Groenland

Histoire et convoitises

ÉTAT DES LIEUX

Prof. Alain Préat
Université Libre de Bruxelles
7 décembre 2026



Sommaire

01 **Le Groenland aujourd'hui**
Territoire, statut, accord USA–Danemark

02 **Les Vikings, du Groenland à l'Amérique**
Erik le Rouge, Vinland, Anse aux Meadows

03 **La disparition des Vikings**
Une énigme vers 1450

04 **Géologie du Groenland**
Une histoire depuis 4 milliards d'années

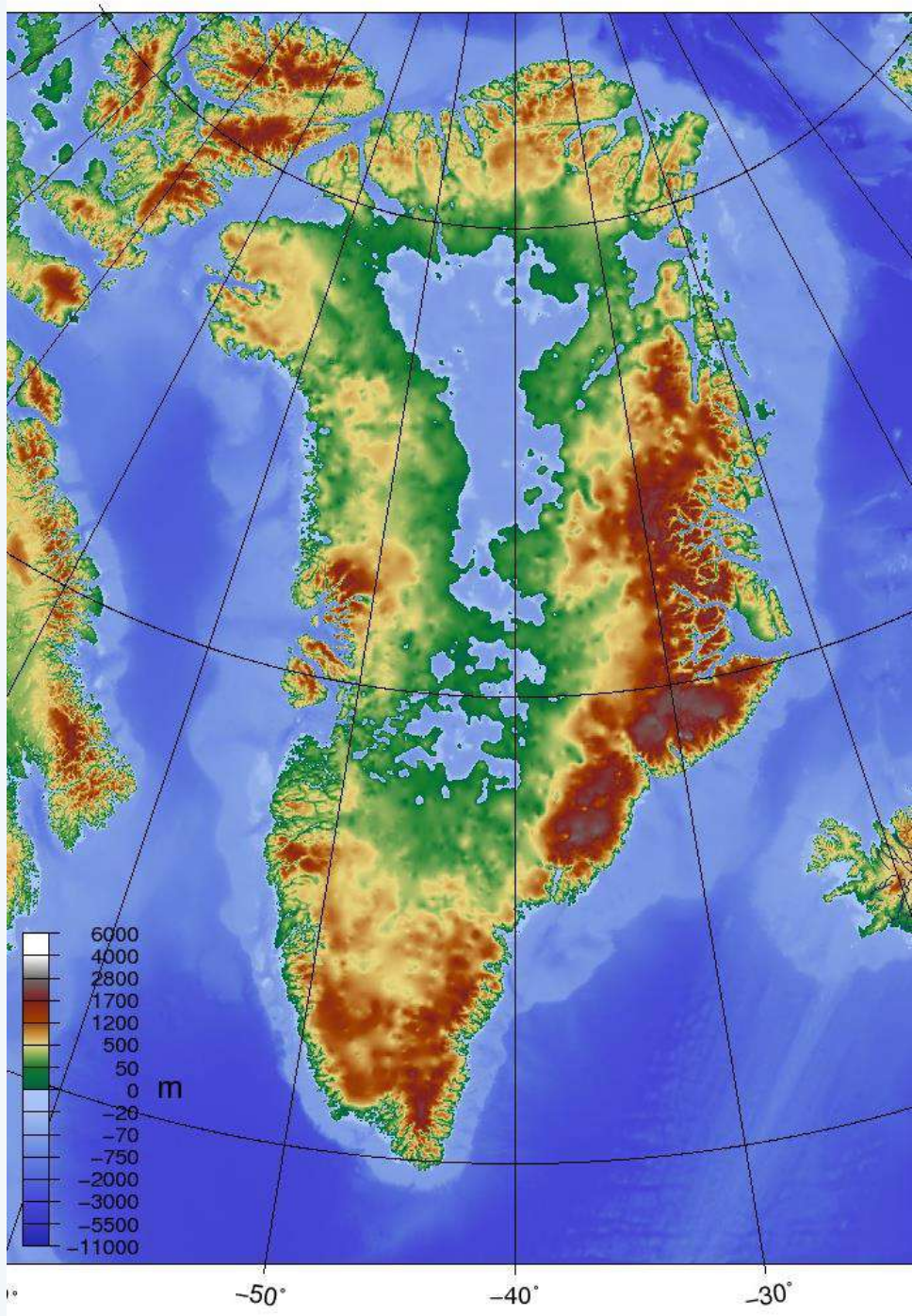
05 **Ressources et métaux critiques**
Transition verte : le dilemme européen

06 **Situation minière et perspectives**
État des lieux, réalité, conclusions

01

Le Groenland aujourd’hui

Territoire, statut, accord USA–Danemark



La plus grande île du monde

Situation

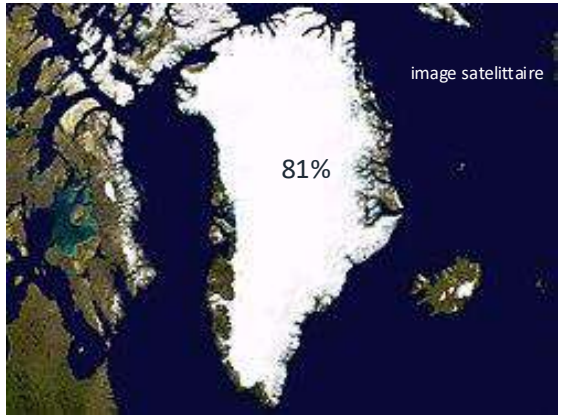
- Europe : Danemark (Norvège)
- Physiographiquement : Amérique du Nord

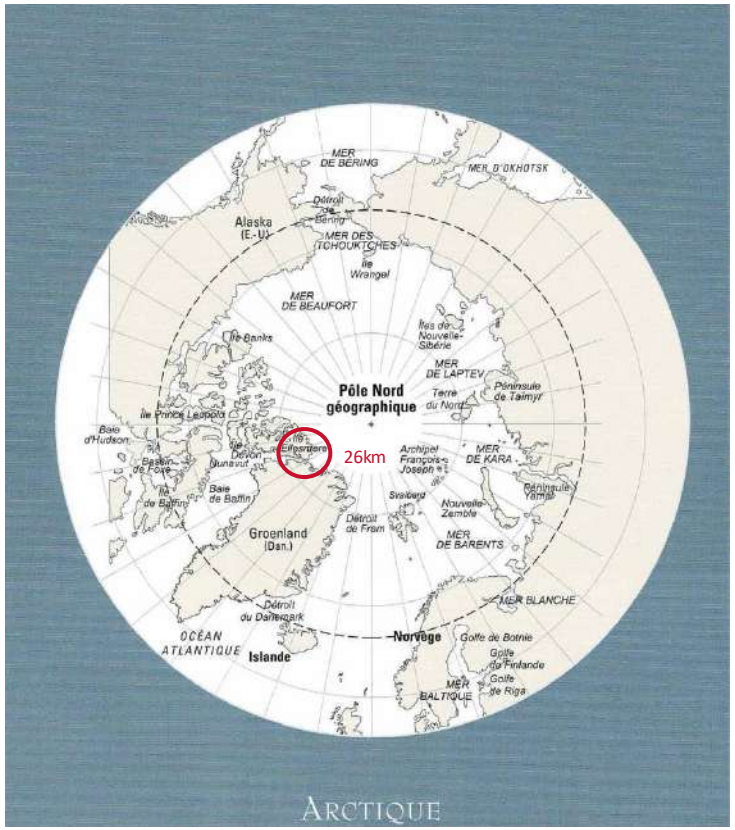
Superficie

- **2,2 millions km²** : la plus grande île du monde
  - Comme l'Algérie, l'Arabie Saoudite ou le Congo
- 3e pays d'Amérique du Nord par la superficie

Calotte glaciaire

- **81 %** du territoire, 2,85 millions km³ de glace (NM ±7m)
- 3 km d'épaisseur au centre
- Glaciers → courants marins → icebergs (Titanic, 1912)
- Formation : 4,1 Ma (Pliocène), fermeture de l'isthme de Panama





Reliefs : sommets et Grand Canyon du Groenland

Plus haut sommet

- Côte Est : mont Gunnbjørn, **3 694 m**
- Point culminant du Danemark

Grand Canyon du Groenland

- Découvert en 2013 par satellite, au nord-ouest
- 750 km de long, 10 km de large, 800 m de profondeur
- Sous la calotte glaciaire, érosion fluviale 4Ma et préservation

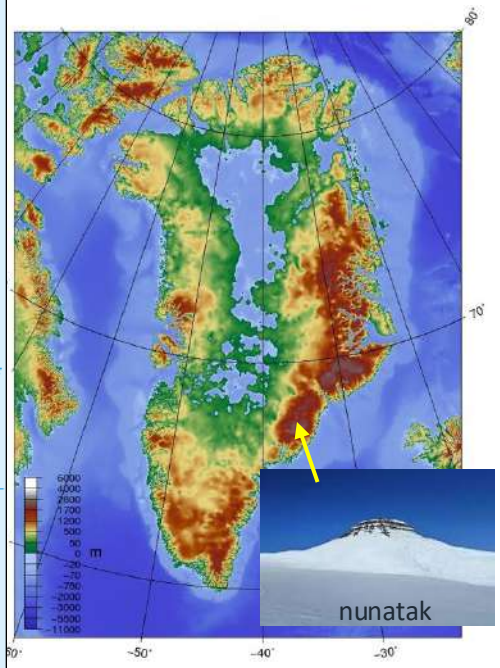
> Le plus grand canyon du monde











Le Groenland en quelques mots

Repères historiques

- **984–1450** : colonisation viking du sud
- **1721–1953** : colonisation danoise (missionnaire Hans Egede)
- **Depuis 1867** : intérêt des États-Unis ; base navale américaine en 1943
- **1973–2022** : conflit Canada–Danemark sur l'île de Hans, finalement partagée en deux (Ellesmere, 1,3 km^2)
- **1979** : autonomie ; **2008** : référendum pour se « libérer » du Danemark
- **2009** : statut d'État autonome, démocratie parlementaire (Royaume du Danemark)
- **Années 1970** : contraception forcée imposée par le Danemark → 140 plaintes en 2020

Population et ressources

- 57 000 habitants (2025), dont 90 % d'Inuits, majoritairement luthériens
- Pétrole, gaz, charbon, métaux critiques, pêcheries



Que contient l'accord sur le Groenland signé par les États-Unis et le Danemark ?

22/09/2026

Un texte de 10 pages signé à New York, valable même en cas d'indépendance.

Ce que prévoit l'accord

- **Deux nouvelles bases américaines** : Narsarsuaq (sud) et Mestersvig (est)
- **Pituffik** (nord), seule base active, peut être modernisée et étendue (art. 4)
- **Secteurs stratégiques fermés** aux acteurs hors UE et OTAN
  - But : contenir l'influence de la Chine et de la Russie, notamment via les investissements



> En cas d'indépendance, l'accord reste valable : le Groenland devra rester membre de l'OTAN

Source : https://www.rtbf.be/article/que-contient-l-accord-sur-le-groenland-signe-par-les-etats-unis-et-le-danemark-11789103

02

Les Vikings, du Groenland à l'Amérique

Erik le Rouge, Vinland, Anse aux Meadows



Les Vikings en quelques mots

- **Origine** : l'actuelle Norvège
- **Objectif** : coloniser l'Occident, trouver des terres pour l'agriculture et l'élevage
- **Expansion** : Écosse, Irlande, Islande, nord-est de l'Angleterre, Féroé, Orcades, Hébrides, Shetland





Les Vikings ont accosté au Groenland, puis en Amérique

Une épopée sur trois générations : Norvège → Islande → Groenland → nord-est du Canada

Erik le Rouge (ELR)

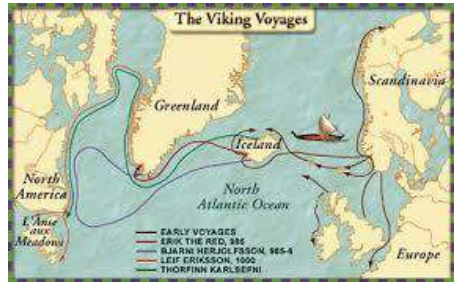
- 960 : exilé en Islande avec son père Thorvald (meurtre)
- Banni d'Islande pour 3 ans (nouveau meurtre)
- Découvre à l'ouest une **« Terre verte » plus accueillante**, au climat ± tempéré
- De retour, il invite les Islandais à s'y installer
- 25 bateaux et 500 personnes le suivent, surtout après la famine

Vers le Vinland

- Avec son fils Leif, il atteint plus à l'ouest une côte tempérée : le **Vinland** (Terre-Neuve)
  - « Pays du vin et du blé » (Saga des Groenlandais)







> À leur apogée, les colonies vikings comptent environ 2 500 à ? 5000 personnes

Les Vikings ont effectué des traversées régulières

Entre Norvège, Islande, Groenland et Canada : COMMENT ? En haute mer pendant des semaines !

Les embarcations

- Drakkars bas sur l'eau, non pontés
- 23 m de long, mât de 5,3 m, souvent en chêne, voiles carrées
- Usage : cabotage et pillage le long des côtes européennes



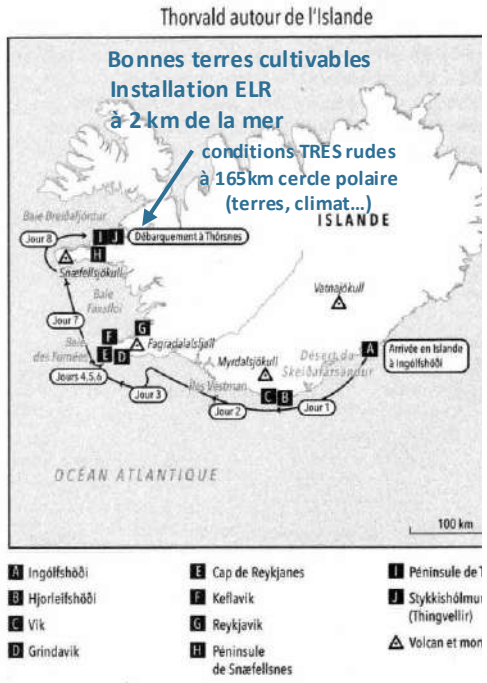
Naviguer sans carte ni boussole

- Ciel : étoile polaire et soleil
- Vent et vagues
- Repères : îles, falaises, volcans… et oiseaux

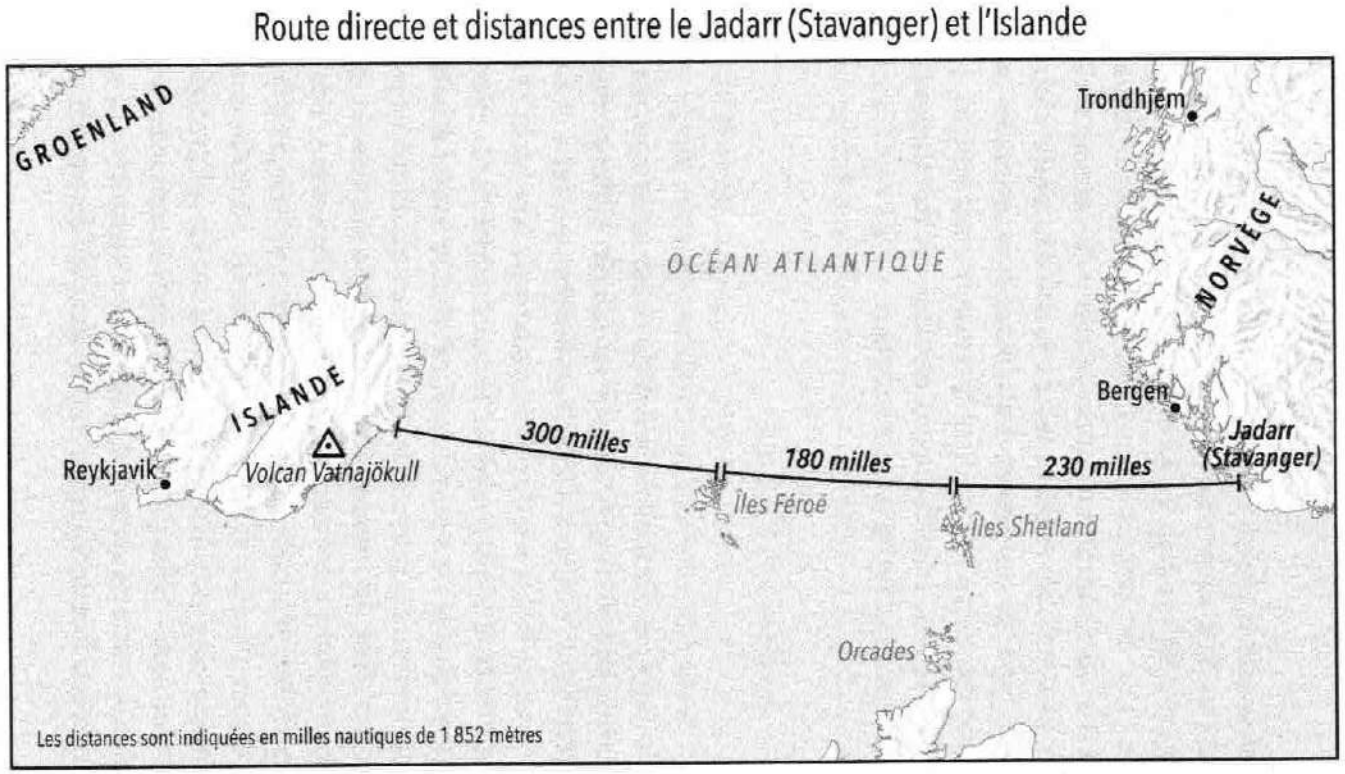
Le calendrier

- **Aller** fin automne/début hiver : anticyclone sibérien, beau temps, vents d'E à NE
- **Retour** fin d'été : vents d'ouest

Exil d'Erik le Rouge en Islande, vers 965



8 jours

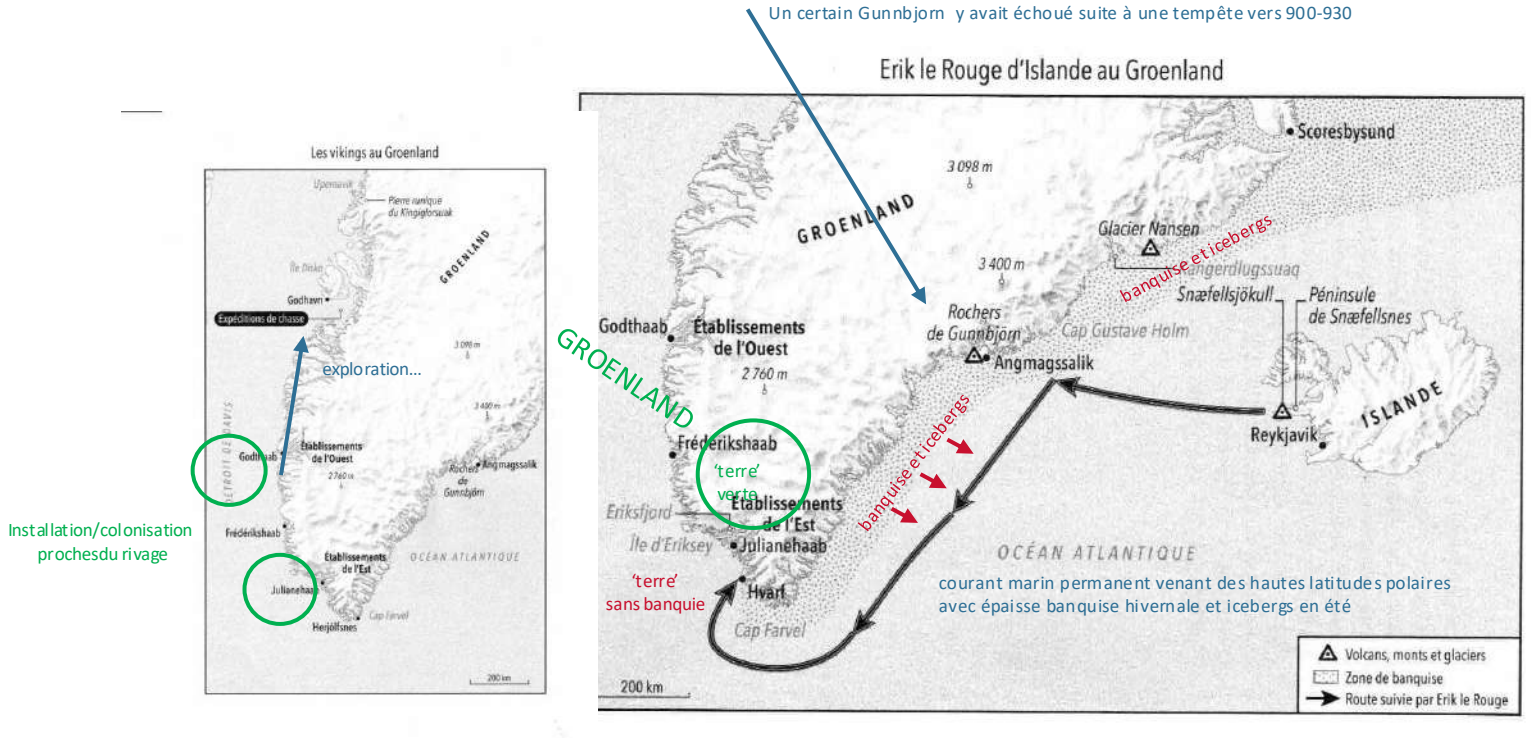


8 jours/1300 km

Source : D. Le Brun, Tallander, 2025

Erik le Rouge, de l'Islande au Groenland

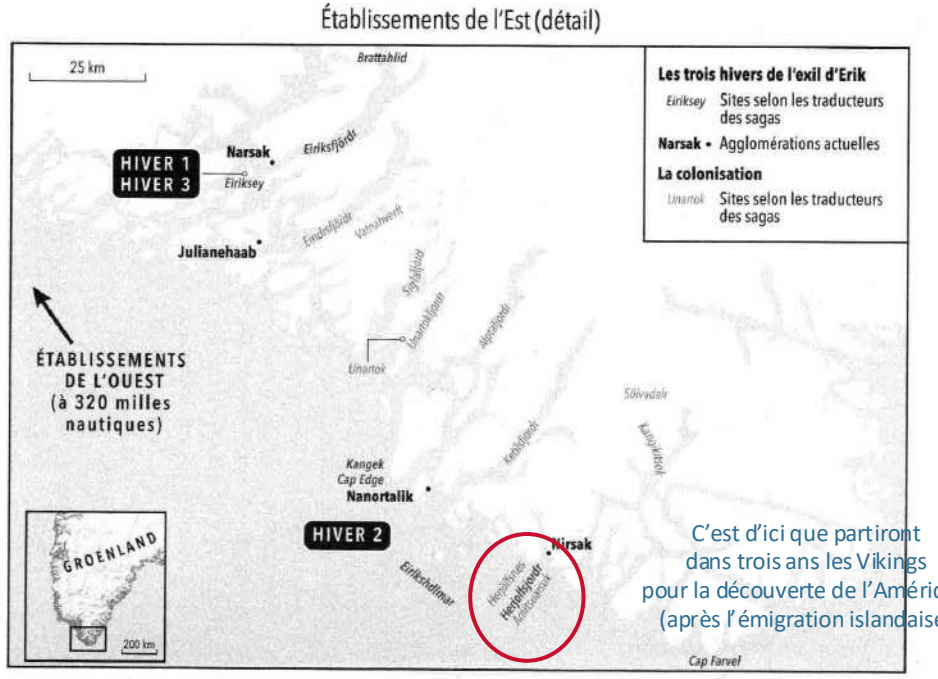
- Après un nouveau meurtre, ELR et les siens (20 à 30 personnes) sont exilés pour 3 ans
- Il a entendu parler d'une **terre quelque part à l'Ouest** et s'y enfuit avec un équipage (981–983)



Source : D. Le Brun, Tallander, 2025

Retour d'Erik le Rouge en Islande

- Après 3 ans de bannissement (cf. hiver 3), ELR retourne en Islande
- Il y organise la « migration islandaise » vers la « Terre verte », face aux vents d'est et en évitant les glaces
- Il repasse par le Groenland (pointe sud)



C'est d'ici que partiront dans trois ans les Vikings pour la découverte de l'Amérique (après l'émigration islandaise)

Source : D. Le Brun, Tallander, 2025

L'émigration islandaise vers le Groenland

En Islande : pourquoi partir ?

- ELR, revenu en chef, convainc de nombreux Islandais d'émigrer
- Le bois manque : bateaux, chauffage, charbon de bois
- Terres arables mal gérées, pauvres en humus : la production décline

La traversée (985)

- 25 (ou 35 ?) bateaux partent, seuls 14 arrivent
- Tempête exceptionnelle, naufrages, épidémies

Deux Établissements

- **Ouest** : 4 bateaux, 120 personnes, plus au nord ; vers l'an 1000, 90 fermes et 4 églises
- **Est** : environ 300 colons au bord de l'inlandsis ; vers l'an 1000, 4 000 habitants, 190 fermes, 12 églises, une cathédrale, 2 monastères
  - Patrimoine mondial UNESCO en 2017
- 6 jours pour relier les deux Établissements (embarcation à six avirons)

> Le Groenland n'est pas mieux loti que l'Islande, hormis le gibier et la pêche. Il faut importer de Norvège (2 700 km), en échange d'ivoire de morse, de rostres de narval et de fourrures d'ours polaire.

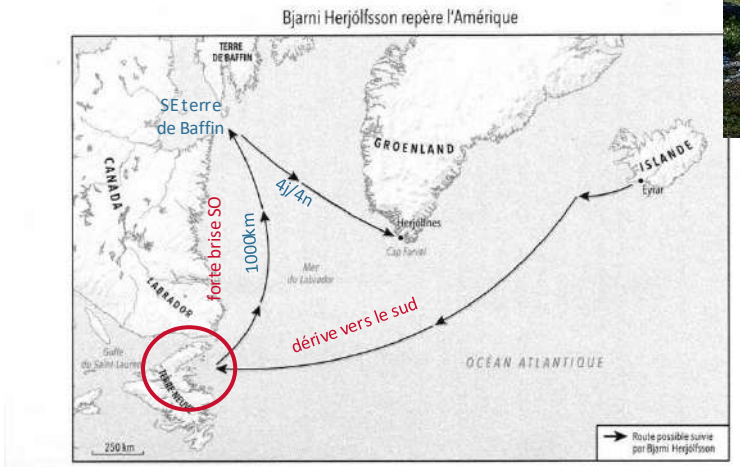
Encore plus à l'Ouest : l'Amérique (par hasard) cinq siècles avant Christophe Colomb

Bjarni Herjolfsson, vers 986

- Il quitte la Norvège pour livrer du bois à son père, au Groenland
- Sans connaître la route, il « rate » le Groenland (brouillard persistant)
- Cap à l'ouest, il atteint une terre inconnue : plate, boisée, sans glace ni hautes montagnes
- Demi-tour : il arrive finalement à destination

> Énigme : rentré à bon port, Bjarni ne parle pas de cette terre boisée. Pour cacher son erreur de navigation ?





Deuxième voyage vers l'Amérique

Leif Eriksson (1000–1014)

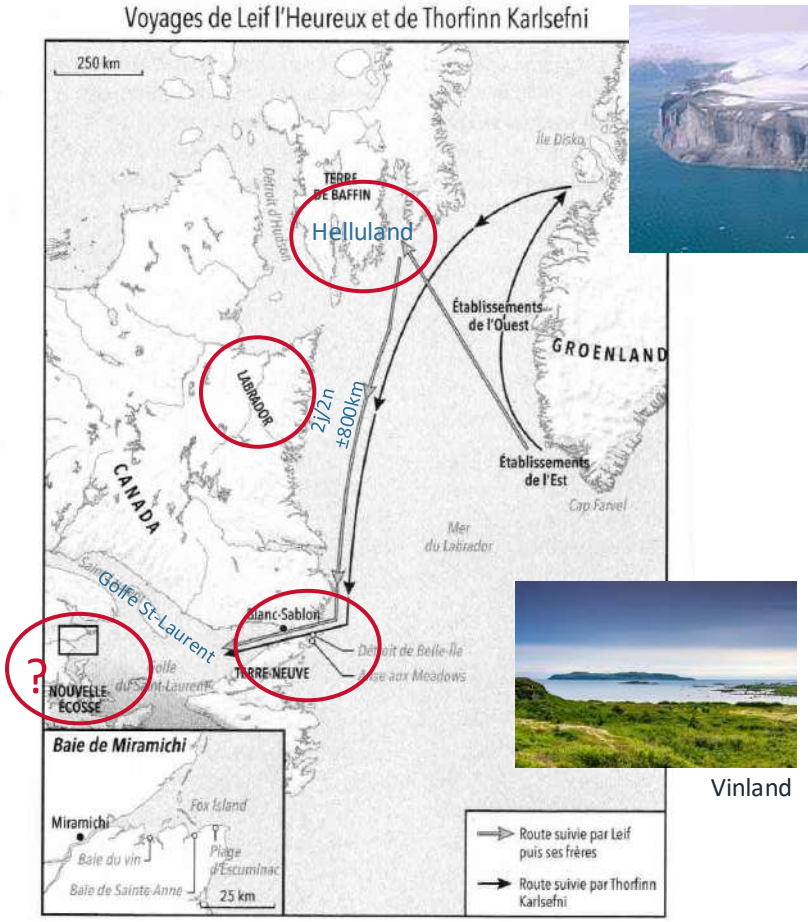
- Établissements surpeuplés : Leif part vers l'ouest pour 2 ans, avec 35 hommes
- **Helluland** (Terre de Baffin) : « terre des pierres plates »
- **Markland** (Labrador) : « terre des forêts », plate et boisée
- **Vinland** (Terre-Neuve) : pieds de vigne ; bois et ceps ramenés au Groenland
- Rencontre avec des Amérindiens, qui sont tués

Thorfinn Karlsefni

- Tentative de colonie : 65 personnes, 2 navires
- Contact pacifique, puis massacres dans les deux camps
- Il renonce et rentre avec du bois et des peaux

Freydis (1010)

- Fille naturelle d'ELR, alliée à des Islandais pour piller le Vinland
- En route, son équipage tue tous les Islandais




Terre de Baffin

Vinland

Les Vikings ont accosté en Amérique ? Oui

L'Anse aux Meadows NE Canada

- Au nord de Terre-Neuve, à la sortie d'un estuaire
- Logements, ateliers, hangars à bateaux, forge
- Base logistique pour rapporter du bois au Groenland

Six voyages depuis le Groenland

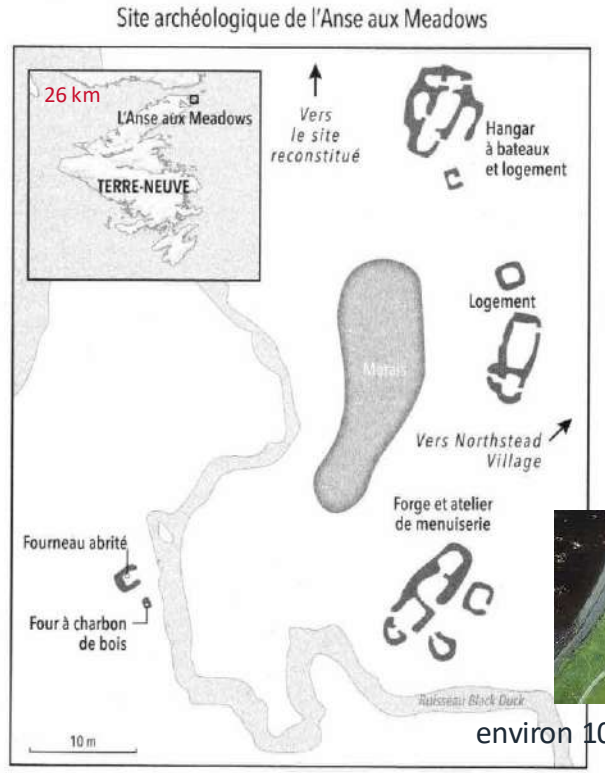
- Départs en fin de printemps ; découverte en 985, voyages jusqu'en 1010

Une datation précise (1021)

- Tempête solaire ou supernova en 993 : pic de ^{14}C
- 28 cernes sur des arbres abattus par les Vikings → présence attestée en 1021

Commerce viking

- Bois, fourrures (phoques), ivoire de morse jusqu'en 1369
  - Concurrencé ensuite par l'ivoire d'éléphant africain





environ 100 personnes sur le site

L'Anse aux Meadows, patrimoine mondial UNESCO









1978 : patrimoine mondial UNESCO

- Reconnaissance officielle : les Vikings ont découvert l'Amérique

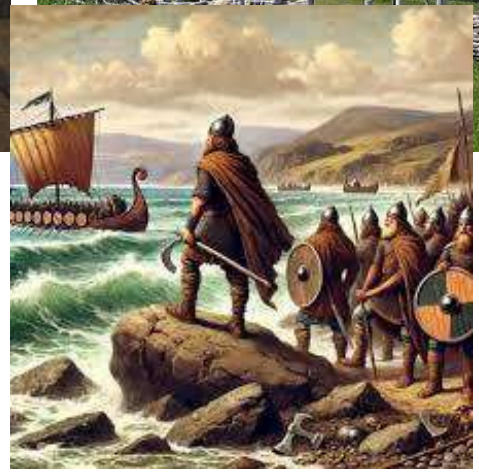
Pas de vigne

- Les archéologues n'en ont jamais trouvé
- Climat maritime froid : courant du Labrador, chargé d'icebergs en été









03

La disparition des Vikings

Une énigme vers 1450



Les Vikings ont disparu vers 1450 : énigme ?

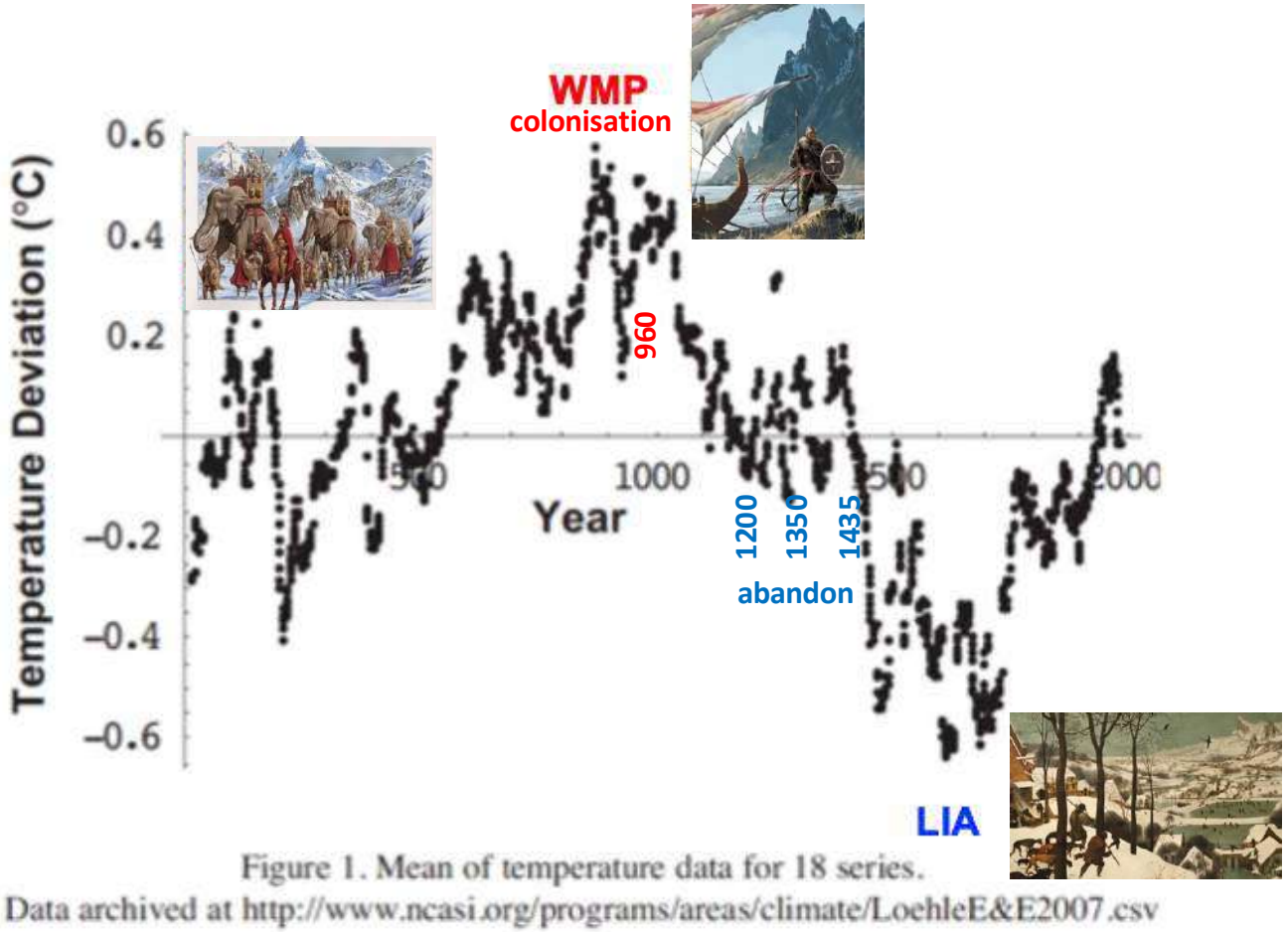


Figure 1. Mean of temperature data for 18 series.
Data archived at http://www.ncasi.org/programs/areas/climate/LoehleE&E2007.csv

Les Vikings ont disparu vers 1450 : énigme ?

Vers 1200 : le climat se dégrade

- Petit Âge glaciaire : la traversée vers le Vinland devient de plus en plus difficile
- Les Vikings se soumettent au roi de Norvège, en échange d'ivoire
- Concurrence des Inuits, qui descendent vers le sud
- L'ivoire africain supplante celui du Groenland, livré à son sort

1349–1350 : la peste noire

- Elle emporte la moitié de la population
- Établissement de l'Ouest : disparaît vers 1360
- Établissement de l'Est : disparaît vers 1410–1435

> Le Groenland est devenu une terre polaire, d'accès difficile

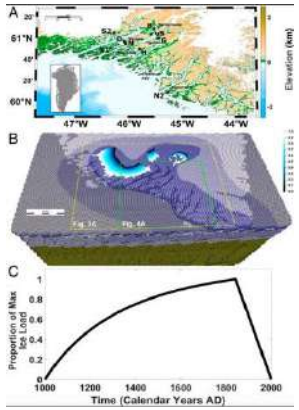
Source : https://horde-viking.com/blogs/blog-viking/pourquoi-les-vikings-ont-disparu

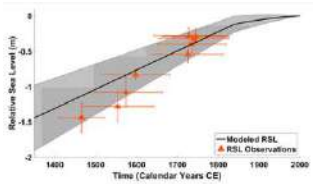
Les Vikings ont disparu vers 1450 : énigme ?

Les Vikings ont abandonné progressivement le Groënland : la combinaison de la glacio-isostasie, de la peste et de la banquise

23 août 2024 · discussion-débat, glace, niveau marin · SCE-info

Alain Préat, Prof. Emérite, Université Libre de Bruxelles
et
Brigitte Van Vliet-Lanoë, Directeur de recherche CNRS, Emérite, Brest, France





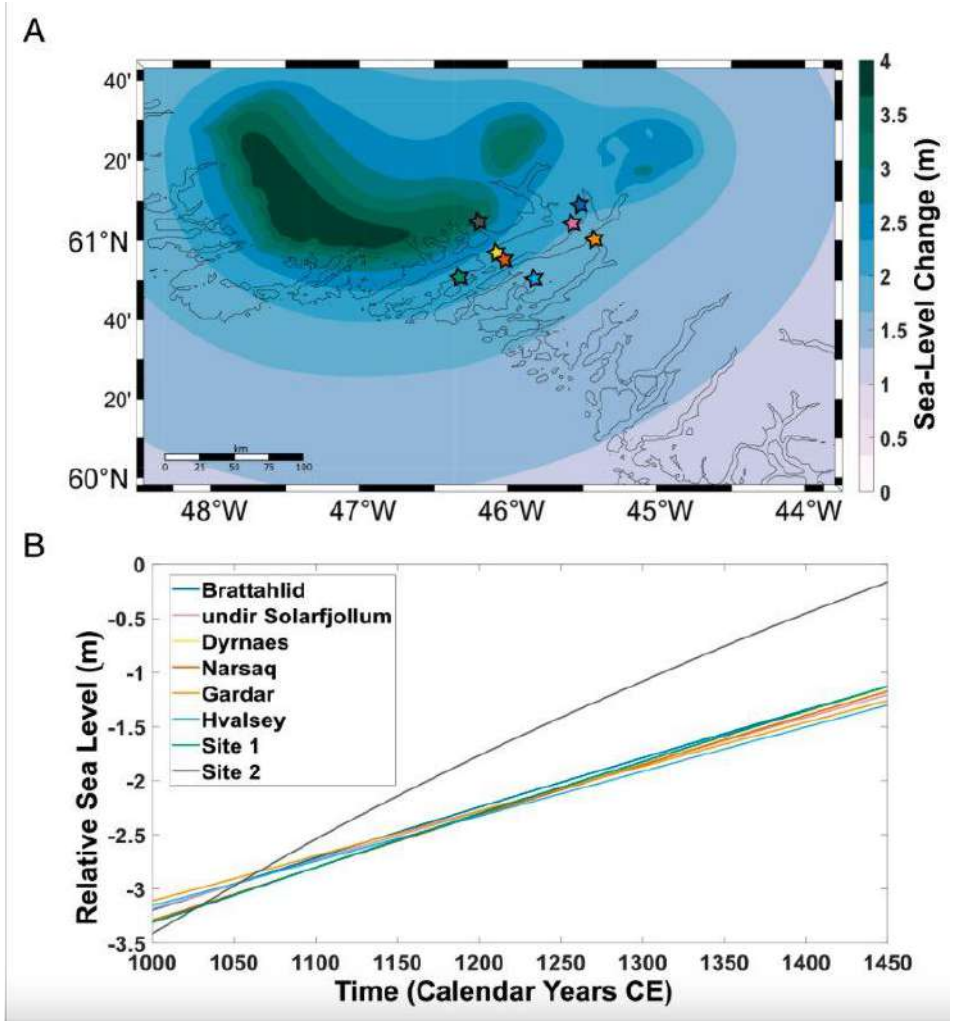
Borreggine et al. (2023)

- Modélisation géophysique de la colonie viking
- Après l'Optimum médiéval, l'avancée glaciaire 1000-1450 aurait **relevé le niveau marin local de ~3 m, = 7mm/an,** soit 2 à 6 fois le rythme XXè et actuel
- 204 km² de terres littorales inondées
- Équivalent d'une surcharge de ± 6 m de neige au Petit Âge glaciaire

> Résultat surprenant : une avancée glaciaire entraîne d'ordinaire une baisse du niveau marin

Source : https://www.science-climat-energie.be/2024/08/23/les-vikings-ont-abandonne-progressivement-le-groenland-la-combinaison-de-la-glacio-isostasie-de-la-peste-et-de-la-banquise/

Les Vikings ont disparu vers 1450 : énigme ?



A — Niveau marin, 1000–1450

- Simulation pour la colonie orientale (avancée de la glace + tendance de fond)
- Pic : un peu plus de 4 m près du front glaciaire (3,3 m hors zone englacée)
- ~1 000 fois plus que la baisse mondiale associée

B — Sites archéologiques

- Brattahlid, Undir Solarfjöllum, Dyrnaes, Narsaq, Gardar, Hvalsey
- Fermes espacées d'environ 4 km (Vésteinsson, 2009)

> Hausse nette de 1 à 3 m : l'avancée de la glace amplifie le signal ~4 fois (par rapport LGM)

Les Vikings ont disparu vers 1450 : énigme ?

OMC +1 à 2° 900-1350

LIA

↓

Inlandsis +

↓

Subsidence +
Attraction gravitationnelle
(Océan=>Inlandsis)

↓

NMr +
3m = 7mm/an
Recul trait de côte (qq 100'm)

Refroidissment
1250 T- Min Solaire Wolf
1450-1550 T- Min Solaire Spörer

Aspect Régional 3x> Baisse Eustatique Absolue
= Relèvement Temporaire NMr (2 à 6x NMa XXè s)

A — Données

- Reconstruction extension historique glaces (affleurements, langues glaciaires émissaires, fjords…)
- Archéologie (déchets, ossements humains/animaux), 461 sites
- Carottes lacustres (pollens, contenu végétal…)
- Géophysique (sonar, sismique réflexion HR avec maille km/<km)

B — Résultat

- Relèvement progressif NMr
- Inondation littorale de la marge de l'inlandsis
- Abandon progressif des établissements fermes (terres agricoles)

Les Vikings ont disparu vers 1450 : énigme ?

OMC +1 à 2° 900-1350

LIA

Inlandsis +

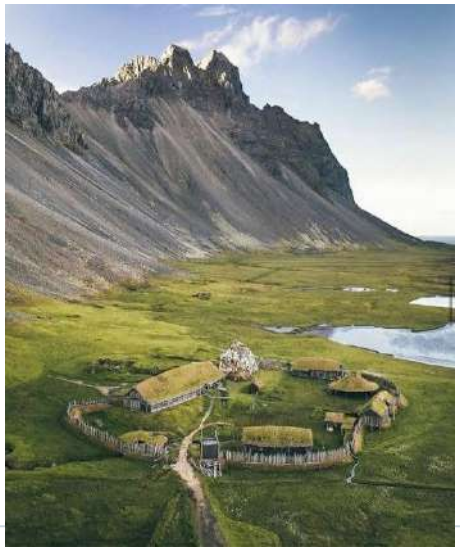
Subsidence +
Attraction gravitationnelle
(Océan=>Inlandsis)

NMr +
3m/450ans = 7mm/an
Recul trait de côte (qq 100'm)

Refroidissement
1250 T- Min Solaire Wolf
1450-1550 T- Min Solaire Spörer

Causes de l'abandon

- Vulnérabilité accrue aux tempêtes et érosion côtière
- Drainage perturbé (ennoiement terres basses) et salinisation
- Perte des tourbières (combustible)
- Rapprochement des côtes rocheuses empêchant accostage drakkars (sans quille)
- Bloquage approvisionnement vivrier de Norvège





Les Vikings ont disparu vers 1450 : énigme ?

Un facteur parmi d'autres

- Borreggine et al. (2023) éclairent l'émigration des Vikings
- Peste noire et refroidissement ont pesé au moins autant que le niveau marin relatif

Ce que montre l'actualité

- Les ennoiements progressifs frappent les littoraux, souvent surpeuplés
- Pour les populations pauvres, la seule issue est de partir
- Décimés par la peste puis par des siècles de dégradation, les Vikings survivants ont quitté la colonie

Portée de l'étude

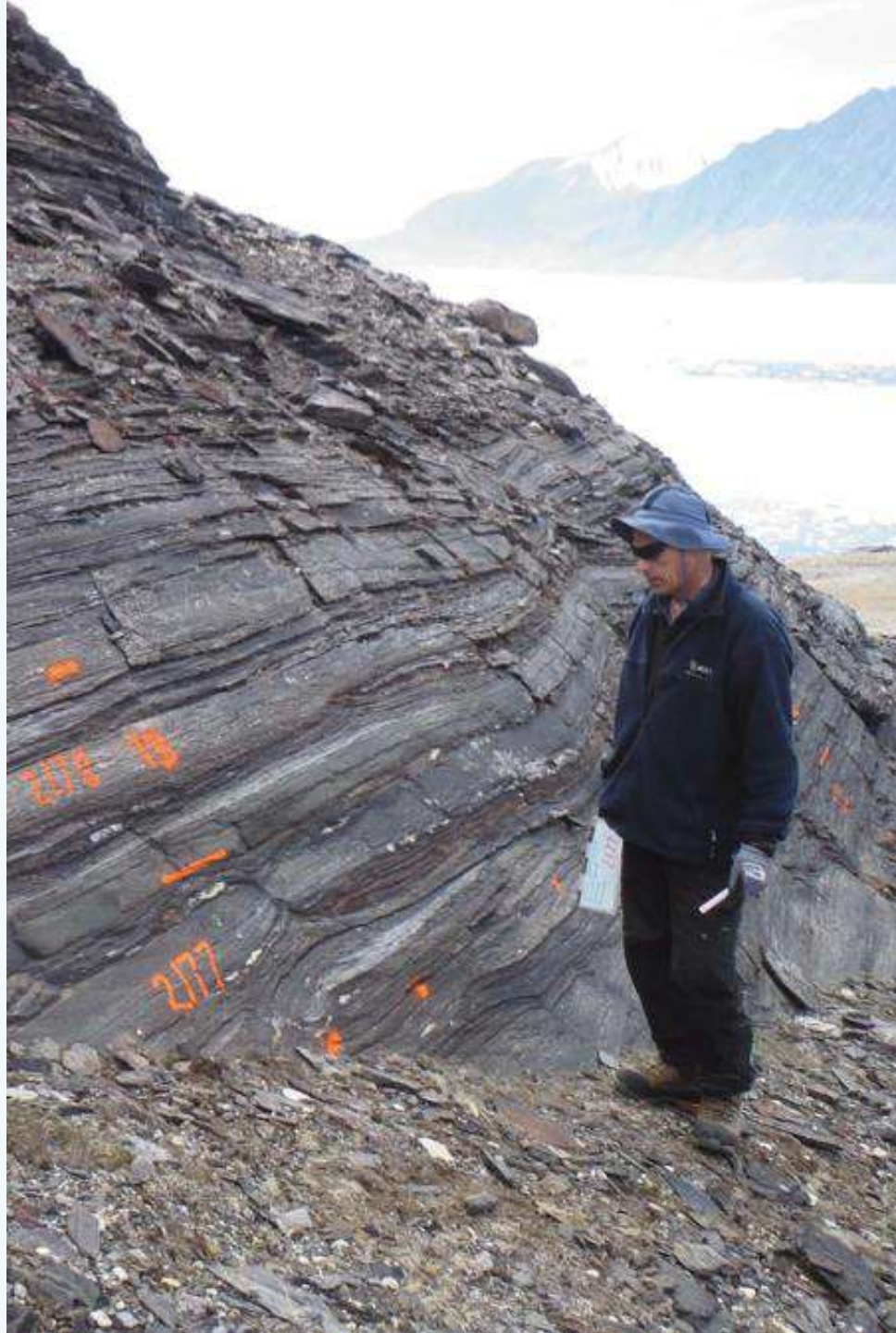
- Un bon exemple d'analyse critique du niveau marin près d'un inlandsis
- Sans ce type d'analyse, l'alarmisme climatique a libre cours (Tuvalu, Vanuatu)
- Le niveau marin relatif est souvent contre-intuitif : son effet n'est pas à négliger

> Une telle analyse, fondée sur des données réelles, reste rare dans la littérature scientifique

04

Géologie du Groenland

Une histoire depuis 4 milliards d’années

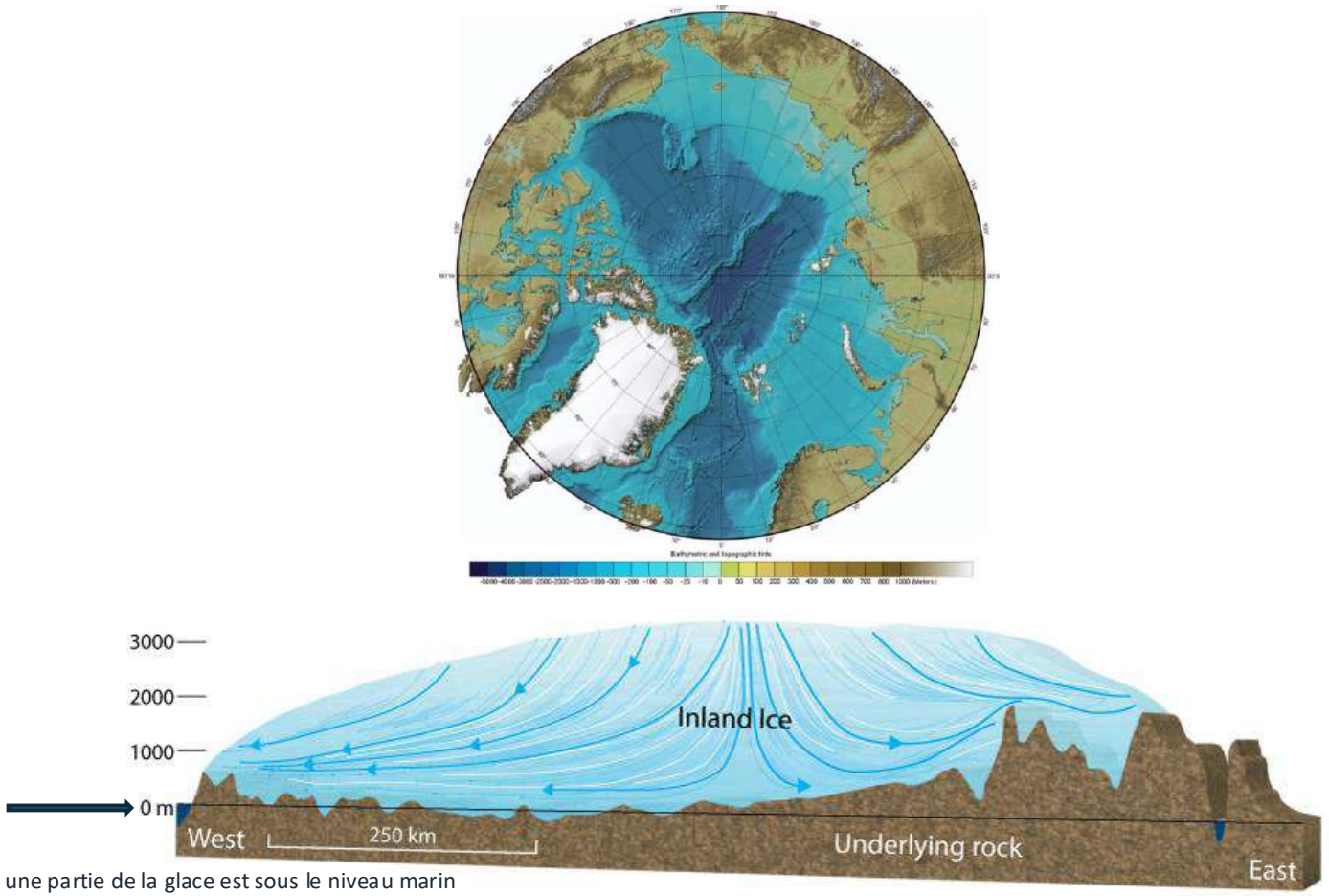


Géologie du Groenland, une histoire depuis 4 milliards d'années

- Le Groenland appartient au bassin arctique

Dernier Âge glaciaire (21 ka)

- La glace fennoscandinave atteint 3 km d'épaisseur (moy 1,5km)
- Elle enfonce la croûte scandinave de 800 m
- La glace la plus profonde sous le niveau marin
- Si fusion totale = + 7 à 8 m



une partie de la glace est sous le niveau marin

Source : https://www.science-climat-energie.be/2020/05/22/arctique-geologique-1-2/ · https://www.science-climat-energie.be/2020/05/29/arctique-geologique-2-2/

Socle cristallin et bassins sédimentaires

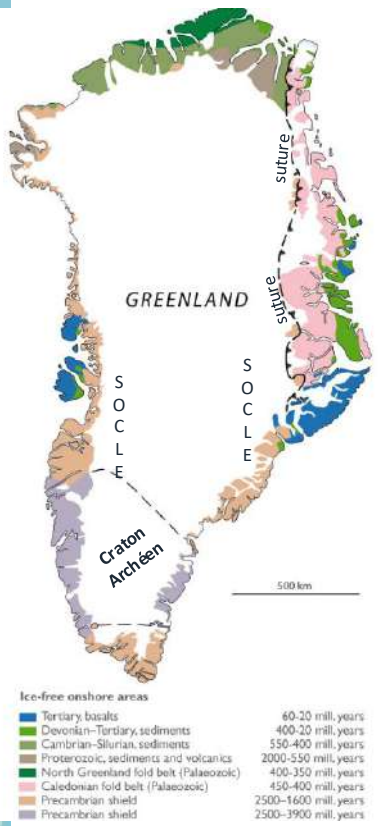
Socle cristallin précambrien

- 3,9 à 1,6 Ga
- Vallées et fjords creusés par les rivières
- Puis approfondis par l'érosion glaciaire, toujours active

Bassins sédimentaires

- Moins de 500 Ma, le long du socle
- Dépôts de 5 à 10 km d'épaisseur
- Fluviatiles, lacustres et marins 'offshore'





Socle précambrien : vallées, fjords et moraines

Il y a 1,8 Ga : soulèvement tectonique

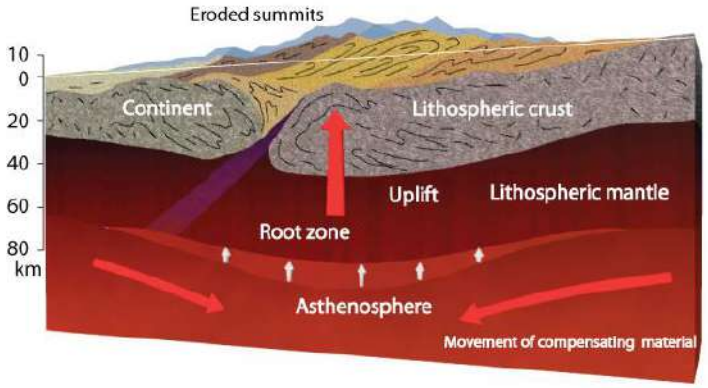
- Mise au jour de roches archéennes formées à 400–700 °C, à 20–30 km de profondeur

Conséquences

- Grandes vallées creusées par les rivières, parfois sous le niveau de la mer
- Depuis quelques Ma, la glace les envahit et forme les fjords

Dernier maximum glaciaire (21 000 ans)

- Puis fonte : niveau marin +135 m
- Déglaciation rythmée par les cycles de Milankovitch (cf Igl/Gl)
- 9 500 à 7500 ans BP : 1res moraines (+60/70m) (gd retrait calotte)
- 8 000 ans ans BP : 2es moraines (+35/50 m)
- Terrasses, deltas et cordons morainiques



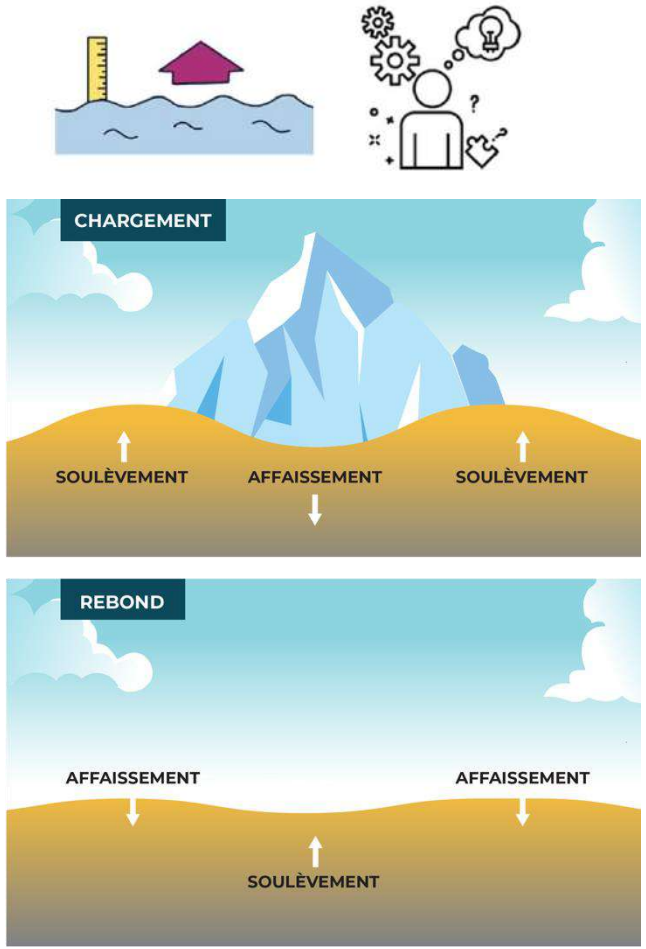


Le relèvement glacio-isostatique au Groenland

La croûte se soulève à mesure que la calotte perd de sa masse (rebond post-glaciaire).

Deux mécanismes

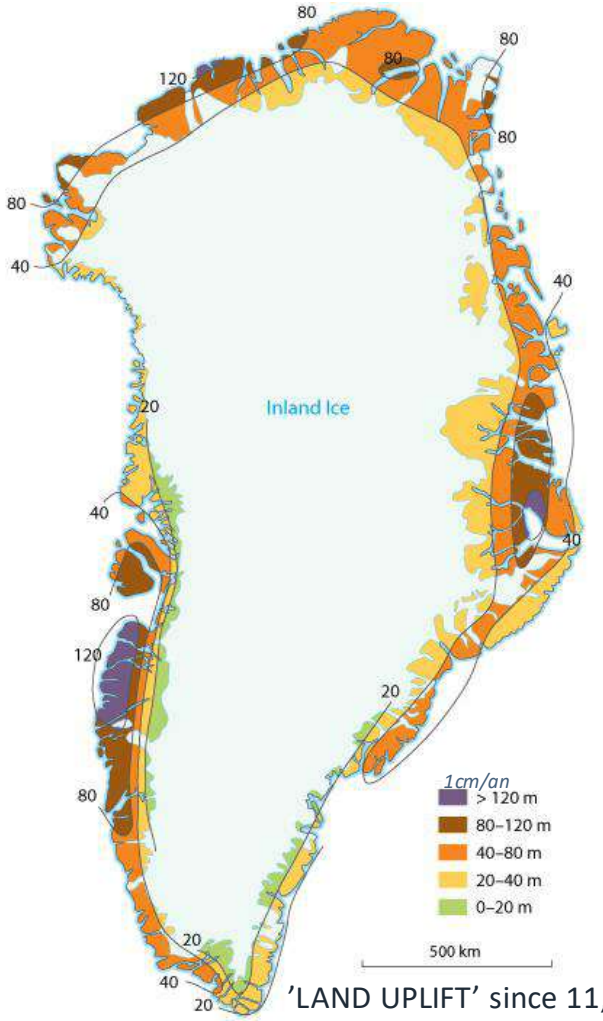
- **Rebond isostatique** (lent) : la glace enfonce la lithosphère dans le manteau ; libérée, la roche remonte
- **Perte d'attraction gravitationnelle** (immédiate) : la calotte attire l'océan vers ses côtes ; en fondant, elle l'éloigne, le niveau baisse très faiblement localement (Canada E/Isl)
  - D'où des prévisions propres à chaque région



> Paradoxe : les océans montent partout, mais le niveau local baisse au Groenland, car la croûte terrestre s'élève plus vite que l'eau (océan)

Source : ps://www.science-climat-energie.be/2023/12/22/variations-relatives-vs-variations-absolues-du-niveau-marin-ne-pas-se-tromper/

Relèvement glacio-eustatique et isostatique



’LAND UPLIFT’ since 11,7ka

Relèvement glacio-eustatique interglaciaire

- +120 à 135 m
- Dépôts marins côtiers coquilliers, terrasses « perchées »

Réajustement isostatique (uplift)

- Depuis la fin du dernier âge glaciaire (11,7 ka)
- Rebond post-glaciaire d’environ 1 cm/an : rapide → sismicité

Aujourd’hui

- Perte de 262 Gt de glace/an, soit ~0,006 % de l’inlandsis
- Surface glace de mer, perte 12% par décennie depuis 1970
- Sol relevé de 20 cm en 10 ans (2 mm/an), jusqu’à +27 mm/an près de certains glaciers
- Enjeux : inondations, voies maritimes

Géologie du Groenland : le bouclier groenlandais



Un bouclier (craton)

- Socle ancien et stable, magmatique et métamorphique, sans roches sédimentaires

Archéen : 4 à 2,5 Ga, puis Protérozoïque

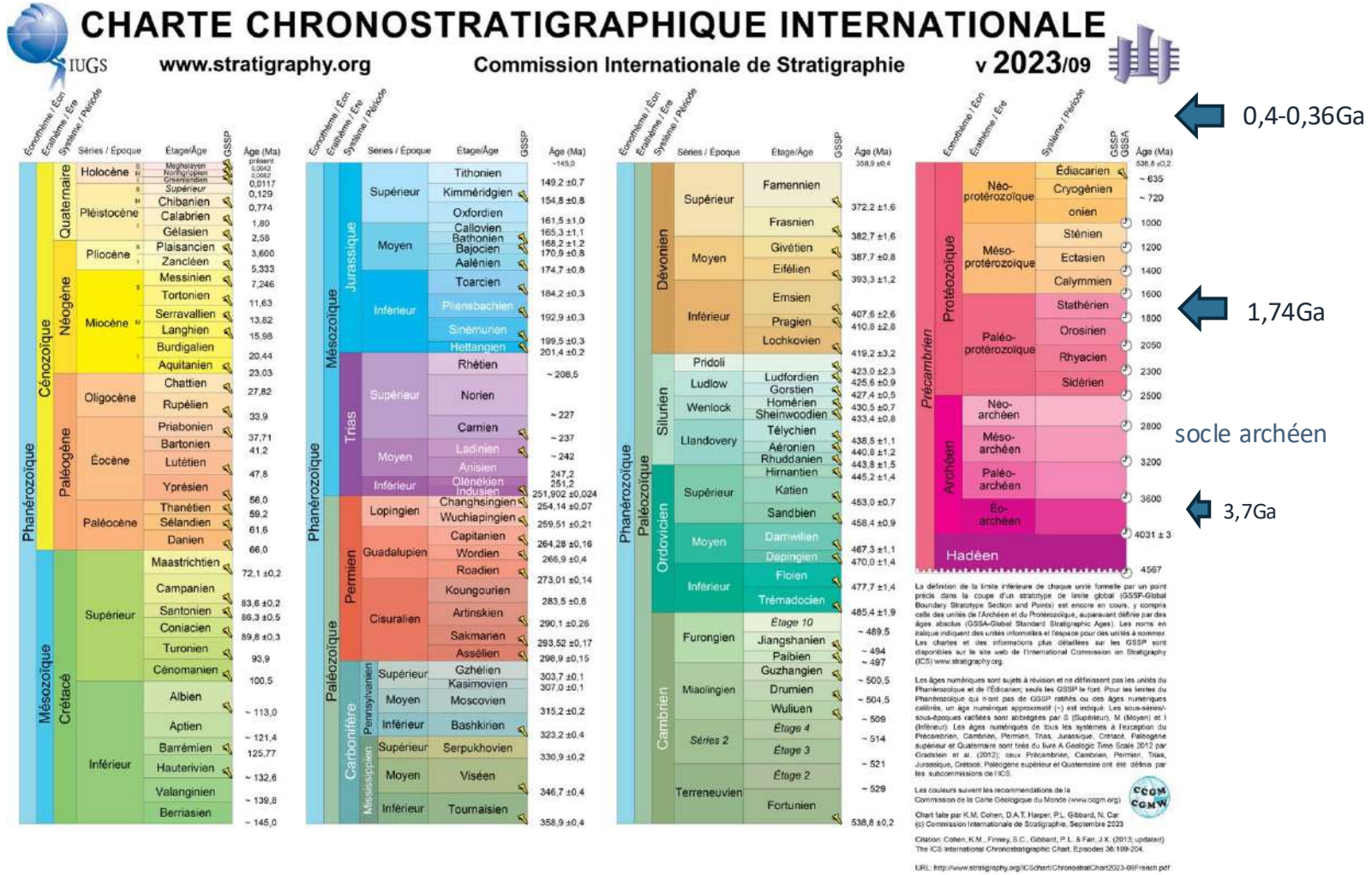
- Isua (± 3,8 Ga) : parmi les plus vieilles roches du monde
- Trois provinces :
  - (1) Archéen 3,1–2,6 Ga, peu déformé
  - (2) Archéen remanié vers 1,85 Ga
  - (3) Protérozoïque inférieur 2,0–1,75 Ga

Phanérozoïque, en bordure

- Bassins N–NE 10–15 km plissés : Ellesmérien (N), Calédonien (S)
- Bassins des marges N, E et O, liés aux riftings
- Fin du Paléocène : ouverture de l'Atlantique, épanchements basaltiques

> Quaternaire : le Groenland est presque entièrement englacé

Charte chronostratigraphique internationale

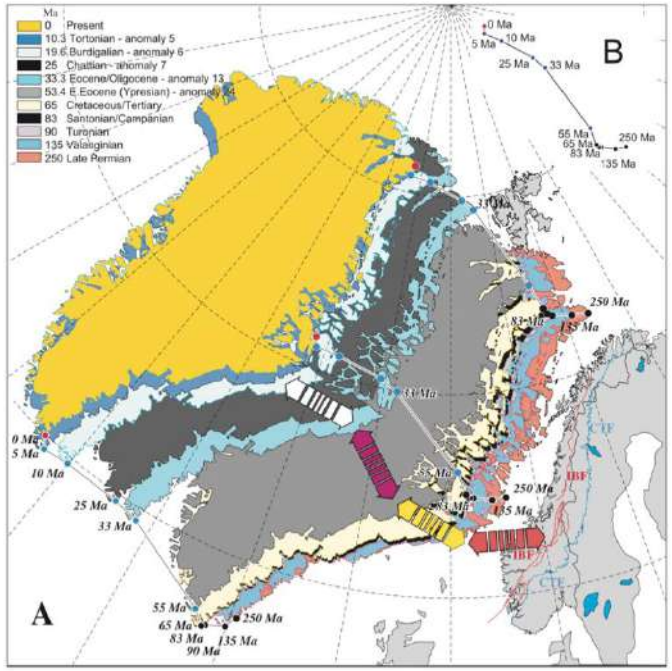


Dérive des plaques : Amérique du Nord, Groenland, Eurasie

- **250 Ma** : Amérique du Nord, Groenland et Eurasie réunis (Pangée) ; dérive vers le SE, puis vers le NO dès 80 Ma
- **20 Ma** : l'Eurasie dérive vers le NE (rifting, point chaud) ; Amérique du Nord et Groenland poursuivent vers le NO



Séparation aujourd'hui ± 2900km



L'Islande et la dorsale médio-atlantique

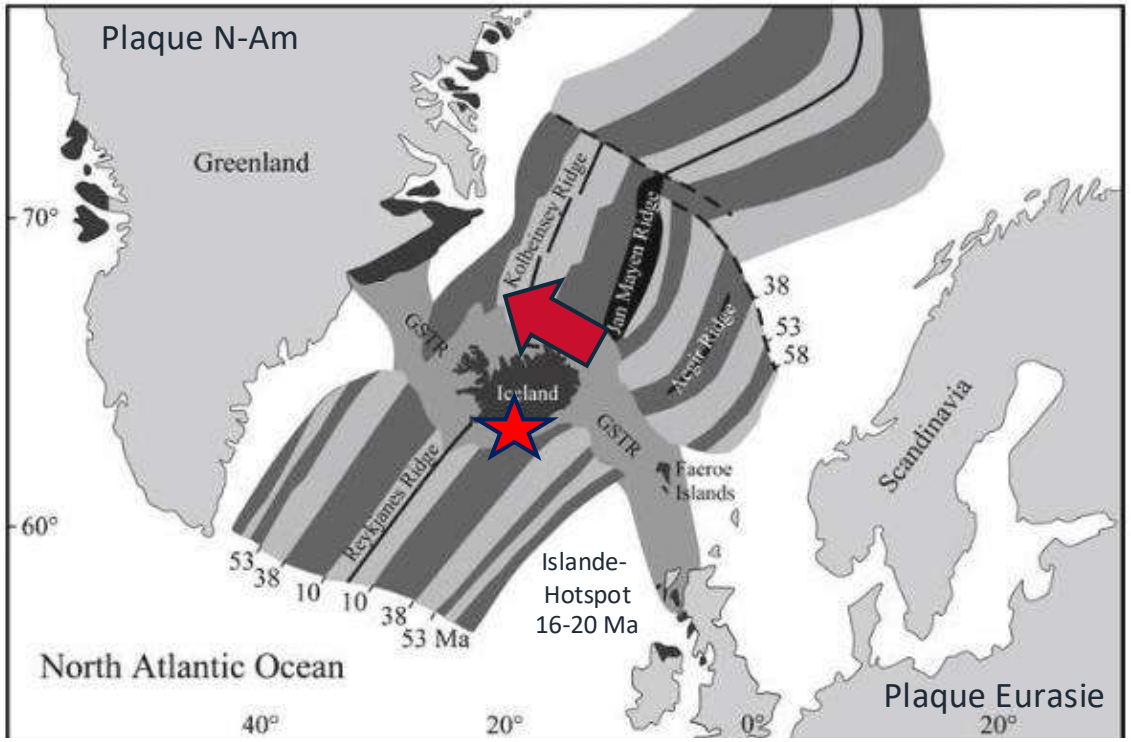
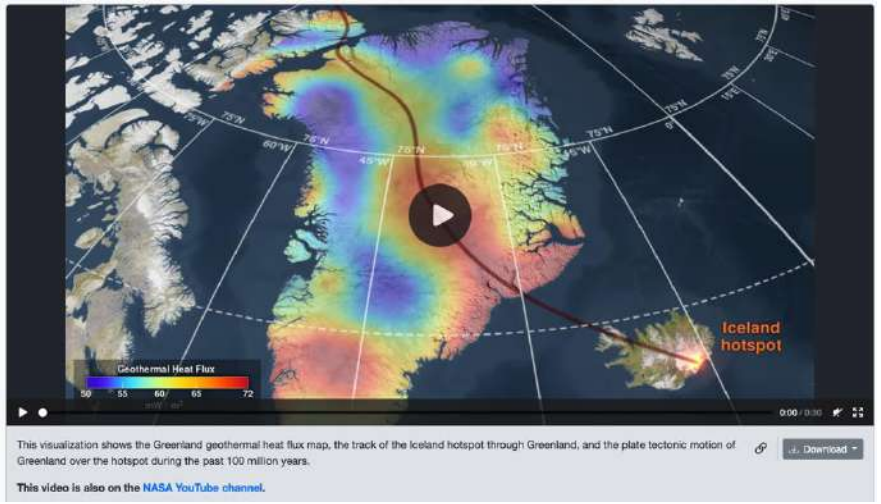


Fig. 1.8 Schematic map showing the geographical position of Iceland, with the Mid-Atlantic Ridge crossing the island, the Reykjanes Ridge on the south-western side and the Kolbeinsey Ridge on the northern side. Terrestrial Cainozoic basalt successions in Greenland, Iceland, the Faeroe Islands, and the British Islands are indicated with *dark grey* colour. Anomalies of the ocean floor (*different shades of grey*) as well as relative age (numbers in Ma) are shown. The general outline of the Greenland-Scotland Transverse Ridge (*GSTR*) is indicated (Modified after Talwani and Eldholm 1977; Larsen 1980; Steinþórsson 1981)

Geothermal Heat Flux Reveals the Iceland Hotspot Track underneath Greenland

- Flux géothermique mesuré par forages à travers la glace (jusqu'à 3 km)
- La température marque l'aimantation de certains minéraux
- Confirmé par l'épaisseur de la croûte (gravimétrie)
- Trace du déplacement du Groenland sur 100 Ma, vers le N et l'O

> Températures modérées, mais pouvant influer sur l'écoulement des glaces

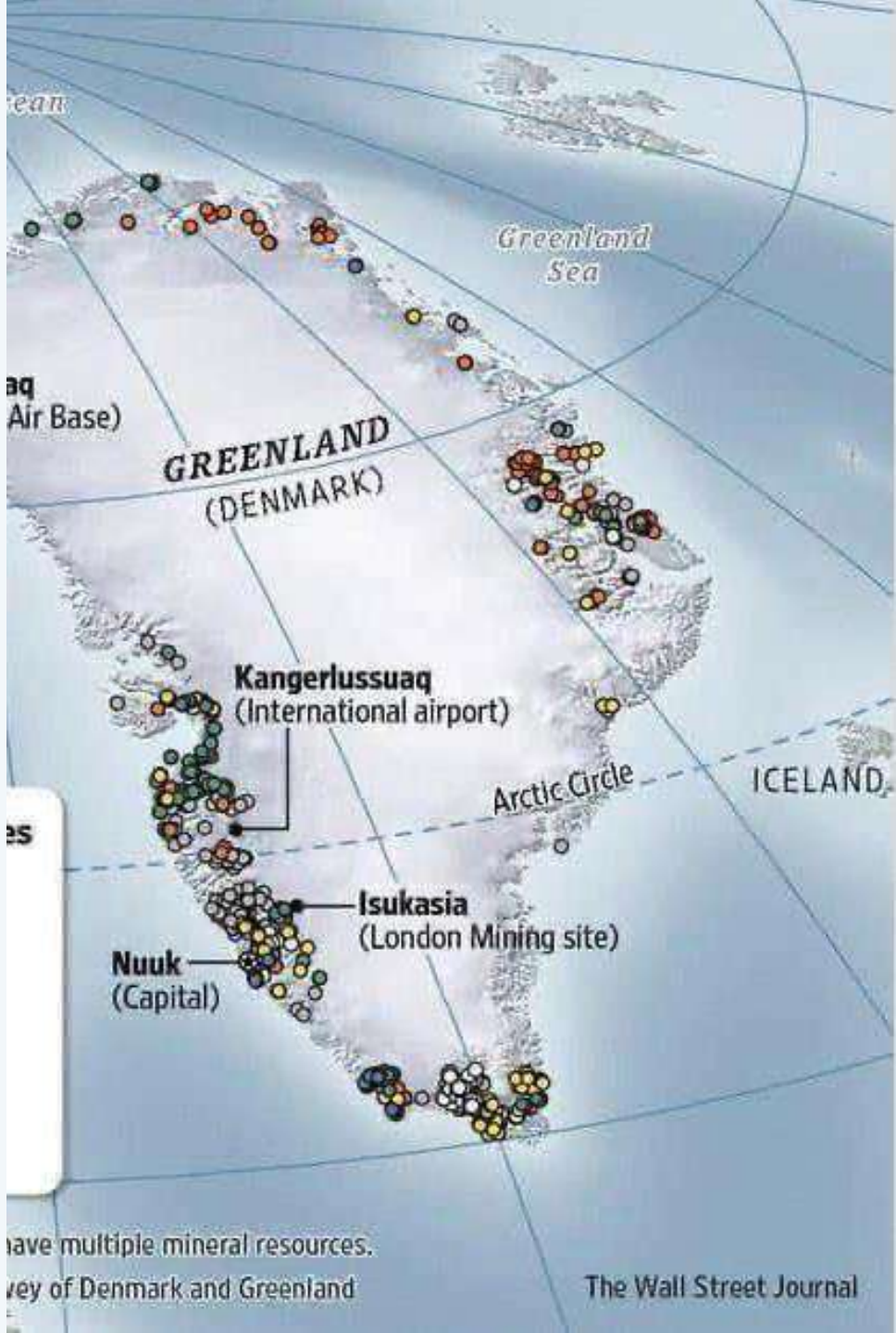


Source : https://svs.gsfc.nasa.gov/4670

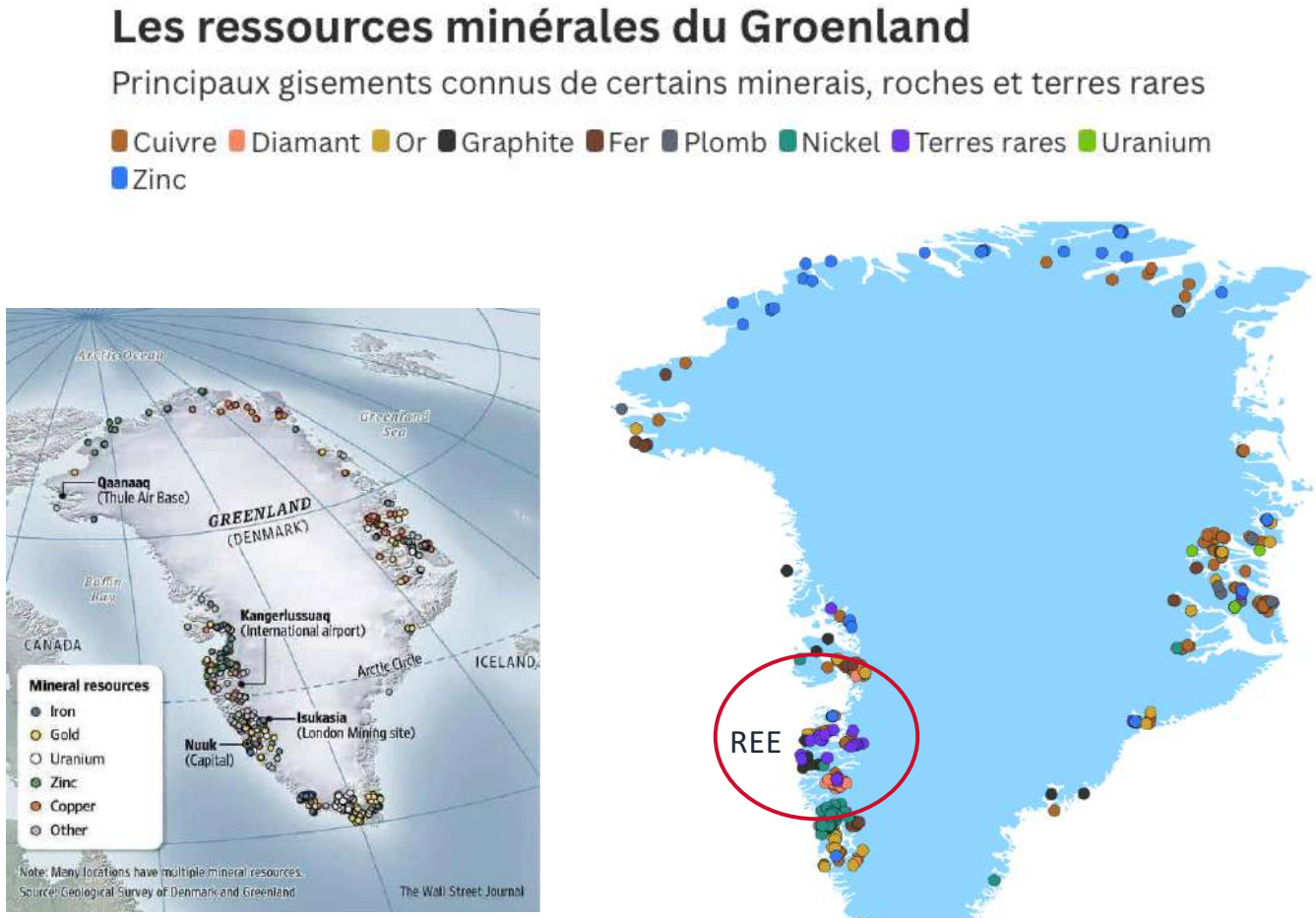
05

Ressources et métaux critiques

Transition verte : le dilemme européen



Les ressources minérales du Groenland



Terres rares (REE)

- 8e rang mondial des réserves (2026)
- Aucune mine active

Cryolite

- Fluorure double de Na et Al, minéral rare
- Découverte en 1795, côte ouest
- Sert à produire l'aluminium et utilisation en céramique

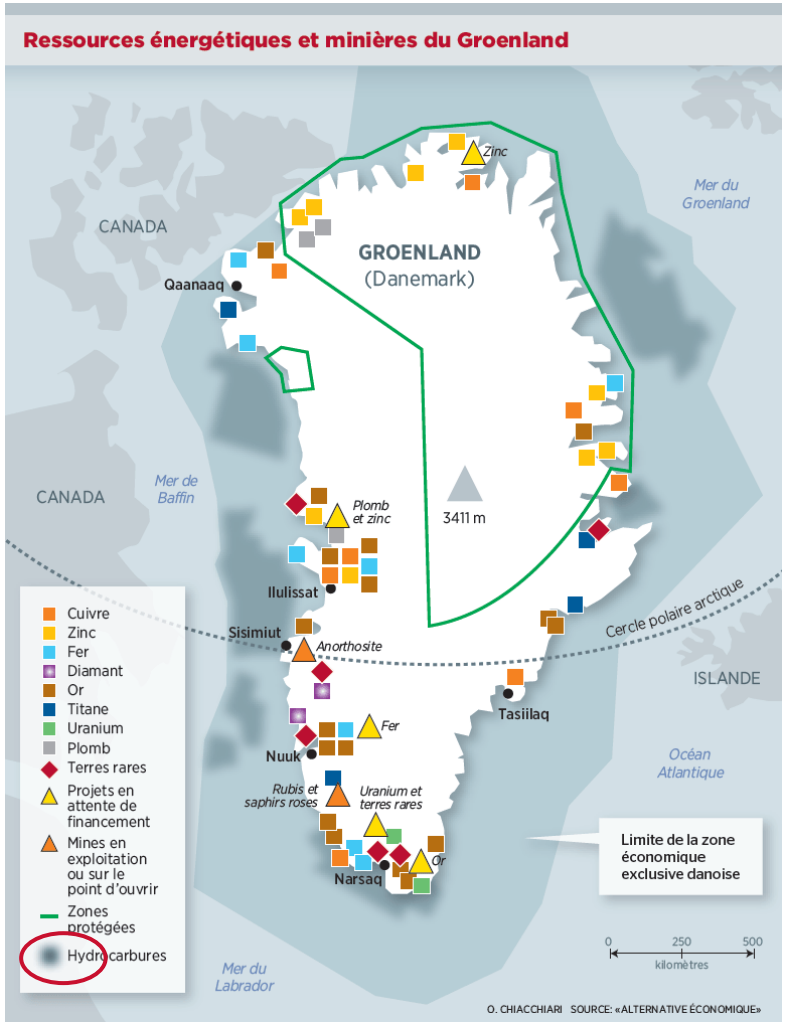
Ressources énergétiques et minières du Groenland

Ressources estimées (USGS, 2026)

- ~1,5 Mt (10^6) de terres rares exploitables
- 6 Mt (10^6) de graphite (1%)
- Lithium (0,20%) et uranium (3% via REE)
- Importantes réserves de pétrole et de gaz

Exploration

- 2023 : KoBold Metals (J. Bezos, B. Gates) explore Ni, Cu, Co
- 25 des 35 minéraux critiques de la liste UE

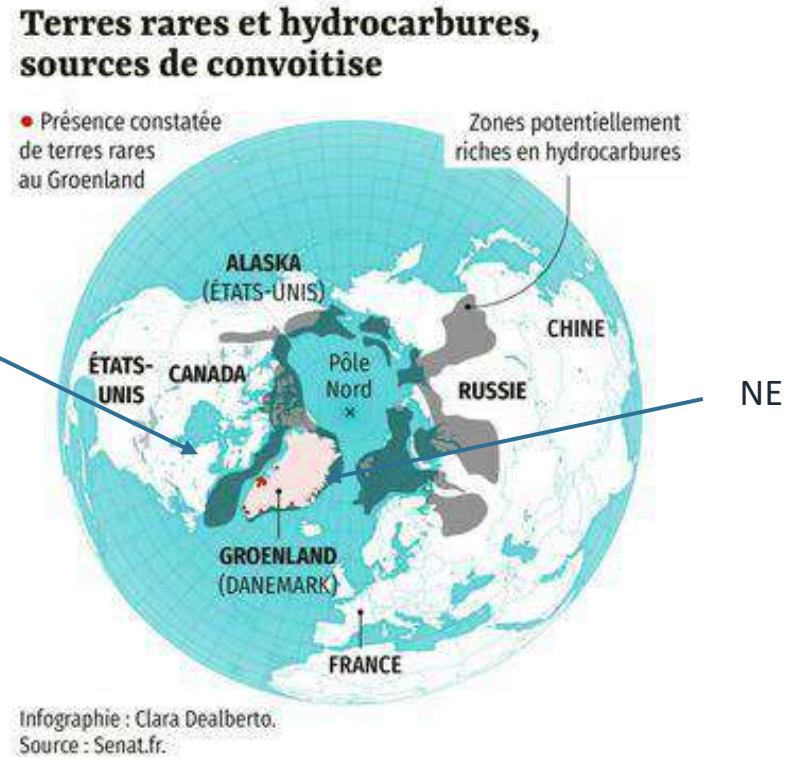


Terres rares et hydrocarbures, sources de convoitise

Hydrocarbures (2023)

- 28,43 milliards de barils équivalent pétrole à découvrir
- Apport limité : les USA en ont consommé plus de 7 Gb en 2023
- Aucune exploitation par forage (interdiction)

Baie de Baffin (Ouest)



NE

Hydrocarbures : aucune production (permise)

Aucune production (permise), malgré des données abondantes :

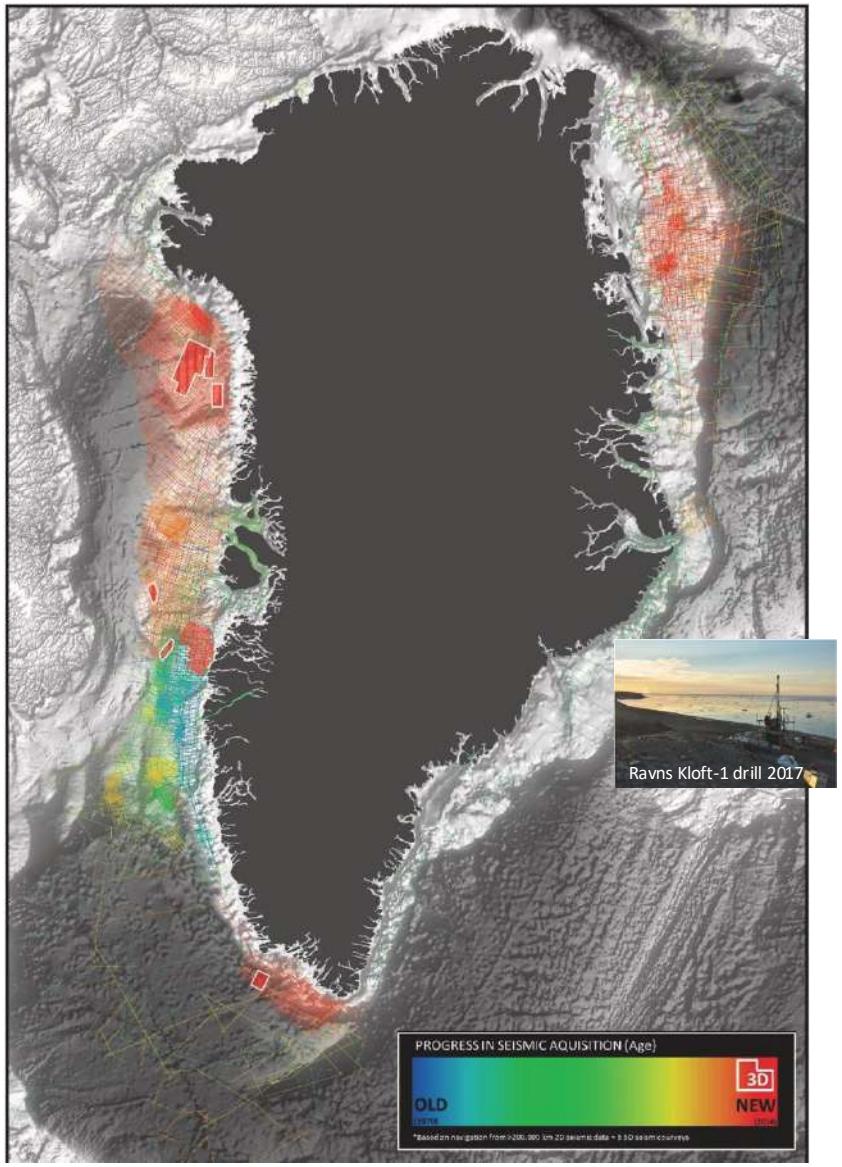
- > 350 000 km de sismique 2D ; ~17 000 km² en 3D (surtout offshore)
- Seulement 15 puits d'exploration et quelques dizaines de forages carottés
- Des centaines d'articles sur les systèmes pétroliers (roches mères du Jurassique et du Crétacé)

Réserves

- 2000 : ~125 G barils estimés (?)
- Aujourd'hui : 28,43 G bep (GEUS)
- Plus aucun permis depuis 2021 (environnement, climat)

ARCTICTODAY

> 14 oct. 2026 : Trump annonce une exploration « massive » de pétrole, gaz et minerais au Groenland



Source : Nunaoil Annual Report 2014, 2021

Transition verte… un fameux dilemme

Trois transitions écologique – énergétique – numérique (y compris data centers)

Le besoin

- Le Green Deal exige d'immenses quantités de **métaux critiques**
- L'Europe en manque, faute d'un contexte géologique favorable : forte tension entre offre et demande

La réponse européenne (mars 2023)

- Un paquet de mesures pour un approvisionnement **diversifié, abordable et durable**
- Réalisable ? À quel prix ? Avec quel impact environnemental ?



> Il faudra rouvrir des mines ou en ouvrir de nouvelles. Y a-t-il un consensus ?

La criticité révèle la complexité des transitions

Un métal devient critique si…

- Ses réserves sont insuffisantes
- Son usage industriel augmente
- Son prix est élevé et en hausse
- Il n’a pas de substitut identifié
- Il vient de pays instables
- Son extraction nuit à l’environnement

Une notion mouvante

- Économie, technologie, environnement et géopolitique
- Les risques se quantifient métal par métal

Comment en sortir ?

- Nouveaux gisements : 17 ans en moyenne pour devenir une mine
- Innovation : peu prévisible
- Recyclage : très insuffisant



> « Métaux stratégiques » : surtout pour la défense

Une transition verte… pourquoi ?

L'objectif climat

- COP21 (2015) : réduire les GES, neutralité carbone en 2050
- Passer d'une énergie fossile, continue et dense, à une énergie bas carbone, intermittente, 4 à 6 fois moins dense

Comment ?

- Coupler énergies vertes et numérique pour livrer l'énergie au bon moment et gérer le stockage
- Photovoltaïque, éolien, réseaux, véhicules électriques

Une nouvelle dépendance

- Ces technologies exigent des métaux variés et des terres rares en grande quantité
- On passe d'une dépendance aux fossiles à une dépendance aux métaux… mais aussi au béton, à l'acier et à l'eau
- Un véhicule électrique demande 6 fois plus de ressources et 3 à 4 fois plus d'énergie à fabriquer

> Il faudra 42 fois plus de Ni, 30 à 50 fois plus de Li, 7 fois plus de REE… et d'énergie. Réaliste ?

Ressources minérales stratégiques en Europe

Ressources minérales, stratégiques en Europe

État des lieux

Cepulb/Artichaut 43/1



par **ALAIN PRÉAT**

Bien que présentées comme durables, les filières vertes et numériques reposent sur une exploitation intensive des ressources minérales, dont les effets environnementaux, sanitaires et géopolitiques appellent à une analyse critique de la transition énergétique contemporaine. Explications.

Avant-propos : ce texte fait suite à une conférence donnée dans le cadre du CEPULB le 16 décembre 2024 à l'ULB. Un court texte intitulé « Le pacte vert à la lumière de la géologie » a ensuite été publié le 31 janvier 2025 : https://www.science-climat-energie.be/2025/01/31/le-pacte-vert-a-la-lumiere-de-la-geologie/

Photo : Matthew de Lisera/Unsplash

Une nouvelle ère énergétique et environnementale ?

Trois révolutions énergétiques depuis à peine plus d'un siècle … ! Nous sommes aujourd'hui entrés dans la troisième révolution. La première vit le jour avec la machine à vapeur et participa à l'essor du charbon, avec la seconde le moteur thermique détrôna le charbon au profit des hydrocarbures, et la troisième révolution (en cours) est technologique et basée sur les énergies « vertes » ou intermittentes promues par le pacte vert européen. Peut-on dire que cette progression récente suivant ces trois phases majeures de la technologie s'est effectuée dans le sens d'un meilleur respect de l'état de la Planète ? Bien que cela soit le discours officiel, rien n'en est moins sûr. Pourquoi ? Tout simplement par la méconnaissance de tout un chacun à comprendre ce qui est réellement utilisé dans les énergies vertes et numériques.

L'actuelle « transition énergétique » a bon dos, elle a toutes les vertus et est ou serait propre. Quant aux hydrocarbures, au charbon, à l'uranium, ils sont accusés de tous les maux, et considérés comme « sales ».

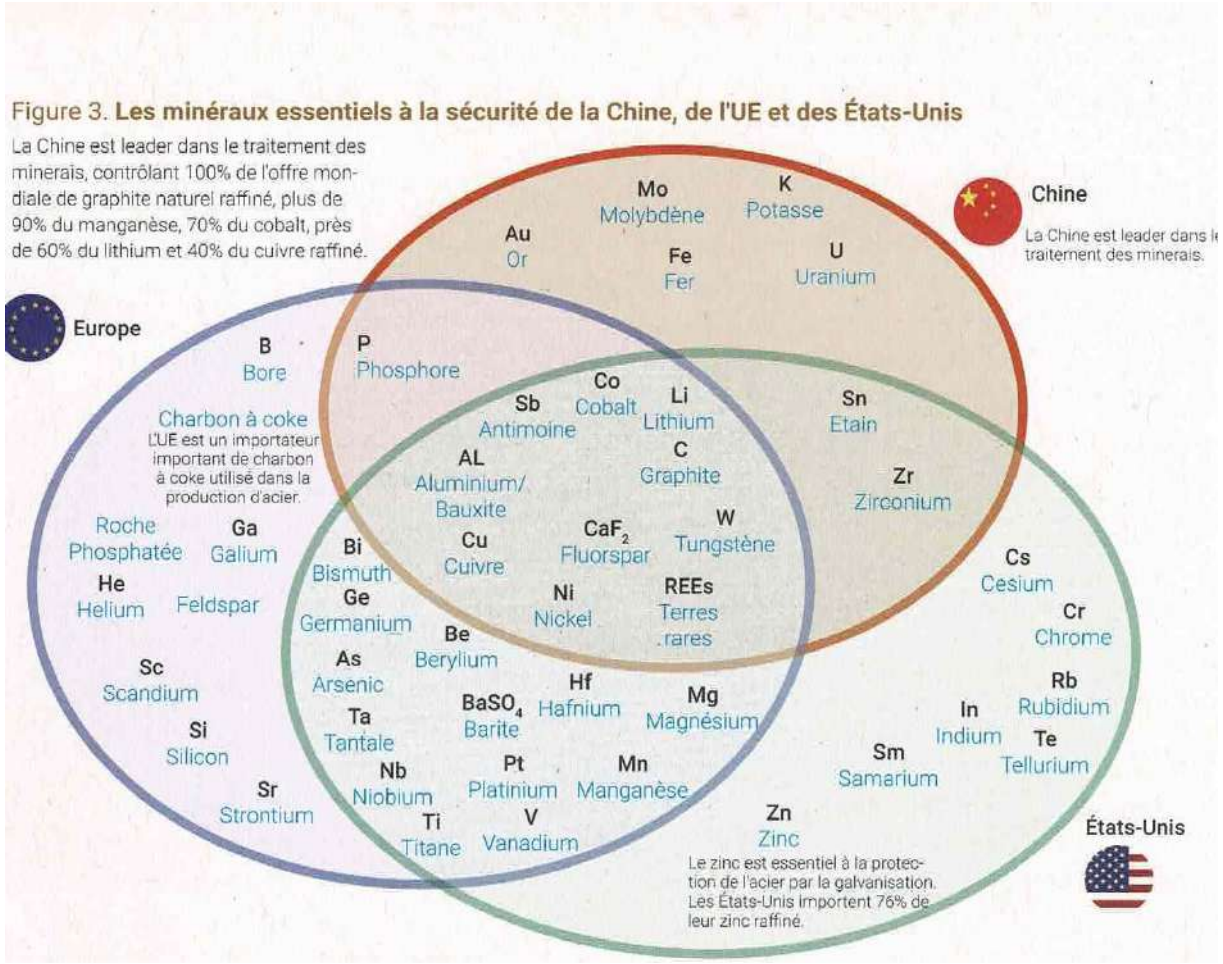
Source : https://www.science-climat-energie.be/2025/10/24/ressources-minerales-strategiques-en-europe-etat-des-lieux-fin-2025/ · https://www.science-climat-energie.be/2025/01/31/le-pacte-vert-a-la-lumiere-de-la-geologie/

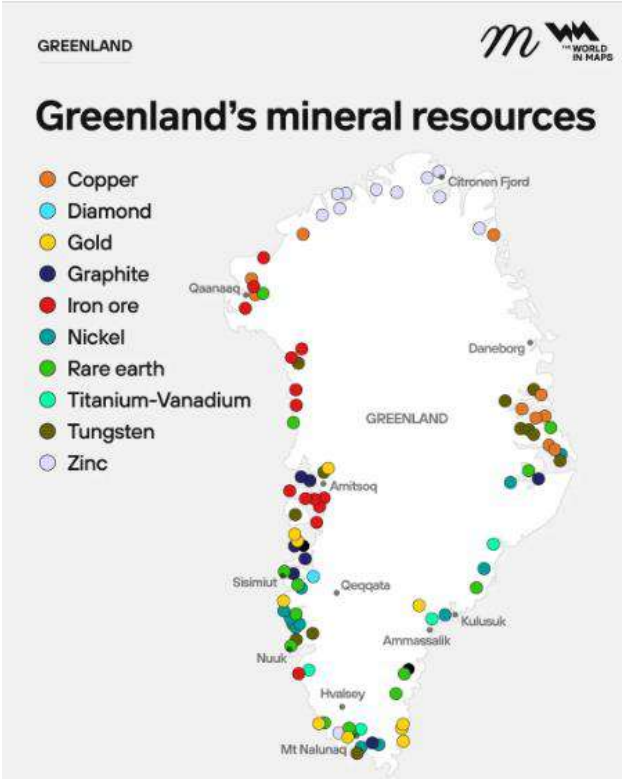
Une transition verte… matériaux critiques, une thématique connue

Matériaux CRITIQUES : 34 en 2023 (14 en 2011, 20 en 2014, 27 en 2017, 30 en 2020)

2020 Critical Raw Materials (		
Antimony	Hafnium	Phosphorus
Baryte	Heavy Rare Earth Elements	Scandium
Beryllium	Light Rare Earth Elements	Silicon metal
Bismuth	Indium	Tantalum
Borate	Magnesium	Tungsten
Cobalt	Natural Graphite	Vanadium
Coking Coal	Natural Rubber	Bauxite
Fluorspar	Niobium	Lithium
Gallium	Platinum Group Metals	Titanium
Germanium	Phosphate rock	Strontium

Une transition verte… matériaux critiques dans le monde





Source : In GRESEA, juin 2024

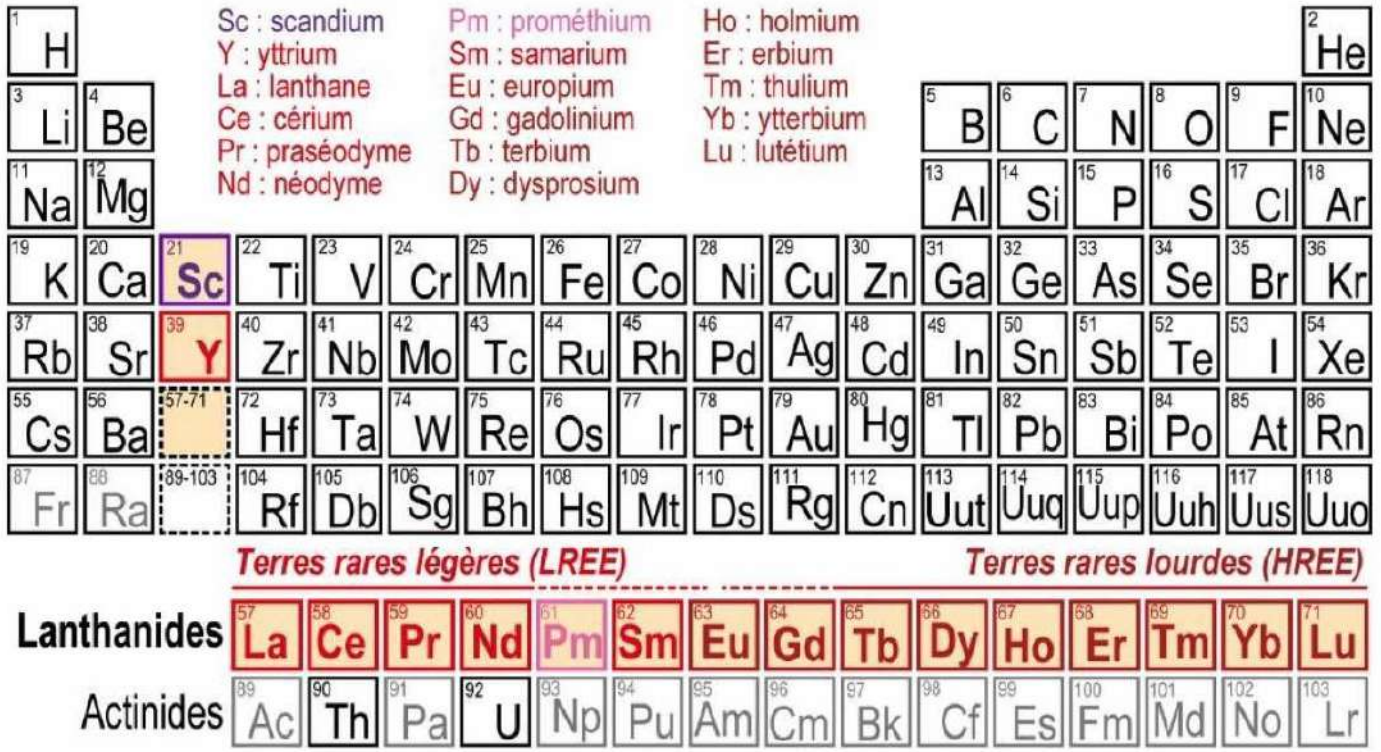
Une transition verte… l'Europe dépendante



LES TERRES RARES OU REE, chimie

15 lanthanides +Sc et Y dans un peu plus de 200 minéraux, forme stable = OXYDES (surtout monazite et bastnäsite)

- propriétés chimiques très voisines, HREE moins abondantes => plus de valeur stratégique
- assez répandues (malgré leur nom) surtout dans les roches magmatiques en faible concentrations pour la plupart

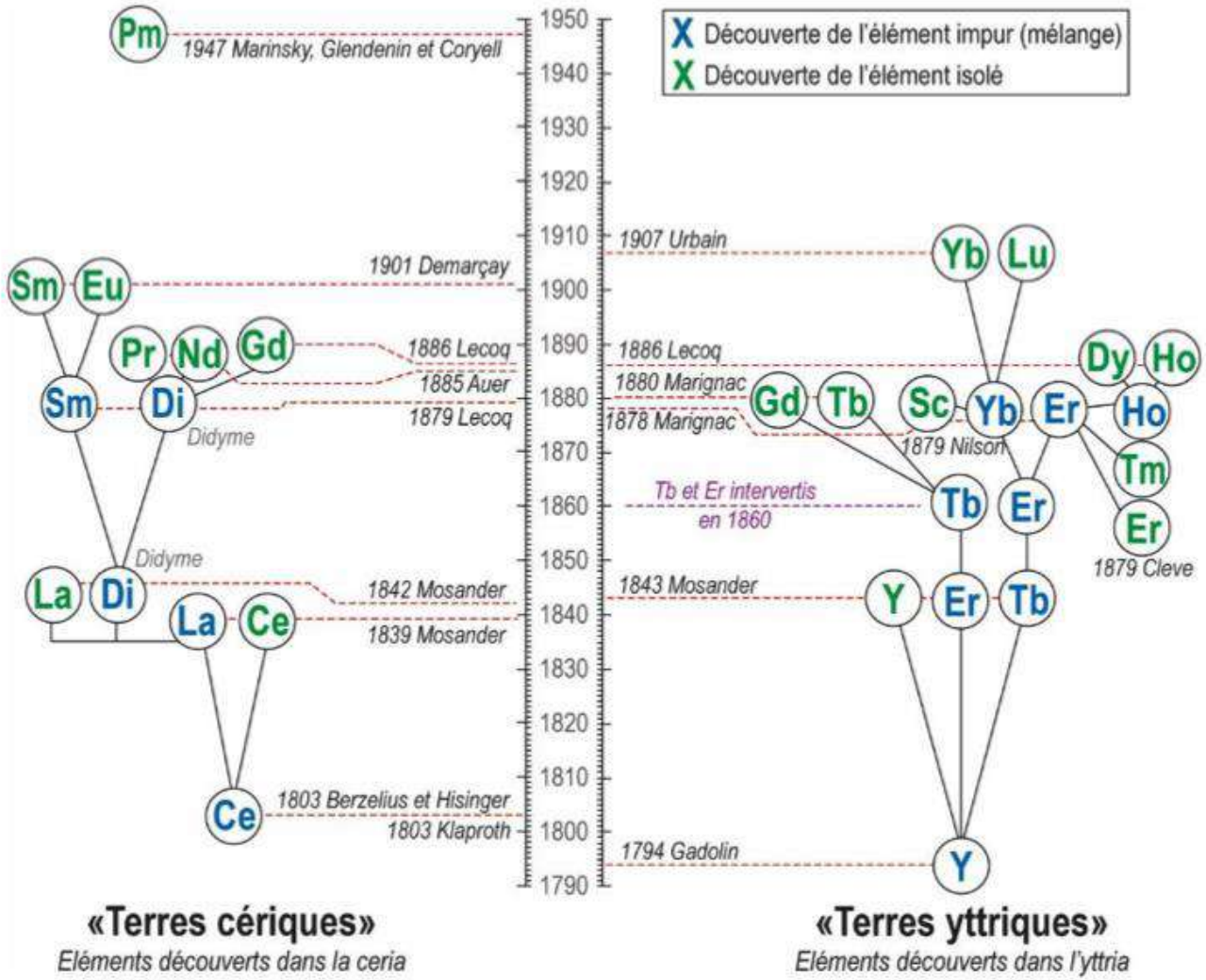


L'extraction des REE et leur raffinage **sont très polluants** (dont U/Th)

HREE : produites uniquement en Chine

LES TERRES RARES OU REE, découverte

Charles et al., 2021. ISTE Science Publishing Ltd-Wiley



LES TERRES RARES OU REE, usages





= 17 éléments : **15** lanthanides : Lanthane ; Cérium ; Praséodyme ; Néodyme ; Prométhium ; Samarium ; Europium ; Gadolinium ; Terbium ; Dysprosium ; Holmium ; Erbium ; Thulium ; Ytterbium et Lutécium, **ainsi que** Scandium et Yttrium. **Les terres rares légères sont utilisées pour leurs propriétés magnétiques exceptionnelles, et les terres rares lourdes (celles qui ont le plus de valeur) servent à repousser le point de température où les aimants perdent leur magnétisme.**

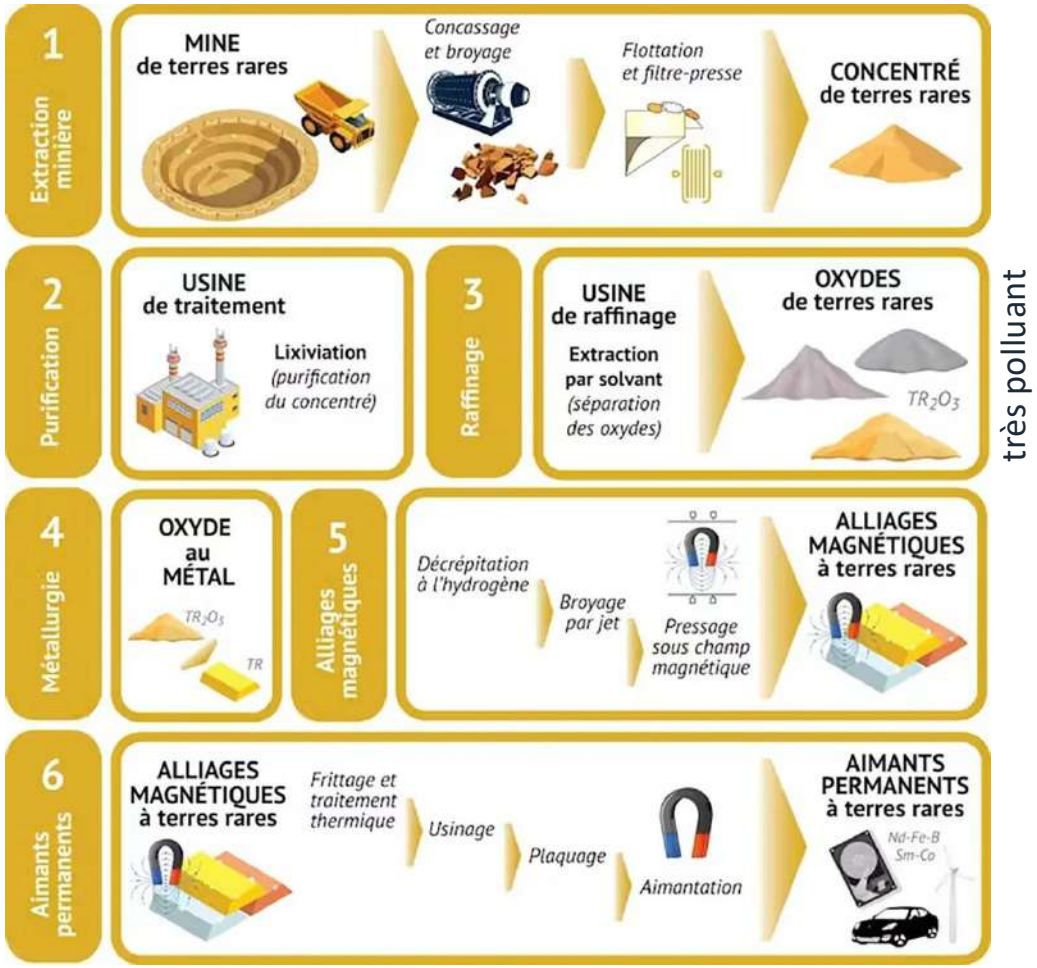
Elles sont omniprésentes, surtout dans quatre secteurs industriels qui représentent 10% de l'économie mondiale :

- numérique (téléphones portables, disques durs, écrans) ;
- énergie (turbines d'éoliennes en mer, moteurs EV et hybrides) ;
- médical (appareils, robots) ;
- armement.

Leurs usages sont diversifiés (données pour 2021):

- le premier (31%) étant les aimants permanents (utilisés dans les générateurs, les volants magnétiques, les alternateurs, les moteurs de jouets, d'horlogerie) ;
- les catalyseurs (18%) (utilisés dans les pots catalytiques des voitures) ;
- les alliages métallurgiques (18%) (utilisés dans la construction aéronautique, militaire, médicale, etc.) ;
- le polissage (13%) (utilisé sur la surface de nombreux produits industriels) ;
- les verres et céramiques (11%) ;
- le reste représentant 9%.

Chaîne de valeur des terres rares

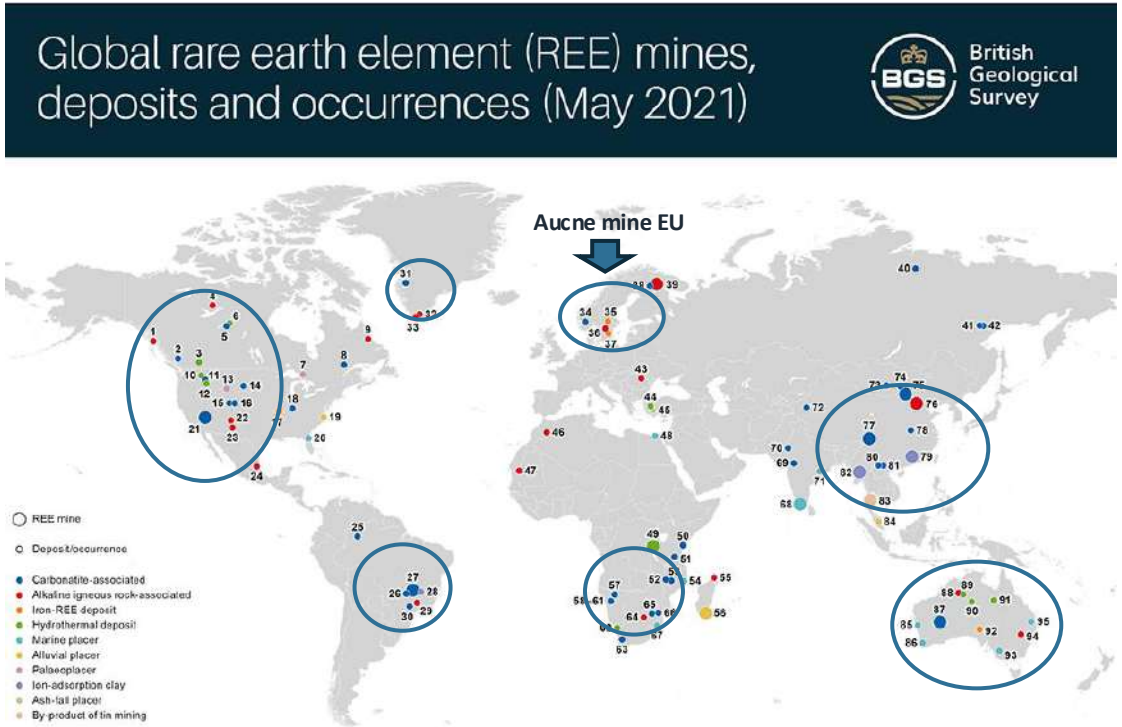


Source : BRGM, 2026

Origine des métaux

- La plupart des métaux sont importés en Europe ; le recyclage ne suffit pas
- Asie-Pacifique et Afrique : plus de 80 % de la production (2022)

- Les minéraux critiques sont surtout liés aux boucliers (cratons) : amazonien, guyanais, Laurentia, São Francisco, ouest-africain, sino-coréen
- En Europe : boucliers scandinave et ukrainien



Origine des métaux

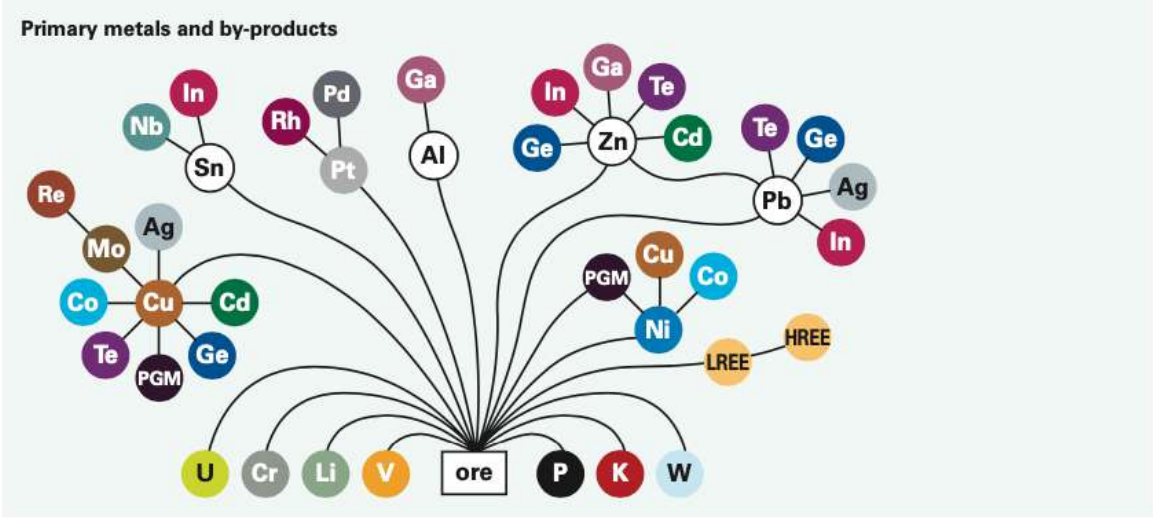
Des métaux « sous-produits »

- Les métaux critiques sont rarement extraits pour eux-mêmes
- Beaucoup dépendent de la production d'un métal hôte
- Ex. : aucune mine de Co ou de Hf en soi ; le Co est un sous-produit du Cu

Des éléments associés

- Principaux, secondaires et résiduels, liés par la géologie et la minéralogie

> Offre inélastique et marchés complexes : exploitation et criticité deviennent stratégiques



Schematic representation of the routes from ore to elements described in this handbook, indicating primary versus those produced as co- or by-products (adapted from Hagelüken & Meskers, 2010).

Métaux principaux et sous-produits

Table 2 *Overview of some of the main metals and their potential by-products (modified from Graedel et al. 2014). Black: main commodity; Blue: main and/or by-product; Red: by-product. Italic: Defined as critical (European Commission 2023).*

Aluminium	Copper	Iron	Lead	Nickel	Platinum	Tin	Zinc
Gallium	*Cobalt*	*REE*	*Antimony*	*Cobalt*	*Palladium*	*Niobium*	*Indium*
Scandium	Molyb-denum	*Niobium*	*Bismuth*	*PGM*	*Rhodium*	*Tantalum*	*Germa-nium*
	PGM	*Vanadium*	*Silver*	*Scandium*	*Ruthenium*	*Indium*	*Gallium*
	Rhenium		*Thallium*		*Osmium*		*Cadmium*
	Tellurium		*Indium*		*Iridium*		
	Indium						

Faire nation par la mine ? Histoire politique des territoires miniers au Groenland

Objectif

- Un extractivisme d'État au service de l'indépendance, financée par la rente minière

Méthode (depuis les années 1990)

- Développer la mine autour d'une « zone frontière »
- Explorer et cartographier le sous-sol
- Gagner l'indépendance économique vis-à-vis du Danemark

Résultat

- Après dix ans de conflits, union nationale autour de mines éloignées ou de petites mines de proximité
- Extractivisme et nationalisme ravivent l'imaginaire national du territoire

Perspective

- Depuis 2009, l'État se construit par la mine
- Il délègue exploration et exploitation au privé et s'affranchit de « l'impérialisme géologique danois »

Source : P. Bailleul, 2023 · https://doi.org/10.4000/11r6a

Matières premières critiques : potentiel du Groenland

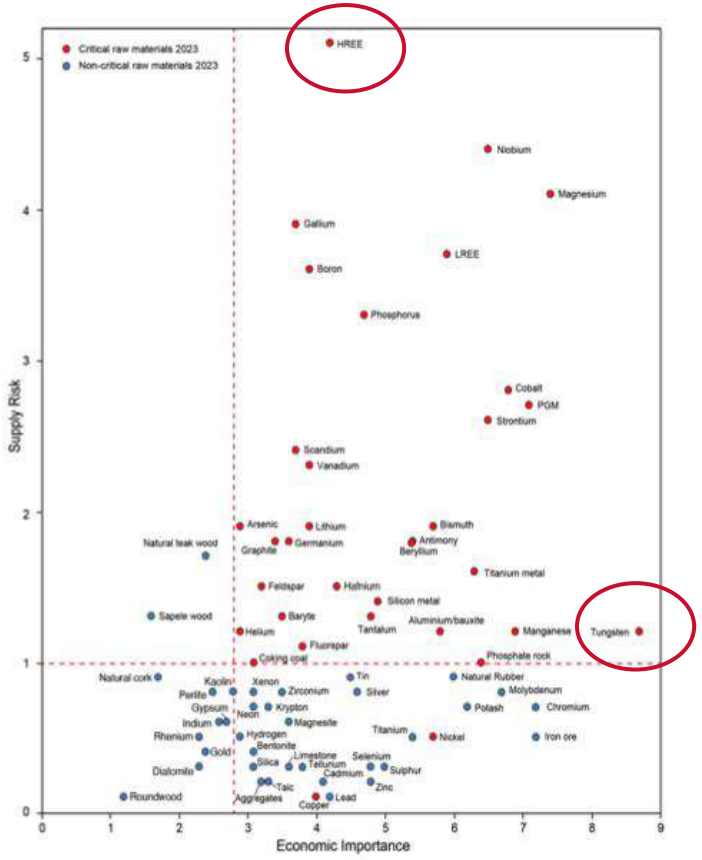


Figure 1 *Assessment of mineral criticality based on economic importance and supply risk (after European Commission 2023). Raw materials shown in red are considered critical by the EU. Please note that copper and nickel do not meet the CRM thresholds but were included in the CRM list due to their status as strategic raw materials (European Commission 2023).*

Table 1 *Greenland critical raw material resource potential (European Commission (2023) CRM list, plus chromium, tin, molybdenum, and zirconium).*

	Critical material list (2023)	Commodities assessed in this report	Estimated resource potential in Greenland	Likely product type in Greenland	
				Primary	By-/co-product
Antimony (Sb)	X	X	Moderate	✓	✓
Arsenic (As)	X		Low		
Baryte ($BaSO_4$)	X	X	Moderate	✓	
Bauxite	X		Low		
Beryllium (Be)	X	X	Moderate		✓ of REE
Bismuth (Bi)	X	X	Unknown		✓ of Pb, W-Sn
Borates (BO_3)	X		Low		
Chromium (Cr)		X	Moderate	✓	✓
Cobalt (Co)	X	X	Moderate		✓
Coking coal	X		Low		
Copper (Cu)	X	X	Moderate	✓	✓
Feldspar	X	X	Moderate	✓	✓
Fluorspar (CaF_2)	X	X	Moderate	✓	✓ of REE
Gallium (Ga)	X	X	Unknown		✓ of PGM, Zn
Germanium (Ge)	X	X	Unknown		✓ of Zn, Pb
Graphite (C)	X	X	High	✓	
Hafnium (Hf)	X	X	High		✓ of Zr
Helium (He)	X	X	Unknown	✓	
HREE	X	X	High	✓	✓
Lithium (Li)	X	X	Moderate	✓	✓
LREE	X	X	High	✓	✓
Magnesium (Mg)	X		Low		
Manganese (Mn)	X		Low		
Molybdenum (Mo)		X	High	✓	
Nickel (Ni)	X	X	Moderate	✓	✓
Niobium (Nb)	X	X	High	✓	✓
PGMs	X	X	High	✓	✓
Phosphate rock (PO_4)	X	X	Moderate	✓	✓
Phosphorus (P)	X	X	Moderate	✓	✓
Scandium (Sc)	X		Low (from bauxite)		
Silicon metal (Si)	X	X	Moderate	✓	
Strontium (Sr)	X	X	High	✓	
Tantalum (Ta)	X	X	High	✓	✓
Tin (Sn)		X	Moderate	✓	✓
Titanium metal (Ti)	X	X	High	✓	
Tungsten (W)	X	X	Moderate	✓	✓
Vanadium (V)	X	X	Moderate		✓
Zirconium (Zr)		X	High	✓	

LREE (light rare earth elements): lanthanum (La), cerium (Ce), praseodymium (Pr), neodymium (Nd), samarium (Sm), and HREE (heavy rare earth elements): europium (Eu), gadolinium (Gd), terbium (Tb), dysprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (Er), thulium (Tm), ytterbium (Yb), lutetium (Lu) and yttrium (Y). The PGMs (platinum group metals) include Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, and Os.

Gisements de matières premières critiques au Groenland

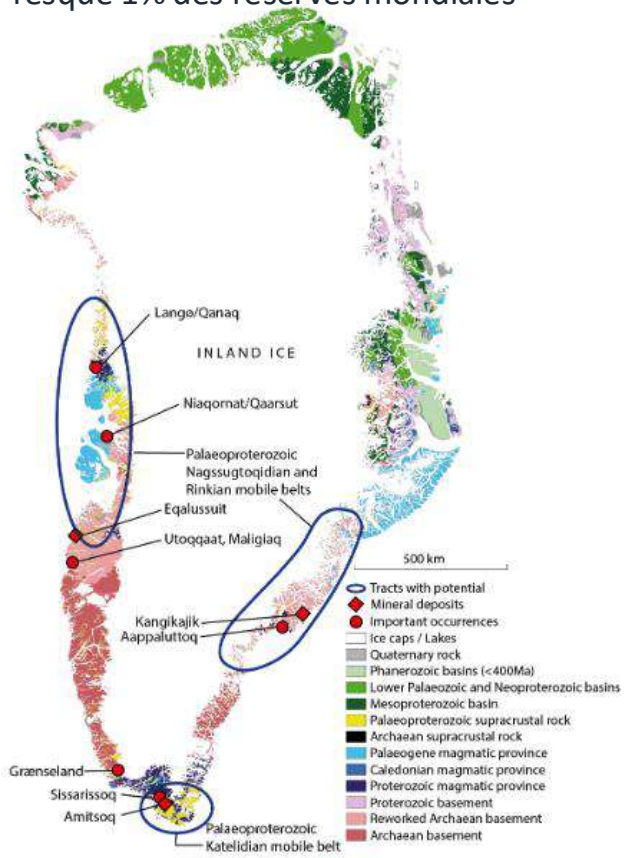
Appendix 1 CRM deposits in Greenland

Commodity	Deposit name	Alternative name	Latitude	Longitude	Status	Resource tonnage (Mt)	Contained resource (t)	Reporting standard	Size category[1]
Antimony	Margeries Dal North		73.2242	-24.8446	Unexploited	0.11	3,780	Historical, non-compliant	Medium sized deposit
Baryte	Oksedal		72.0691	-23.4814	Unexploited	0.44	264,000	Historical, non-compliant	Medium sized deposit
Baryte	Bredehorn		71.8553	-24.0120	Unexploited	0.30	216,000	Historical, non-compliant	Medium sized deposit
Beryllium	Ilimaussaq, Taseq		60.9500	-45.9670	Unexploited	0.18	65	Historical, non-compliant	Very small deposit
Chromium	Fiskenæsset	Qeqertarsuatsiaat	63.2730	-50.0410	Unexploited	2.50	560,000	Historical, non-compliant	Medium sized deposit
Copper	Bersærkerbræ		72.2415	-24.6120	Unexploited	0.1	2,500	Historical, non-compliant	Very small deposit
Copper	Sortebjerg		72.0931	-24.0306	Unexploited	0.22	1,540	Historical, non-compliant	Very small deposit
Copper	Josva Mine		60.8666	-48.1414	Closed mine	0.0025	88	Historical, non-compliant	Very small deposit
Copper	Ladderbjerg		73.5539	-22.0164	Unexploited	2.5	3,750	Historical, non-compliant	Very small deposit
Copper	Natemaq	Lersletten	68.4073	-51.9437	Unexploited	3.6	97,200	Historical, non-compliant	Small deposit
Copper	Rubjerg Knude		72.6802	-23.6129	Unexploited	8.5	2,550	Historical, non-compliant	Very small deposit
Feldspar	Majoqqap Qaava		63.2748	-50.0632	Unexploited	21,800,000	21,800,000	CIM	Large deposit
Feldspar	Qaqortorsuaq	White Mountain	66.5349	-52.3080	Mine	59,000,000	59,000,000	NI 43-101	Large deposit
Fluorite	Ivittuut		61.2003	-48.1454	Unexploited	0.50	250,000	Historical, non-compliant	Medium sized deposit
Gallium	Skaergaard intrusion		68.1819	-31.6690	Unexploited	1,520	152,000	Historical, non-compliant	Medium sized deposit
Graphite	Amitsoq		60.2910	-45.1190	Closed mine	23.1	4,704,505	JORC 2012	Large deposit
Graphite	Eqalussuit	Akuliaruseq	67.6460	-53.5820	Unexploited	12.6	793,800	Historical, non-compliant	Medium sized deposit
Graphite	Kangikajik		66.0980	-35.9250	Unexploited	5.56	500,400	Historical, non-compliant	Medium sized deposit
Hafnium	Ilimaussaq, Kringlerne	Killavaat Alannguat	60.8683	-45.8377	Unexploited	4,300	107,500	Historical, non-compliant	Very large deposit
Lithium	Ilimaussaq, Kvanefjeld	Kuannersuit	60.9727	-45.9989	Unexploited	124	235,000	Historical, non-compliant	Large deposit
Molybdenum	Malmbjerg		71.9540	-24.2710	Unexploited	315	323,541	NI 43-101	Very large deposit
Niobium	Ilimaussaq, Kringlerne	Killavaat Alannguat	60.8683	-45.8377	Unexploited	4,300	5,409,400	Historical, non-compliant	Very large deposit
Niobium	Motzfeldt		61.1984	-44.9397	Unexploited	340	442,000	Historical, non-compliant	Large deposit
Niobium	Qaqarssuk	Qeqertaasaq	65.3602	-51.6701	Unexploited	1.20	6,710	Historical, non-compliant	Small deposit
Niobium	Sarfartoq		66.4762	-51.2944	Unexploited	0.06	2,490	Historical, non-compliant	Small deposit
Phosphorus	Qaqarssuk	Qeqertaasaq	65.3602	-51.6701	Unexploited	0.80	30,026	Historical, non-compliant	Very small deposit
Phosphorus	Sarfartoq		66.4762	-51.2944	Unexploited	750	11,456,025	Historical, non-compliant	Large deposit
PGM	Skaergaard intrusion		68.1819	-31.6690	Unexploited	364	576 [2]	NI 43-101	Large deposit
REE	Ilimaussaq, Appat		70.9020	-51.7510	Unexploited	3.20	25,600	Historical, non-compliant	Medium sized deposit
REE	Ilimaussaq, Kringlerne	Killavaat Alannguat	60.8683	-45.8377	Unexploited	4,300	24,080,000	Historical, non-compliant	Very large deposit
REE	Ilimaussaq, Kvanefjeld	Kuannersuit	60.9727	-45.9989	Unexploited	673	5,787,800	JORC 2012	Very large deposit
REE	Ilimaussaq, Sørensen	Kuannersuit	60.9833	-45.9833	Unexploited	242	2,105,400	JORC 2012	Very large deposit
REE	Ilimaussaq, Zone 3	Kuannersuit	60.9667	-46.0000	Unexploited	95.0	902,500	JORC 2012	Very large deposit
REE	Milne Land		70.6853	-25.9195	Unexploited	4.00	36,000	Historical, non-compliant	Medium sized deposit

Source : Geological Survey of Denmark and Greenland, 2023

Le graphite au Groenland

Presque 1% des réserves mondiales



3.12 Graphite [C]

Table 14 *Overview of the commodity graphite.*

Main application	The main applications of graphite are: steel/foundries and refractories; the automotive industry for construction materials and for brake linings and clutch materials; as an industrial lubricant in several types of batteries; and for carbon brushes in electronic motors, as well as some specialised high-tech applications (including large-scale fuel-cell applications and graphene construction materials might become fast growing areas). Each sector requires specific graphite resource (amorphous natural, flake natural, vein natural). The deployment of electric vehicles and the development of energy storage systems is predicted to drive most of the growth of future natural graphite demand (European Commission 2020b).
Annual production and leading producing countries	Graphite is produced in many countries. USGS (2023) reports the 2022 global production as amounting to 1.3 Mt of which China produced 65 %, followed by Mozambique (13 %), Brazil (6.7 %), and South Korea (1.2 %).
Main mineral	The main mineral is graphite, composed of elemental carbon only. Three types of natural graphite are commercial products: flake, lump and chip, and amorphous graphite. It is the flake sized and carbon content that determine the price and end-use of the produced graphite concentrate. Cg is the unit for total carbon in graphite form, also referred to as graphitic carbon. Additionally, synthetic graphite is being marketed.
Resource/reserve	USGS (2023) reports resources of minimum 800 Mt, and 330 Mt of reserves of which 27 % are in Turkey, 22 % in Brazil, 16% in China, 7.9 % in Madagascar, and 7.6 % in Mozambique.
Known resources in Greenland	6 Mt.
Market constraints	The deployment of electric vehicles and the projected associated need for Li-ion batteries is forecasted to drive most of the future need for natural graphite, but graphite is expected to be also used in a broad spectrum of industries in the future. China is the dominant consumer and producer of battery grade graphite. The EU import reliance for natural graphite is 98 % (European Commission 2020b). Recycling of graphite has been rather low. For some applications synthetic graphite can substitute natural graphite (e.g. brake linings, lubricants, and carbon brushes, but not in refractory applications).

Known graphite deposits and important occurrences (Figure 13)

Amîtsoq, South Greenland

Ressources connues en matières premières critiques

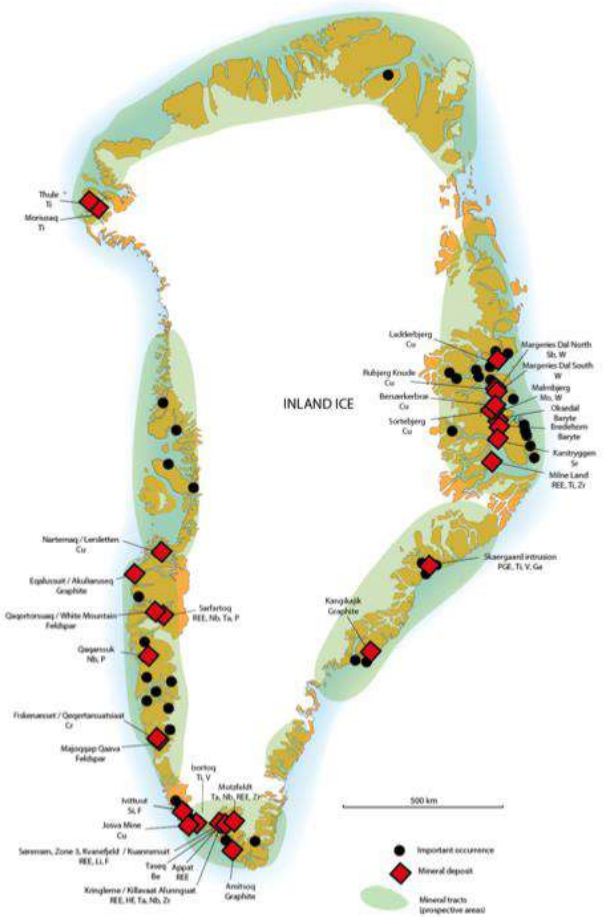


Figure 27 *Summary map showing locations of deposits, important occurrences, and areas with assumed potential for additional CRM resources in Greenland. The map is based on Figures 3-26.*

2023

Table 31 *Overview of known CRM resources in Greenland.*

Commodity	Contained resource (t)	Commodity	Contained resource (t)
Antimony (Sb)	3,780	Niobium (Nb)	5,900,000
Baryte (Ba)	480,000	Phosphorus (P)	11,500,000
Beryllium (Be)	65	Platinum group metals (PGM)	576
Chromium (Cr)	560,000	Rare earth elements (REE)	36,100,000
Copper (Cr)	108,000	Silicon metal (Si)	2,800,000
Feldspar	80,800,000	Strontium (Sr)	9,800,000
Fluorite ($CaFl_2$)	250,000	Tantalum (Ta)	916,000
Gallium (Ga)	152,000	Titanium (Ti)	12,100,000
Graphite (C)	6,000,000	Tungsten (W)	26,200
Hafnium (Hf)	108,000	Vanadium (V)	179,000
Lithium (Li)	235,000	Zirconium (Cr)	57,100,000

Rounded total resources of the CRMs assessed in this report based on summed resource estimations of individual

Analyse du recensement minier

Le Groenland compte de nombreuses zones favorables aux minéraux critiques.

Sud — province de Gardar

- Accumulation exceptionnelle de REE + Li, F, Ta, Nb, Hf, Zr
- Gisement étendu d'Ilímaussaq (zone 3)

Est

- Dépôt très étendu de Malmberg : Mo, Pt (PGM), Sr, Ti, V
- Autres dépôts suspectés : W, Sn, Sb (intrusions), Cu (sédimentaire)

Sud-Ouest

- Sarfartoq : REE, feldspaths (carbonatites, anorthosites)

Terrains paléoprotérozoïques

- Graphite à découvrir (mine actuelle d'Amitsoq, au sud)

Nord-Ouest et Nord

- Fort potentiel en Zn, avec Pb, Ge, Ga en sous-produits

Les terres rares du Groenland

2025



Production minérale mondiale



L’emprise de la Chine sur les minéraux critiques

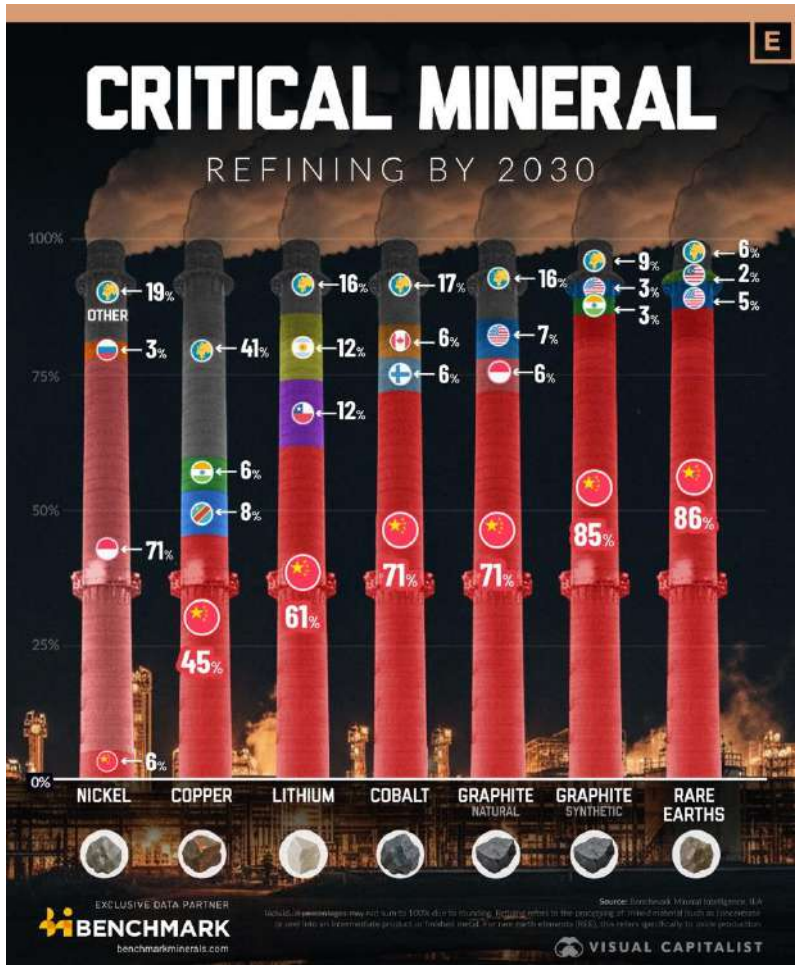


Mineral	Major Producer	Global Production (%)
Gallium	China	98.7%
Magnesium	China	95.0%
Niobium	Brazil	90.9%
Tungsten	China	82.7%
Bismuth	China	81.3%
Graphite	China	79.4%
Silicon	China	76.3%
Cobalt	DR Congo	75.9%
Platinum	South Africa	70.6%
Indium	China	70.4%
Vanadium	China	70.0%
Rare Earths	China	69.2%
Fluorspar	China	68.4%
Antimony	China	60.0%
Aluminum	China	59.7%

Source : Venditti and Parker, Oct 2025 in Technology Metals

Raffinage des minéraux critiques à l'horizon 2030

China Still Dominates Critical Minerals Refining in 2030



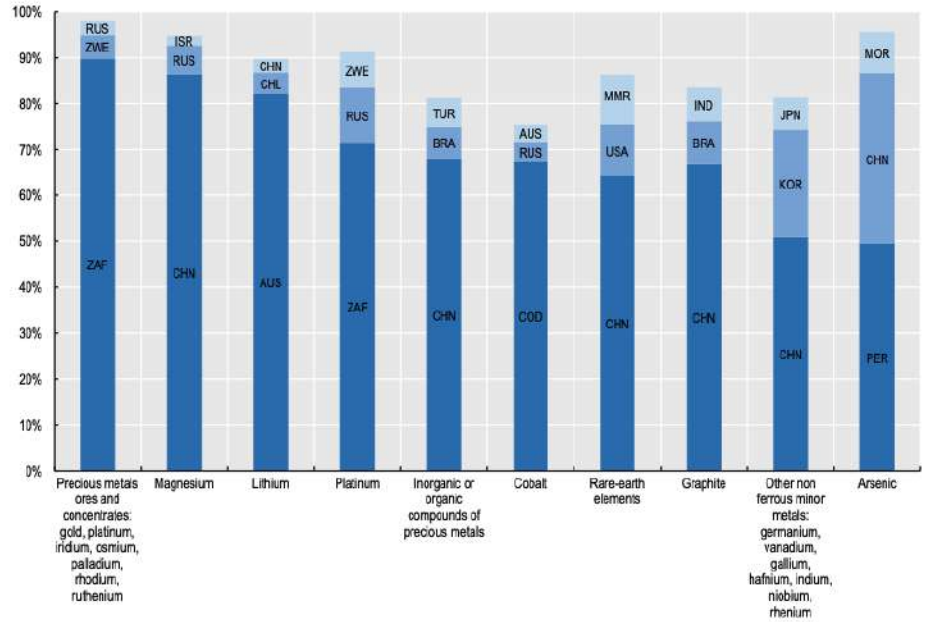
Source : Good and Parker, Dec 2023 in Energy Shift

Origine des métaux

CHINE-AFRIQUE-AUSTRALIE-(COREE N)-Am S
Russie-Usa-Turquie-(Israel-Maroc-Japon-Inde)

Figure 3.5. Top 3 producers of the top 10 most production-concentrated critical raw materials

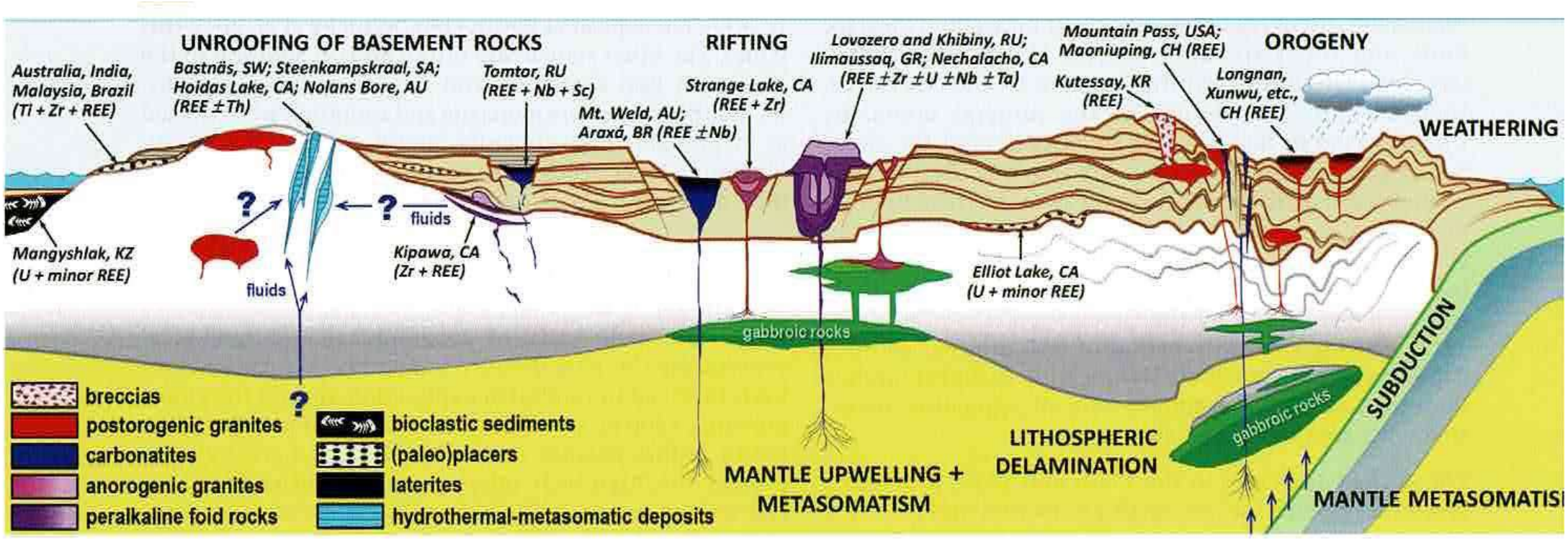
Shares in global production (%) 2020 EU grande absente



Note: AUS – Australia; BRA – Brazil; CHN - China; CHL – Chile; COD – Democratic Republic of Congo; ISR – Israel; KOR – Korea; MAR – Morocco; MMR – Myanmar; MOZ – Mozambique; PER – Peru; TUR – Türkiye; RUS – Russian Federation; ZAF – South Africa; ZWE – Zimbabwe.
Shares in global production based on gross weight of production.
Source: OECD calculations based on the United States Geological Survey data.

Source : https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/c6bb598b-en.pdf?expires=1733145875&id=id&accname=guest&checksum=2A6DB297E3603C340292DCB03CACAB94

REE surtout liés au contexte tectonique



- Les REE se concentrent dans des roches magmatiques et volcaniques altérées (granites, rhyolites…)
- En région subtropicale, l'altération forme un **régolithe** riche en REE, de 30 à 60 m d'épaisseur

Gisements REE : gîtes primaires ou endogènes et gîtes secondaires ou exogènes

- Seuls 5 types sont exploités : **carbonatites** (48 % de la production mondiale), **argiles ioniques** (36 %), latérites (12 %), magmatisme alcalin (2 %), placers (2 %)

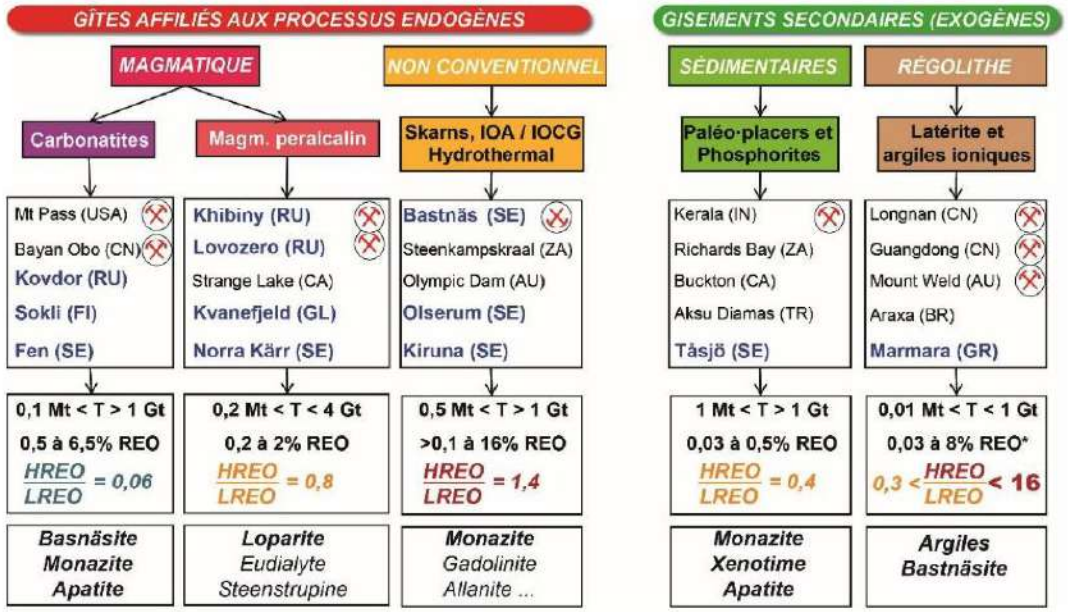


*Figure 9 : Caractéristiques des principaux modèles de gisements. En bleu, les gîtes majeurs localisés en Europe ou au Groenland. T : tonnage, * la valeur de 8% correspond au gisement de Mont Weld, le rapport HREO/LREO correspondant est de 0,3. Les mines en activité sont suivies d'un symbole minier. Bastnäs relève du patrimoine minier. Abréviations : AU (Australie), BR (Brésil), CA (Canada), CN (Chine), FI (Finlande), GL (Groenland), GR (Grèce), IN (Inde), RU (Russie), SE (Suède), TR (Turquie), US (États-Unis), ZA (Afrique du Sud).*

Source : 2021 : https://hal.science/hal-03138953/document

06

Situation minière et perspectives

État des lieux, réalité, conclusions



Situation minière du Groenland

État des lieux

Un sous-sol convoité

- Terres rares, zinc, fer, uranium : des ressources clés pour la transition
- La fonte des glaces les rend plus accessibles (convoitises USA et UE, face à la Chine)
- 24 des 34 matières premières critiques de la liste UE (GEUS)
- 36 Mt (10^6) de REE identifiées, dont 1,5 Mt exploitables aujourd'hui
- production Chine : ±270 000t ; USA : ±44 000t

Une exploitation balbutiante

- Deux mines actives seulement
- Freins : climat extrême, manque d'infrastructures, règles strictes (gisements riches en U et Th interdits)

Accords et énergies fossiles

- Nov. 2023 : accord UE–Groenland sur les minerais critiques
- 23 à 28 milliards de barils à découvrir, mais prospection pétrolière bannie en 2021

> L'intérêt se porte sur les minerais, pour réduire la dépendance à la Chine

Gîtes à terres rares du Groenland

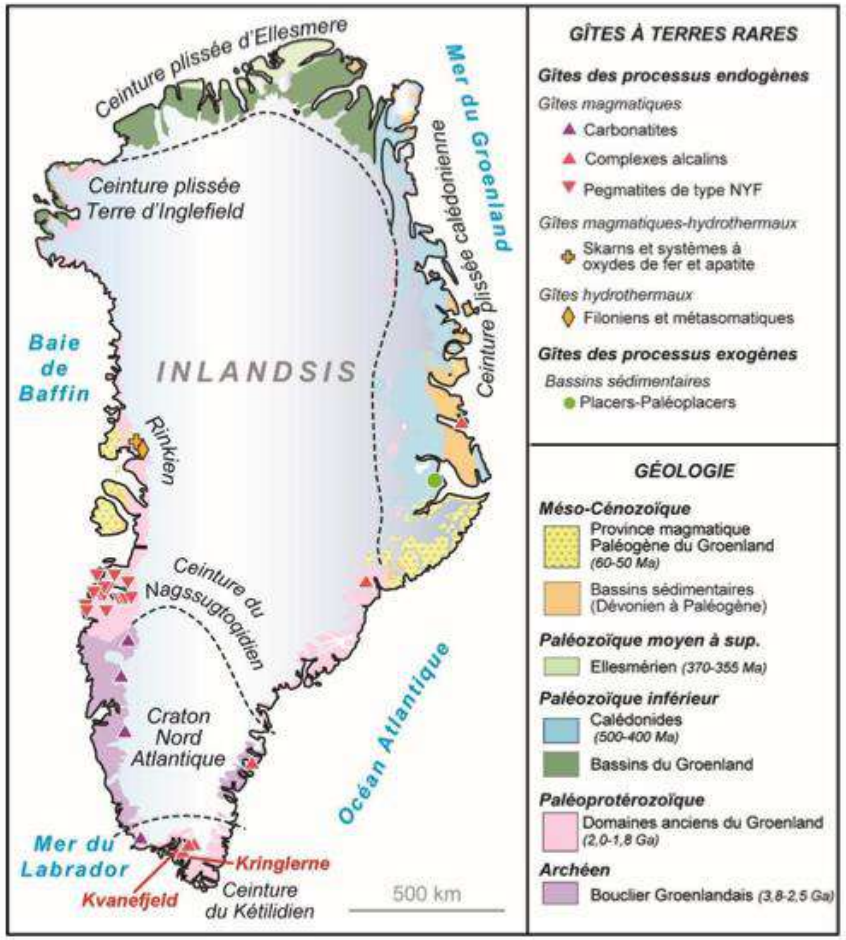
Gîtes primaires

- **Carbonatites** (± 3 Ga) : REE liées à l'hydrothermalisme le long des failles ; Ouest
- **Intrusions alcalines** (± 2,7 Ga) : magmas très différenciés ; Sud-Est
- **Pegmatites** (± 1 Ga) : liées aux granites, REE légères (allanite, monazite) ; Sud-Ouest

Gîtes secondaires

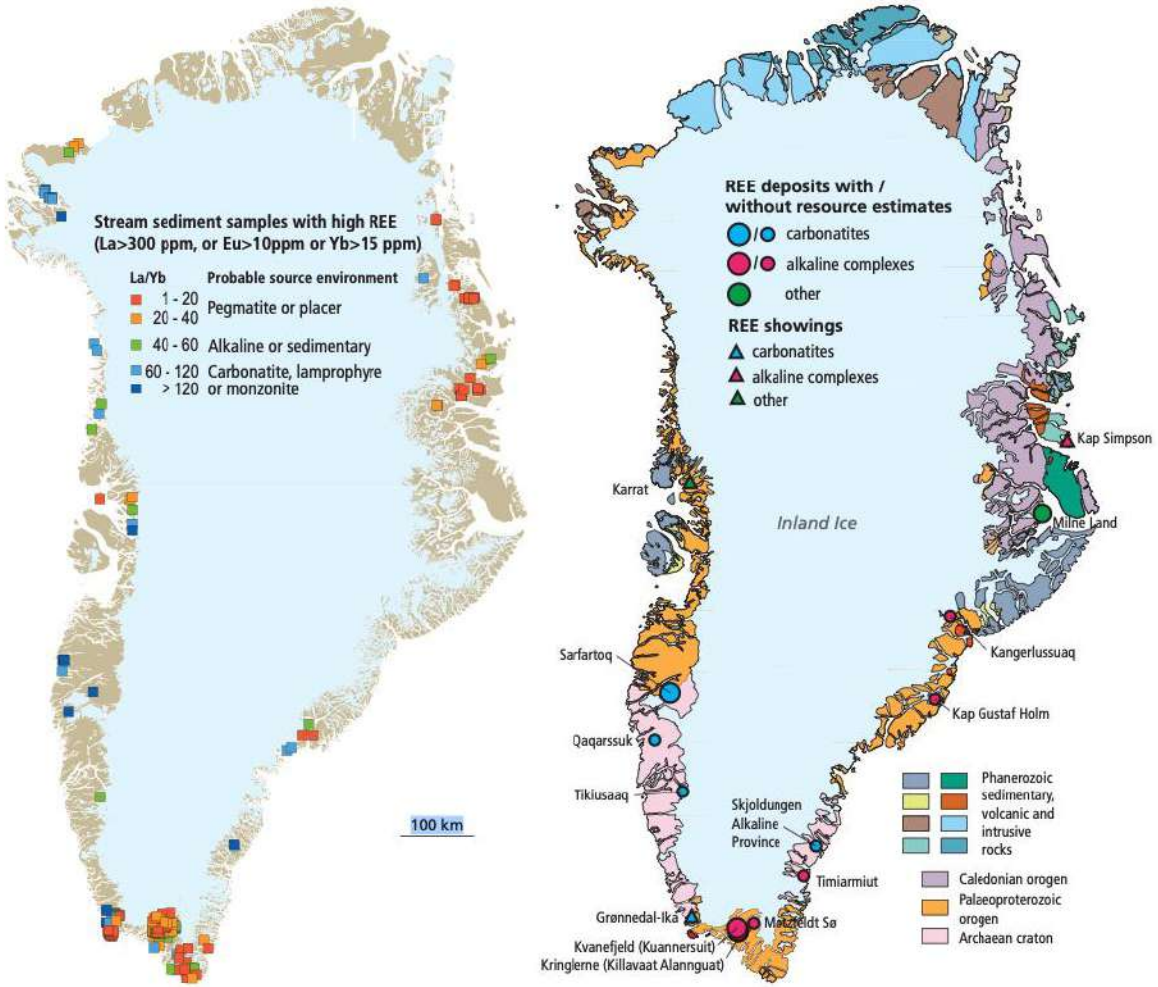
- **IOCG** (oxydes de fer, cuivre, or) : altération sodique et potassique ; Ti, Co, Ag, Cu, P
- **Paléoplacers** : minéraux lourds riches en REE (monazite, xénotime), Jurassique–Crétacé ; Est

> Des processus allant de 1 200 °C et 1,5 GPa jusqu'à la surface

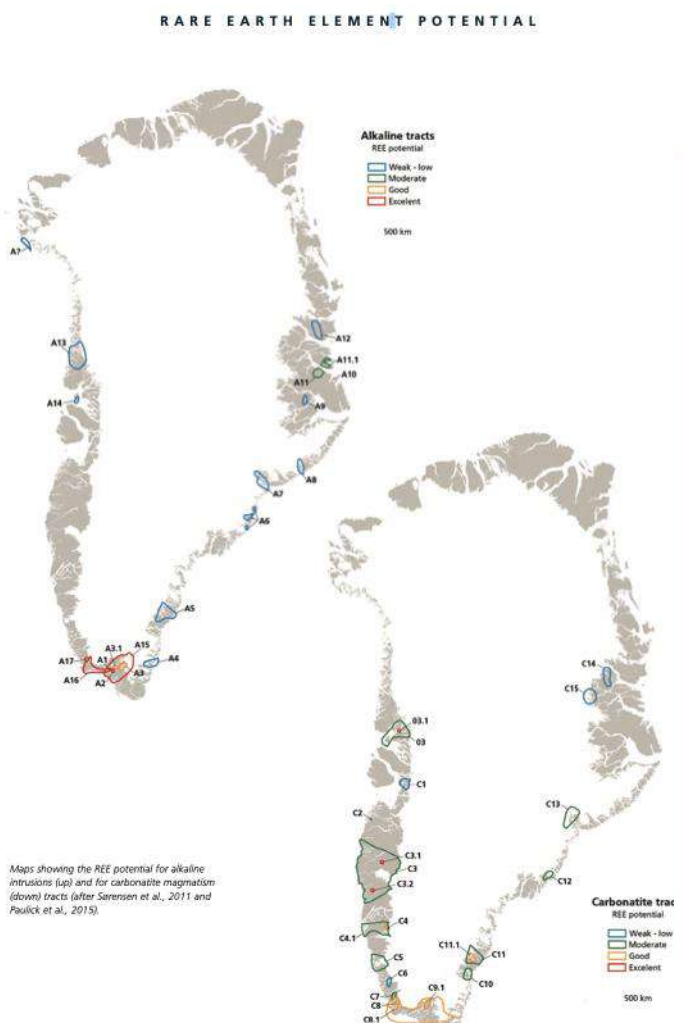


Source : 2021 https://www.mineralinfo.fr/sites/default/files/documents/2021-04/Charlesetal_REE_Europe-Greenland_ISTE-Wiley_2021_hal-03138953.pdf

Géologie et minerais



Potentiel en éléments de terres rares



Maps showing the REE potential for alkaline intrusions (up) and for carbonatite magmatism (down) tracts (after Sørensen et al., 2011 and Paulick et al., 2015).



Table 1: Deposit types and REE-minerals of the Greenland REE-occurrences

Occurrence	REE-deposit type	Main REE minerals	Chemical formula
Attu	Granitic	Allanite	$(Ce,Ca,Y,La)_2(Al,Fe3+)_3(SiO_4)_3(OH)$
Bjørnedal	Granitic	Euxenite Samarskite Fergusonite Monazite Bastnaesite	$(Y,Ca,Ce,U,Th)(Nb,Ta,Ti)_2O_6$ $(YFe3+Fe2+U,Th,Ca)_2(Nb,Ta)_2O_8$ $REENbO_4$ $(Ce,La)PO_4$ $(Ce,La,Y)CO_3F$
Gardiner	Alkaline	Perovskite Apatite	$CaTiO_3$ $Ca_5(PO_4)_3(F,Cl,OH)$
Grønnedal-Ika	Carbonatite	Bastnaesite	$(Ce,La,Y)CO_3F$
Kringlerne	Alkaline	Eudialyte	$Na_{15}Ca_6(Fe,Mn)_3Zr_3SiO(O,OH,H_2O)_3(Si_3O_9)_2(Si_9O_{27})_2(OH,Cl)_2$
Kvanefjeld	Alkaline	Steenstrupine Lovozerite	$Na_{14}REE_6(Mn,Fe)_3(Th,U,Zr)(Si_6O_{18})_2(PO_4)_7{\cdot}3H_2O$ $Na_2CaZrREE(H_4Si_6O_{18})H_2O$
Milne Land	Palaeoplacer	Monazite	$(Ce,La)PO_4$
Motzfeldt Sø	Alkaline	Pyrochlore, Bastnaesite, Monazite Eudialyte	$(Na,Ca)_2Nb_2O_6(OH,F)$ $(Ce,La,Y)CO_3F$ $(Ce,La)PO_4$ $Na_{15}Ca_6(Fe,Mn)_3Zr_3SiO(O,OH,H_2O)_3(Si_3O_9)_2(Si_9O_{27})_2(OH,Cl)_2$
Nassuttooq	Granitic	Monazite	$(Ce,La)PO_4$
Niaqornakavsak	Carbonatite?	Bastnaesite Monazite Allanite	$(Ce,La,Y)CO_3F$ $(Ce,La)PO_4$ $(Ce,Ca,Y,La)_2(Al,Fe3+)_3(SiO_4)_3(OH)$
Qaqarssuk	Carbonatite	Ancylite Burbankite Huanghioite Qaqarssukite	$Sr(Ce,La)(CO_3)_2(OH)H_2O$ $(Na,Ca)_3(Sr,Ba,Ce)(CO_3)_2$ $BaCe(CO_3)_2F$ $Ba(Ce,REE)(CO_3)_2F$
Sarfartoq	Carbonatite	Synchysite Zhonghuacirite	$Ca(Ce,La,Nd,Y)(CO_3)_2F$ $Ba_2(Ce,La,Nd)(CO_3)_3F$
Tikiusaaq	Carbonatite	Monazite	$(Ce,La)PO_4$

Potentiel en terres rares : principales cibles



RARE EARTH ELEMENT POTENTIAL

Tract name	Location	Deposit model	Geological settings	Resource estimates and grade*	Score
A1	Kvanefjeld (all deposits, incl. Sørensen, Zone 3)	Alkaline	Known deposit. High level of information. Extensive drilling has been conducted on the deposit. Contains uranium above background level.	1,010 Mt @ 1.1% TREO (including 0.0399% THREO), 0.0266% U_3O_8, 0.2397% Zn	50
A2	Kringlerne	Alkaline	Known deposit. High level of information. Extensive drilling has been conducted on the deposit. Low uranium content below or equal to background level.	4,700 Mt @ 1.8% ZrO_2, 0.2% Nb_2O_5, 0.2% Ta_2O_5 0.5% LREO, 0.15% HREO.	50
C3.1	Sarfartoq	Carbonatite	Known carbonatite showing. Kimberlites & terraine boundary in the area = active pathways.	14 Mt @ 1.53% TREO.	41
O3	Karrat	Other	The REE prospect has been drilled, which classifies it as an undiscovered deposit. Lamprophyric dykes are found in the area = active pathways. The deposition model is not yet fully understood – more work required.	26 Mt @ 1.36% TREO + Y.	35
C3.2	Qaqertaasaq	Carbonatite	Known carbonatite. Lamprophyres are found in the area = active pathways.	Unknown.	32
A3	Motzfeldt Sø	Alkaline	Known REE prospect. Micro syenites (which host the REEs) not much investigated. Limited drilling – only Ta, Nb and U targets drilled. More work is needed to evaluate the REE potential.	Historical data, non compliant: 600 Mt @120 ppm Ta + 130 Mt @ 0.4 - 1.0% Nb_2O_5.	31
A3.1	Qassiarsuk	Alkaline	Dyke with aegirine as prime mineral. The dyke is up to 4 m thick and can be followed for several kilometres. High Th content.	Unknown. Showings of REE known - up to 1%.	22
C4	Tikiusaaq	Carbonatite	Known carbonatite. Lamprophyres and possible terraine boundary in the area = active pathways.	Unknown.	21
A11.1	Kap Simpson	Alkaline	Alkali syenite complex. Malmbjerg type alteration (high temp) seen via hyperspectral mapping. Several sources of mineralised rocks sampled from glaciers.	Unknown. Rock samples enriched in REEs (3%) & Nb (3.2%).	19
C8.1	Overall tract around the Grønnedal-Ika carbonatite.	Carbonatite	Known carbonatite. Lamprophyres and aillikites are found in the area. Greisen alteration at Ivittuut. Radioactive dykes (Ce-enriched) are present in the area – radiating from the Grønnedal-Ika carbonatite.	Unknown.	19

Table 1. List of the 9 alkaline intrusions and carbonatite magmatism REE occurrences with the highest scores from the workshop assessment. Maximum score is 50.Tract name refers to the areas shown on maps on page 7.
** Deposit size and grade numbers are based on company announcements and available online data as of December 2017. For specific and updated information please refer to the company websites of the individual deposits.*

Terres rares : teneurs et production mondiale

Oxydes de TR, Sc, Th et U	Formule	Teneur de l'écorce terrestre, en ppm
Total oxyde de TR	–	150
Lanthane	La_2O_3	18
Cérium	CeO_2	46
Praséodyme	Pr_6O_{11}	5,5
Néodyme	Nd_2O_3	24
Samarium	Sm_2O_3	6,5
Europium	Eu_2O_3	0,5
Gadolinium	Gd_2O_3	6,4
Terbium	Tb_4O_7	0,9
Dysprosium	Dy_2O_3	5
Holmium	Ho_2O_3	1,2

1ppm = 1mg/kg = 1g/t
(1kg =1000t)

Holmium	Ho_2O_3	1,2
Erbium	Er_2O_3	4
Thulium	Tm_2O_3	0,4
Ytterbium	Yb_2O_3	2,7
Lutécium	Lu_2O_3	0,8
Scandium	Sc_2O_3	16
Yttrium	Y_2O_3	28
Thorium	ThO_2	10
Uranium	U_3O_8	4

2023 - REE
Production minière de terres rares

EU : 1%



en tonnes d'oxydes de terres rares, sur un total de 350 000 t.

Chine	240 000 t	Inde	2 900 t
États-Unis	43 000 t	Russie	2 600 t
Birmanie	38 000 t	Madagascar	960 t
Australie	18 000 t	Vietnam	600 t
Thaïlande	7 100	Brésil	80 t

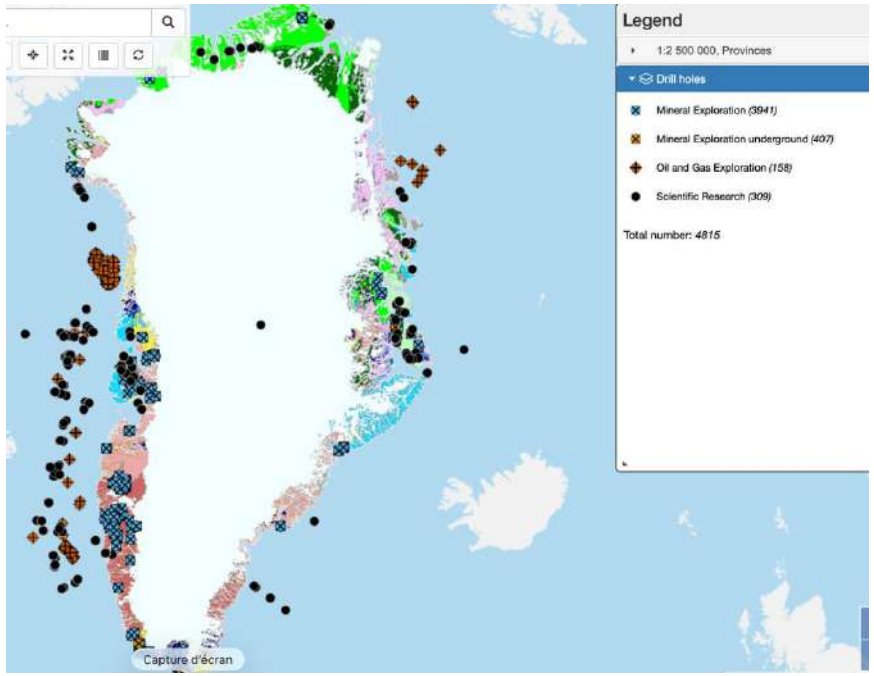
Source : USGS

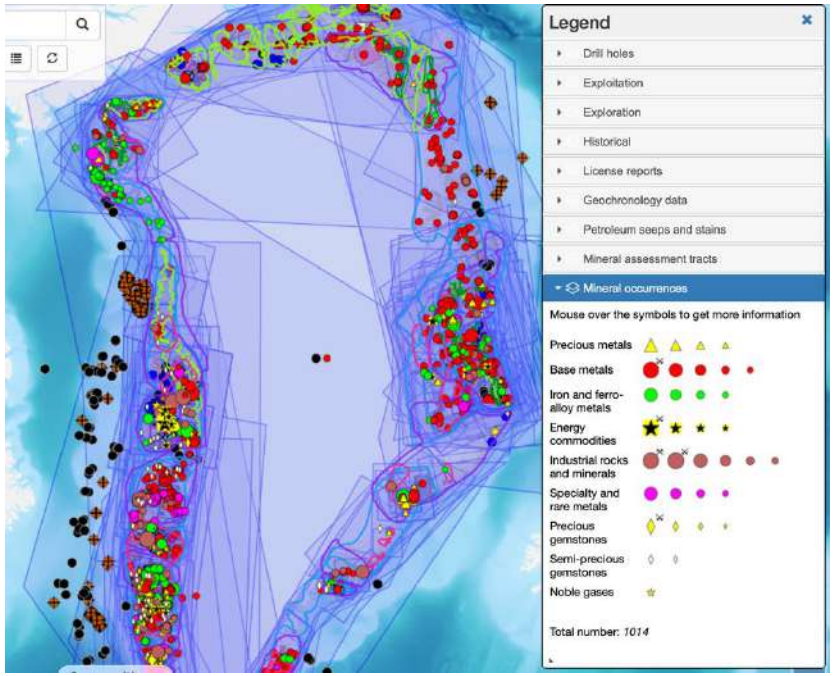
Source : https://reporterre.net/Le-plus-grand-gisement-de-terres-rares-d-Europe-decouvert-en-Suede

Forages et occurrences minérales

4815 FORAGES

1014 OCCURENCES MINERALES

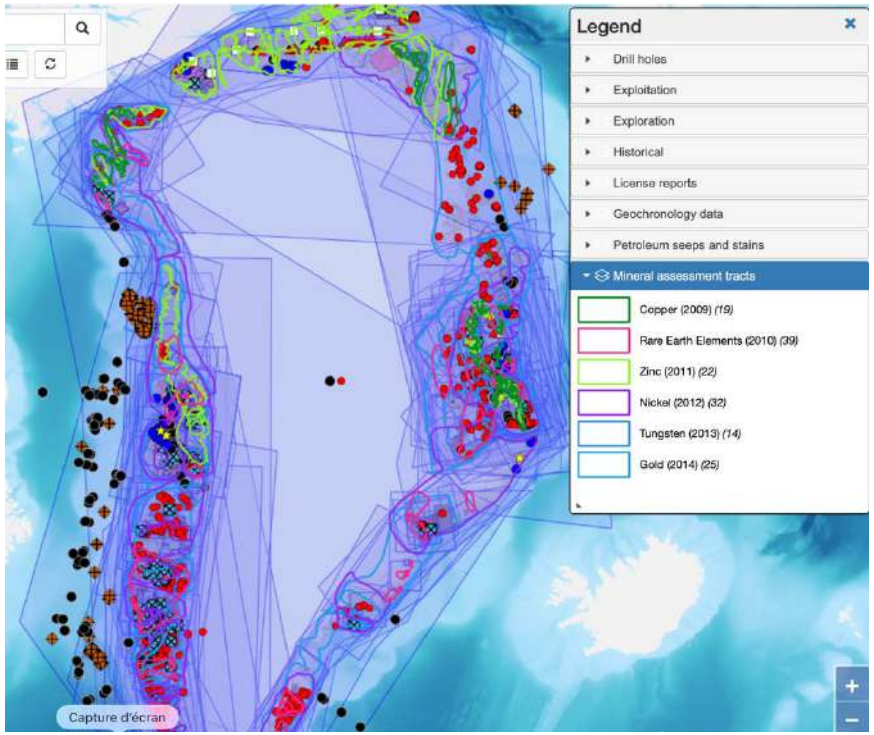




Source : Juillet 2025 https://www.greenmin.gl

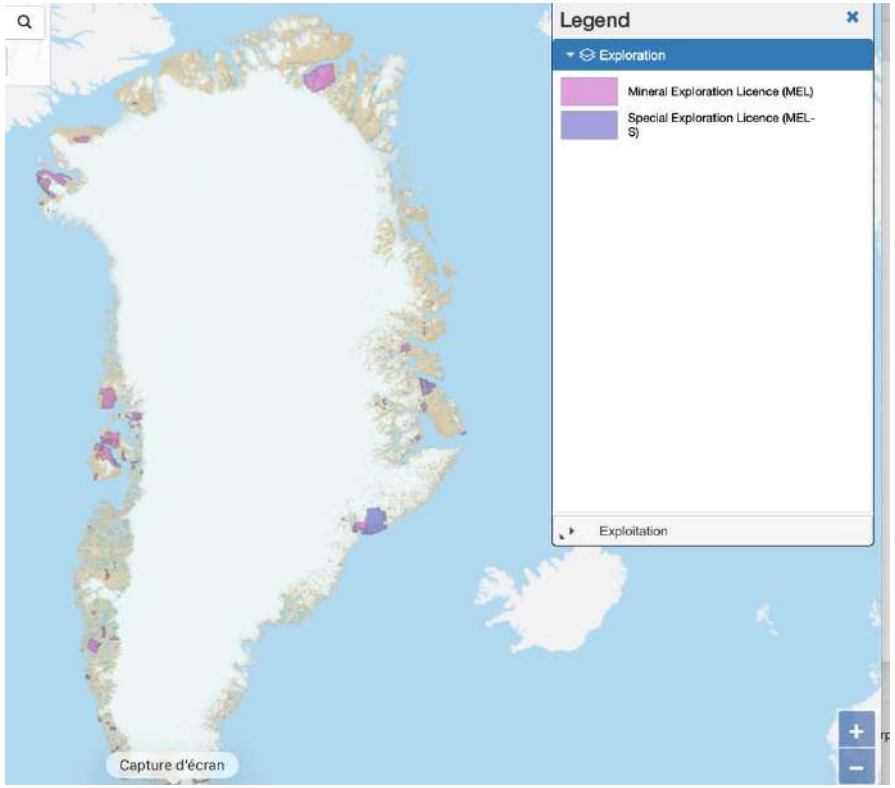
Zones d’études minières et licences d’exploration

151 ZONES D’ETUDES MINIERES



Source : Juillet 2025 https://www.greenmin.gl

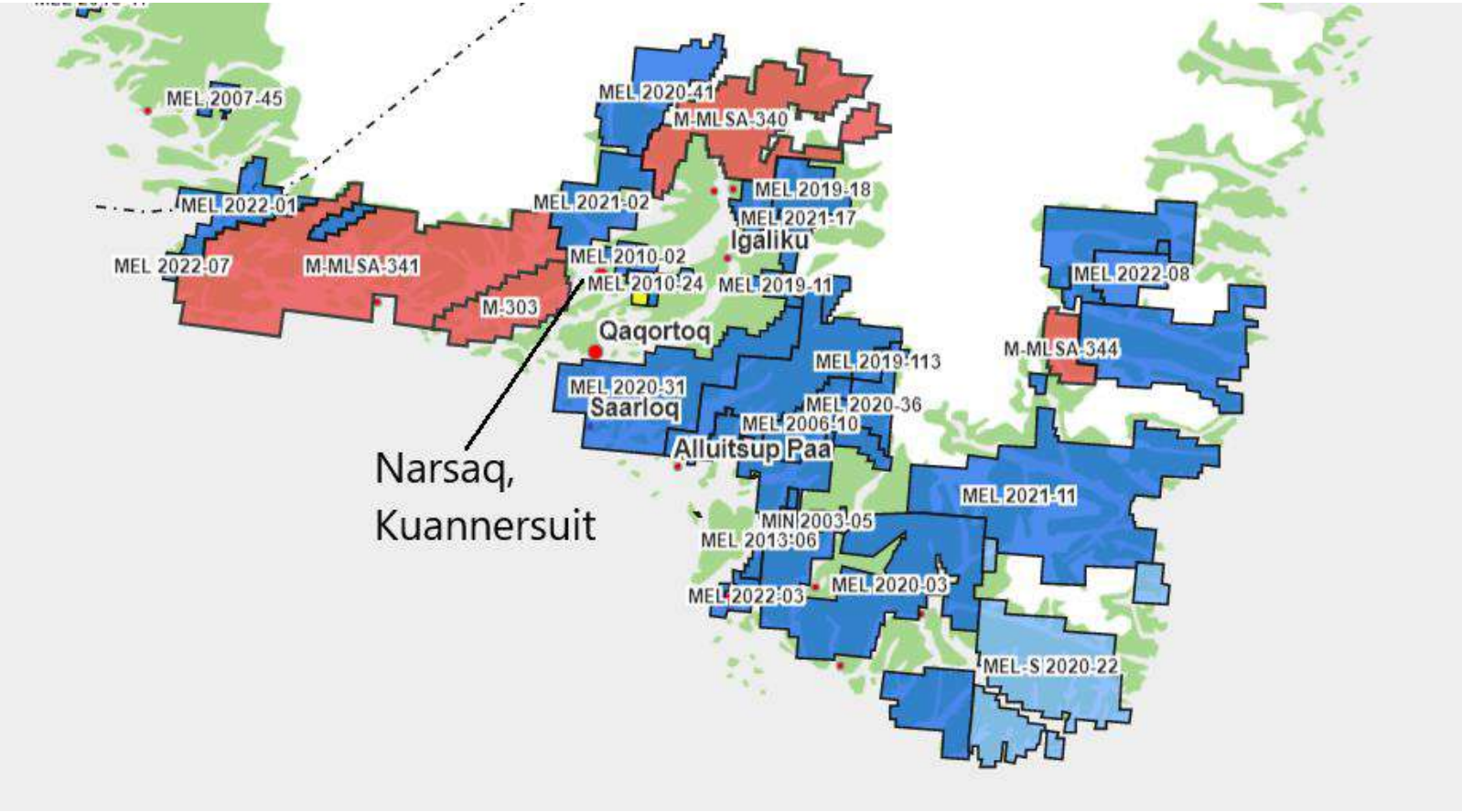
39 EXPLORATIONS (LICENCES)



surtout Canada et Australie

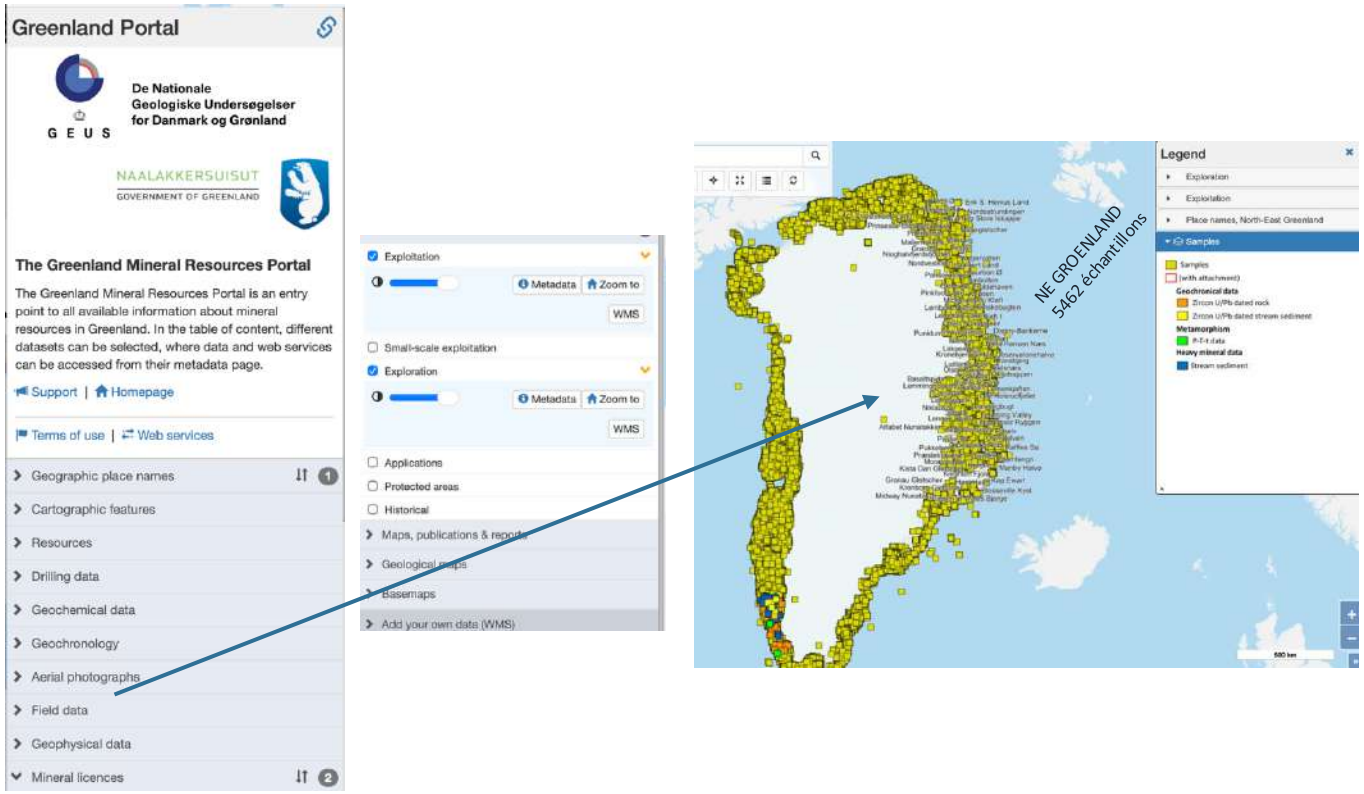
Carte des licences minières de la région sud-groenlandaise (Kujalleq)

Licences de prospection, d'exploration et d'exploitation à petite échelle, 2023



Source : https///govmin.gl/

Le portail des ressources minérales du Groenland



> Il n’y a que deux mines actives au Groenland

Source : Juillet 2025 https://www.greenmin.gl · https://www.youtube.com/watch?v=37BPXO3_rM0

Situation minière du Groenland

La réalité

Des freins majeurs

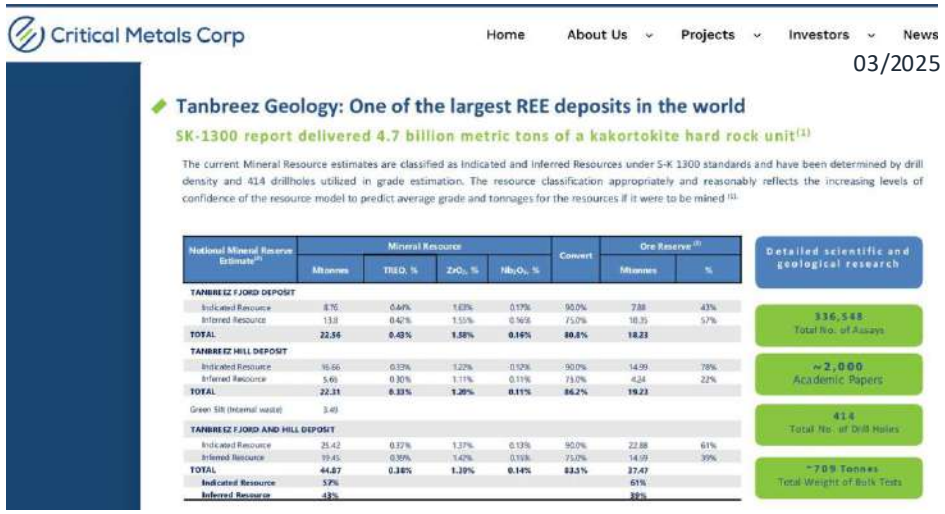
- Territoire très englacé : exploitation difficile, infrastructures lourdes, main-d'œuvre rare
- 2021 : gisements riches en U interdits ; règles renforcées en 2024
- Compagnies prudentes : deux mines actives (or, anorthosite)

Projets de terres rares

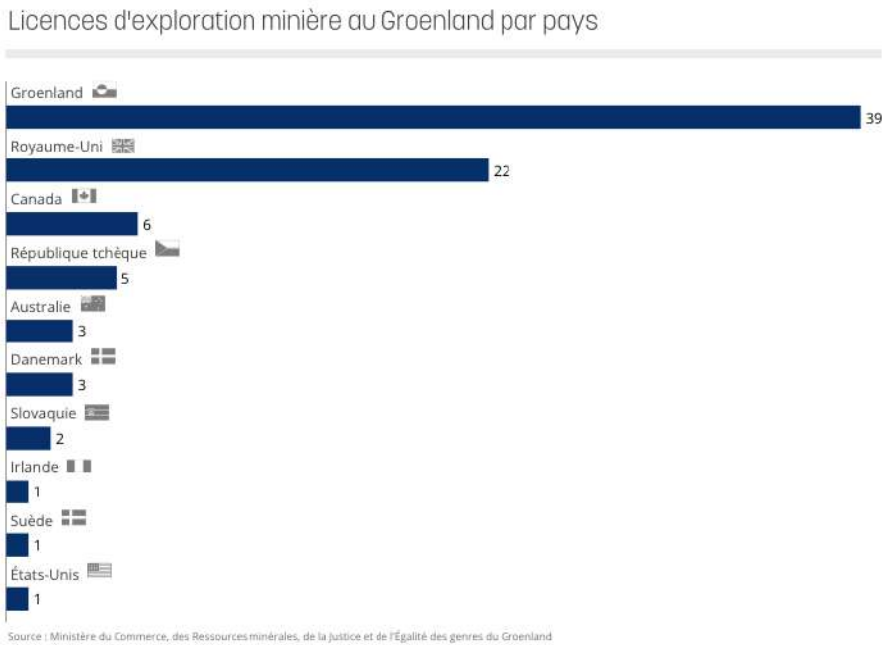
- **Tanbreez** (sud) : un des plus grands gisements au monde, sans U ni Th ; 10 000 m de forages ; 434 puits explo, ciel ouvert, accès à la mer ; production prévue en 2028–2029
- **Kuannersuit** : stoppé en 2026 (litiges)

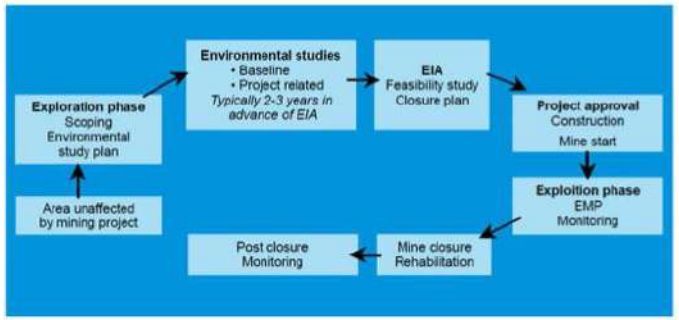
Tanbreez





Licences d'exploration minière au Groenland par pays (2025)

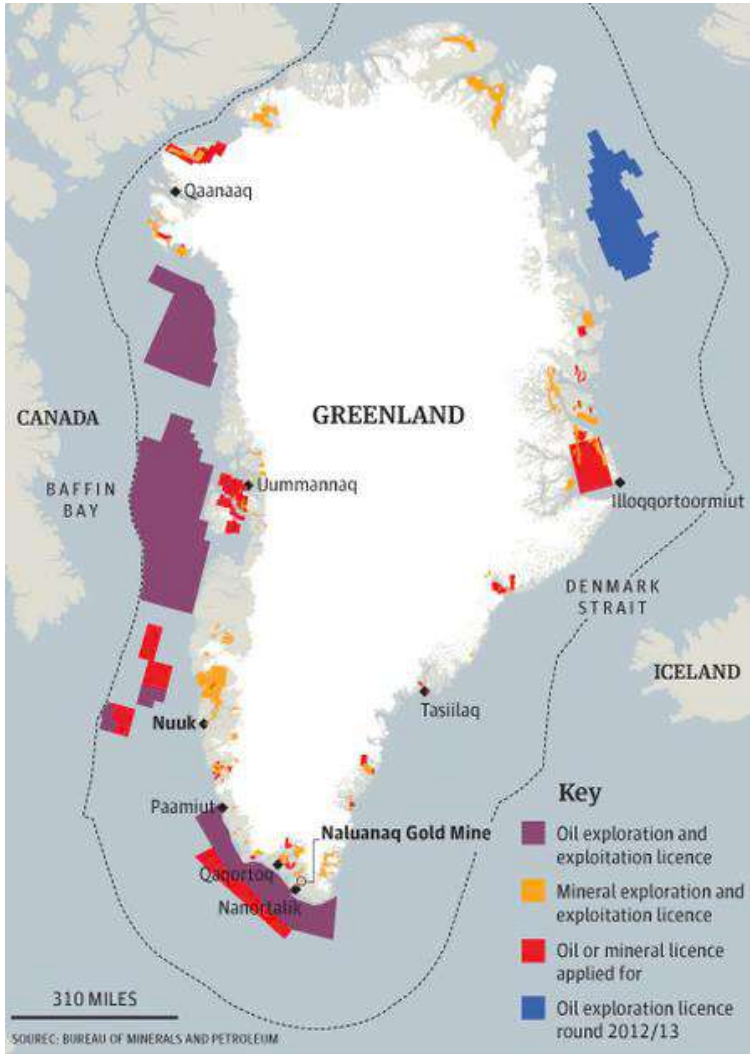


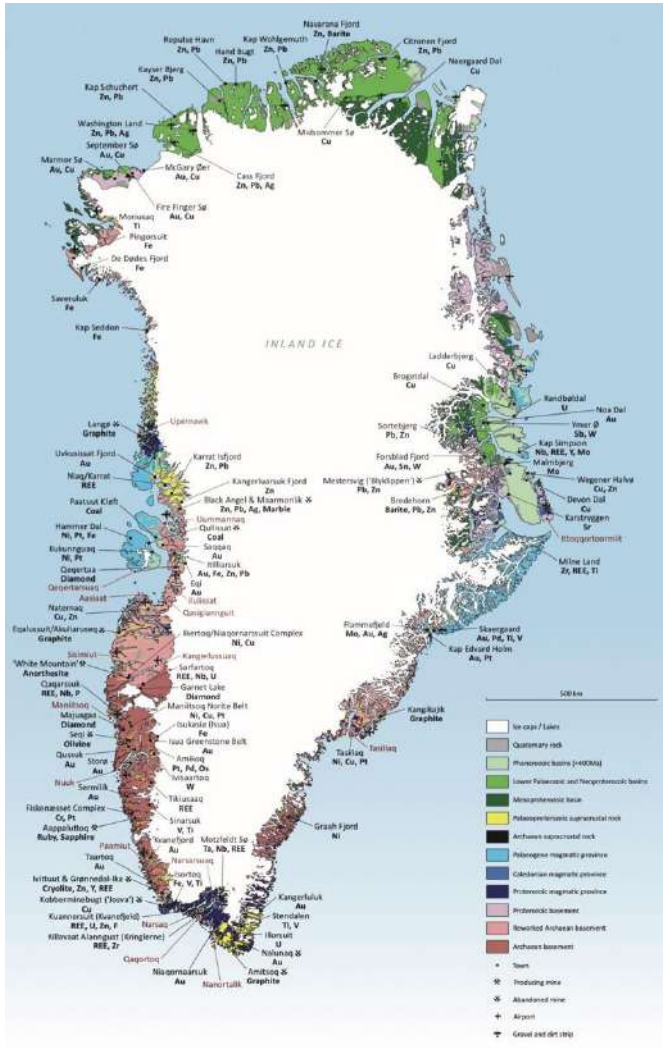


Le régime des licences

- 1 licence = 5 sous-zones, à 100 km maximum l'une de l'autre
- Investissement obligatoire : de 100 000 DKK (ans 1–2) à 400 000 DKK (ans 6–10)
- Redevance : de 1 000 à 10 000 DKK/km²/an
- Licence de 1 km² ouverte aux citoyens groenlandais
- Étude d'impact (EIA) et plan de gestion (EMP), avec consultation publique

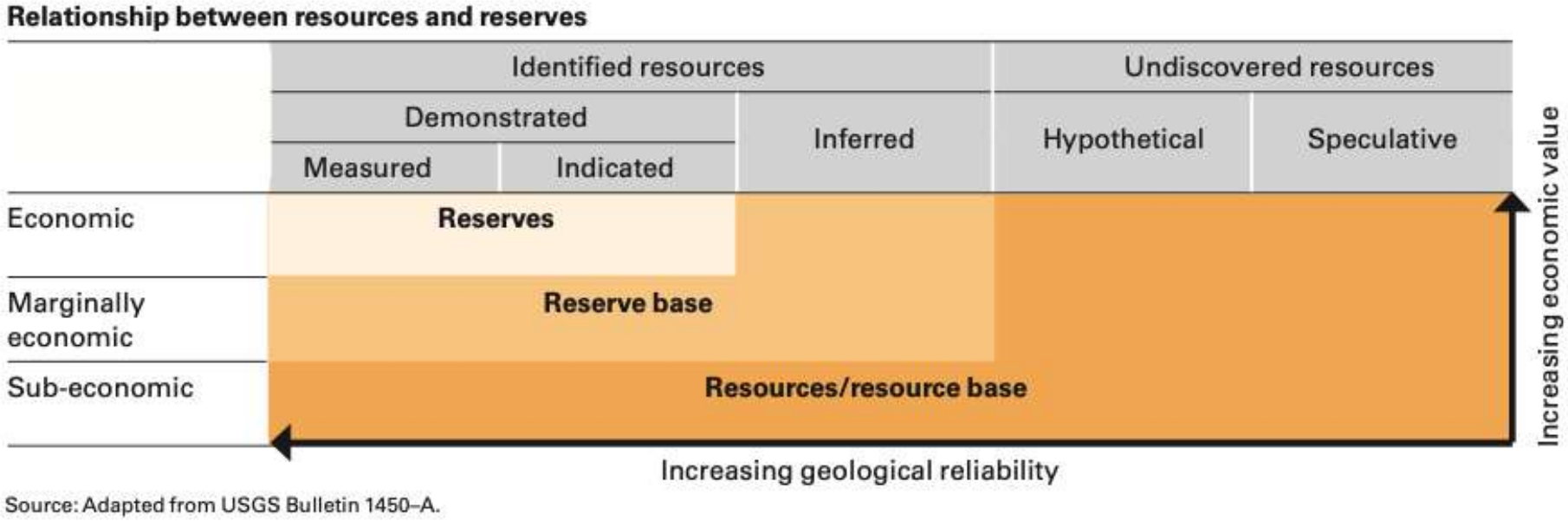
> Il faut ± 16 ans pour ouvrir une mine au Groenland


Qaanaaq
CANADA
GREENLAND
BAFFIN BAY
Uummannaq
Illoqqortoormiut
DENMARK STRAIT
ICELAND
Tasiilaq
Nuuk
Paamiut
Naluanaq Gold Mine
Qaqortoq
Narsarsuaq
Key
Oil exploration and exploitation licence
Mineral exploration and exploitation licence
Oil or mineral licence applied for
Oil exploration licence round 2012/13
310 MILES
SOURCE: BUREAU OF MINERALS AND PETROLEUM


INLAND ICE

LES MINES, un temps long

La notion de réserve est dynamique, varie en fonction du temps, surtout des prix sur le marché



Règle des 3P: 1P-2P-3P. Exemple diminution 1P si coût augmente => augmentation 2P
Pour les métaux et REE: nombreuses incertitudes

- niveau des réserves et extension des réserves = actualisation constante (ex BP)

Conclusions et futur

Un potentiel réel

- Géologie très favorable, nombreux minéraux critiques
- 35 dépôts recensés, dont des gisements importants : REE, PGM-Ti-V, Li, F, Ta, Nb, Hf, Zr, P, Sr
- Mêmes types qu'en Australie, au Canada ou en Scandinavie, mais moins explorés
- Avec la flambée des prix : exploration relancée, rentabilité assurée

Mais mal évalué

- 78 % des dépôts quantifiés par des méthodes anciennes : tonnages incertains
- Exploration moderne nécessaire (géophysique, forages, géochimie)

Gisements encore à découvrir

- **Est** : W, Sn, Sb (veines, skarns, greisens), Cu (sédimentaire)
- **Ouest** : Ni, Cu, Co (dépôts magmatiques)
- **Nord** : Zn, Pb, avec Ge et Ga
- **Paléoprotérozoïque** : graphite

- Le Parlement du Groenland a adopté, jeudi 15 octobre 2026, à l'unanimité une proposition demandant au gouvernement d'élaborer une loi interdisant l'exploitation minière et l'exploration en eaux profondes jusqu'à la fin de 2029.

> Comparé aux grandes provinces minières, le potentiel du Groenland reste mal connu

POUR TERMINER



