

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET INDUSTRIE MINIÈRE

ETUDE DE CAS : L'EXPOSITION DES GISEMENTS DE TERRES
RARES AU RISQUE CLIMATIQUE

Florian Gallo

*Spécialiste
Risques Physiques et Adaptation*

Pôle Adaptation

2 février 2019

Violaine Lepousez

Leader Pôle Adaptation

Hughes-Marie Aulanier

Co-leader Pôle Stratégie

Contact :

florian.gallo@carbone4.com

Quels sont les principaux impacts du changement climatique sur l'activité minière ?

Comment l'exposition aux aléas climatiques va-t-elle évoluer au cours du 21^{ème} siècle dans les différentes régions du globe ?

Comment se préparer à cette évolution des risques ?

À partir de l'étude de cas des gisements de terres rares, cette étude propose d'étudier l'évolution de l'exposition des activités minières aux risques liés à la gestion de la ressource en eau (sécheresse, précipitations intenses) et d'esquisser des solutions pour anticiper ces risques.

TABLE DES MATIÈRES

SYNTHÈSE	3
INTRODUCTION	4
1 ACTIVITÉ MINIÈRE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE	5
2 FOCUS SUR LES TERRES RARES	6
3 EXPOSITION DES GISEMENTS DE TERRES RARES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	7
4 ANTICIPER LES RISQUES : LES SOLUTIONS D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	9

SYNTHÈSE

LES MESSAGES CLÉS DE L'ÉTUDE

L'ACTIVITÉ MINIÈRE EST PARTICULIÈREMENT EXPOSÉE AUX ALÉAS CLIMATIQUES

L'activité minière est par essence particulièrement exposée aux aléas climatiques et notamment aux problématiques de gestion de la ressource en eau.

L'ensemble de la chaîne de valeur peut être impactée, que ce soit par une diminution de la ressource en eau ou par une accentuation du risque d'inondation (interruption de l'activité, problèmes sociaux de partage de la ressource...).

L'extraction et le traitement des terres rares, métaux stratégiques pour la fabrication de produits de haute technologie, sont par ailleurs très dépendants de la ressource en eau et donc particulièrement vulnérables aux changements hydro-climatiques.

DES GISEMENTS DE TERRES RARES DE PLUS EN PLUS EXPOSÉS AUX ALÉAS SÉCHERESSE ET PRÉCIPITATIONS INTENSES

De nombreuses régions voient leur exposition aux sécheresses augmenter au cours du 21^{ème} siècle. C'est notamment le cas des certains gisements d'Amérique du Sud ou des États-Unis.

D'autres endroits du globe seront de plus en plus touchés par des phénomènes liés aux précipitations intenses (inondations...), notamment en Asie du sud-est, région déjà fortement impactée par cet aléa.

On observe également une combinaison des deux aléas dans le sud-est chinois, avec à la fois une accentuation du risque de sécheresse et du risque lié aux précipitations intenses. Cette région est un exemple du caractère non-exclusif des aléas et de la possibilité de voir s'accroître le risque d'événements combinés dans le futur.

DES SOLUTIONS D'ADAPTATION LOCALES SONT NÉCESSAIRES POUR ANTICIPER LES RISQUES ET MINIMISER LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les problématiques hydro-climatiques seront au cœur des préoccupations dans certaines régions du globe.

Une analyse détaillée de l'évolution des aléas climatiques impactants et de la vulnérabilité des systèmes et procédés est indispensable pour anticiper les risques liés au changement climatique et à l'évolution de la ressource en eau.

Les solutions d'adaptation (conception de réseaux de drainage plus performants, captages d'eau de pluie...) doivent être définies de manière locale pour minimiser ces risques.

INTRODUCTION

L'**industrie minière** est liée par essence à son environnement et de ce fait **particulièrement vulnérable au changement climatique et à ses conséquences** : diminution de la ressource en eau (ou au contraire, intensification des inondations), augmentation de la fréquence des feux de forêt ou encore hausse du niveau marin. **Ces menaces pèsent sur l'ensemble de la chaîne de valeur de l'activité minière**, de la prospection à l'expédition en passant par la transformation.

D'un point de vue socio-économique, l'activité minière joue un rôle souvent prépondérant dans l'écosystème économique local ou régional dans lequel elle s'insère, notamment en termes d'emploi. **Toute perturbation de cette activité par les impacts physiques du changement climatique pourra potentiellement être ressentie de manière brutale par les populations locales.**

Or, de façon étonnante, le dernier rapport d'évaluation du GIEC juge « peu nombreux » les travaux scientifiques d'évaluation de ces impacts, indiquant que « beaucoup de projets miniers ne tiennent pas ou peu compte du changement climatique ».



Cette publication va s'efforcer de décrire les impacts potentiels du changement climatique sur les activités minières, notamment sur la ressource en eau et le risque d'inondations. Puis l'exemple des terres rares, liées à la transition énergétique et dont la demande est en pleine croissance, servira de cas d'étude à l'évaluation des risques auxquels le secteur minier sera confronté au cours des prochaines décennies.



1

ACTIVITÉ MINIÈRE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

DES MODIFICATIONS CLIMATIQUES VARIABLES À L'ÉCHELLE DU GLOBE

Si les modèles climatiques projettent une hausse de la température moyenne de +2 à +5°C environ, selon les scénarios d'émissions de gaz à effet de serre, **cette hausse pourrait atteindre plus de 10°C dans certaines régions du globe**, comme les zones polaires. **L'évolution modélisée des précipitations est plus hétérogène**, une augmentation étant attendue dans certaines régions (régions équatoriales et hautes latitudes) alors qu'une diminution des précipitations est projetée pour de nombreuses régions tempérées et subtropicales. **Les modèles projettent également une augmentation de la fréquence et l'intensité des événements extrêmes (secs et humides).**

La hausse du niveau marin menace les installations côtières et notamment les infrastructures de transport, dont les zones portuaires, stratégiques pour l'export de ces matières premières. Les problématiques environnementales plus larges (drainage minier acide, gestion des effluents de traitement...) seront également impactées par le changement climatique.

Il est ainsi crucial de quantifier les risques associés au changement climatique sur la gestion de la ressource en eau.



UNE ACTIVITÉ PARTICULIÈREMENT EXPOSÉE AU RISQUE CLIMATIQUE

L'ensemble de la chaîne de valeur de l'activité minière est vulnérable aux impacts liés à ces évolutions. Les événements extrêmes (sécheresses, inondations) peuvent conduire à une **interruption de l'activité d'extraction et de transformation**. La diminution de la ressource en eau, liée au changement de régime de précipitations et/ou à la hausse des températures (et à l'intensification de l'évaporation associée ou à la baisse de la contribution des glaciers) peuvent également conduire à des interruptions de l'activité et à des **problèmes sociaux de partage de ces ressources sensibles avec les populations et les autres activités économiques à proximité.**

Pour illustrer ce propos, nous nous pencherons dans les pages suivantes sur l'exposition des gisements de terres rares aux sécheresses et aux événements pluvieux extrêmes. Nous nous intéresserons particulièrement à l'évolution de cette exposition dans le futur afin d'identifier les besoins d'adaptation les plus importants.

2

FOCUS SUR LES TERRES RARES (RARE EARTH ELEMENTS)

DES MÉTAUX INDISPENSABLES POUR LES PRODUITS DE HAUTE TECHNOLOGIE

Les terres rares constituent une famille de 17 éléments chimiques présents sous forme de traces dans la nature. Ces éléments constituent des métaux stratégiques utilisés dans les batteries de véhicules hybrides et électriques (même si cette utilisation tend à diminuer avec la généralisation de la technologie de batteries « lithium-ion »), dans l'industrie pétrolière et automobile, mais également dans la fabrication d'aimants permanents présents notamment dans les éoliennes (20% de la consommation mondiale de terres rares en tonnage mais plus de 50% de la valeur totale du marché, selon le BRGM). Une croissance globale et continue de la production est attendue à moyen terme, tirée principalement par la demande pour les aimants permanents.

UNE PRODUCTION ACTUELLE DOMINÉE PAR LA CHINE

La Chine est à l'heure actuelle le premier (et de loin) producteur de terres rares, avec près de 90% du marché, mais ne posséderait « que » la moitié des ressources à l'échelle mondiale, le reste étant disséminé en Russie, Amérique du Nord, Australie, Brésil et Afrique de l'Est notamment. La hausse de la demande d'une part, les perspectives de tension géopolitique et de sécurité d'approvisionnement d'autre part, devraient favoriser le développement de nouveaux projets (exemple de Mount Weld en Australie), d'autant plus qu'une limitation de la production chinoise est attendue aux alentours de 2020.

Si la production hors Chine est encore marginale, la poursuite de la demande à moyen terme ne permet pas d'exclure le développement de cette activité dans le monde et l'analyse de l'exposition des gisements aux risques climatiques apparaît pertinente.

DES PROCÉDÉS TRÈS DÉPENDANTS DE LA RESSOURCE EN EAU

Par ailleurs, les procédés métallurgiques de traitement des terres rares sont complexes et posent des questions environnementales, notamment en termes de rejets de polluants dans les systèmes naturels. Une modification de la ressource en eau aurait par exemple des conséquences importantes, à la fois pour les procédés de traitement du minerai mais aussi et surtout pour la disponibilité d'une eau de qualité pour les populations locales.



Dans les pages suivantes, nous nous sommes attachés à décrire l'exposition des gisements de terres rares dans le monde aux événements de sécheresses et de précipitations intenses au cours du 21ème siècle.

3

EXPOSITION DES GISEMENTS DE TERRES RARES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

DES GISEMENTS PLUS EXPOSÉS AUX RISQUES HYDRO-CLIMATIQUES DANS LE FUTUR

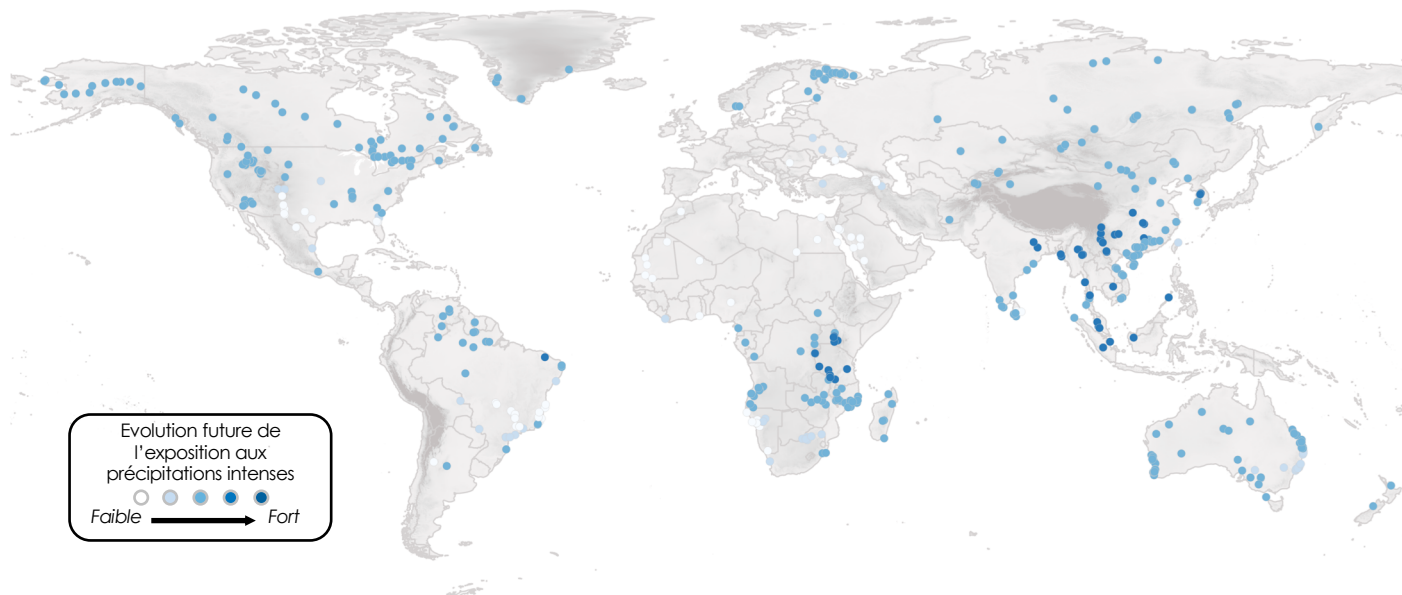
Les cartes présentées ci-après montrent l'évolution de l'exposition des gisements de terres au cours du 21ème siècle aux risques de précipitations extrêmes et de sécheresse. On constate par exemple **une augmentation de l'exposition aux précipitations intenses en Asie du Sud**. Les gisements situés au sud-est de la Chine, premier producteur mondial de terres rares, verront leur exposition aux pluies intenses augmenter significativement au cours des prochaines décennies. Il est d'ailleurs intéressant de constater que le sud-est chinois est également soumis à une accentuation notable de son exposition au risque de sécheresse.

Cette région est un exemple parlant de l'augmentation de la fréquence des phénomènes extrêmes, humides et secs, causée par le changement climatique. **Les exploitations minières devront ainsi s'adapter à la fois à des phénomènes pluvieux de plus en plus intenses mais également à une multiplication des périodes sèches.**

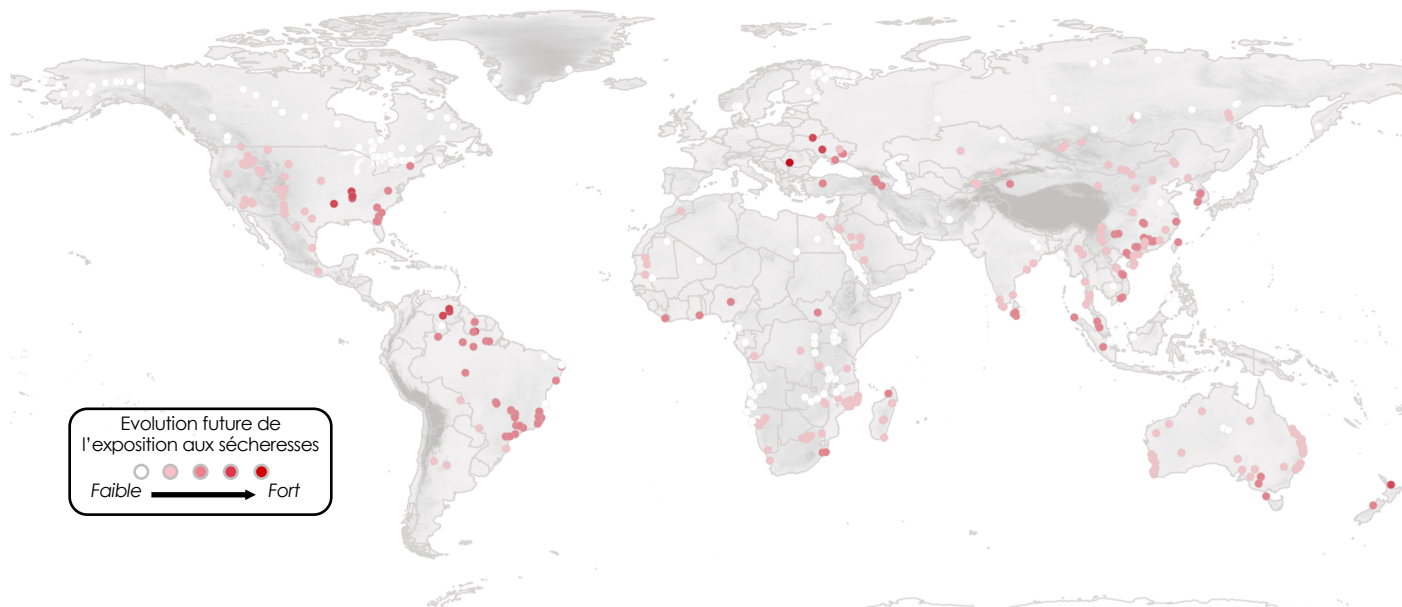
Dans un autre contexte, **la partie septentrionale de l'Amérique du Sud (Venezuela, Guyana, Brésil), généralement épargnée par les phénomènes de sécheresse pour le moment, y sera plus exposée dans le futur.** Si ces régions ne présentent pour l'instant pas de gisements significatifs à l'échelle mondiale, elles contiennent des réserves intéressantes qui pourraient être mises en exploitation à moyen terme.

Certaines régions seront soumises à la fois à une accentuation notable de l'exposition aux sécheresses, mais également des risques liés aux précipitations intenses

EVOLUTION FUTURE DE L'EXPOSITION DES GISEMENTS DE TERRES RARES AUX PRÉCIPITATIONS INTENSES



EVOLUTION FUTURE DE L'EXPOSITION DES GISEMENTS DE TERRES RARES AUX SÉCHERESSES



Méthodologie :

Précipitations intenses : Notes créées à partir de l'étude de l'évolution de la fréquence des jours très pluvieux et de l'intensité maximale des précipitations sur 5 jours, sur la période 2080-2100 par rapport à la période historique 1960-1999.

Sécheresses : Notes créées à partir de l'étude de l'évolution de la fréquence et de la longueur des périodes sèches sur la période 2080-2100 par rapport à la période historique 1960-1999.

Notation : Carbone 4 à partir des sorties de trois modèles (GFDL, CNRM et IPSL).

Gisements : USGS

4

ANTICIPER LES RISQUES : LES SOLUTIONS D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

UNE ANALYSE DE RISQUES DÉTAILLÉE POUR MIEUX ANTICIPER LES CHANGEMENTS

Les gisements et exploitations de terres rares vont être exposés à des phénomènes climatiques de plus en plus extrêmes, et parfois diamétralement opposés. Les problématiques de gestion de la ressource en eau, notamment, seront au cœur des préoccupations dans certaines régions. **Il est dès lors nécessaire d'intégrer une mesure du risque climatique**, à la fois lors des phases de conception et d'exploitation. La gestion de la ressource en eau et du partage de cette ressource avec les populations et les activités locales est centrale, notamment dans un contexte de croissance démographique.

Pour cela, il est nécessaire de mener une analyse détaillée des aléas climatiques qui affectent et affecteront la région d'intérêt, mais aussi des vulnérabilités de l'exploitation (sur les infrastructures, les opérations, les personnes).

“ Une analyse détaillée des aléas climatiques, mais aussi des vulnérabilités de l'exploitation est nécessaire pour comprendre le risque climatique ”

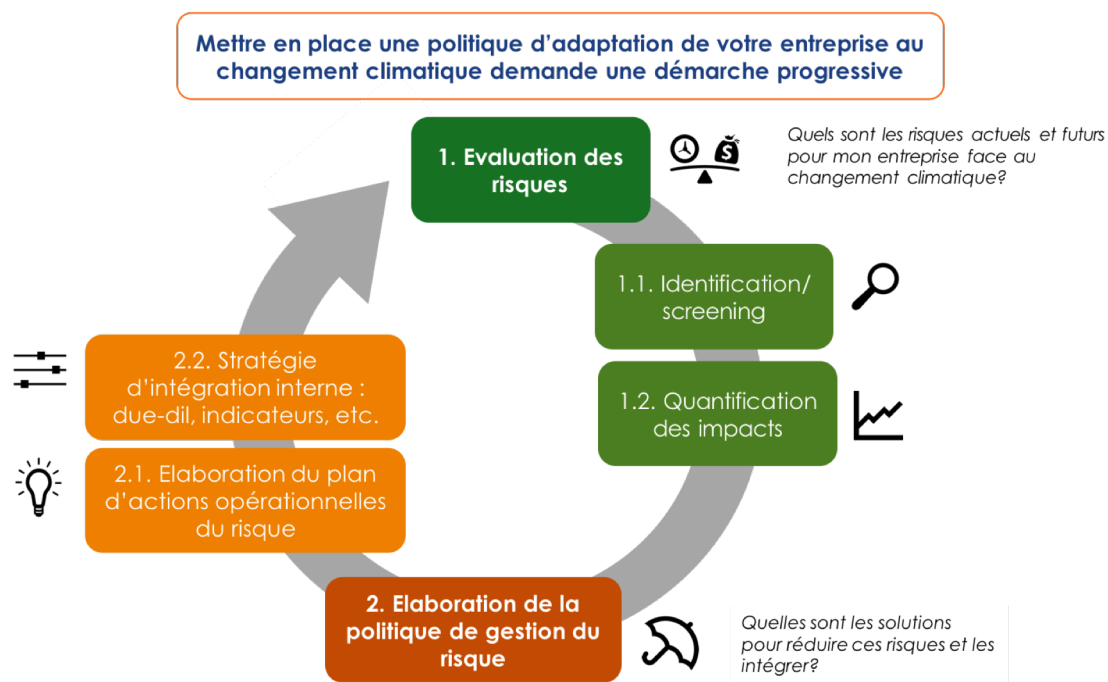
DES SOLUTIONS D'ADAPTATION EN FONCTION DU CONTEXTE LOCAL

A partir de ces résultats, **des solutions d'adaptation techniques, opérationnelles, financières peuvent être étudiées. Des études plus détaillées de l'évolution de la ressource en eau** (en rapport avec l'évolution des précipitations mais également liée à la fonte des glaciers et à l'augmentation de la consommation pour d'autres activités, telles que l'agriculture, la production hydro-électrique...) seront nécessaires. **Des réseaux de drainage plus performants pourront également être envisagés**, dans des zones où l'excès d'eau n'a jusque-là pas été un problème. Pour faire face au risque d'inondations, ou à l'augmentation de ce risque, **des aménagements de pompage et une augmentation des capacités de drainage et de stockage des eaux de pluie pourront être nécessaires**, notamment pour minimiser le risque d'inondations et d'entraînement des effluents nocifs utilisés sur certains sites.

Dans tous les cas, une concertation avec les populations sera bénéfique, afin de minimiser les tensions liées à l'évolution de la ressource et de l'activité.

Cette analyse du risque climatique s'inscrit dans une démarche d'adaptation continue.

L'ADAPTATION DES ENTREPRISES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : UNE DÉMARCHE PROGRESSIVE



Carbone 4 accompagne dans cette analyse des foncières, des acteurs industriels, financiers, du transport. Nos méthodologies, basées sur des données et modèles issus des sources les plus fiables (GIEC, Météo France) et couplées à notre expertise, apportent **des solutions utiles et utilisables pour adapter l'activité de ces acteurs au changement climatique** (quantification de l'impact du changement climatique sur les activités et les actifs, hiérarchisation des sites à risques, mise en place de politiques d'adaptation...).

RÉFÉRENCES

SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRGM (2017). Les terres rares. Dossier Enjeux des géosciences. Disponible à http://www.brgm.fr/sites/default/files/dossier-actu_terres-rares.pdf (dernier accès 14 janvier 2019).
- Bru K., Christmann P., Labbé J.F., & Lefebvre G. (2015) - Panorama mondial 2014 du marché des Terres Rares. *Rapport public BRGM/RP-65330-FR*. 194 p.
- Guyonnet, D., Lefebvre, G., & Menad, N. (2018). Rare earth elements and high-tech products. *Prepared for CEC4EUROPE (Circular Economy Coalition for Europe)*
- ICMM (2013). Adapting to a changing climate: implications for the mining and metals industry.
- Odell, S. D., Bebbington, A., & Frey, K. E. (2018). Mining and climate change: A review and framework for analysis. *The Extractive Industries and Society*, 5(1), 201-214.
- Pearce, T. D., Ford, J. D., Prno, J., Duerden, F., Pittman, J., Beaumier, M., ... & Smit, B. (2011). Climate change and mining in Canada. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 16(3), 347-368.



Fondé en 2007, Carbone 4 est un cabinet de conseil indépendant avec à sa tête Alain Grandjean, Jean-Marc Jancovici et Laurent Morel. Nous sommes leader de la stratégie climat, de la transition énergétique et de l'adaptation au changement climatique.

Nous menons déjà depuis plusieurs années des analyses de risque physique pour des foncières, des infrastructures de transport (routier, ferroviaire) et des industriels. Nous apportons à nos clients des informations utiles sur les éléments du système les plus à risque (sites de production, sites de stockage, bureaux, marchés, fournisseurs). Nous les accompagnons pour adapter leurs politiques de gestion de risque et ainsi réellement saisir et anticiper les enjeux liés aux impacts et à l'adaptation au changement climatique.
