sol) ont soulevé beaucoup d'inquiétudes et renforcé la demande pour une justice environnementale (avec d'autres facteurs de pollution)[478]. C'est bien là tout le paradoxe des terres rares, d'un côté leur production est très polluante, de l'autre elles permettent de créer des technologies plus respectueuses de l'environnement. Elles illustrent parfaitement bien le dilemme auquel est confronté la Chine. Ainsi, elles posent la question suivante : comment poursuivre le développement économique (hautes technologies, développement des énergies renouvelables) tout en

[473] *Ibid*., p. 12.
[474] *Ibid*., p. 105.
[475] *Ibid*., p. 106.
[476] *Ibid*., p. 12.
[477] *Ibid*.
[478] ALI S. – *op.cit*., p. 132.

répondant à la demande intérieure et extérieure (production des terres rares) et protéger l'environnement et la ressource (éviter la déplétion, garantir la sécurité de l'approvisionnement) ?

B. Quelles solutions ?

En matière de développement économique, toute la dextérité du gouvernement chinois résidera dans le fait de pouvoir faire coïncider politique industrielle nationale des terres rares et politiques commerciales à l'international[479] :

- consolider et standardiser l'industrie : renforcer le système administratif, imposer une supervision, délivrer avec parcimonie les licences d'exploitation et d'extraction, utiliser les terres rares efficacement (importance de la recherche)
- valoriser et encourager les échanges technologiques avec l'étranger (en matière de recyclage et haute technologie)
- encourager l'exportation de produits à forte valeur ajoutée (haute technologie, technologies vertes)
- arrêter la contrebande : appuyer l'administration générale des douanes avec un financement, des personnels qualifiés et formés aux terres rares (faire plus attention aux déclarations de douanes), allouer des équipements spéciaux (équipements pour tests spécifiques et avancés) et punir les fraudeurs et contrebandiers
- améliorer le stock de réserves stratégiques pour protéger la ressource et assurer un approvisionnement stable en cas de crise (défense nationale)

Ici encore cela suppose que les règles seront respectées au niveau local, ce qui n'est pas garanti.

Du côté environnemental, des règles environnementales sur la question des terres rares existent, car la Chine souhaite la mise en place d'une politique pour gérer la ressource et de pratiques de management durables (régulations et standards d'émissions de polluants)[480]. En mai 2010, le ministère de l'Industrie et des Technologies de l'Information (MIIT) a publié son avis sur un projet de « Critères d'entrée pour l'industrie des terres rares », visant à créer une industrie plus structurée (meilleur taux

[479] ZHANG Shujing – *op.cit.*, pp. 12-13.
[480] DREZET Eric - « Évolutions des politiques environnementales en Chine », Les thématiques, Matériaux, Les terres rares, Ecoinfo.fr, 17 mars 2011.

d'extraction, recyclage, réhabilitation des usines et de la végétation, méthodes d'extraction plus respectueuses de l'environnement, etc.)[481]. Le gouvernement chinois a également mis en place un Plan de développement de l'industrie des terres rares pour la période 2009-2015, afin de simplifier la gestion des ressources en terres rares et de protéger l'environnement (pas de nouvelles ouvertures de mines durant toute la période du plan, fermer les exploitations illégales et trop petites, surveiller les conditions d'extraction par le MIIT pour veiller à ce que les directives nationales soient bien appliquées)[482]. En juillet 2010, le ministère de l'Environnement chinois a fixé les standards d'émissions autorisés pour l'industrie des terres rares (déchets liquides, solides et gazeux), même si certains d'entre eux sont plus élevés que dans les pays industrialisés[483]. Depuis 2011, il y a eu des vérifications sur sites et une liste de 56 entreprises (en 2012) conformes aux exigences environnementales (traitement, séparation, production des métaux, inspection de la mine) a été publiée[484]. À cela, il faut ajouter la politique actuelle des terres rares qui vise à consolider l'industrie, fermer les petites exploitations et les exploitations illégales. La Chine possède donc bien un cadre pour superviser la production des terres rares.

La mise en place d'une économie circulaire pourrait également contribuer à réduire la pollution générée par la production des terres rares. Les moyens pour mettre en place une économie circulaire sont les suivants[485] :

- réduire la consommation des ressources, les émissions de polluants et les déchets
- réutiliser et recycler les ressources au sein des parcs industriels et des industries afin que les ressources circulent dans tout le système de production local
- intégrer différents systèmes de production et de consommation dans une région pour que les ressources circulent dans les systèmes industriels et les systèmes urbains

Mais en Chine, l'économie circulaire est compliquée à mettre en pratique en raison d'un manque des infrastructures, de disparités régionales, des ambitions locales qui peuvent diverger des ambitions nationales, du manque de formation des citoyens et de règles peu claires[486]. Cependant, la question est de savoir comment le gouvernement

[481] *Ibid.*
[482] *Ibid*.
[483] *Ibid*.
[484] Ministère de l'Industrie et des Technologies de l'information de la République populaire de Chine – *op.cit*.
[485] ZHANG J. & BARR M. – *op.cit*., p. 116.
[486] *Ibid*.

chinois peut forcer la mise en place de ces lois et de ces règlements en matière d'environnement, quand il peine à s'imposer dans le secteur des mines de charbon[487]. Prendre appui sur l'enjeu environnemental autour des terres rares permet de voir plus large et de s'interroger sur la manière dont le gouvernement chinois peut articuler sa volonté de croissance et la résolution des dégradations environnementales. Certains auteurs posent à juste titre, la question de savoir si un régime autoritaire comme la Chine, peut mettre en place un véritable développement durable et une croissance verte[488]. Si la technologie était un domaine d'affrontement dans le passé, elle est aujourd'hui une question de survie[489]. Ainsi aller vers une société plus verte c'est entrer dans une rupture technologique, c'est-à-dire le remplacement de technologies obsolètes par une nouvelle technologie plus performante (ex : minitel qui a été remplacé entre autres par l'ordinateur). Le mécanisme de rupture technologique est rapide et imprévisible, ce qui fait que les décisions sont prises sous une sorte de voile d'ignorance[490]. Les dirigeants ne peuvent se fonder que sur des probabilités pour prendre leur décision (ex : estimations du nombre de la circulation du nombre de voiture hybrides en 2050) et des dépendances en matières premières sont également à prévoir (d'où la constitution de stock stratégique par exemple). Pékin doit donc faire un « *choix de société* » sous ce voile d'ignorance[491]. Sauter vers ce « *grand bond vert en avant*[492] » peut s'avérer compliqué en raison de la fragmentation du pouvoir. En effet, beaucoup d'institutions sont chargés de l'environnement et il est difficile de savoir qui dirige réellement.

Sous le Conseil des affaires de l'État, il y a plusieurs institutions chargées de la question environnementale[493] :

- la Commission nationale du développement et des réformes se charge du développement économique et social, y compris des politiques sur le changement climatique
- la Commission nationale de l'énergie

[487] NIQUET Valérie – *op.cit.*, p. 109.
[488] MENEUT E. – « Chine : superpuissance du développement propre ? ».
[489] *Ibid.*
[490] *Ibid.*
[491] *Ibid.*
[492] ZHANG J. & BARR M. – *op.cit.*, p. 107.
[493] *Ibid.*, p. 111.

- le ministère de la Protection pour l'environnement
- les bureaux locaux et régionaux de la protection de l'environnement

C'est donc la structure politique même de la Chine qui est à la fois un moteur et un frein pour les politiques environnementales[494]. Ce pouvoir fragmenté peut annihiler les effets totaux des politiques environnementales et mener à une irrégularité de l'application des politiques[495] (surtout au niveau local, comme nous l'avons vu pour les terres rares). Le caractère autoritaire du régime et la présence d'élites sensibles à la question environnementale au sein du gouvernement permettent la création de politiques et d'objectifs nationaux sans s'encombrer des obstacles présents dans un régime démocratique[496] (pourparlers et négociations avec la société civile notamment). Mais les plans quinquennaux ont un résultat mitigé, car Pékin n'hésite pas à prendre des mesures drastiques pour atteindre ses objectifs (autoritarisme environnemental)[497]. Par exemple, dans le comté de Anping (Hebei), le gouvernement a coupé l'électricité pendant 22 heures tous les trois jours pour pouvoir atteindre les buts nationaux fixés[498]. Malgré cela, l'objectif national n'a pas été atteint (à 1% près) et le gouvernement chinois a dû présenter publiquement ses excuses (ce qui est rare) pour les restrictions et coupures d'électricité[499]. Or, si le gouvernement use de moyens coercitifs pour atteindre les buts fixés, il risque de renforcer le mécontentement populaire.

Si la Chine parvenait à mettre en place une croissance verte et un développement durable, alors cela représenterait un tournant dans l'histoire mondial, car jusqu'à présent se sont les démocraties occidentales qui ont la supériorité historique en matière de technologies[500]. Pour Pékin, ce serait une légitimation supplémentaire pour le régime actuel, qui pourrait se targuer d'avoir donné forme à une « civilisation écologique », là où les régimes politiques souvent présentés comme les plus à même de la mettre en place ont échoué[501]. C'est également là tout l'enjeu que représente la question environnementale pour Pékin. Reste qu'il faut composer avec la société civile, car si elle n'est pas incluse dans le processus de transition vers une société plus verte et si les inégalités ne sont pas résorbées, alors l'État-parti aura échoué.

---

[494] *Ibid*.
[495] *Ibid*.
[496] *Ibid*.
[497] *Ibid*.
[498] *Ibid*., p. 115.
[499] *Ibid*.
[500] MENEUT E. – « Chine : superpuissance du développement propre ? ».
[501] *Ibid*.

Au final, la Chine a assez peu de marges de manœuvre pour résoudre ce dilemme. Le clivage « Chine brune » et « Chine verte » permet de comprendre l'ordre et l'imbrication des défis auxquels les dirigeants chinois doivent faire face et c'est l'articulation de ces défis ensemble qui fait le lien entre les décisions prises en matière de politique industrielle et environnementale permettant ainsi de mieux saisir le rôle de la Chine sur la scène internationale[502]. La Chine ne pourra prendre une décision qu'en se basant sur des piliers stables, or dans sa situation actuelle elle ne peut qu'adopter une position d'équilibriste, en avançant dans l'espace flou que lui fournit ces deux paradigmes, entre contraintes et objectifs contradictoires[503].
Dans le cas des terres rares, au niveau international, la Chine a également peu de marges pour agir. Elle doit composer avec les pays producteurs au risque d'être marginalisée.

Section II – Une entente sur les terres rares entre pays consommateurs et le principal pays producteur est-elle possible ?

A. La tentation de marginaliser la Chine

La politique des terres rares pratiquée par la Chine (quotas, taxes à l'exportation) a été un élément déclencheur pour les pays consommateurs. En effet, aux yeux de l'Organisation mondiale du commerce, ceci est apparu comme un moyen pour le gouvernement chinois d'utiliser son monopole sur la production des terres rares pour inciter les entreprises étrangères à s'installer en Chine et augmenter ainsi son capital technologique et ses partenariats avec l'étranger[504] (transferts de technologies). De son côté, la Chine souhaitait reprendre la main sur son industrie pour éviter l'épuisement des ressources et assurer sa transition énergétique, tandis que les pays consommateurs possédaient l'avantage de préserver leurs ressources nationales (stockages stratégiques) en utilisant les ressources chinoises et contrôlaient ainsi leur capital technologique[505]. Ce qui a eu pour conséquences de créer une situation de rivalité avec les pays consommateurs[506], qui en ont besoin pour leurs propres industries. Les États-Unis,

[502] VERMANDER Benoît – *op.cit.*
[503] *Ibid*.
[504] MENEUT E. – « La Chine et les technologies vertes… », p. 112.
[505] *Ibid*.
[506] *Ibid*.

l'U.E. et le Japon craignaient alors une rupture d'approvisionnement pouvant mettre en péril leurs industries. C'est ce qui a poussé les pays consommateurs à relancer l'exploration et l'exploitation de mines pour réduire leur dépendance envers la Chine, voire tenter de briser le monopole qu'elle exerce sur la production mondiale des terres rares. Cela a aussi permis de renforcer les accords de partenariats entre pays consommateurs et pays producteurs.

À l'été 2009, le Japon a signé un accord avec le Kazakhstan pour exploiter les gisements de terres rares de ce pays[507]. Au cours de la venue en France du Président kazakh en septembre 2011, un accord de partenariat stratégique sur les métaux et terres rares entre le Bureau de recherche géologique et minière français (BRGM) et l'entreprise minière kazakh KazAtomProm a été conclu[508]. Cet accord a été signé pour remplir les buts suivants[509] :

- développement des échanges scientifiques entre le BRGM et KazAtomProm
- identification des opportunités en matière de production des métaux rares et des terres rares
- projet de création d'un laboratoire commun sur les terres et métaux rares (recherche en géologie et en métallogénie)
- analyse des métaux et terres rares
- recherches sur les procédés d'extraction
- développement et certification de méthodes d'analyses
- éducation et formation des personnels
- élaboration d'études de préfaisabilité pour projets miniers et procédés de traitement

Le Japon cherche également à conclure des partenariats avec d'autres pays producteurs. Un partenariat entre l'Inde et la Japon était annoncé en 2012, mais les prix bas sur le marché ont retardé cet accord[510]. Le Japon souhaitait un accord d'exploitation annuel de 4 000 tonnes de terres rares provenant d'une nouvelle usine de traitement de concentré de terres rares, qui devait être construite dans l'état d'Odisha en Inde pour une valeur de 25 millions de dollars[511]. Cet accord pourrait couvrir près de 15% des besoins annuels du Japon, d'autant plus que la main-d'œuvre indienne est moins chère

[507] PAILLARD Christophe-Alexandre – *op.cit.*
[508] *Ibid.*
[509] *Ibid.*
[510] JHA Saurav – *op.cit.*
[511] *Ibid.*

et que l'accès aux dépôts de monazite est simple[512]. Ce partenariat devait aussi ouvrir la voie pour la création d'une joint-venture indo-japonaise en Afghanistan (qui est également riche en terres rares), mais la chute des prix internationaux n'a pas permis au Japon de faire une offre satisfaisante pour l'Inde[513]. À ce moment, le Japon s'est alors tourné vers le Vietnam et le Kazakhstan pour conclure des accords en matière d'approvisionnement ou encore vers Molycorp et Lynas[514]. En 2014, le Premier ministre indien a donné son accord pour autoriser les entreprises nippones à extraire les terres rares des mines indiennes[515]. Si l'Inde ouvrait des mines de terres rares, le Japon pourrait couvrir 15% de ses besoins en approvisionnement sans avoir besoin de la Chine (il dépend encore majoritairement des exportations chinoises)[516]. Avec la réussite de ce plan, le Japon pourrait couvrir 60% de ses besoins en terres rares, d'ici 2018[517].

Le monopole de la Chine sur les terres rares est temporaire, des changements au niveau de l'approvisionnement pourrait réduire la mainmise chinoise et rendre le marché plus compétitif[518]. L'offre et la demande en terres rares dépendront de plusieurs facteurs, dont certains restent actuellement sans réponses[519] :

<u>Au niveau de l'offre :</u>

- quels seront les délais, les volumes et les rythmes de production des terres rares issus des gisements occidentaux (Mountain Pass, Kvanefjeld ou Mount Weld) ?
- comment les populations accepteront-elles la présence d'usines de séparation et de traitement des terres rares ? Quelle sera leur position vis-à-vis des déchets radioactifs ?
- quelle incidence la volatilité des cours et les spéculations auront-elles sur les investissements ?
- quelle stratégie la Chine adoptera-t-elle ? (constitution de stocks stratégiques revendus ensuite pour éliminer les nouveaux entrants sur le marché ?)
- la Chine sera-t-elle en mesure d'augmenter sa production en accord avec ses préoccupations environnementales ?

---

[512] *Ibid*.
[513] *Ibid*.
[514] *Ibid*.
[515] (L'Inde et la Malaisie pourraient réduire la dépendance du Japon envers la Chine en matière de terres rares), *yindu he malaixiya huo rang riben dui zhongguo xitu de yilaidu jiangdi*, sina.com, le 11 septembre 2014.
[516] *Ibid.*
[517] *Ibid.*
[518] EBNER Julia – *op.cit.*, p. 17.
[519] CHRISTMANN Patrice – *op.cit.*, pp. 83-85.

Au niveau de la demande :

- quelle sera l'évolution de la demande (sachant que les pays occidentaux ont compris leur dépendance vis-à-vis de la Chine et que le Japon a aussi un plan d'actions) ?
- quelle sera l'impact des substitutions aux terres rares et dans quels délais ?
- quel sera l'impact du recyclage ?

Une fois de plus le marché des terres rares est dominé par l'incertitude et la spéculation. En plus, il faut ajouter à cela quelques paradoxes.

Tout d'abord, la diversification des approvisionnements du Japon, n'a pas empêché les fabricants japonais de produits intermédiaires à base de terres rares de délocaliser leurs opérations en Chine [520] . En effet, car si le Japon a réussi à sécuriser ses approvisionnements en matière de terres légères (comme le néodyme), il n'a pas pu sécuriser ses approvisionnements en terres rares lourdes qui sont moins abondantes et qui se trouvent en quantité économiquement exploitable dans les argiles du sud de la Chine, qui fournit 90% de la demande mondiale en terres rares yttriques[521]. Les terres rares lourdes ne représentent que 5% de la demande mondiale en volume mais représentent près de 40% de la valeur totale sur le marché[522]. Le manque d'accès au dysprosium, qui est souvent ajouté aux aimants néodyme-fer-bore, a obligé Hitachi Metals à délocaliser sa production en Chine en 2011[523].

En effet, tout l'intérêt d'ouvrir de nouveaux gisements et de savoir quelles terres rares ils contiennent en majorité. Par exemple, Bayan Obo, Montain Pass et Mount Weld produisent les mêmes terres rares légères. Si Baotou Steel (propriétaire de Bayan Obo) décide de vendre ses terres rares sur le marché international aux mêmes prix que ceux pratiqués en Chine, alors les deux autres mines pourraient se trouver en difficulté, mais au vu de la politique chinoise actuelle des terres rares (stocks stratégiques, protection de la ressource), il est peu probable que ce sera le cas[524].

Quant à Molycorp, elle envoie les concentrées de terres rares en Chine pour y être séparées[525]. En 2012, Molycorp a racheté NEO Material Technology dont la plupart

[520] JHA Saurav – *op.cit.*
[521] *Ibid.*
[522] *Ibid.*
[523] *Ibid.*
[524] *Ibid.*
[525] *Ibid.*

des usines de production d'aimants permanents se trouvent en Chine, au travers de joint-ventures avec des entreprises chinoises d'État[526].

Le groupe industriel Japan Oil, Gas et Metals National Corporation (Jogmec) a investi 700 millions de dollars dans des opérations de prospection-exploration en Ouzbékistan, au Kazakhstan, au Turkménistan, au Kirghizistan et au Tadjikistan, mais des entreprises chinoises y développent déjà des activités[527].

Depuis octobre 2011, quatre ateliers trilatéraux (États-Unis, Japon et U.E) sur les matières premières critiques ont eu lieu[528]. Ces ateliers ont été organisés par la Commission européenne, le Département de l'Énergie des États-Unis, le ministère japonais de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie et l'Organisation japonaise pour le développement des nouvelles énergies et des nouvelles technologies[529]. Les parties prenantes à ces ateliers souhaitent une coopération dans les domaines suivants[530] :

- recherche et technologie (y compris en cartographie géologique)
- extraction respectueuse de l'environnement
- technologies de séparation
- recyclage sur toute la chaîne de valeur (y compris éco-conception)
- gestion de la fin de vie des produits
- mines urbaines (récupération des terres rares à partir d'objets en fin de vie tels que les vieux téléphones portables)
- substituts et alternatives aux terres rares

En dépit de tous les efforts faits par les pays consommateurs pour réduire leur dépendance aux terres rares chinoises, la présence de la Chine se retrouve partout sur le marché. Elle est réellement un acteur incontournable. Finalement, au lieu de chercher à marginaliser la Chine, les pays consommateurs ne trouveraient-ils pas des avantages à travailler avec la Chine ?

---

[526] *Ibid*.
[527] (L'Inde et la Malaisie pourraient réduire la dépendance du Japon envers la Chine en matière de terres rares), *yindu he malaixiya hui rang riben dui zhongguo xitu de yilaidu jiangdi*, sina.com, le 11 septembre 2014.
[528] EBNER Julia – *op.cit.*, p. 19.
[529] *Ibid*.
[530] *Ibid*.

B. Travailler avec la Chine

C'est donc une affaire complexe que présente le monopole chinois sur la production mondiale des terres rares. La décision de l'OMC a permis de relâcher les tensions, mais les pays consommateurs doivent toutefois prendre des mesures pour sécuriser leur approvisionnement en terres rares[531]. Comme nous l'avons vu, les différentes tentatives pour contrer la mainmise chinoise sur les terres rares n'ont pas encore remis en cause la domination chinoise. D'après des prévisions, la consommation annuelle de terres rares devrait croître de 5 à 9% par an au cours des vingt-cinq prochaines années (soit une demande de 160 000 – 210 000 tonnes d'ici 2020)[532]. Mais d'autres recherches effectuées sur le futur de l'industrie chinoise des terres rares annoncent une demande de 0,3 millions de tonnes pour 2020, ce qui représente un excédent par rapport aux estimations du taux de production pour 2020 (210 000 tonnes)[533].

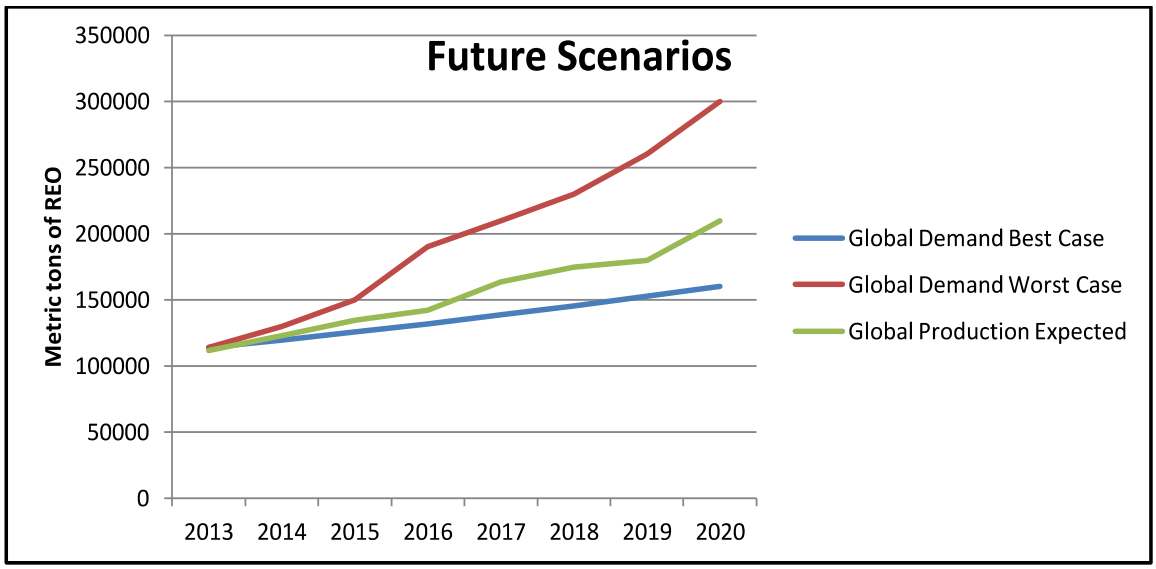


Figure 29. Futures prédictions de la demande mondiale en terres rares
Source: EBNER Julia *Europe's Rare Earth Dependence on China: Future Perspectives*, European Institute for Asian Studies (EIAS), EIAS Briefing Papers 2014/7, décembre 2014, p.23

Ainsi d'après le tableau dans le meilleur des cas la demande mondiale est plus basse que celle estimée par les experts, tandis que dans le pire des cas la demande excède les estimations des experts[534]. Cependant, il faut prendre en compte que la croissance de la demande pour chaque terre rare est consécutive à la croissance des marchés des produits

[531] *Ibid*., p. 26.
[532] *Ibid*., p. 22.
[533] *Ibid.*
[534] *Ibid*., p. 22.

utilisant cette terre rare (ex : marché des aimants permanents pour le néodyme ou le dysprosium)[535]. Ainsi les variations de la demande pour une terre rare (augmentation ou réduction) ont des conséquences directes sur l'augmentation ou la baisse de la demande en approvisionnement d'autres terres rares comme elles sont extraites ensemble[536]. Selon certaines estimations, les réserves chinoises de terres rares en terres rares yttriques arriveront à épuisement dans deux décennies[537]. Même si la production de terres rares lourdes hors de Chine est amenée à augmenter, elles restent extraites en petite quantité[538]. Si Kvanefjeld devient une source fiable en matière de terres rares lourdes (environ 12% de ses dépôts de terres rares sont des terres rares yttriques), cela pourrait résoudre en partie le problème, mais cela ne protégerait pas des pénuries ou des prix élevés[539]. Développer des technologies ne requérant pas de terres rares pourrait être une solution[540].

Comme nous pouvons le voir, développer une coopération avec la Chine est une stratégie qui pourrait résoudre certains problèmes, car d'un côté comme de l'autre, pays consommateurs et pays producteurs devront faire face aux mêmes soucis. Par exemple, plutôt que de marginaliser la Chine en s'associant aux États-Unis et au Japon, l'Union européenne aurait beaucoup d'avantages à coopérer avec Pékin, bien qu'au vu la position de la Chine sur le marché, les chances de coopération pour l'Europe sont plutôt limitées[541].

Une telle collaboration pourrait avoir les avantages suivants[542] :

- <u>avantages pour l'Union européenne</u> :

- avec les investissements chinois, l'U.E. pourrait relancer son secteur minier (beaucoup moins actif qu'auparavant) sans avoir à se soucier du financement des projets d'exploitation de mines de terres rares

- les capacités et compétences minières de l'U.E. pourraient être renforcées grâce à un transfert de technologies chinoises de pointe

[535] *Ibid*., p. 23.
[536] *Ibid*.
[537] *Ibid*.
[538] *Ibid*.
[539] *Ibid*.
[540] *Ibid*.
[541] *Ibid*., p. 20.
[542] *Ibid.*

- le développement conjoint entre la Chine et l'U.E. de mines dans les zones reculées du Groenland ou d'autres pays pourraient garantir une meilleure sécurisation des approvisionnements

- avantages pour la Chine :

- investir et collaborer sur les terres rares en Europe, pourrait conférer à la Chine une rente sur le long terme sans causer davantage de dommages à son environnement

- la Chine pourrait aider son industrie à devenir plus propre et durable à travers des transferts de connaissance avec l'U.E. (exploitation minière durable, technologies d'extraction plus respectueuses de l'environnement)

- participer ou assister des projets de développement miniers à l'étranger en tant que conseiller pourrait permettre à la Chine d'user de son avantage concurrentiel

Cependant en matière d'échanges technologiques et de développement de nouvelles techniques et technologies, il faut clairement définir qui détient les brevets et définir les droits de la propriété intellectuelle. De même que si des centres de recherches devaient être créés, il conviendrait d'en construire en Chine et en Europe pour éviter que l'une des parties concentre tous les savoirs. Dans certains domaines, la coopération sino-européenne semble délicate. En effet, il est peu probable de voir la Chine et l'Italie par exemple, travailler ensemble sur un projet de technologie militaire utilisant des terres rares. Cette difficulté pourrait aussi se trouver dans un domaine comme celui des nouvelles énergies, par exemple si la France développe un projet innovant sur les éoliennes utilisant les terres rares qui lui permettrait d'avoir un avantage considérable sur ce marché, elle aurait très peu d'intérêts à partager ses connaissances avec la Chine. Dans le cadre de cette collaboration, il convient donc de bien en définir les règles et les limites.

En fait, dans tous les domaines, les partenaires de la Chine devraient l'accompagner dans ses changements internes sans abdiquer ou être indulgent à l'extrême[543]. En effet, les décisions prises par le gouvernement chinois n'ont pas simplement des conséquences sur le pays, mais sur le reste du monde[544]. Par exemple, que ce soit en matière de gestion des dégradations environnementales ou de production des terres rares, les décisions du gouvernement chinois en la matière ont des répercussions sur le changement climatique (dans le cas de la dégradation environnementale) et sur les

[543] VERMANDER Benoît – *op.cit.*, Conclusion.
[544] *Ibid.*

accords en commerce international (contentieux à l'OMC au sujet des terres rares). Plus encore, les restrictions aux exportations des terres rares ont amené les industries de pays consommateurs à repenser leur mode d'utilisation des ressources naturelles (création de stocks stratégiques, relancer les explorations, mettre l'accent sur le recyclage et la recherche d'alternatives). Ainsi, puisque les décisions de Pékin sont déterminantes pour le futur du monde car elles représentent des enjeux planétaires, il est impératif de créer un dialogue et/ou un débat international[545]. Dans ce cas pouvons-nous parler de la mise en place d'un débat multilatéral entre la Chine et le reste du monde ? Le multilatéralisme revêt-il la même dimension en Chine qu'en Europe par exemple ?

Dans le cas européen, le multilatéralisme est une approche intégrée qui lie entre eux des groupements de pays qui ont un intérêt ou un problème en commun et « *des options de politique publique ordonnées en système.* »[546] Dans ce genre de système l'aide économique par exemple ne peut être accordée qu'en respect des impératifs moraux, politiques ou environnementaux qui ont été établis par les pays participants[547]. En fait, le multilatéralisme tel qu'il est vu par les Européens « *lie acteurs et défis dans un tout de plus en plus systématique.* »[548]

Au contraire le multilatéralisme chinois est pragmatique et non systémique, avec des domaines d'application évoluant au cours du temps.[549] Il repose sur les cinq principes de coexistence pacifique[550] :

- respect mutuel de la souveraineté territoriale et de l'intégrité territoriale
- respect du principe de non-agression mutuelle
- respect de la non-ingérence mutuelle dans les affaires intérieures
- respect de l'égalité et des avantages réciproques
- respect de la coexistence pacifique

Le multilatéralisme à la chinoise peut ignorer ces principes s'ils n'en présentent pas l'intérêt[551]. Ces cinq principes sont également appliqués dans la gestion en commun des défis internationaux, mais la Chine les met de côté dès qu'elle a une relation privilégiée avec un pays[552]. C'est donc quelque part une sorte de multilatéralisme opportuniste que

[545] *Ibid*.
[546] *Ibid*.
[547] *Ibid*.
[548] *Ibid*.
[549] *Ibid*.
[550] *Ibid*.
[551] *Ibid*.
[552] *Ibid*.

la Chine exerce. Néanmoins cela ne veut absolument pas dire qu'il est impossible de travailler de concert avec la Chine, il suffit juste de trouver un équilibre en composant avec la logique de la politique internationale chinoise qui se dessine autour des considérations suivantes[553] :

- la Chine cherche encore à confirmer son statut de puissance, car les dirigeants chinois estiment que la consolidation est un processus long et compliqué. L'État-parti préfère donc privilégier l'acceptation de ce changement par les autres grandes puissances plutôt que de les affronter
- la Chine affiche sa méfiance face aux intensions des autres puissances (hostilité, défense) car sécurité intérieure et extérieure du pays sont liées
- le basculement vers la « société harmonieuse » (comprenant bien évidemment la « civilisation écologique ») et le développement des technologies vertes (développement durable) constituent des possibilités de coopération entre la Chine et le reste du monde. Si cette transition est menée à bien elle pourra donner lieu à un apaisement des tensions commerciales et environnementales.
- les contraintes internes de la Chine retardent son action internationale
- les difficultés de la Chine sont dues à trois raisons : les défis à relever sont immenses, le pouvoir est fragmenté et l'aspect sécurité trop englobant perturbe et retarde la régulation des intérêts de la Chine
- la Chine s'ajuste lentement en interne et en externe du fait d'une gouvernance mondiale qui fonctionne mal. Blâmer la Chine ne sert à rien si le système international ne se réforme pas (pas à pas) pour pouvoir créer des dynamiques positives entre les différents acteurs (qui seront toujours muent pas des logiques d'affrontement et de coopération)
- la Chine a montré à plusieurs égards qu'elle souhaitait faire partie d'un dialogue multilatéral (environnement, commerce international, etc.). Elle doit donc être incluse dans les discussions sur la régulation financière et monétaire, l'économie circulaire (et le développement durable) ou encore la prévention des conflits et leurs règlements.

Ainsi il ne faut ni marginaliser la Chine, ni la forcer à s'engager, mais « *[il] faut faire*

[553] *Ibid.*

confiance à l'engagement multilatéral de la Chine, mais il faut savoir pointer les manquements à la logique multilatéral, en faisant le pari que la Chine internalisera peu à peu les « contraintes externes » ainsi énoncées par ses partenaires.[554] »

La Chine doit donc trouver un équilibre pour articuler ses ambitions politico-environnementales avec son monopole sur la production des terres rares. C'est donc face à un immense défi que se retrouve l'État-parti. Comme nous l'avons vu, il ne peut continuer à produire sans se soucier de son environnement au risque de susciter un mécontentement social qui pourrait menacer l'équilibre du pays. De plus, si la collaboration avec d'autres États en matière de terre rares et d'environnement est possible, elle ne pourra se faire que si les deux parties respectent une forme de statu quo. Plus que jamais, la Chine est engagée dans la position de l'équilibriste.

[554] *Ibid.*

Conclusion

Les terres rares s'insèrent donc bien dans les enjeux géopolitiques constitués par la question des approvisionnements en ressources naturelles. Comme nous l'avons vu les terres rares sont une arme à double tranchant pour la Chine. Si d'un côté elles lui confèrent une place particulière dans la quête internationale aux ressources naturelles, elles participent également à la destruction de son environnement. La Chine est donc contrainte à trouver un équilibre entre sa volonté de développer sa croissance économique et celle de protéger son environnement. C'est en fait une question substantielle à laquelle la Chine doit faire face. Si elle produit davantage, certes elle améliorera grandement sa croissance mais elle aggravera les problèmes environnementaux qui comme nous l'avons vu sont aussi des problèmes sociaux. De même que le monopole des terres rares permet de repenser les relations entre la Chine et le reste du monde, tantôt concurrents, tantôt partenaires. Finalement, il semble pour le moment ne pas avoir de réponse définitive à l'interrogation suivante : comment la Chine peut-elle allier monopole de la production des terres rares, ambitions politiques et environnementales tout en s'occupant de la question de la dégradation de l'environnement ? Il est simplement certain qu'elle doit trouver un équilibre au risque d'imploser.

Il est également très intéressant de voir que deux visions de la Chine peuvent se dégager de la présente étude. D'un côté, la Chine est vue comme un pays en position d'équilibriste, de l'autre elle est vue comme un pays qui cherche une autre voie que celle proposé par l'Occident. Le concept de « civilisation écologique » est particulièrement intéressant, car finalement, même s'il est présenté sous d'autres termes et qu'il ne couvre pas les mêmes réalités en Occident par exemple la finalité reste la même : aller vers une croissance verte, c'est-à-dire vers une société qui conjugue développement économique et protection de l'environnement.

Cependant pour la Chine, il s'agit de continuer à se maintenir sur la scène internationale en tant que grande puissance et surtout, pour l'État-parti de continuer à être légitime. En effet, si la Chine tend vers la démocratie avec tout ce qu'elle implique (multipartisme notamment), le PCC aurait beaucoup à y perdre. Si l'État-parti parvient à mettre en place cette « civilisation écologique », ce sera un moyen de dire que la Chine a réussi là où les démocraties occidentales ont échoué et un moyen d'affirmer la

supériorité du modèle chinois sur le modèle occidental. D'autant plus, que si aujourd'hui la Chine est taxée d'être le « plus gros pollueur mondial » (ce qui est vrai), elle s'est cependant inspirée du mode de développement économique occidental qui a également contribué au changement climatique. En matière de réchauffement climatique et autres bouleversements de l'environnement mondial, la responsabilité est partagée, d'autant plus que certains pays réduisent leurs émissions de polluants en faisant faire certains produits à l'étranger, comme nous l'avons vu dans la seconde partie de ce mémoire. Finalement, « *le concept de « civilisation écologique », dénué de tout fondement conceptuel, peut avoir deux rôles : soit, négativement, un rôle stratégique permettant de repousser la faute sur l'Occident afin de refuser toute analyse externe qui mettrait à mal la souveraineté nationale ; soit, positivement, un rôle de mensonge utile, permettant de mobiliser les énergies afin de favoriser la transition écologique de l'économie chinoise.*[555] »

Prendre l'exemple des terres rares pour discuter des ambitions politiques, environnementales et sociétales de la Chine permet aussi de se dire que le dilemme chinois est finalement le dilemme de presque toutes les sociétés du monde dans lequel nous vivons. La préservation de l'environnement est aujourd'hui devenue une question de survie pour chaque pays. C'est quelque part une manière de repenser nos modes de consommation ou de s'interroger sur les choix de sociétés que nous voulons. Fuir vers le tout technologique peut être une solution sur le court terme, mais à longs termes, elle amènera vers d'autres problèmes sociétaux qu'il faudra également régler (pollution, dégradation de l'environnement), sauf si des moyens de production plus propres (réellement propres) sont trouvés. Le rôle paradoxal des terres rares vient renforcer cet argument. En effet, comment faire des énergies propres avec des productions sales ? De même que la course à la performance technologique (smartphones, tablettes, ordinateurs et autres outils de plus en plus sophistiqués) permet de s'interroger sur la manière dont les produits pourraient être construits dès le départ (éco-conception). Trouver des alternatives viables aux terres rares pourrait permettre de résoudre une partie du problème, encore faut-il que ces substituts soient respectueux de l'environnement et offrent des bonnes qualités pour les applications. Il convient donc de trouver des solutions viables, pourquoi pas à l'aide d'une collaboration internationale, sans tomber dans l'utopisme.

[555] GAFFRIC G. & HEURTEBISE J. Y. – *op.cit.*, p. 60.

La finalité de ce travail était d'apporter un éclairage sur un sujet qui reste peu connu du grand public, même s'il est de plus en plus traité par les médias ou les revues ou sites internet spécialisés. Souvent dans les lectures effectuées au départ pour alimenter ce travail, la Chine était dépeinte comme une prédatrice, cherchant à s'accaparer tout le marché des terres rares. Tout ceci n'est pas faux, mais ce qui était peu mis en avant était la démission en quelque sorte des autres pays qui ont produit ou auraient pu produire eux aussi des terres rares. Mais comme la production des terres rares est polluante et que la plupart des états cherchent aujourd'hui à protéger leurs environnements, il était pratique d'acheter les terres rares moins chères à la Chine qui se souciait peu des conséquences sur l'environnement. Aujourd'hui elle ne souhaite plus sacrifier son environnement ou plutôt elle voudrait que les autres pays reconnaissent son sacrifice et collaborent par exemple sur des projets d'extraction durable ou de substitutions. Mais certains observateurs y voient là une manœuvre de la Chine pour contrôler davantage l'industrie des terres rares. Sans verser dans les théories du complot, la question de savoir si la production mondiale des terres rares n'a pas été laissée par les États-Unis à la Chine exprès dans le but de protéger son environnement des pollutions générées par l'extraction des terres rares, peut se poser. Ou alors on peut simplement y voir le fait qu'en tant que pays industrialisé et vu l'importance de son complexe militaro-industriel, les États-Unis ont préféré se concentrer sur les applications des terres rares plutôt que sur leur extraction, sachant qu'ils possédaient de toute façon des réserves à domiciles, en cas de problèmes d'approvisionnement (même si les terres rares lourdes sont importées de Chine). Quant à la Chine, elle se retrouve piégée dans son rôle de pays exportateur, car elle ne souhaite pas cesser toute exportation, même si depuis quelques temps elle est plus intéressée par le développement de ses industries nationales et des nouvelles technologies et applications utilisant les terres rares. Le Sixième forum des terres rares à Baotou va dans ce sens. Si ses conclusions générales visent à promouvoir une industrie mieux gérée et plus propre (fermetures des mines illégales, protection de la ressource contre la déplétion), l'accent est également mis sur le développement de produits à forte valeur ajoutée, l'amélioration de la compétitivité à l'international et le développement des véhicules hybrides et électriques. En fait, le forum reprend les arguments avancés par le gouvernement chinois. Un autre aspect qui y est mis en avant par certains intervenants est la méconnaissance de la population sur ce sujet. En effet, une population mieux informée sera plus à même de comprendre l'enjeu que

représentent les terres rares pour la Chine, mais aussi comme le souligne Saleem Ali dans son article *Social and Environmental Impact of the Rare Earth Industries*, de mieux comprendre les risques encourus par la production des terres rares. Il insiste notamment sur le fait qu'une économie circulaire, le développement durable et les opportunités (économiques et sociales) que représentent le recyclage des terres rares doivent être mis en avant pour avoir moins de résistances sociales face à la production des terres rares.

C'est donc un problème complexe que revêt la question des terres rares, tantôt économique, tantôt géopolitique et sociétal. L'aspect sociétal est très important, car même si la volonté d'avoir une industrie plus propre est mise en avant par le gouvernement chinois, la tâche reste immense. En effet, les décalages entre la politique voulue par Pékin et celle pratiquée par certains gouvernements locaux a de lourdes conséquences pour l'industrie chinoise des terres rares. La grande question est de savoir comment l'État-parti peut forcer ses politiques à être respectées jusqu'au plus petit échelon. Tant que les intérêts particuliers passeront avant les intérêts nationaux, la Chine sera confrontée à ce problème. D'un autre côté, vu l'immensité du territoire et son morcellement, il va être très difficile de tout contrôler et certains passeront une fois de plus entre les mailles du filet. C'est donc une lourde tâche qui attend la Chine, celle de passer de la position de l'équilibriste à celle de la stabilité, d'autant plus que ses décisions impacteront le reste du monde. Plus que jamais, l'enjeu politique, social et environnemental de la Chine est un enjeu mondial.

BIBLIOGRAPHIE :

Généralités sur les terres rares et les métaux non ferreux :

BIHOUIX Philippe (sous la direction de) – Quel futur pour les métaux ? Raréfaction des métaux. Un nouveau défi pour la société, EDP sciences, 2010

CASCALES Concepcion, MAESTRO Patrick, PORCHER Pierre-Charles, SAEZ PUCHE Regino - « Lanthane et lanthanides », *Encyclopædia Universalis* [en ligne],
URL : http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/lanthane-et-lanthanides/ (consulté le 31 août 2014)

DREZET Eric – « La séparation des terres rares », Les thématiques, Matériaux, Les terres rares, Ecoinfo.fr, 6 août 2010
URL : http://ecoinfo.cnrs.fr/article176.html (consulté le 19 novembre 2014)

Rare Earth Investing News - « Uses of Rare Earths Part One : Light Rare Earths », rareearthsinvestingnews.com, 4 octobre 2013
URL : http://rareearthinvestingnews.com/17061-uses-of-rare-earths-part-1-light-rare-earths.html
(consulté le 25 novembre 2013)

Rare Earth Investing News – « Uses of Rare Earths Part Two : Heavy Rare Earths », rareearthsinvestingnews.com, 25 novembre 2013
URL : http://rareearthinvestingnews.com/18757-uses-of-rare-earths-part-one-heavy-rare-earths.html
(consulté le 25 novembre 2013)

Rare Earth Investing News – « Uses of Rare Earths, Part Two : Heavy Rare Earths », rareearthsinvestingnews.com, le 25 novembre 2013
URL : http://rareearthinvestingnews.com/18757-uses-of-rare-earths-part-one-heavy-rare-earths.html
(consulté le 31 août 2014)

REE Handbook – Erbium
URL : http://www.reehandbook.com/erbium.html (consulté le 19 novembre 2014)

REE Handbook – Thulium
URL : http://www.reehandbook.com/thulium.html (consulté le 19 novembre 2014)

REE Handbook – Ytterbium
URL : http://www.reehandbook.com/ytterbium.html (consulté le 19 novembre 2014)

REE Handbook – Lutetium
URL : http://www.reehandbook.com/lutetium.html (consulté le 19 novembre 2014)

US Geological Survey's 2014 report on REEs
URL : http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earths/mcs-2014-raree.pdf (consulté le 12 février 2015)

US Geological Survey's 2015 report on REEs
URL : http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earths/mcs-2015-raree.pdf (consulté le 12 février 2015)

Géopolitique des terres rares :

BAILEY GRASSO Valerie - Rare Earth Elements in National Defense: Background, Oversight Issues, and Options for Congress, *Congressional Research Service*, 23 décembre mars 2013
URL : https://www.fas.org/sgp/crs/natsec/R41744.pdf (consulté le 6 février 2015)

BEAUCHAMP-MUSTAFAGA Nathan et LEVKOWITZ Lee, US-China Economic and security review commission - China's rare earths industry and its role in the international market, 2010
URL: http://www.uscc.gov/Research/china%E2%80%99s- rare-earths-industry-and-its-role-international-market (consulté le 13 novembre 2013)

« Les terres rares, un marché stratégique et convoité », dossier paru dans *Carto, le monde en carte,* n°9, janvier-février 2012, pp.41-44

HURST Cindy - China's Rare Earth Elements Industry: What Can the West Learn?, *Institute for Analysis of Global Security* (IAGS), Mars 2010
URL: http://www.ensec.org/index.php?option=com_content&view=article&id=240:hurstrareearth&catid=103:energysecurityissuecontent&Itemid=358
(consulté le 15 août 2013)

PAILLARD Christophe-Alexandre - Géopolitique des terres rares,
« La Chine, l'OMC et les terres rares. Une nouvelle guerre économique en perspective? », *Diploweb*, 2 avril 2012
URL : http://www.diploweb.com/Geopolitique-des-terres-rares.html (consulté le 21 novembre 2014)

Géoéconomie des terres rares et des métaux stratégiques :

CATINAT Michel et ANCIAUX Paul, « L'Union européenne et les minerais stratégiques », *Géoéconomie*, 2011/4 n° 59, p. 43-51

CHRISTMANN Patrice, « Les nouvelles ressources en minerais stratégiques : l'exemple des terres rares », *Géoéconomie*, 2011/4 n° 59, pp. 75-86

DOURILLE FEER Evelyne – « Terres rares : les grandes manœuvres », *Cepii.fr*, 28 août 2012
URL : http://www.cepii.fr/blog/bi/post.asp?IDcommunique=126 (consulté le 24 avril 2015)

EBNER Julia – Europe's Rare Earth Dependence on China : Future Perspectives, European Institute for Asian Studies (EIAS), *EIAS Briefing Papers* 2014/7, décembre 2014
URL : http://www.eias.org/publication/briefing-paper/europes-rare-earth-dependence-china-future-perspectives (consulté le 9 décembre 2014)

JACQUE Muryel – « Terres rares : quand l'Occident rêvent de bousculer le monopole de la Chine », *LesEchos.fr*, le 4 février 2015 (mis à jour le 7 avril 2015)
URL : http://www.lesechos.fr/finance-marches/marches-financiers/0204130241312-terres-rares-quand-loccident-reve-de-bousculer-le-monopole-de-la-chine-1089888.php (consulté le 26 avril 2015)

JEGOUREL Yves, « La sécurisation des approvisionnements en métaux stratégiques : entre économie et géopolitique », *Revue internationale et stratégique*, 2011/4 n° 84, p. 61-67

JHA Saurav – "China's Rare Earths Advantage", *The Diplomat.com*, 29 avril 2014
URL: http://thediplomat.com/2014/04/chinas-rare-earths-advantage (consulté le 9 décembre 2014)

JULIENNE Didier – « Quand l'Afrique s'éveillera, la Chine tremblera », *Revue internationale et stratégique,* Armand Colin, 2011/4 - n° 84, pp. 77 à 84

NIQUET Valérie, « La Chine et l'arme des terres rares », *Revue internationale et stratégique*, 2011/4 n° 84, pp. 105-113

PANDA Ankit – "WTO Finds China's Rare Earth Export Restrictions in Violation of International Trade Law", *The Diplomat.com*, 28 Mars 2014
URL: http://thediplomat.com/2014/03/wto-finds-chinese-rareearth-export-restrictions-in-violation-of-international-trade-law (consulté le 3 décembre 2014)

ROCH Augustin et BOCQUILLON Isabelle - « La guerre des ressources », in
Manuel d'intelligence économique, (dir.) Christophe Harbulot, PUF, collection « Major », 2012, pp. 37-52

YODERS Jeff – "Russian-Born Billionaire's Group Bids on Mountain Pass Rare Earths Mine" – Shanghai Metals Market, *news.metal.com*, 8 février 2017
URL : https://news.metal.com/newscontent/100722609/russian-born-billionaire%E2%80%99s-group-bids-on-mountain-pass-rare-earths-mine (consulté le 16 février 2017)

DELAMARCHE Myrtille – « Molycorp en faillite : le marché des terres rares reste trop petit pour le nombre d'acteurs », *L'Usine Nouvelle.fr*, 29 juin 2015
URL : http://www.usinenouvelle.com/article/molycorp-en-faillite-le-marche-des-terres-rares-reste-trop-petit-pour-le-nombre-d-acteurs.N338938 (consulté le 26 juin 2016)

QUINONES Manuel – "Rare earths: 'sick industry' struggles to take on China", *E&E news*, 9 septembre 2015
URL : http://www.eenews.net/stories/1060024396 (consulté le 15 septembre 2016)

Terres rares au Groenland et stratégie chinoise en Arctique :

ALEXEEVA Olga et Frédéric LASSERRE - « Le Dragon des Neiges : les stratégies de la Chine en Arctique », *Perspectives chinoises*/*China Perspectives,* 3, 2012, CEFC, Hongkong, p.61-68.

« Géopolitique du Grand Nord », dossier paru dans *Carto, le monde en cartes*, n°26, novembre-décembre 2014, pp.12-23

DEGEORGES DAMIEN - Terre rares : Enjeu géopolitique du XXIe siècle, L'Harmattan, Collection « Un autre regard », 2012

DU CASTEL Viviane et BRITO Paulo – Groenland, entre indépendance et récupération géostratégique ? Enjeux, défis et opportunités, L'Harmattan, 2014

Politique chinoise des terres rares (sources en anglais et en français) :

JACQUE Muryel – « La Chine abandonne les quotas de terres rares », *Les Echos.fr*, 5 janvier 2015
URL : http://www.lesechos.fr/finance-marches/marches-financiers/0204055862002-la-chine-abandonne-les-quotas-sur-les-terres-rares-1080360.php (consulté le 14 janvier 2015)

ELS Frik – "Beijing has finally turned around rare earth prices", *mining.com*, le 12 mars 2015
URL : http://www.mining.com/chart-beijing-has-finally-turned-around-rare-earth-prices-12103/ (consulté le 30 avril 2015)

ELS Frik – “Chinese rare earth giant born”, *mining.com*, le 16 décembre 2014
URL : http://www.mining.com/chinese-rare-earth-giant-born-62354/ (consulté le 2 janvier 2015)

MANCHERI Nabeel, SUNDARESAN Lalitha et CHANDRASHEKAR S. – “Dominating the world. China and the rare earth industry”, International Strategy & Security Studies Programme (ISSSP), *National Institute of Advanced Studies*, Bangalore, avril 2013
URL: http://isssp.in/dominating-the-world-china-and-the-rare-earth-industry/ (consulté le 18 janvier 2015)

WEI Niaam Seet – « China To Scrap Export Duties On Rare Earths, Tungsten And Molybdenum From May 1 », *barnama.com*, 24 avril 2015
URL : http://www.bernama.com/bernama/v8/bu/newsbusiness.php?id=1129051 (consulté le 25 avril 2015)

ZHANG Shujing - « Problems and Countermeasures on rare earth industry in China », *Canada Social Science*, Vol.9, n°3, 2013, pp. 9-14

YU Bibi – China’s New Rare Earth Policy and Industry Consolidation after the WTO Ruling, 20 octobre 2015
URL : http://www.semi.org/en/node/59291 (consulté le 13 septembre 2016)

JAMASMIE Cecilia – “China gets tougher on illegal mining, exporting of rare earths”, *mining.com*, 2 février 2016
URL : http://www.mining.com/china-gets-tougher-on-illegal-mining-exporting-of-rare-earths/ (consulté le 4 novembre 2016)

ELS Frik – “China to become net importer of some rare earths”, *mining.com*, le 2 janvier 2017
URL : http://www.mining.com/china-become-net-importer-rare-earths/
(consulté le 5 janvier 2017)

Politique chinoise des terres rares (sources en chinois) :

Ministère de l’Industrie et des Technologies de l’information de la République populaire de Chine –《中国的稀土状况与政策》 白皮书发布， *zhongguo de xitu zhuangkuang yu zhengce baipishu fabu* (Terres rares en Chine : état des lieux et décisions politiques – Livre blanc), 2012
URL : http://www.miit.gov.cn/n11293472/n11293832/n13095885/14674599.html
(consulté le 15 août 2013)

WANG Junzhi 王珺之－ 中国稀土保卫战 *zhongguo xitu baowei zhan*, (Pour la défense des terres rares chinoises), zhongguo jingji chubanshe, 2011

TU Tian 涂恬 - 中国最早或于今年春季取消稀土出口关税, *zhongguo zui zao huo yu jinnian chunji qiaoxi xitu chukou guanshuo* (La Chine mettra probablement fin aux taxes à l'exportation de terres rares dès le printemps de cette année), China Daily, 16 mars 2015
URL : http://caijing.chinadaily.com.cn/2015-03/16/content_19819662.htm (consulté le 16 mars 2015)

印度和马来西亚或让日本对中国稀土的依赖度降低, *yindu he malaixiya huo rang riben dui zhongguo xitu de yilaidu jiangdi*, (L'Inde et la Malaisie pourraient réduire la dépendance du Japon envers la Chine en matière de terres rares), sina.com, le 11 septembre 2014
URL : http://mil.news.sina.com.cn/2014-09-11/1204800181.html (consulté le 12 décembre 2014)

中国稀土行业未来发展趋势, *zhongguo xitu hangye weilai fazhan qushi*, (Futures perspectives pour l'industrie des terres rares en Chine), ifeng.com, le 1er novembre 2014
URL : http://nb.ifeng.com/gngj/detail_2014_11/01/3093596_0.shtml (consulté le 12 décembre 2014)

"第六届中国包头·稀土产业论坛" 综述, *di liu jie zhongguo baotou xitu chanye luntan zongshu,* (Résumé du sixième forum de l'industrie des terres rares à Baotou), China Rare Earth Forum, Sixième Conférence sur l'industrie des terres rares de Baotou, 7-9 août 2014
URL : http://www.creidf.org/show_luntandongtai.asp?id=3073&bid=24 (consulté le 2 janvier 2015)

稀土市场发展新趋势会场总结, *xitu shichang fazhan xin qushi huichang zongjie*, (Résumé de la conférence : Développement et nouvelles tendances sur le marché des terres rares), China Rare Earth Forum, Sixième Conférence sur l'industrie des terres rares de Baotou, 7-9 août 2014
URL : http://www.creidf.org/show_luntandongtai.asp?id=3076&bid=24 (consulté le 2 janvier 2015)

科技创新引领稀土产业发展会场总结, *keji chuanxin yinling xitu chanye fazhan huichang zongjie*, (Résumé de la conférence : L'innovation technologique doit piloter le développement de l'industrie des terres rares), China Rare Earth Forum, Sixième Conférence sur l'industrie des terres rares de Baotou, 7-9 août 2014
URL : http://www.creidf.org/show_luntandongtai.asp?id=3077&bid=24 (consulté le 2 janvier 2015)

稀土永磁产业分会场总结, *xitu yong ci chanye fen huichang zongjie*, (Résumé de la conférence : Industrie des aimants permanents de terres rares), China Rare Earth Forum, Sixième Conférence sur l'industrie des terres rares de Baotou, 7-9 août 2014
URL : http://www.creidf.org/show_luntandongtai.asp?id=3078&bid=24 (consulté le 2 janvier 2015)

中国科学院产业化项目对接与技术交流会场总结, *zhongguo kexueyuan chanyehua xianmu duijie yu jishu jiaoliu huichang zongjie*, (Résumé de la conférence : Les projets d'industrialisation de l''Académie chinoise des sciences s'adosseront sur des échanges technologiques), China Rare Earth Forum, Sixième Conférence sur l'industrie des terres rares de Baotou, 7-9 août 2014
URL : http://www.creidf.org/show_luntandongtai.asp?id=3079&bid=24 (consulté le 2 janvier 2015)

Environnement et industrie des terres rares (sources en français et en anglais) :

ALI Saleem H. - « Social and Environmental Impact of the Rare Earth Industries », *Resources*, *3* /1 pp 123-134, 2014

BALME Richard - « La justice environnementale comme équité » La politisation des conflits environnementaux en République populaire de Chine, *Ecologie politique*, 2013/2 N° 47, p. 63-75

BONTRON Cécile - « En Chine les terres rares tuent des villages », *Le Monde*
(Edition web), 19 juillet 2012
URL: http://www.lemonde.fr/asie-pacifique/article/2012/07/19/en- chine-les-terres-rares-tuent-des-villages_1735857_3216.html (page consultée 15 août 2013)

DREZET Eric - « Évolutions des politiques environnementales en Chine », Les thématiques, Matériaux, Les terres rares, *Ecoinfo.fr*, 17 mars 2011
URL : http://ecoinfo.cnrs.fr/article212.html (consulté le 19 novembre 2014)

DREZET Eric - « Quels impacts ? », Les thématiques, Matériaux, Les terres rares, *Ecoinfo.fr*, 17 mars 2011
URL : http://ecoinfo.cnrs.fr/article172.html (consulté le 19 novembre 2014)

DREZET Eric - « Evolution des aspects environnementaux de l'extraction et du traitement des terres rares hors de Chine », Les thématiques, Matériaux, Les terres rares, *Ecoinfo.fr*, 17 mars 2011
URL : http://ecoinfo.cnrs.fr/article214.html (consulté le 19 novembre 2014)

GAFFRIC Gwennaël et HEURTEBISE Jean-Yves - « L'écologie, Confucius et la démocratie » Critique de la rhétorique chinoise de « civilisation écologique », *Ecologie & politique*, 2013/2 N° 47, pp.51-61

MAUGHAN Tim – « The dystopian lake filled by world's tech lust », *bbc.com*, 2 avril 2015
URL : http://www.bbc.com/future/story/20150402-the-worst-place-on-earth?p=1 (consulté le 25 avril 2015)

MENEUT Emmanuel – « Chine: superpuissance du développement propre? », *Diploweb*, 26 avril 2011

URL : http://www.diploweb.com/spip.php?article766 (consulté le 15 août 2013)

VERMANDER Benoît – Chine brune ou Chine verte : les dilemmes de l'État-parti, Les Presses de Sciences Po, Collection « Nouveaux débats », 2007, livre en ligne
URL : https://www.cairn.info/chine-brune-ou-chine-verte--9782724610475.htm (consulté le 20 septembre 2014)

WORSTALL Tim – « The terrible pollution from Chinese rare earth manufacturing », *adamsmith.org,* 24 avril 2015
URL : http://www.adamsmith.org/blog/regulation-industry/the-terrible-pollution-from-chinese-rare-earth-manufacturing/ (consulté le 25 avril 2015)

ZHANG Joy Y. & BARR Michael D. – Green Politics in China : Environmental Governance and State-Society Relations, Pluto Press, 2013

Le recyclage des terres rares et la sécurité environnementale :

DREZET Eric – Le recyclage des métaux, Les thématiques, Matériaux, *Ecoinfo.fr*, 3 septembre 2014
URL : http://ecoinfo.cnrs.fr/article328.html (consulté le 19 novembre 2014)

MENEUT Emmanuel, « La Chine et les technologies vertes : vers un dilemme de sécurité ? », *Ecologie & politique*, 2013/2 N° 47, p. 103-114

Les extractions illégales de terres rares en Chine :

BRADSHER Keith – "In China, Illegal Rare Earth Mines Faces Crackdown", *The New York Times*, 29 Décembre 2010
URL:
http://www.nytimes.com/2010/12/30/business/global/30smuggle.html?_r=0&pagewanted=all (consulté le 3 novembre 2014)

Conditions de travail et risque pour la santé des ouvriers chinois des terres rares

QUEROUIL-BRUNEEL Manon et DE VIGUERIE Véronique – « Chine : les forçats du high-tech », *Le Figaro.fr*, 5 novembre 2011
URL : http://www.lefigaro.fr/international/2011/11/05/01003-20111105ARTFIG00029-chine-les-forcats-du-high-tech.php (consulté le 5 avril 2016)

DE VIGUERIE Véronique – Photographies du reportage sur les ouvriers chinois des terres rares
URL : http://veroniquedeviguerie.com/project/rare-earth-trafic-in-china/#gallery (consulté le 30 septembre 2016)

EURARE - Health and safety issues in REE mining and processing. An internal EURARE guide report, septembre 2014
URL : http://www.eurare.eu/docs/internalGuidanceReport.pdf (consulté le 5 septembre 2016)
RIM Kyung Taek, KOO Kwon Ho et PARK Jung Sun - Toxicological Evaluations of Rare Earths and Their Impacts to Workers: A Literature Review, Saf Health Work 2013;4:12-26
URL : http://www.e-shaw.net/article/S2093-7911(13)41002-8/pdf (consulté le 2 novembre 2016)

Dictionnaires :

- Larousse.fr

Documentaires télévisés sur les terres rares (non utilisés pour écrire cette étude, mais utiles pour la compréhension) :

PITRON Guillaume, TURQUIER Serge et RADOUX-BAZZINI Philippe – « Les terres rares, le trésor caché du Japon », ARTE GEIE / Mano a Mano – France, 2012
URL : https://www.youtube.com/watch?v=7Nz8fxe8pbc (consulté le 9 décembre 2014)

PITRON Guillaume et TURQUIER Serge – « La sale guerre des terres rares », France 5 / Mano a Mano – France, 2012
URL : https://www.youtube.com/watch?v=A-yz7ZbKTj4 (consulté le 9 novembre 2014)

ZDF – « Terres rares, La High-tech à quel prix », ARTE / ZDF – Allemagne, 2013
URL : https://www.youtube.com/watch?v=m1LVpzoEr80 (consulté le 9 novembre 2014)

WEBOGRAPHIE :

- The Chinese Society of Rare Earths (site en chinois) :
http://www.cs-re.org.cn/html/content_bs_expl.aspx

- Greenland Minerals and Enegery LTD (GMEL) (site en anglais) :
http://www.ggg.gl/

- Journal of Rare Earth (site en anglais et en chinois) :

http://www.re-journal.com/

- ERECON :
http://ec.europa.eu/enterprise/policies/raw-materials/erecon/faqs/index_en.htm

- Molycorp :
http://www.molycorp.com/

- Planète Gaïa, terres rares :
http://planete.gaia.free.fr/sciences/geosciences/mineraux/terres.rares.html#chi (consulté le 20 avril 2015)

- greenIT.fr - BORDAGE Frédéric – « Terres rares : une infographie pour tout comprendre », le 1 août 2014
URL : http://www.greenit.fr/article/materiel/terres-rares-une-infographie-pour-tout-comprendre-5274 (consulté le 21 novembre 2014)

- Global security.org, vue aérienne de Mount Weld :
http://www.globalsecurity.org/military/world/australia/mines.htm (consulté le 24 avril 2015)

- Wikipédia, article sur Bayan Obo en anglais :
URL : http://en.wikipedia.org/wiki/Bayan_Obo_Mining_District (consulté le 24 avril 2015

- Futura-sciences :
URL : http://www.futura-sciences.com/magazines/matiere/

- L'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) :
URL : http://www.irsn.fr/FR/Pages/Home.aspx

LEXIQUE :

Adsorption : « *L'adsorption, à ne pas confondre avec l'absorption, est un phénomène de surface par lequel des molécules de gaz ou de liquides se fixent sur les surfaces solides des adsorbants.* [556]»

Déplétion : « *La déplétion est, en science et d'une manière générale, la diminution de la quantité de quelque chose. En astronomie, c'est une variation locale de la gravitation d'un astre. En médecine, c'est la diminution de la quantité d'une molécule ou du sang. En géologie, sans doute par anglicisme (depletion signifiant diminution), c'est la baisse de production d'un puits de pétrole après un pic pétrolier.* [557]»

Ductile : « *Qui peut être tiré, étiré, étendu sans se rompre.*[558] »

Flottation : « *Procédé de séparation d'un mélange de corps finement broyés, utilisant la propriété qu'ont certaines substances en milieu aqueux de fixer des bulles d'air, acquérant ainsi une densité artificiellement réduite.*[559] »

Gangue : « *Matière sans valeur entourant une pierre précieuse dans son gisement naturel. Plus généralement, ensemble des éléments minéraux sans valeur associés au minéral utile dans un minerai.*[560] »

Minerai : « *Le terme « minerai » désigne une roche, un minéral ou une association de minéraux contenant un ou plusieurs éléments chimiques utiles en teneurs suffisamment importantes pour permettre leur exploitation.*[561] »

---

[556] D'après Futura-sciences : http://www.futura-sciences.com/magazines/matiere/infos/dico/d/chimie-adsorption-3468/ (consulté le 26 mai 2015).
[557] D'après Futura-sciences : http://www.futura-sciences.com/magazines/terre/infos/dico/d/geologie-depletion-7103/ (consulté le 26 mai 2015).
[558] D'après Larousse.fr : http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/ductile/26936?q=ductile#26801 (consulté le 26 mai 2015).
[559] D'après Larousse.fr : http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/flottation/34235?q=flottation#34172 (consulté le 26 mai 2015).
[560] D'après Larousse.fr : http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/gangue/36044?q=gangue#36004 (consulté le 26 mai 2015).
[561] D'après Futura-sciences : http://www.futura-sciences.com/magazines/terre/infos/dico/d/geologie-minerai-1553/ (consulté le 26 mai 2015).

Minéral : « *Les minéraux sont constitués d'un groupement d'atomes défini par une formule chimique bien précise et que l'on retrouve répété dans un réseau cristallin possédant une périodicité et une symétrie bien définies. La chimie et la cristallographie sont par conséquent les sciences mobilisées pour l'étude des minéraux. À leur tour, les minéraux peuvent s'assembler pour former des roches. La minéralogie est donc d'une grande importance en géologie.*[562] »

Métaux lourds : « *métaux de masse atomique élevée.*[563] »

Opalescente : « *D'un fond laiteux ou bleuâtre et à reflets irisés*[564]*.* »

Oxyde : « *Corps résultant de l'union de l'oxygène soit avec un élément, soit avec un radical.* [565]»

Recherche appliquée : Étude ou recherche scientifique visant à résoudre des problèmes pratiques[566].

Recherche fondamentale : Étude ou recherche scientifique visant à améliorer les connaissances sur un sujet précis[567].

Réserve : « *La notion de réserve est complexe et recouvre à la fois des notions géologiques, techniques et économiques […] :*
- une réserve est une ressource identifiée et explorée, que l'on peut effectivement extraire (légalement et techniquement) au prix actuel ;

---

[562] D'après Futura-sciences : http://www.futura-sciences.com/magazines/terre/infos/dico/d/geologie-mineral-1554/ (consulté le 26 mai 2015).
[563] D'après Larousse.fr : http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/m%C3%A9tal/50827/locution?q=m%C3%A9taux+lourds#157299 (consulté le 26 mai 2015).
[564] D'après Larousse.fr : http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/opale/56111?q=opale#55761 (consulté le 26 mai 2015).
[565] D'après Larousse.fr : http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/oxyde/57104?q=oxyde#56775 (consulté le 26 mai 2015).
[566] HURST Cindy – China's Rare Earth Elements Industry: What Can the West Learn?, *Institute for Analysis of Global Security* (IAGS), Mars 2010, p. 30.
[567] *Ibid.*

- la réserve base est également une ressource identifiée et explorée mais encore non exploitable économiquement, à la technique et au prix actuel ;
- enfin les ressources potentielles (inferred reserves) sont identifiées mais non explorées, et les quantités sont estimées à partir de projections géologiques.[568] »

Thorium : « *Métal du groupe des actinides, qui accompagne souvent les terres rares dans leurs minerais.*[569] »

Solvant : « *Liquide possédant la propriété de dissoudre certaines substances.*[570] »

Uranium : « *L'uranium, un métal, est un élément naturel, blanc argenté, brillant, dense et faiblement radioactif. Il est omniprésent dans la nature et on le trouve en quantités variables mais faibles dans les roches, le sol, l'eau, l'air, les plantes, les animaux et les êtres humains.*[571] »

[568] BIHOUIX Philippe (sous la direction de) – Quel futur pour les métaux ? Raréfaction des métaux. Un nouveau défi pour la société, EDP sciences, 2010, p. 27.
[569] D'après Larousse.fr : http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/thorium/77930?q=thorium#77012 (consulté le 26 mai 2015).
[570] D'après Larousse.fr : http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/solvant/73366?q=solvant#72539 (consulté le 26 mai 2015).
[571] D'après Futura-sciences : http://www.futura-sciences.com/magazines/matiere/infos/dico/d/chimie-uranium-4212/ (consulté le 26 mai 2015).

Table des illustrations

FIGURE 1. LES TERRES RARES DANS LA TABLE DE MENDELEÏEV 16
FIGURE 2. TABLEAU DES ELEMENTS DE TERRES RARES 17
FIGURE 3. ÉTAPES DE LA DECOUVERTE DES TERRES RARES 19
FIGURE 4. LES MINERAIS CONTENANT DES TERRES RARES 21
FIGURE 5. EXTRACTION LIQUIDE-LIQUIDE DES TERRES RARES 25
FIGURE 6. PROCESSUS D'OBTENTION DES TERRES RARES 26
FIGURE 7. UTILISATIONS DES TERRES RARES CLASSEES EN FONCTION DE LA TERRE RARE 33
FIGURE 8. APPLICATION DES TERRES RARES DANS LES TECHNOLOGIES VERTES 35
FIGURE 9. APPLICATION DES TERRES RARES DANS LE SECTEUR DE LA SANTE 35
FIGURE 10. APPLICATION DES TERRES RARES EN HAUTE TECHNOLOGIE 36
FIGURE 11. APPLICATION DES TERRES RARES DANS LE SECTEUR DE LA DEFENSE 36
FIGURE 12. ÉVOLUTION DES PRIX DES TERRES RARES 2002-2010 49
FIGURE 13. CARTE DES PROJETS MINIERS DE TERRES RARES DANS LE MONDE 58
FIGURE 14. VUE AERIENNE DE LA MINE DE MOUNTAIN PASS, CALIFORNIE, ÉTATS-UNIS 59
FIGURE 15. VUE AERIENNE DE LA MINE DE MOUNT WELD, AUSTRALIE OCCIDENTALE, AUSTRALIE 62
FIGURE 16. LES RESSOURCES MINIERES DU GROENLAND 64
FIGURE 17. PROJET POUR LA MINE DE KVANEFJELD 65
FIGURE 18. TABLEAU DE PROJETS DE RECYCLAGE ET RECUPERATION DE METAUX ET TERRES RARES 68
FIGURE 19. VUE AERIENNE DE LA MINE DE BAYAN OBO, PRES DE BAOTOU, MONGOLIE INTERIEURE, CHINE 79
FIGURE 20. "LAC" DE DEVERSEMENT DES EAUX USEES DE LA PRODUCTION DE TERRES RARES PRES DE BAOTOU 96
FIGURE 21. "LAC" DE DEVERSEMENT DES EAUX USEES DE LA PRODUCTION DE TERRES RARES PRES DE BAOTOU 96
FIGURE 22. "LAC" DE DEVERSEMENT DES EAUX USEES DE LA PRODUCTION DE TERRES RARES PRES DE BAOTOU 96
FIGURE 23. "LAC" DE DEVERSEMENT DES EAUX USEES DE LA PRODUCTION DES TERRES RARES PRES DE BAOTOU 97
FIGURE 24. INTERIEUR D'UNE USINE DE TRAITEMENT DES TERRES RARES 100
FIGURE 25. OUVRIERS ASSIMILANT LES OXYDES DE TERRES RARES POUR EN FAIRE DES ALLIAGES FACILES A EXPORTER 100
FIGURE 26. OUVRIERES SEPARANT LES TERRES RARES A L'AIDE DE PRODUITS CHIMIQUES. 101
FIGURE 27. OUVRIERS TRANSPORTANT DES MINERAIS DE TERRES RARES 101
FIGURE 28. TABLEAU DE PRESENTATION DES RISQUES ENCOURUS PAR UNE EXPOSITION AUX POUSSIERES DE TERRES RARES 102
FIGURE 29. FUTURES PREDICTIONS DE LA DEMANDE MONDIALE EN TERRES RARES 127

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS

RESUME

INTRODUCTION GENERALE 9

PREMIÈRE PARTIE : LES TERRES RARES : UNE ARME GÉOÉCONOMIQUE POUR LA REPUBLIQUE POPULAIRE DE CHINE ? 15

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LES TERRES RARES 16

SECTION I – LA DECOUVERTE DES TERRES RARES 16

A. Le fruit de longues années de recherche 16

B. Des terres rares… pas si rares 20

SECTION II – PROCESSUS DE SEPARATION ET EXTRACTION DES TERRES RARES 22

A. Extraction des terres rares 22

B. La séparation et la purification des terres rares 23

SECTION III – L'UTILISATION DES TERRES RARES 27

A. Applications en fonction des propriétés chimiques 27

1. Métallurgie 27
2. Batteries électrochimiques 28
3. Catalyse 28
4. Verres, plastiques et céramiques 29
5. Fertilisants pour l'agriculture 29

B. Applications en fonction des propriétés optiques 30

1. Lasers, nanolasers et fibres optiques 30
2. Les luminophores 30

C. Applications en fonction des propriétés magnétiques 32

1. Les aimants samarium-cobalt 32
2. Les aimants néodyme-fer-bore 32

D. Utilisations en fonction de la terre rare 33

E. Applications des terres rares dans les technologies militaires 34

F. Illustrations des applications des terres rares 35

CHAPITRE 2 – LES TERRES RARES : UNE RESSOURCE AUX MAINS DE LA CHINE 38

SECTION I – LA PRODUCTION MONDIALE DES TERRES RARES : D'UNE PRODUCTION DOMINEE PAR LES ÉTATS-UNIS A UNE PRODUCTION DOMINEE PAR LA CHINE 38

A. Histoire de l'industrie des terres rares aux États-Unis 38

B. Histoire de l'industrie des terres rares en Chine 40

SECTION II – UNE RESSOURCE STRATEGIQUE SOURCE DE DISCORDES ENTRE ETATS 47

A. La Chine et son quasi monopole sur la production mondiale des terres rares : un pouvoir économique, diplomatique et politique 47

B. Terres rares chinoises et plainte auprès de l'Organisation mondiale du commerce 51

1. Contexte de la plainte à l'OMC 51
2. La décision de l'OMC et ses conséquences sur la politique chinoise des terres rares 53

CHAPITRE 3 – LES TERRES RARES SONT-ELLES AU CŒUR D'UNE « COURSE » A L'APPROVISIONNEMENT ? 56

SECTION I – LES STRATEGIES DE CONTOURNEMENT DES ÉTATS-UNIS, DE L'UNION EUROPEENNE ET DU JAPON 56

A. La recherche de nouvelles sources d'approvisionnements 56

1. L'exploitation de gisements de terres rares hors de Chine 56
2. Le Groenland : nouveau producteur de terres rares ? 63

B. Encourager la recherche et développement et le recyclage *67*
SECTION II – LA STRATEGIE CHINOISE DES TERRES RARES 71
A. Politique et innovation technologique au service des terres rares *71*
1. Une politique organisée pour l'industrie chinoise des terres rares 71
2. L'importance de la recherche 73
a. Programmes de recherche 73
b. L'achat d'entreprises étrangères et les transferts de technologies 76
B. Protéger la ressource en terres rares *78*
1. Consolider les prix et l'industrie des terres rares en Chine 78
2. Préserver et mieux utiliser la ressource 81

DEUXIÈME PARTIE : AMBITIONS POLITICO-ENVIRONNEMENTALES CHINOISES ET PRODUCTION DES TERRES RARES 87

CHAPITRE 1 – TERRES RARES, AMBITIONS VERTES DE LA CHINE ET CONDITIONS DE TRAVAIL DES OUVRIERS CHINOIS DES TERRES RARES 88
SECTION I – INDUSTRIE DES TERRES RARES, DYSFONCTIONNEMENTS ET IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT 88
A. Dysfonctionnements de l'industrie chinoise des terres rares *88*
1. Une politique définie…mais une administration dysfonctionnelle 88
2. Contrebande de terres rares et mines illégales 90
B. Impacts environnementaux de l'industrie des terres rares *93*
SECTION II – CONDITIONS DE TRAVAIL DES OUVRIERS CHINOIS DE TERRES RARES 99
A. Des conditions de travail difficiles *99*
B. Quels effets sur la santé des travailleurs ? *101*
SECTION III – VERS UNE CHINE PLUS VERTE ? 105
A. De la rhétorique de la « civilisation écologique » *105*
B. Les technologies vertes pour sauver la Chine *109*

CHAPITRE 2 – LA POSITION DE L'EQUILIBRISTE 113
SECTION I – DEVELOPPER L'ECONOMIE OU PROTEGER L'ENVIRONNEMENT : LE CAS DES TERRES RARES 113
A. Le dilemme de la Chine *113*
B. Quelles solutions ? *118*
SECTION II – UNE ENTENTE SUR LES TERRES RARES ENTRE PAYS CONSOMMATEURS ET LE PRINCIPAL PAYS PRODUCTEUR EST-ELLE POSSIBLE ? 122
A. La tentation de marginaliser la Chine *122*
B. Travailler avec la Chine *127*

CONCLUSION 133

BIBLIOGRAPHIE : 137

WEBOGRAPHIE : 145

LEXIQUE : 147

TABLE DES ILLUSTRATIONS 150