

Le grand LEGO des éléments : comment rendre réels nos rêves technologiques

« Énergie et Matière : un mariage de raison inévitable ... »

Léopold Demiddeleer - SEII – 24 Novembre 2024

1. Les Briques du Grand LEGO :

- Le catalogue des briques
- Que peut nous donner la terre ?

2. Technologies et Matériaux Critiques

- Quelles briques critiques pour quels besoins critiques ? Smart-Phone, Eclairage, Transition énergétique, ..?

3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux

- au delà de la technologie ...

4. Quelques pistes pour (peut-être) gérer le futur .

1. Les briques du Grand LEGO :

Le Grand Catalogue des briques

Faisons ensemble un bref voyage dans le temps, guidé par Dimitri Ivanovich Mendeleev (1834-1907) ...

Legend: ■ = Key material addressed in Strategy

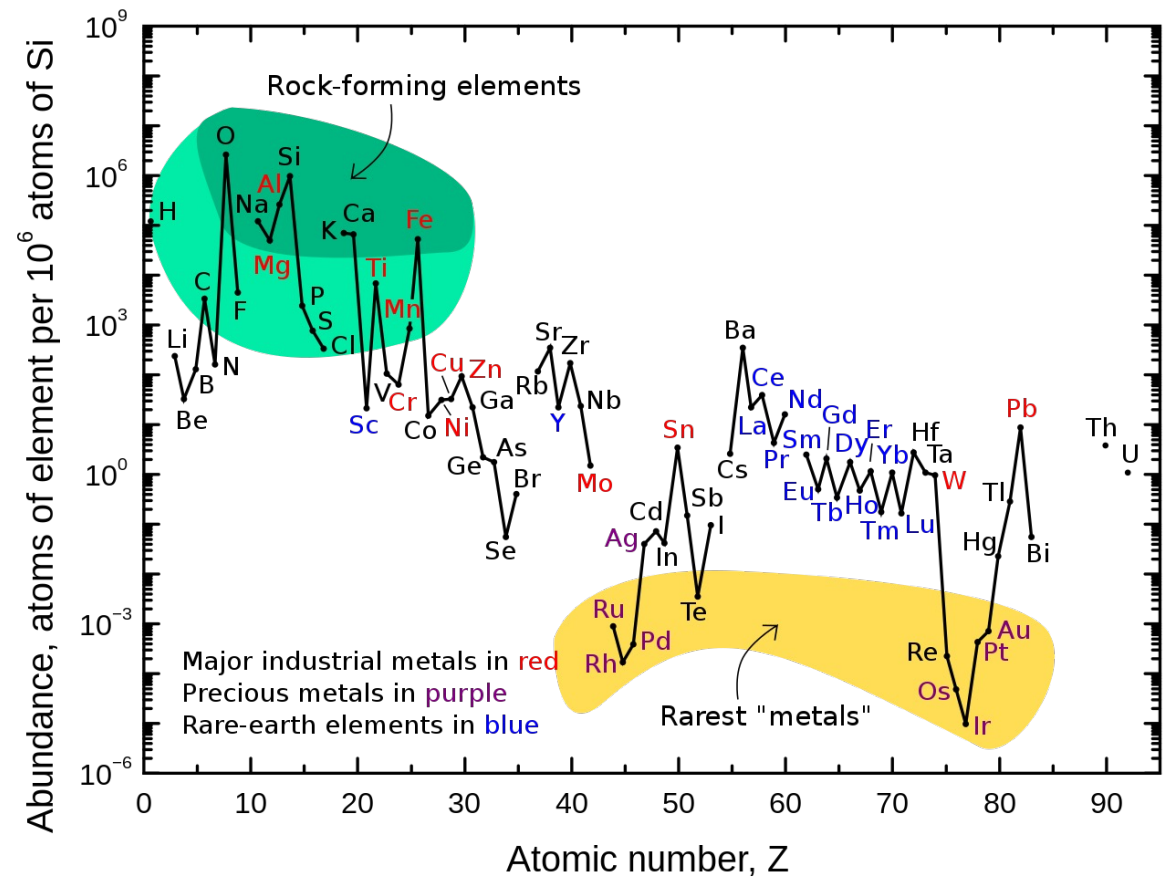
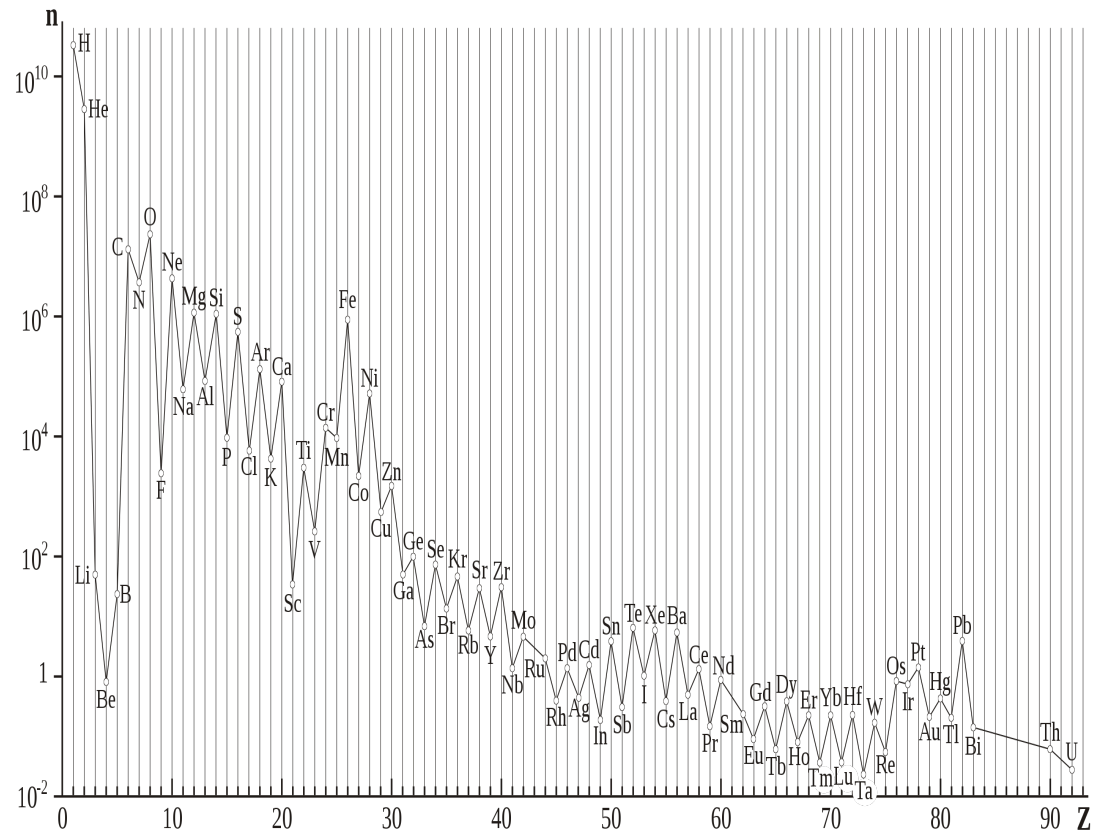
1 H																	2 He
3 Li	4 Be	Li-Lithium Y-Yttrium		In-Indium Tl-Tellurium		Pr-Praseodymium Nd-Neodymium		Eu-Europium Tb-Terbium		5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne		
11 Na	12 Mg	Co-Cobalt Ga-Gallium		La-Lanthanum Ce-Cerium		Sm-Samarium		Dy-Dysprosium		13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar		
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuq	117 Uus	118 Uuo
119 Uun																	
* Lanthanides		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
** Actinides		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

Figure 1-1. Key materials within the periodic table of the elements

Pendant le voyage, gardons à l'esprit que seul 4,6 % de l'univers est constitué par cette matière, le reste est énergie et matière noire ... nous sommes donc, a priori, gâtés sur cette planète ...

1. Les briques du Grand LEGO : Le catalogue complet est donc connu

Courbe d'abondance relative des [éléments chimiques](#) dans l'[Univers](#) et sur Terre (crouete)



1. Les briques du Grand LEGO :

mais ...revenons sur terre, que peut vraiment nous donner cette petite planète ?

- Données pour un petit exercice du soir :

- Rayon de notre sphère : 6471 KM
- Epaisseur moyenne de la croûte : 30 KM
- Densité moyenne de la croûte terrestre : 2.800 Kg/M³
- (Densité globale de la terre : 5.517 Kg/M³)
- Nombre d'Humains en 2023 : 8 Milliards
- On néglige les océans ! ... :0)..

- Question :

- Quel est le volume de croûte terrestre disponible par habitant en 2023 ?

1. Les briques du Grand LEGO :

Que peut nous donner cette petite planète ?

- 5,6 10E9 T/ habitant ...
- Un cube de 1,26 Km de côté / habitant... !!!!
- Abondance naturelle de la croute terrestre :
 - O : 46,1 %
 - Si: 28,2 %
 - Al : 8,2 %
 - Fe : 5,6 %
 - Ca, Na, Mg, K, Ti : 11,6 %
 - **Reste des briques : 0,7%**



. 1. Les briques du Grand LEGO : Les briques s'imbriquent...

Figure 4. The metal wheel (after Reuter et al. (2005) and Verhoef et al. (2004), with permission of A.M. Reuter)

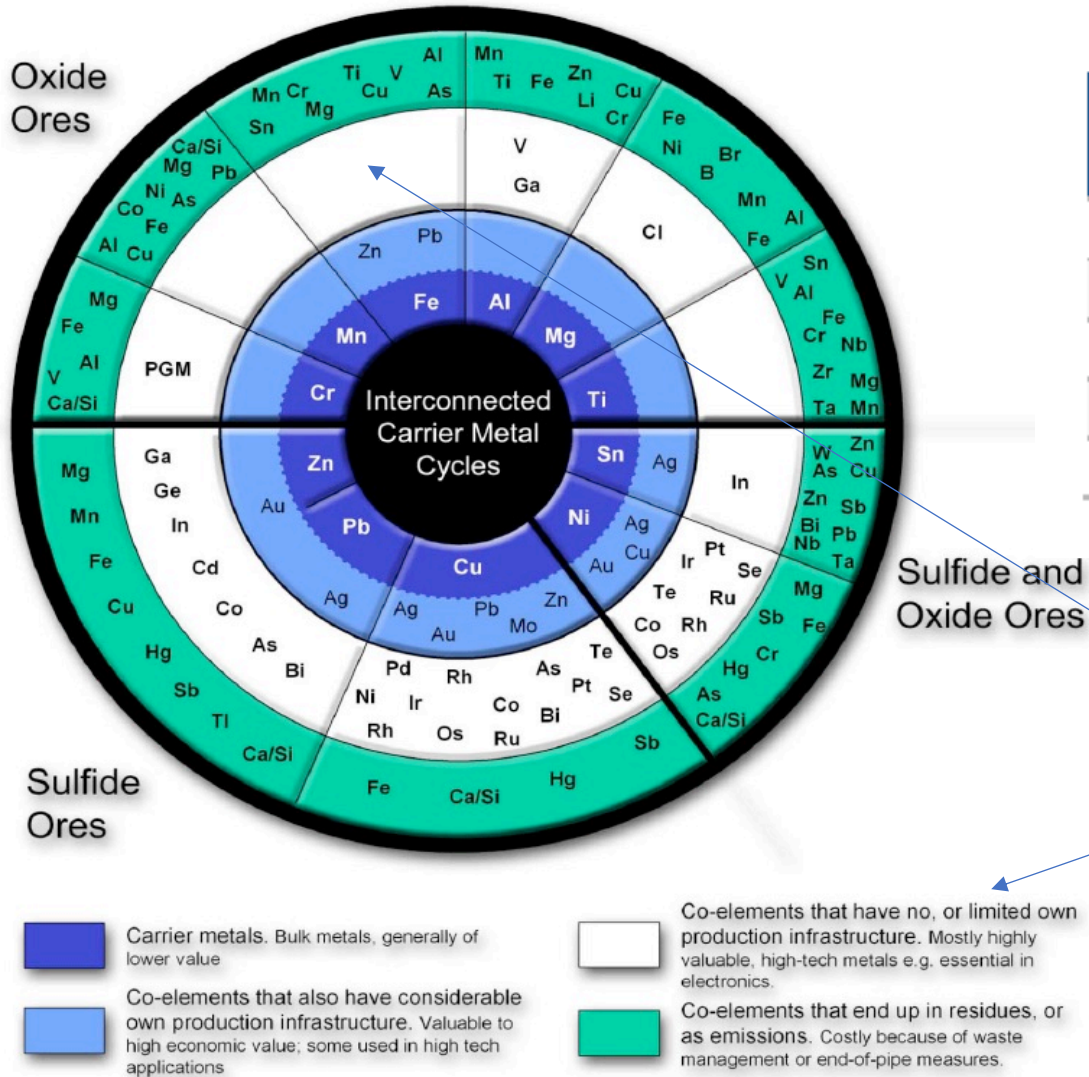


Table 7-8. Primary Extraction Products Related to Key Materials

Material	Primary Extraction Product
Rare Earth Elements	Iron
Cobalt	Nickel and Copper
Gallium	Aluminum and Zinc
Indium	Zinc
Tellurium	Copper

REE/ETR : un trou dans la raquette !!

1. Les briques du Grand LEGO :

...que sont ces mystérieuses terres dites rares REE/ETR ?

- 17 éléments toujours en mélanges (XCO_2F , XPO_4 , $(Ca, Na)(Ti, Nb)O_3$ et sous forme d'argiles
- Propriétés chimiques proches, séparation chimique très difficile
- Rayon atomique décroissant ??
- Les extractions acides (10^+) sont complexes et produisent $RE-OH + H_2$
- Première extraction par résines échangeuses d'ions durant le projet Manhattan en 1940 par le procédé Spedding pour séparer l'U et le Thorium du Pu et du Np
- Pas si rares : le Ce (68ppm) est aussi abondant que le Cu mais plus dilué (entre $10E-15$ et $6 \cdot 10E-6$)
- ...

1. Les Briques du Grand LEGO :

- Le catalogue des briques
- Que peut nous donner la terre ?

2. Technologies et Matériaux Critiques

- Quelles briques critiques pour quels besoins critiques ? Smart-Phone, Eclairage, Transition énergétique, Catalyse , ..?

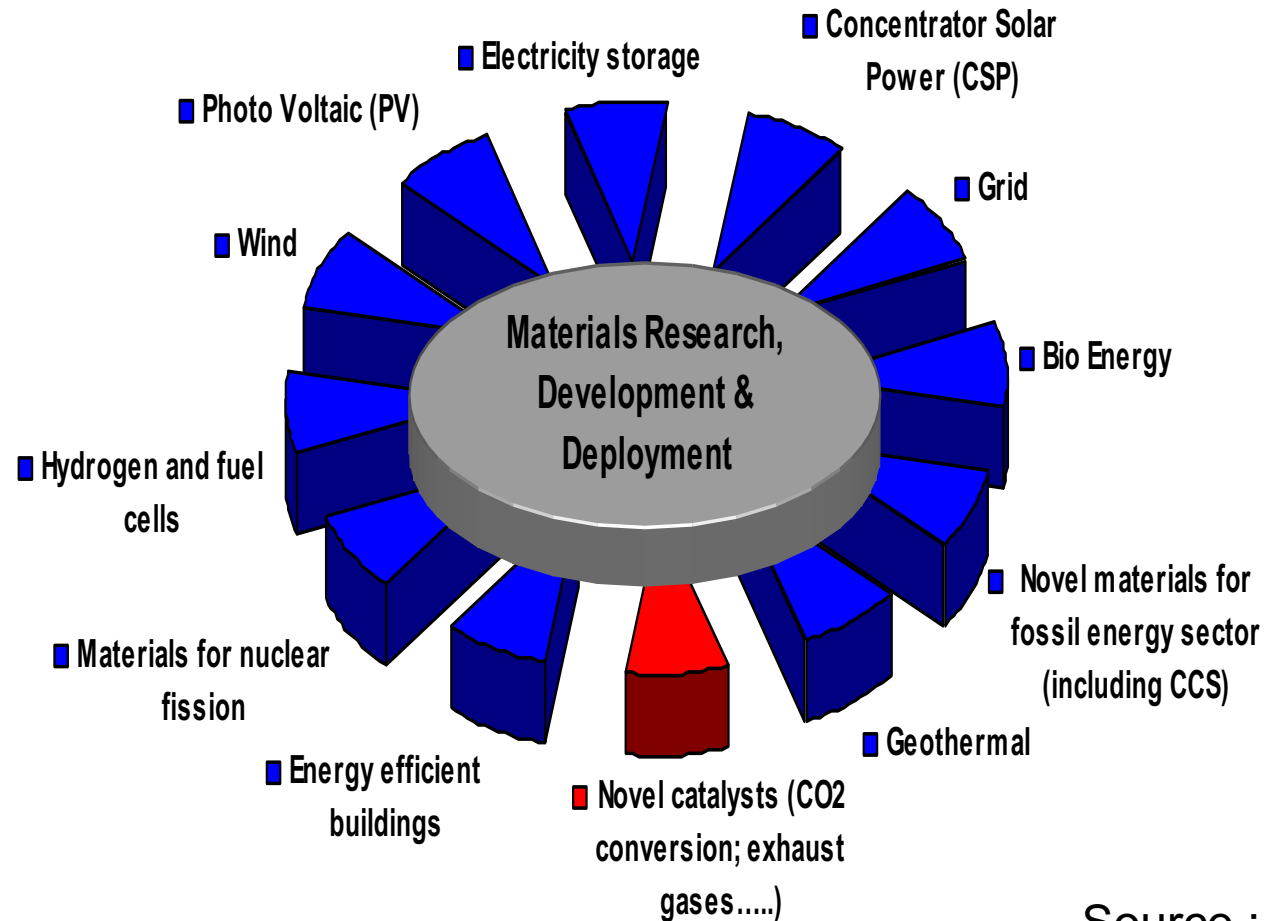
3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux

- au delà de la technologie ...

4. Quelques pistes pour (peut-être) gérer le futur .

2. Technologies et Matériaux Critiques :

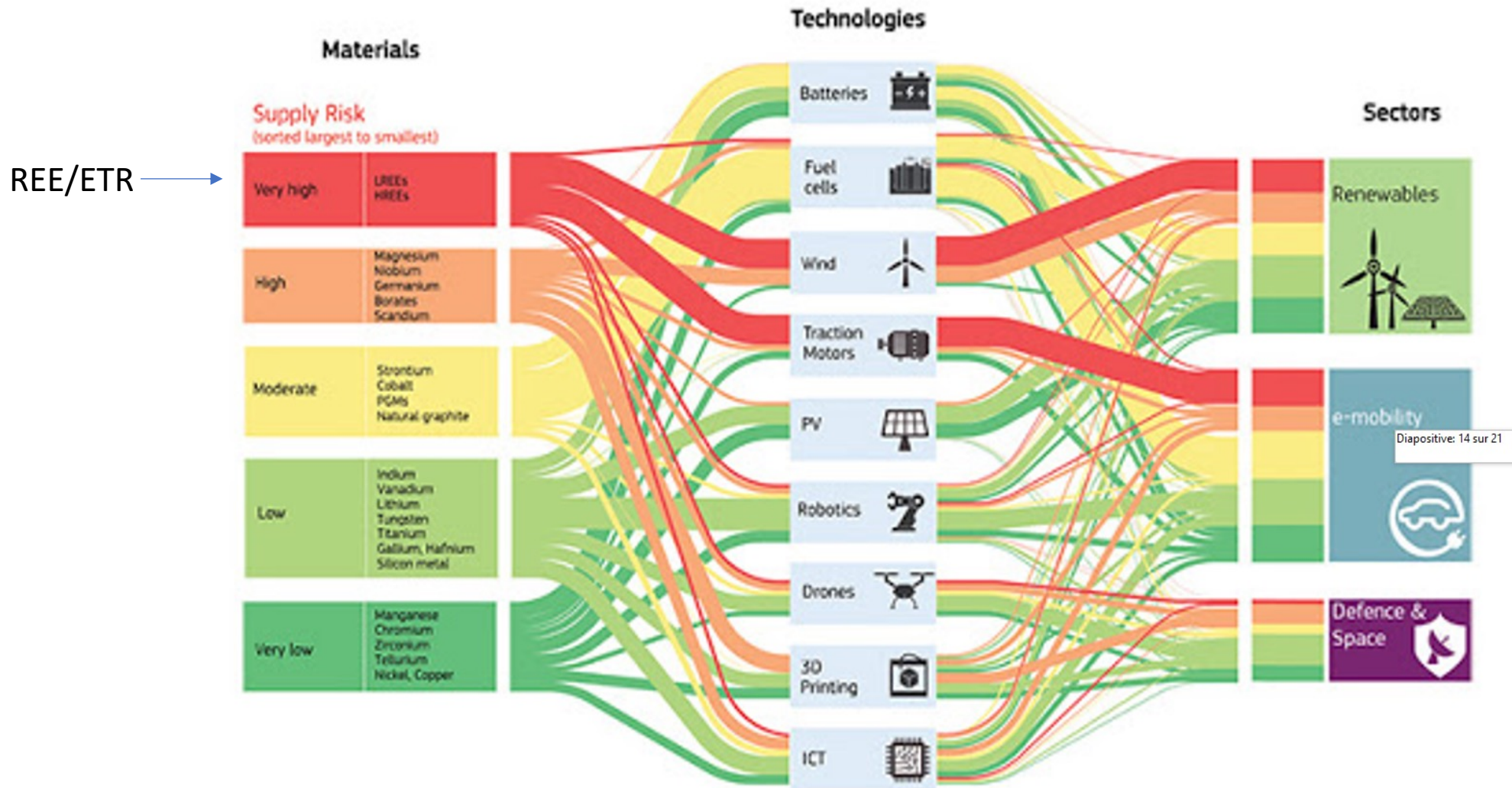
...les matériaux sont (toujours) au coeur des développements technologiques



Source : EMIRI

2. Technologies et Matériaux Critiques :

...les matériaux sont (toujours) au coeur des développements technologiques



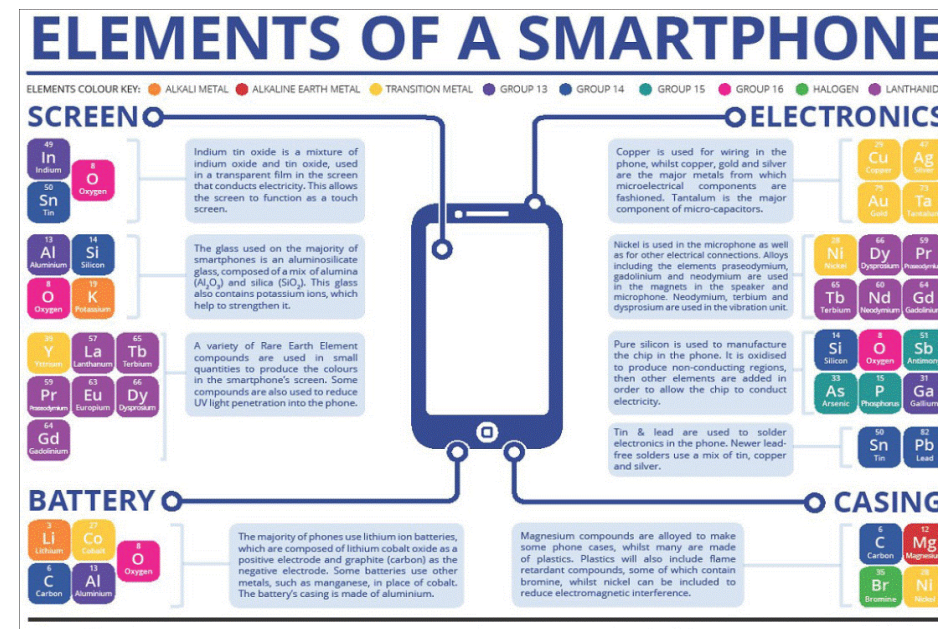
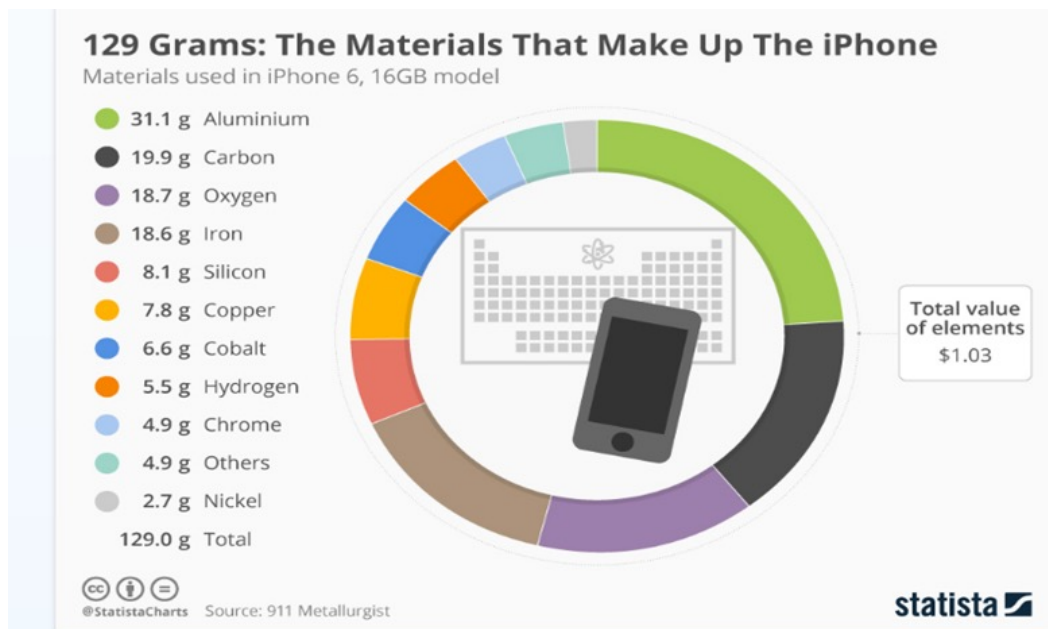
2. Technologies et Matériaux Critiques :

...les matériaux sont (toujours) au cœur des développements technologiques

Table 5: Raw materials and their driving emerging technologies

Raw material	Emerging technologies (selected)
Gallium	Thin layer photovoltaics, IC, WLED
Neodymium	Permanent magnets, laser technology
Indium	Displays, thin layer photovoltaics
Germanium	Fibre optic cable, IR optical technologies
Platinum	Fuel cells, catalysts
Tantalum	Micro capacitors, medical technology
Silver	RFID, lead-free soft solder
Cobalt	Lithium-ion batteries, synthetic fuels
Palladium	Catalysts, seawater desalination
Titanium	Seawater desalination, implants
Copper	Efficient electric motors, RFID
Niobium	Micro capacitors, ferroalloys
Antimony	ATO, micro capacitors
Chromium	Seawater desalination, marine technologies

2. Technologies et Matériaux Critiques : ... les matériaux du Smart-Phone



Liam's (Apple) recovery potential per 100,000 iPhone 6 devices

Raw Material	Amount (kg)
Aluminium	1,900
Copper	800
Cobalt	550
Tin	55
Rare Earth Elements	24
Silver	7
Tungsten	3.5
Tantalum	2.5
Gold	1.3
Platinum Group Metals	0.4

Source: Apple's website (July 2017)

1 T de GSM contient 15 g de Ga
1T de minerais d'Al contient 45 g de Ga

2. Technologies et Matériaux Critiques :

... les matériaux du lighting ... de 10 à 140 Lm/W ...

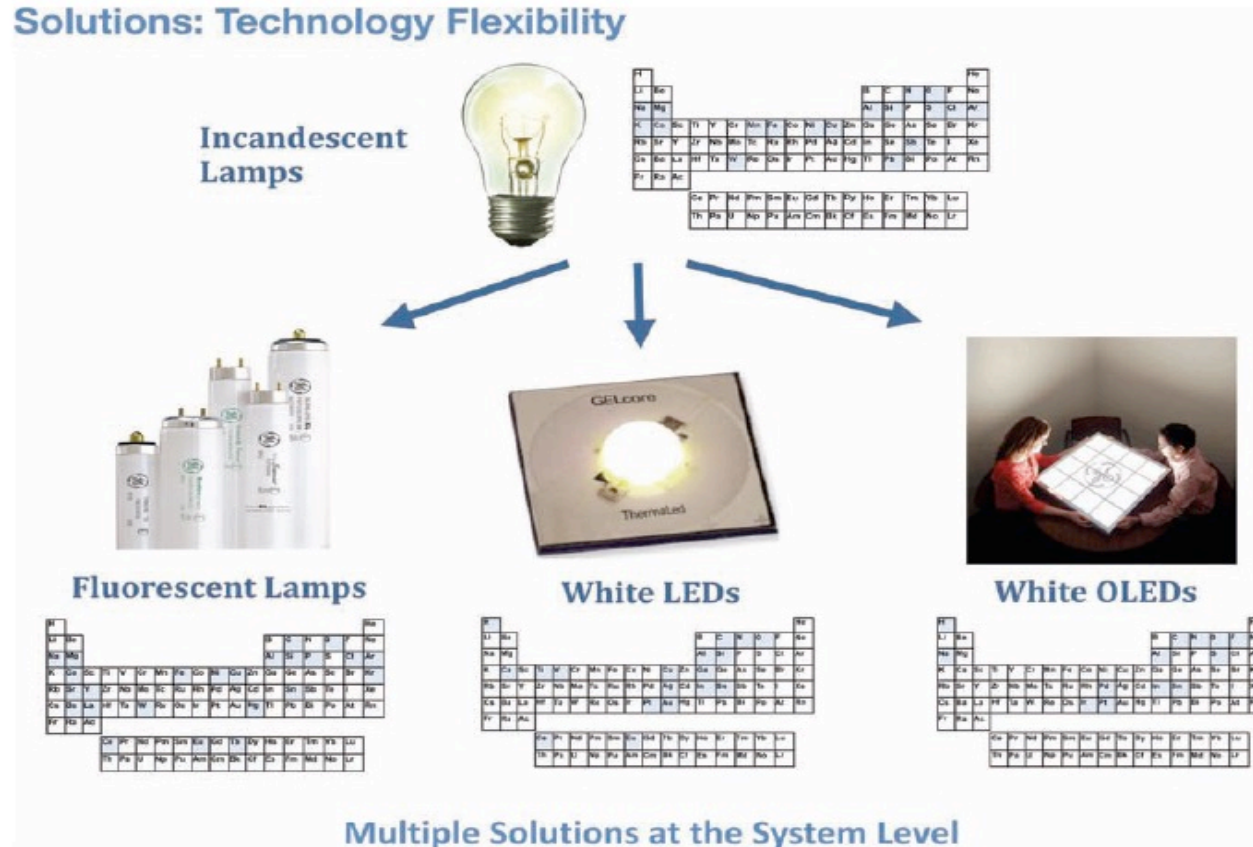


Figure 2-4. Material usage comparison for lighting technologies


Source: GE

2. Technologies et Matériaux Critiques :


... les matériaux de la voiture électrique ...

Green Deal

- Des besoins énormes pour la transition énergétique



Objectif 30% EV en 2030




Co + 400%
Ni + 56%
Cu + 20%

Cu + 148%

Cu
Copper

12.8m tonnes
needed globally by 2035 for low-carbon technologies

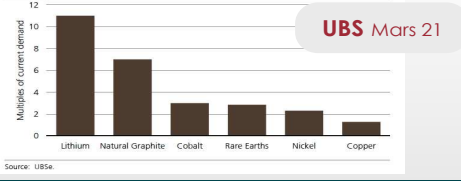


12.8m tonnes = 148% of today's demand

Metals with Ambition Source: Wood Mackenzie (2018) EM

UBS Mars 21

Demand growth through to 2030e




Material	Multiples of current demand
Lithium	11
Natural Graphite	7
Cobalt	3
Rare Earths	3
Nickel	2
Copper	1.5

Source: UBS.

LIÈGE université

Demande en métaux pour l' e-mobilité à l'horizon 2030 (CRU)

Les voitures électriques et hybrides peuvent contenir de 9 à 11 kg¹ de terres rares (Deux fois la quantité trouvée dans les voitures à essence)



- Additif au carburant diesel
Cérium
Lanthane
- Pile hybride NiMH
Lanthane
Cérium
- Convertisseur catalytique
Cérium/Zirconium
Lanthane
- Plus de 25 moteurs électriques partout dans le véhicule
Aimants de Nd
- Phares
Néodyme
- Pare-brise anti-UV
Cérium
- Vitres et miroirs
Poudre à polir
Cérium
- Écran ACL
Europium
Yttrium
Cérium
- Capteurs des composants
Yttrium
- Moteur et générateur électrique hybride
Néodyme
Praséodyme
Dysprosium
Terbium

Source : « The Race for Rare Metals », *The Globe and Mail*, 16 juillet 2011.

2. Technologies et Matériaux Critiques :

... les matériaux de la voiture électrique ...rapport ERMA :

KEY FACTS

- 95% of electric vehicles use traction motors containing rare earth magnets; quantities required worldwide will grow from 5,000 tonnes in 2019 to up to 70,000 tonnes per year by 2030.
- > 100,000 tonnes of rare earth permanent magnets are consumed each year in renewable energy, machine tools, robotics, loudspeakers, water pumps, mobility, and ICT.
- 16,000 tonnes of rare earth permanent magnets are exported from China to Europe each year, representing approximately 98% of the EU market.
- < 1% recovery of rare earth permanent magnet scrap in Europe, which represents a large potential resource at a low carbon footprint.
- There are significant rare earth reserves in Europe, but no mining takes place.
- So far, ERMA has identified 14 projects from mine and urban mine to magnet (invest volume of €1.7 billion) which would form the foundation of a European rare earths industry, capable of delivering 20% of EU demand by 2030 - to prime a downstream market of €400 billion and 6 million jobs in the EU27 mobility and automotive industries alone.

EUROPEAN RAW MATERIALS ALLIANCE | ERMA | Raw Materials Cluster | Co-funded by the European Union

Rare Earth Magnets and Motors: A European Call for Action

A report by the Rare Earth Magnets and Motors Cluster
of the European Raw Materials Alliance

2. Technologies et Matériaux Critiques :

... PV, Eoliennes, Mobilité, Lighting ...

Table 2-1. Materials in Clean Energy Technologies and Components

CLEAN ENERGY TECHNOLOGIES AND COMPONENTS						
		Solar Cells	Wind Turbines	Vehicles		Lighting
MATERIAL		<i>PV films</i>	<i>Magnets</i>	<i>Magnets</i>	<i>Batteries</i>	<i>Phosphors</i>
Rare Earth Elements	Lanthanum				●	●
	Cerium				●	●
	Praseodymium		●	●	●	
	Neodymium		●	●	●	
	Samarium		●	●		
	Europium					●
	Terbium					●
	Dysprosium		●	●		
	Yttrium					●
	Indium	●				
Gallium	●					
Tellurium	●					
Cobalt				●		
Lithium				●		

2. Technologies et Matériaux Critiques :

... cas des batteries ...quelques données...

Table B-2. Material Content Calculations for Lithium-ion Batteries

Application	Material	High/ Low	Material content (kg)	Battery Chemistry Designation	Cathode	Anode
PHEV 40	<i>Lithium</i>	Low	1.35	LMO-G	LiMn_2O_4	Graphite
		High	5.07	LMO-TiO	LiMn_2O_4	$\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$
	<i>Cobalt</i>	Low	0	LMO (both)	LiMn_2O_4	Either
		High	3.77	NCA-G	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$	Graphite
EV 100	<i>Lithium</i>	Low	3.38	LMO-G	LiMn_2O_4	Graphite
		High	12.68	LMO-TiO	LiMn_2O_4	$\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$
	<i>Cobalt</i>	Low	0	LMO (both)	LiMn_2O_4	Either
		High	9.41	NCA-G	$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$	Graphite

2. Technologies et Matériaux Critiques :

... cas des batteries NiMH ...quelques données...

Table B-1. Material Intensity Calculations for NiMH Batteries

Element	Molar % in AB5	Weight % in AB5	kg per battery high	kg per battery low
La	5.7%	11.2%	0.73	0.49
Ce	8.0%	15.9%	1.03	0.69
Pr	0.8%	1.6%	0.10	0.07
Nd	2.3%	4.7%	0.31	0.20
Ni	59.2%	49.2%	3.20	2.13
Co	12.2%	10.2%	0.66	0.44
Mn	6.8%	5.3%	0.34	0.23
Al	5.2%	2.0%	0.13	0.09
Total			6.5	4.33

2. Technologies et Matériaux Critiques :

... La demande, toute application confondue, explose ...



Table 4: Global demand of the emerging technologies analysed for raw materials in 2006 and 2030 related to today's total world production of the specific raw material (Updated by BGR April 2010)

Raw material	Production 2006 ¹⁾ (t)	ETRD 2006 (t)	ETRD 2030 (t)	Indicator 2006	Indicator 2030
Gallium	152 ⁶⁾	28	603	0,18 ¹⁾	3,97 ¹⁾
Indium	581	234	1.911	0,40 ¹⁾	3,29 ¹⁾
Germanium	100	28	220	0,28 ¹⁾	2,20 ¹⁾
Neodymium ⁷⁾	16.800	4.000	27.900	0,23 ¹⁾	1,66 ¹⁾
Platinum ⁸⁾	255	very small	345	0	1,35 ¹⁾
Tantalum	1.384	551	1.410	0,40 ¹⁾	1,02 ¹⁾
Silver	19.051	5.342	15.823	0,28 ¹⁾	0,83 ¹⁾
Cobalt	62.279	12.820	26.860	0,21 ¹⁾	0,43 ¹⁾
Palladium ⁸⁾	267	23	77	0,09 ¹⁾	0,29 ¹⁾
Titanium	7.211.000 ³⁾	15.397	58.148	0,08	0,29
Copper	15.093.000	1.410.000	3.696.070	0,09	0,24
Ruthenium ⁸⁾	29 ⁴⁾	0	1	0	0,03
Niobium	44.531	288	1.410	0,01	0,03
Antimony	172.223	28	71	<0,01	<0,01
Chromium	19.825.713 ²⁾	11.250	41.900	<0,01	<0,01

ETRD = Emerging Technologies Raw Material Demand

¹⁾ Data updated by the BGR based on new information ²⁾ Chromite ³⁾ Ore concentrate ⁴⁾ Consumption
⁶⁾ Estimation of full production in China and Russia ⁷⁾ rare earth ⁸⁾ platinum group metals

1. Les Briques du Grand LEGO :

- Le catalogue des briques
- Que peut nous donner la terre ?

2. Technologies et Matériaux Critiques

- Quelles briques critiques pour quels besoins critiques ? Smart-Phone, Eclairage, Transition énergétique, ..?

3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux

- au delà de la technologie ...

4. Quelques pistes pour (peut-être) gérer le futur .

3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux

- rendre les chaines plus robustes, plus sûres, plus éthiques (?) ...

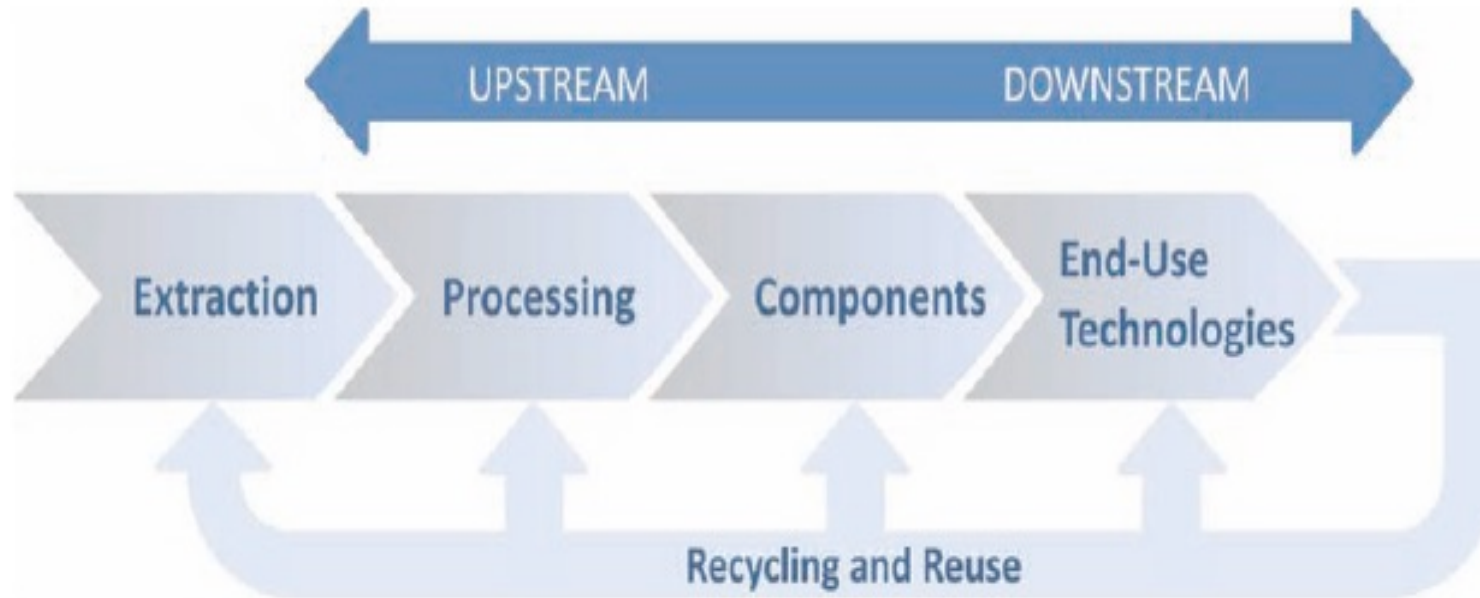


Figure 1-2. Basic materials supply chain

3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux

- rendre les chaines plus robustes, plus sûres, plus éthiques (?) ...

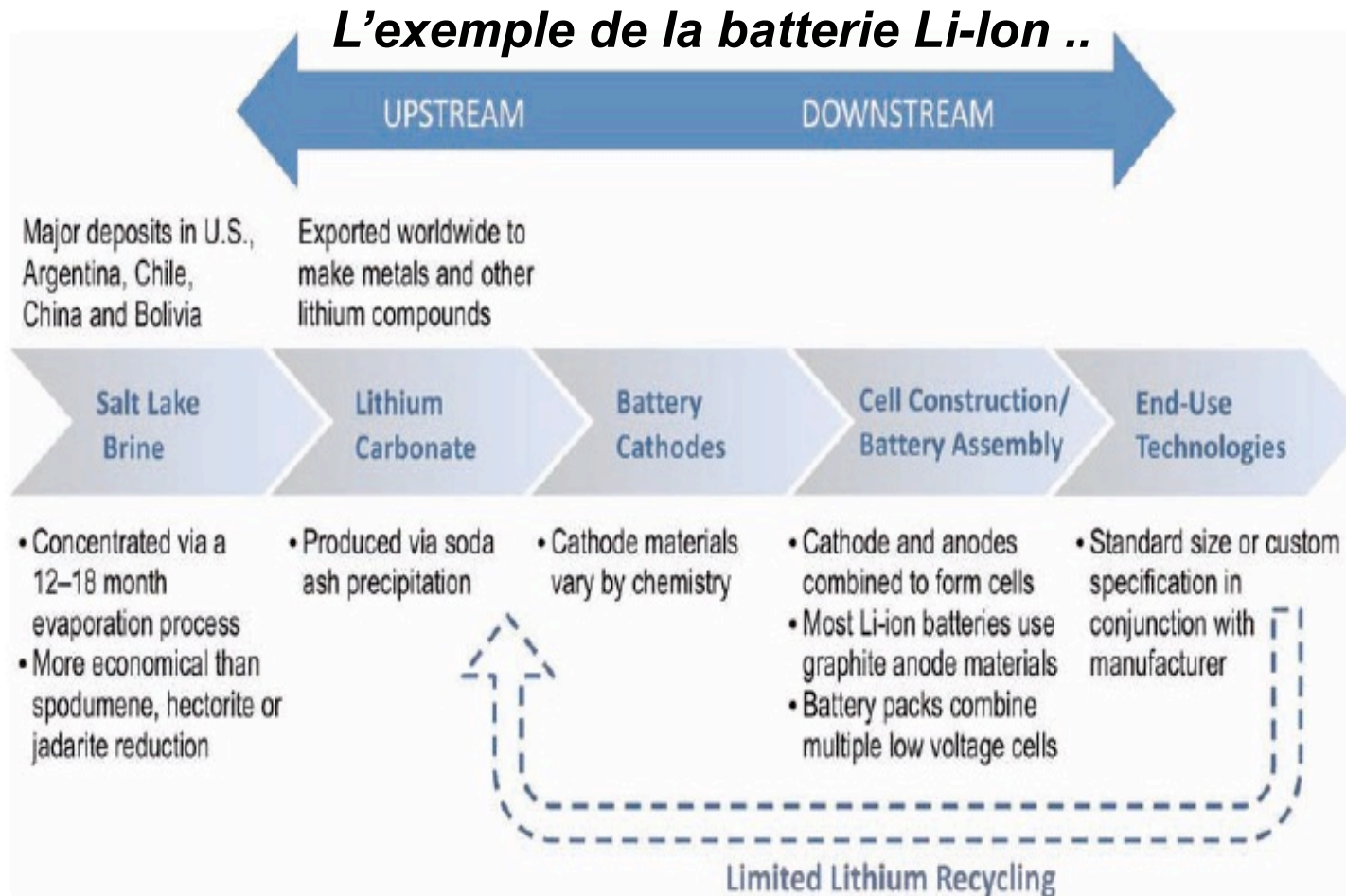


Figure 2-2. Supply chain for lithium-ion batteries

3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux

- rendre les chaines plus robustes, plus sûres, plus éthiques (?) ...

L'exemple des aimants :

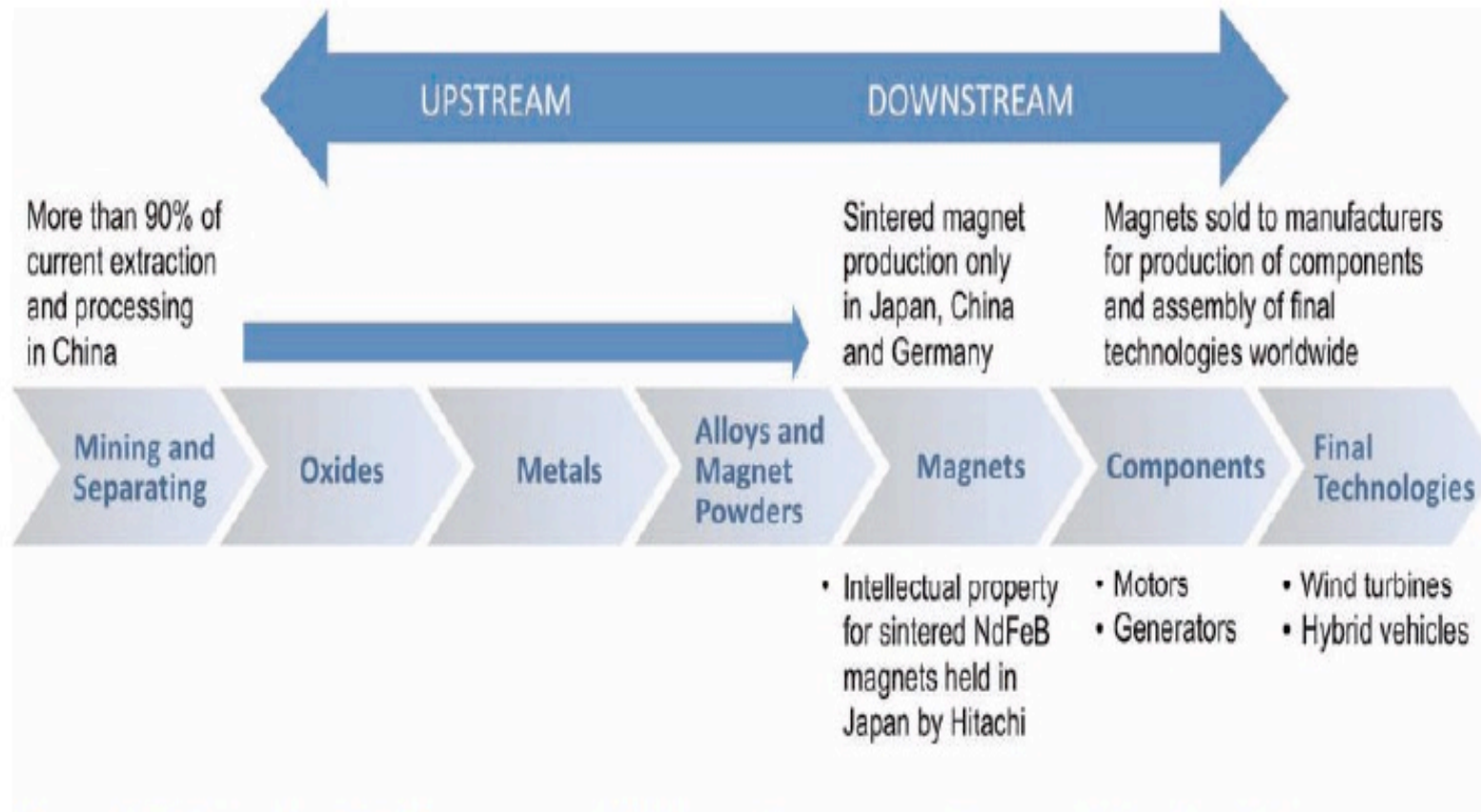
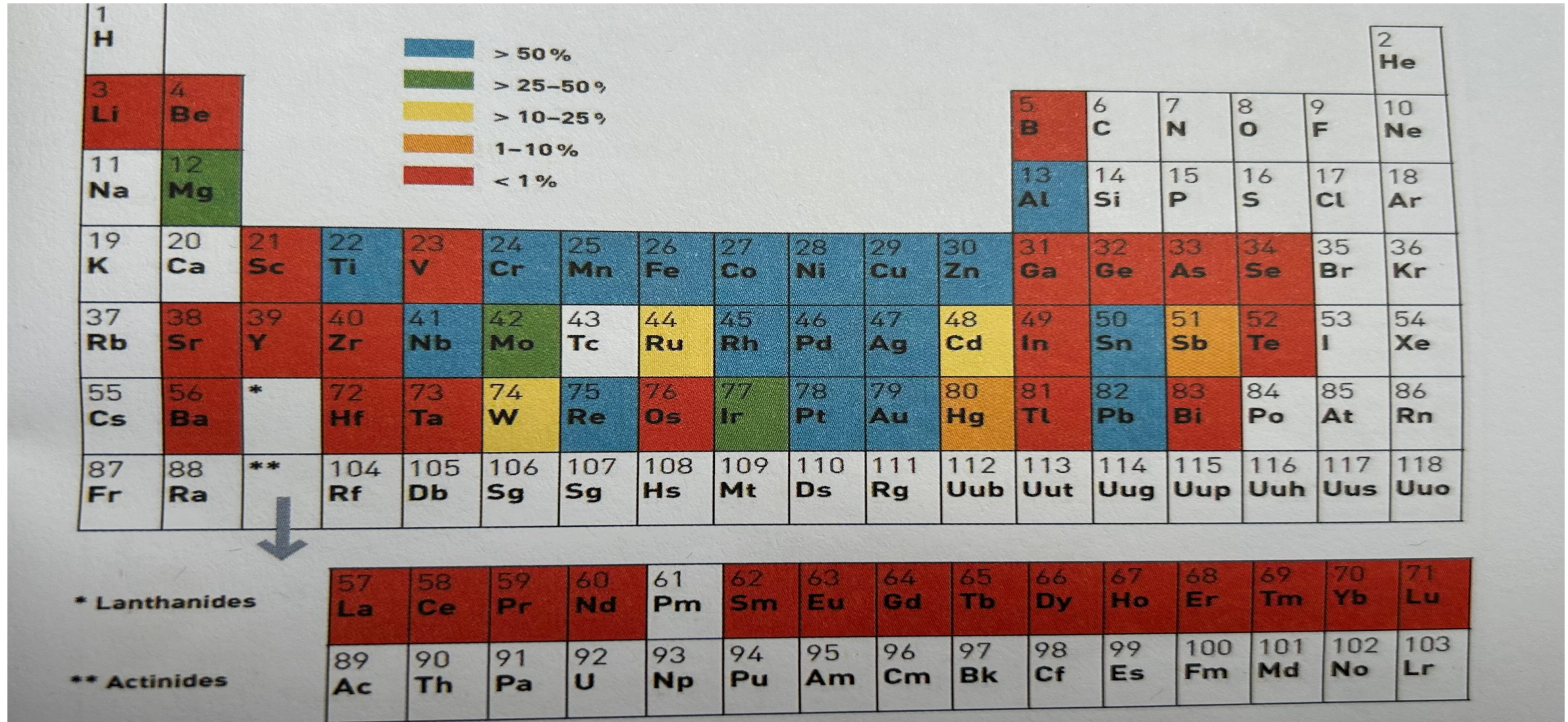


Figure 2-1. Supply chain for rare earth element permanent magnet technologies

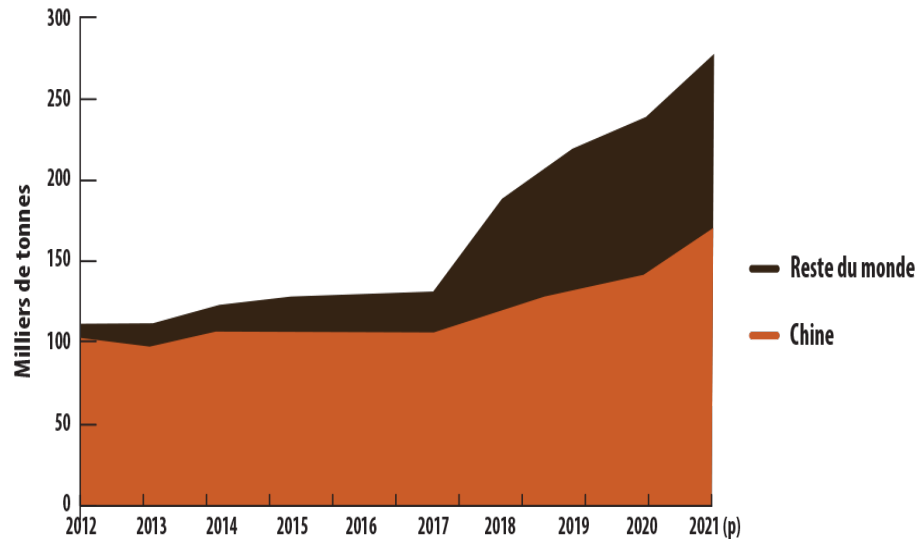
3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux - recycler ?...



Source : « Recycling Rates of Metals : A Status Report », United Nations Environment Programme, 2011.

3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux

- La production de REE



La Chine mène la danse

12:16 Wed 22 Nov

ressources-naturelles.canada.ca

83%

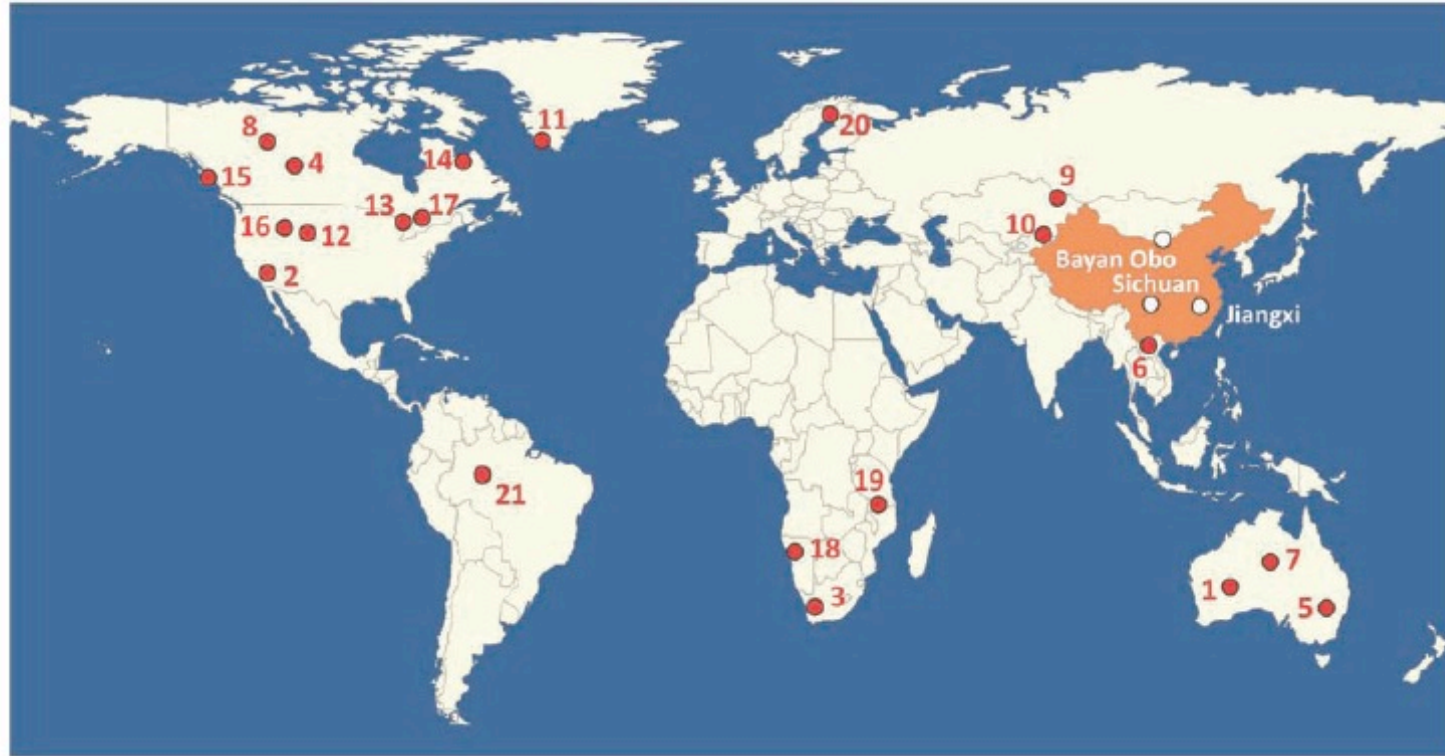
l'Australie et la Thaïlande représentaient la majorité de la production minière restante. La Chine demeure pratiquement le seul producteur des précieux ETR lourds.

Production mondiale d'ETR, par pays, en 2021 (dpr)

Classement	Pays	Milliers de tonnes	Pourcentage du total
1	Chine	168,0	60,6 %
2	États-Unis	43,0	15,5 %
3	Birmanie (Myanmar)	26,0	9,4 %
4	Australie	22,0	7,9 %
5	Thaïlande	8,0	2,9 %
-	Autre pays	10,1	3,6 %
-	Total	277,1	100,0 %

Les États-Unis constituaient le premier producteur mondial d'ETR jusqu'à l'émergence de la Chine vers le milieu des années 1990. La Chine est pratiquement demeurée le seul producteur d'ETR au monde jusqu'en 2012, année au cours de laquelle un ancien producteur des États-Unis, Molycorp inc. (qui a fait faillite depuis) et une société australienne, Lynas Corporation Ltd., ont lancé leurs activités de production commerciale.

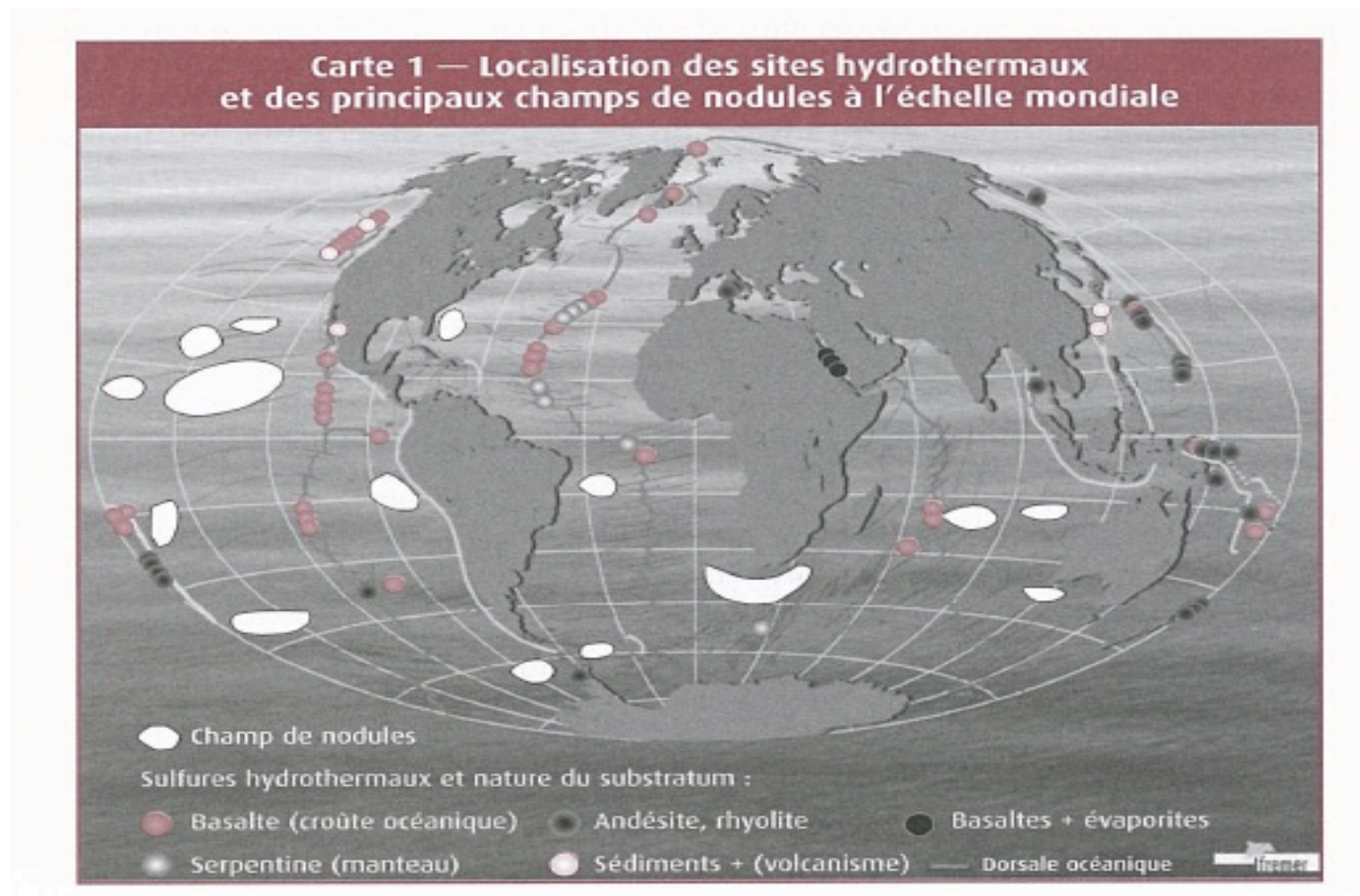
Selected rare earth projects outside China



(1) Lynas Corp, (2) Molycorp Minerals, (3) (4) Great Western Minerals, (5) Alkane Resources, (6) Vietnamese govt/Toyota Tsusho/Sojitz, (7) Arafura Resources, (8) Avalon Rare Metals, (9) Kazatomprom/Sumitomo, (10) Stans Energy, (11) Greenland Minerals and Energy, (12) Rare Element Resources, (13) Pete Mountain Resources, (14) Quest Rare Minerals, (15) Ucore Uranium, (16) US Rare Earths, (17) Matamec Explorations, (18) Etruscan Resources, (19) Montero Mining, (20) Tasman Metals, (21) Neo Material Technologies/Mitsubishi

Figure 7-1. Current and projected rare earth projects

Les océans n'échappent pas à cette chasse aux trésors de Mendéleev ... en 2011 on découvre un carré de nodules de 2Kmx 2Km qui contient assez de RE pour la consommation annuelle. ...

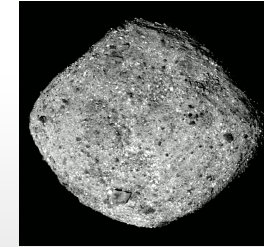


Ni l'espace : s'échapper de cette planète devient une obsession ..

Prélèvement en 2020 sur un Astéroïde à 150 M Km de la terre ... ???

Fuite en avant Technologique ?

- Plus Ultra



20 Oct 2020 : Prélèvement de régolithe sur l'asteroïde Bennu (150 millions de km).

Choix de Société

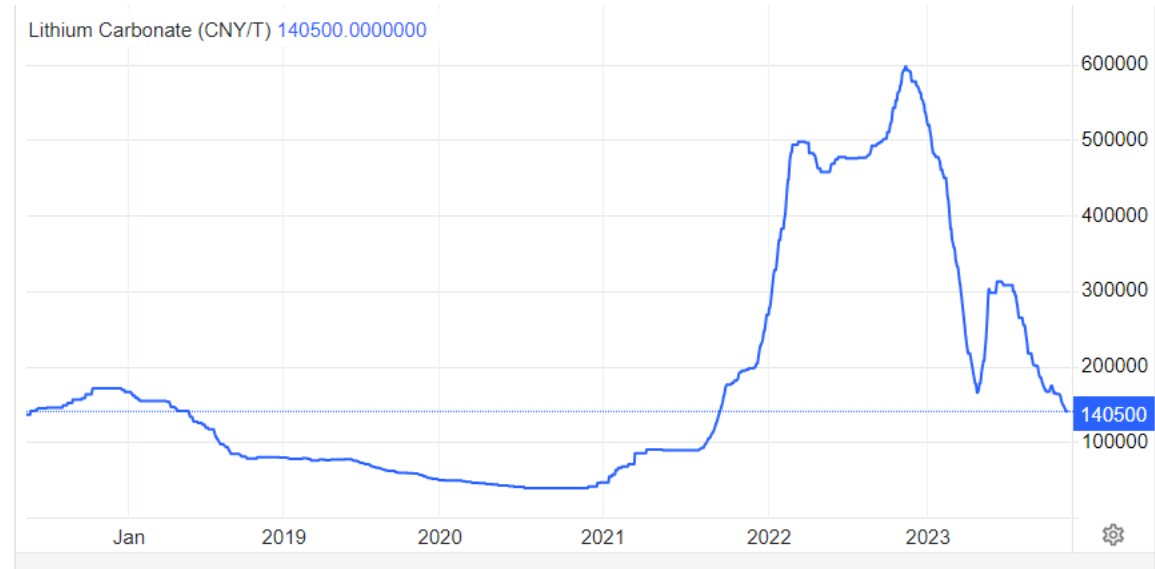
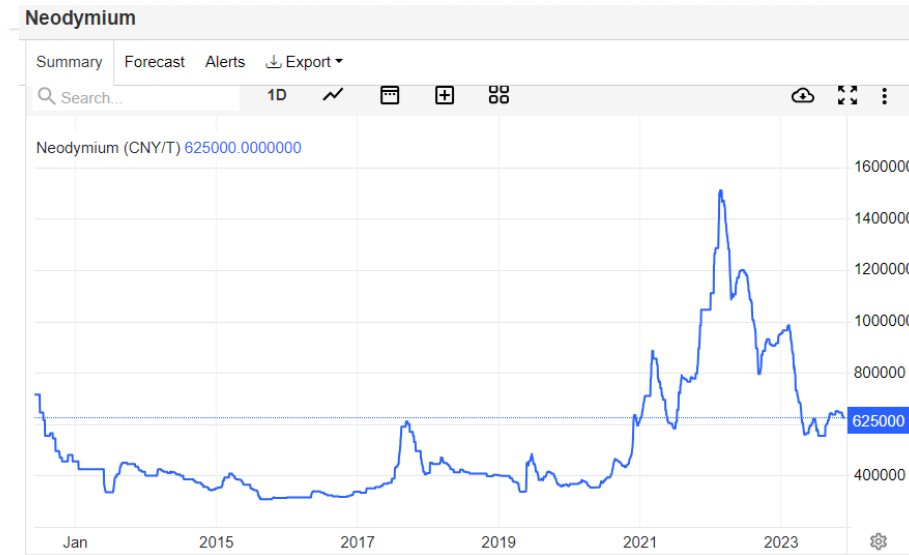


3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux

- les prix sont très volatils ...



Cobalt price evolution from 2014 to 2023. Source : <https://tradingeconomics.com/commodity/cobalt>



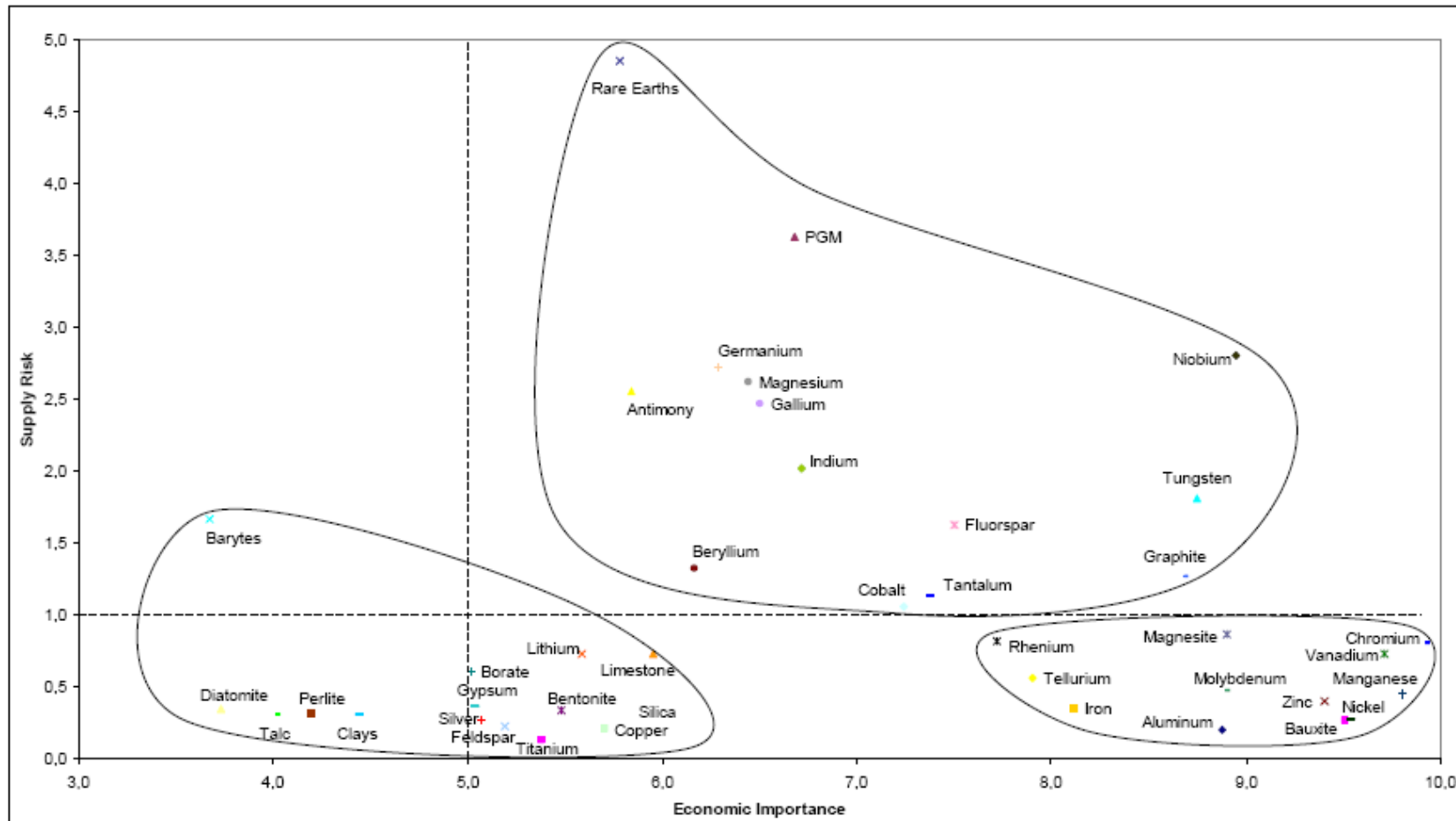
3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux

- rendre les chaines plus robustes, plus sûres, plus éthiques (?) ...
- l'UE agit ...

List of critical raw materials at EU level (in alphabetical order):

Antimony	Indium
Beryllium	Magnesium
Cobalt	Niobium
Fluorspar	PGMs (Platinum Group Metals) ¹
Gallium	Rare earths ²
Germanium	Tantalum
Graphite	Tungsten

3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux - l'UE agit ..



3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux

Politiques des régions

Table 6-1. Policy Goals, Business Policies, Research and Development Policies and Materials of Interest for Each Nation

Nation	Goal	Business Policy	R&D Policy	Materials of Interest
Japan	Secure a stable supply of raw materials for Japanese industries	<ul style="list-style-type: none"> • Funding for international mineral exploration • Loan guarantees for high-risk mineral projects • Stockpiling • Information gathering 	<ul style="list-style-type: none"> • Substitution research funded through METI and MEXT • Exploration, excavation, refining and safety research funded through JOGMEC 	Ni, Mn, Co, W, Mo, V**
European Union	Limit the impact of potential material supply shortages on the European economy	<ul style="list-style-type: none"> • Mineral trade policy for open international markets* • Information gathering* • Land permit streamlining* • Increased recycling regulations* 	<ul style="list-style-type: none"> • Increased material efficiency in applications • Identification of material substitutes • Improve end-of-life product collection and recycling processes 	Sb, Be, Co, Ga, Ge, In, Mg, Nb, REEs, Ta, W, Fluorspar and Graphite



3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux - Politique des Régions

		Occupancy		
Australia	Maintain investment in the mining industry while fairly taxing the depletion of national resources	<ul style="list-style-type: none"> • Low tax on the value of extracted resources • High tax on mine profits • Tax rebates for mineral exploration • Fast turnaround for land permit applications 	<ul style="list-style-type: none"> • Promote sustainable development practices in mining 	Ta, No, V, Li and REEs
China	Maintain a stable supply of raw materials for domestic use through industry consolidation, mitigating overproduction and reducing illegal trade	<ul style="list-style-type: none"> • Taxes and quotas on REE exports • Prohibition of foreign companies in REE mining • Industry consolidation • Unified pricing mechanisms* • Production quotas • Moratorium on new mining permits until mid-2011 	<ul style="list-style-type: none"> • Rare earth separation techniques and exploration of new rare earth functional materials • Rare earth metallurgy; optical, electrical, and magnetic properties of rare earths; basic chemical sciences of rare earths 	Sb, Sn, W, Fe, Hg, Al, Zn, V, Mo, REEs

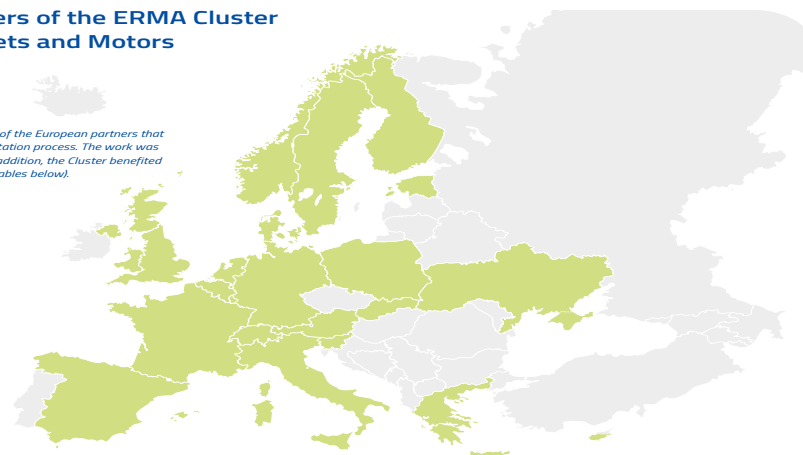
3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux

Politiques des régions ... les partenaires belges de ERMA



Appendix. Members of the ERMA Cluster Rare Earth Magnets and Motors

Map indicating the countries of origin of the European partners that contributed to the stakeholder consultation process. The work was organised in dedicated taskforces. In addition, the Cluster benefited from international participation (see tables below).



INDUSTRY, FINANCIAL ORGANISATIONS, AND BUSINESS CONSULTANCY

COUNTRY	ORGANISATION
Austria	MinPol GmbH - Agency for International Minerals Policy
Belgium	Comet Traitements SA
Belgium	CRM Group
Belgium	EUROALLIAGES
Belgium	Eurometaux - European Association of Metals
Belgium	INTRAW - International Raw Materials Observatory
Belgium	PERC - PAN-EUROPEAN RESERVES & RESOURCES REPORTING COMMITTEE
Belgium	REIA - Rare Earth Industry Association
Belgium	Solvay S.A.
Belgium	WindEurope asbl
Denmark	Grundfos Holding A/S

To put these figures into context, one of the scenarios described below could be envisaged:

3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux Politiques des régions ...opportunités d'investissements en EU

larger amounts of permanent magnets are primarily installed in offshore windparks.

- Assuming the use of 1.5 kg of Nd-Fe-B per electric vehicle (EV) and an EU market of about 7 million EVs by 2030, the EU could source 70 % of its rare earth magnet needs for EVs from domestic production¹⁷.



Fig. 9: ERMA investment cases in the rare earth value chain identified so far are located in various European locations

¹⁵ European Commission 2020b

¹⁶ WindEurope 2021a

¹⁷ IEA 2021; Marscheider-Weidemann et al. 2021

3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux

Politiques des régions ...un plan d'action européen

EU MARKET NEEDS AND ERMA ACTIONS

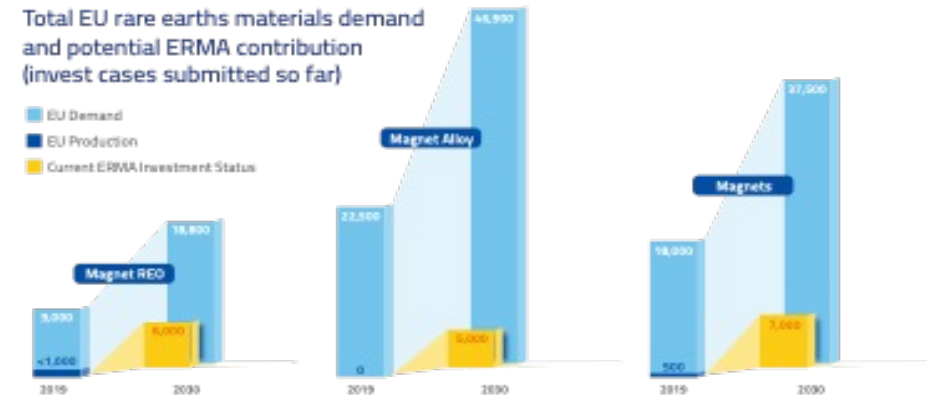
EU rare earth magnet demand in the emerging wind energy and automotive markets

- EU EV Automotive Market (million cars)
- Annual Wind Capacity Addition in EU (GW)
- Nd-Fe-B (%)



Total EU rare earths materials demand and potential ERMA contribution (invest cases submitted so far)

- EU Demand
- EU Production
- Current ERMA Investment Status



- 2021
- 2022
- 2023
- 2024
- 2025
- 2026
- 2027
- 2028
- 2029
- 2030

- A1: Suitable rare earth sources for EU identified
- A2: Establish global raw materials trade partnerships
- A3: EU rare earth circular economy incentivised
- A4: Access to finance secured for invest cases (disruptive state aid + private funding)
- A5: EU standards and certification scheme established
- A6: Study defining sustainable rare earth magnets completed
- A7: Transparent supply chains established to promote ethical sourcing
- A8: Level playing field with global competitors created, in terms of market conditions
- A9: Dedicated programme to raise awareness on the challenges and opportunities related to REE established
- A10: EU Rare Earth Research Factory installed
- A11: A researcher mobility programme related to REE established
- A12: Consider rare earth related R&D topics in Horizon Europe

IMPACTS

1. OEMs have access to a diversified and sustainable rare earths magnets supply chain – with at least 20% EU share
2. Increase in competition, thus innovation along the value chain driven by an active European research and innovation community
3. EU jobs and growth are created from (urban) mine to magnet and motor
4. The EU becomes a global leader in the Circular Economy of rare earth products
5. Rare earths come with standards and transparent supply chains

Investment decisions for rare earth projects needed

Installation time of a major rare earth processing, magnet manufacturing, and recycling plant is 2-5 years

Installation of primary extraction of rare earths from new or existing mining projects (by-product) is 8-15 years

1. Les Briques du Grand LEGO :

- Le catalogue des briques
- Que peut nous donner la terre ?

2. Technologies et Matériaux Critiques

- Quelles briques critiques pour quels besoins critiques ? Smart-Phone, Eclairage, Transition énergétique, ..?

3. Chaines d'approvisionnement et Marché des Matériaux

- au delà de la technologie ...

4. Quelques pistes pour (peut-être) gérer le futur .

4. Quelques pistes pour (peut-être) gérer le futur

Comment agir sur l'empreinte environnementale matérielle globale de l'objet final ?

- Quelques pistes générale au delà du plan spécifique ERMA :
 - Par la **recherche et le développement** permanent de nouvelles technologies moins consommatrices de matières devenues de plus en plus « rares » ou difficile d'accès.
 - Par une analyse systématique de **son cycle de vie** et de ses impacts, depuis sa conception, ses conditions d'usage, jusqu'à son recyclage ou sa destruction (Life Cycle Assessment).
 - Par un **design initial** de l'objet qui prend en compte la source d'approvisionnement de ses matériaux constitutifs et leur empreinte écologique globale, les conséquences de son usage et de son recyclage.
 - Par une **exploitation plus raisonnée**, plus systématique et élargie des ressources de matières stratégiques (déchets, géologie fonds marins, ...géologie spatiale ...) et une négociation politique et industrielle globale de l'accès à ces ressources.
 - Par des **choix de consommation personnels** plus responsables, voire raisonnés, les individus créant les marchés par leurs besoins.
 - Par la mise en place **de législations et normes** créant un contexte de volonté collective et d'incitants économiques - comme la taxe CO2- créant un contexte de compétition global équilibré et correct pour les acteurs industriels et les consommateurs.

4. Quelques pistes pour (peut-être) gérer le futur

...opportunité ou nécessité ?

- **Les nouvelles technologies nous offrent des opportunités uniques de collaborations industrielles et politiques globales impliquant l'accès aux ressources matérielles nécessaires pour assurer notre survie sur cette planète devenue trop petite pour subir nos besoins individuels définis dans leur forme actuelle.**
- **... que devient alors l'économie de marché en croissance perpétuelle ?**

4. Quelques pistes pour (peut-être) gérer le futur

... un peu d'optimisme ?

- Le génie Humains a toujours, jusqu'ici, permis d'éviter l'abîme en trouvant des moyens de substitutions aux besoins matériels ...pourvu que ça dure ...
- “On ne résout pas un problème avec les modes de pensées qui l'ont engendré” (A. Einstein)
- “Notre problème n'est pas la matière rare ...mais la matière grise ...” (sic) ...

Merci !



Legend: [Blue shaded cell] = Key material addressed in Strategy

1 H																	2 He									
3 Li	4 Be	Li-Lithium Y-Yttrium Co-Cobalt	In-Indium Tl-Tellurium La-Lanthanum Ce-Cerium	Pr-Praseodymium Nd-Neodymium Sm-Samarium	Eu-Europium Tb-Terbium Dy-Dysprosium	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne															
11 Na	12 Mg	Ga-Gallium				13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar															
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr									
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe									
55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn									
87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo									
119 Uun																										
		* Lanthanides										67 La	68 Ce	69 Pr	70 Nd	71 Pm	72 Sm	73 Eu	74 Gd	75 Tb	76 Dy	77 Ho	78 Er	79 Tm	80 Yb	81 Lu
		** Actinides										89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Figure 1-1. Key materials within the periodic table of the elements

