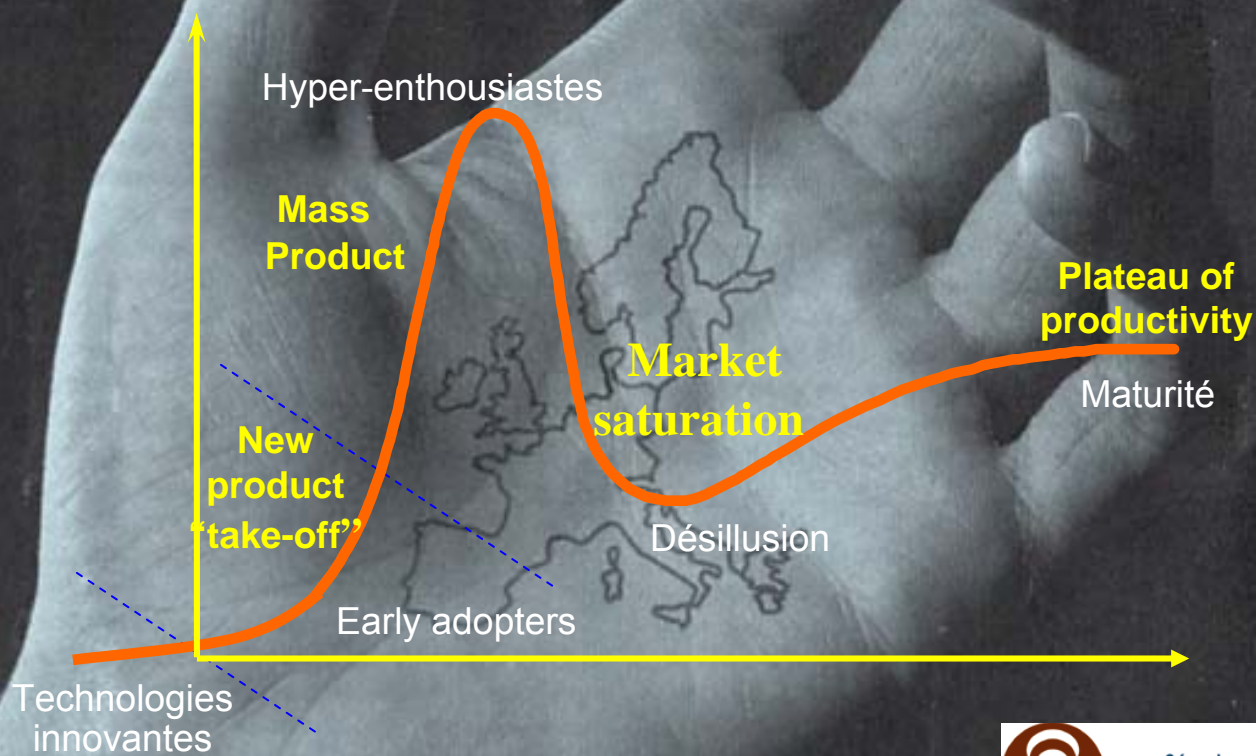


L'âge des Métaux rares



Métaux Rares

« high-tech, verts, critiques »

comment prévenir les crises ?

- Offres contraintes
 - Demandes en fortes hausses
- = **Crises** : Peut-on les anticiper ? Quels métaux rares sont concernés à court et moyen termes ?

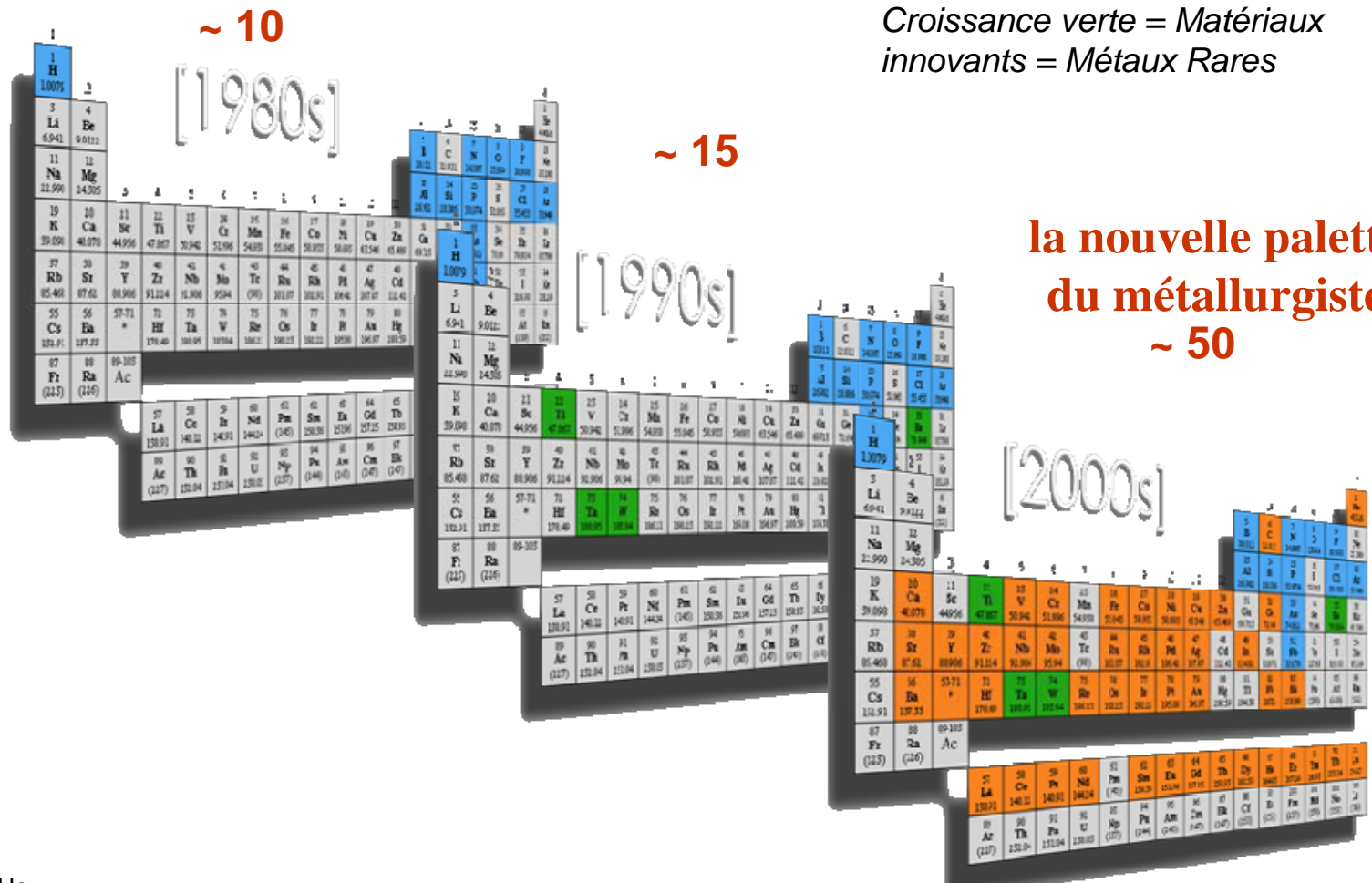
La spécificité des Métaux Rares



Les Métaux Rares, une palette riche d'environ 50 éléments

1. Antimony
2. Beryllium.
3. Bismuth
4. Cadmium,
5. Chromium
6. Cobalt,
7. Gallium,
8. Germanium,
9. Gold
10. Indium,
11. Lithium,
12. Magnesium,
13. Mercury
14. Molybdenum,
15. Niobium,
16. Osmium
17. Palladium
18. Platinum
19. Rhenium
20. Rhodium,
21. Ruthenium
22. Selenium,
23. Silicon,
24. Tantalum,
25. Tellurium
26. Titanium,
27. Tungsten
28. Uranium
29. Vanadium,

+ 17 Terres rares :
 LREE : Ce, La, Pr, Nd,
 Pm, Sm, Eu ;
 HREE : Y, Gd, Tb, Dy, Ho,
 Er, Tm, Lu, + Y, Sc



Quatre critères de base pour cerner les contours de ce groupe

Le critère quantitatif : il s'agit de petites productions, de quelques tonnes à 200 000 tonnes, qui se distinguent des métaux industriels (métaux de base > 10 Mt et minerai de fer > 1000 Mt).

Le critère technique : il s'agit majoritairement de sous-produits de l'industrie minière ou métallurgique

Le critère économique : Il s'agit de produits à valeur élevée à très élevée (principalement en raison du degré de pureté requis pour certaines applications high-tech (7 N : 99,99999)).

Le critère de criticité : Leur importance industrielle ne vient pas du chiffre d'affaire qu'ils représentent, mais de leur importance cruciale pour de nombreuses filières industrielles (high-tech, TIC, énergies renouvelables, militaire).

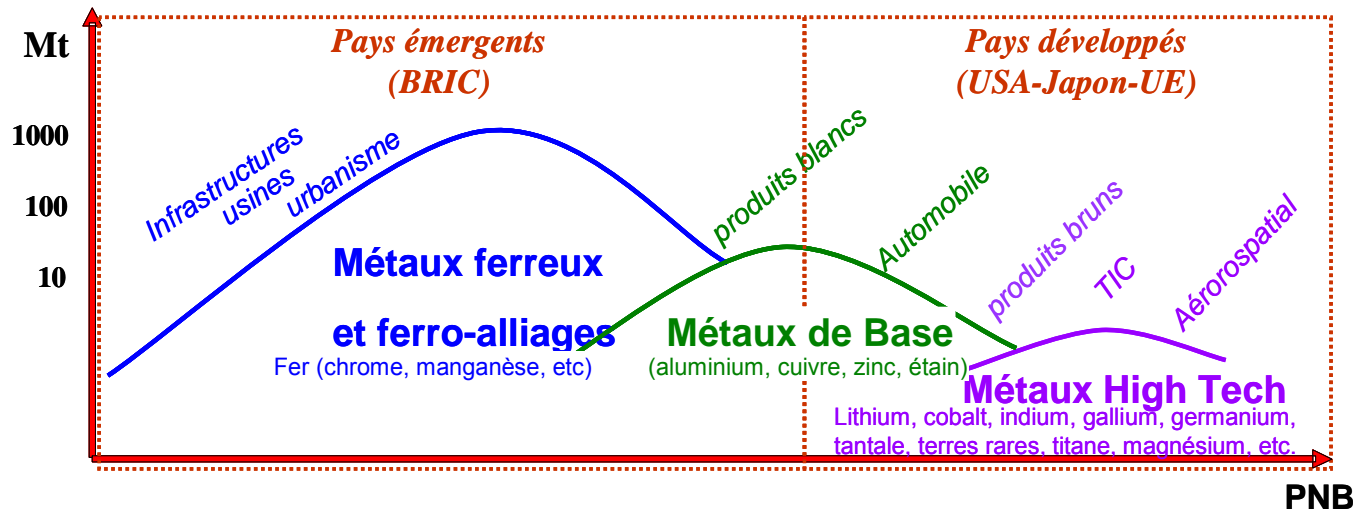
Métaux Rares et technologies vertes (Green Techs)

Métaux Rares par filières : de la catalyse, des énergies renouvelables, de stockage de l'énergie, des superalliages, de l'électronique, et autres de spécialité

Le rôle essentiel des métaux mineurs dans la thématique « enjeu climatique » de la réduction des GES (gaz à effet de serre)

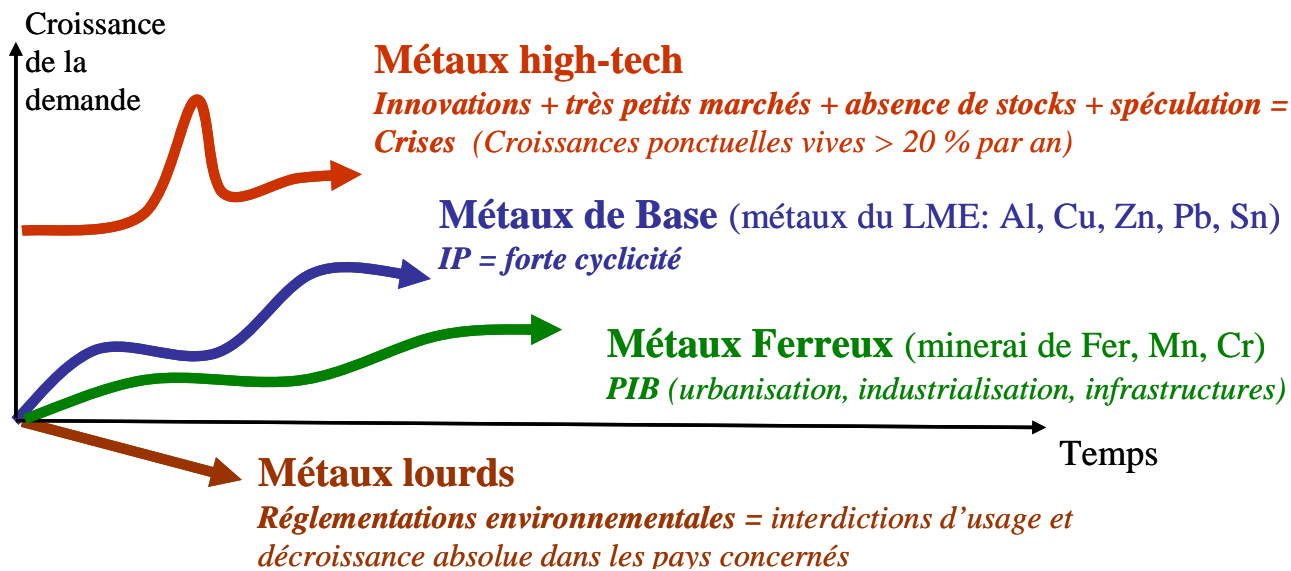
Automobile Stockage PV	Batteries Ni-MH, Li-ion	Lithium (Li), Cobalt (Co) Terres rares (TR)
Automobile	Catalyse (échappement, particules, NOx)	Platine (Pt), Palladium (Pd), Rhodium (Rh), Cérium (Ce)
Automobile LGV, Eolien	Aimants permanents (moteurs électriques)	Terres rares, Samarium (Sm) Néodyme (Nd), Dysprosium (Dy) Cobalt (Co)
Aéronautique Cogénération	Titane-composite/alliage aluminium-lithium Aciers UHSS, Superalliages	Titane (Ti), Lithium (Li), Rhénium (Re), Niobium (Nb)
Photovoltaïque	Technologies film mince : CdTe, CIGS	Indium (In), Germanium (Ge), Gallium (Ga), Sélénium (Se), Tellure (Te)
Eclairage	LED (light emitting diodes) à lumière blanche.	Gallium (Ga), Indium (In), Terres Rares
Nucléaire	Matériaux résistants aux flux de neutrons	Zirconium (Zr), Béryllium (Be), Niobium (Nb)

La nature et la quantité des métaux consommés dépendent des stades de développement



La Chine bouscule ce schéma classique

Classification économique des métaux



Métaux rares : l'enjeu de la prospective

Métaux traditionnels

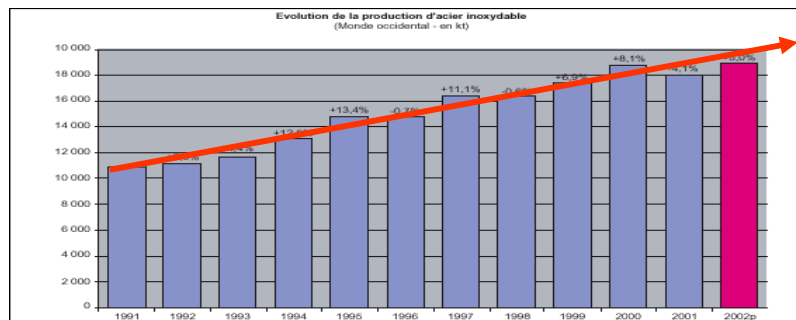
Prospective : extrapoler le passé



Métaux ferreux : Fe (Cr, Mn, V)

Métaux de base : Cu, Zn, Ni, Sn

Trend et Cycles



Métaux Rares

Prospective : regarder vers le futur



Superaliages : Ti, Nb, Co, Re, Mo

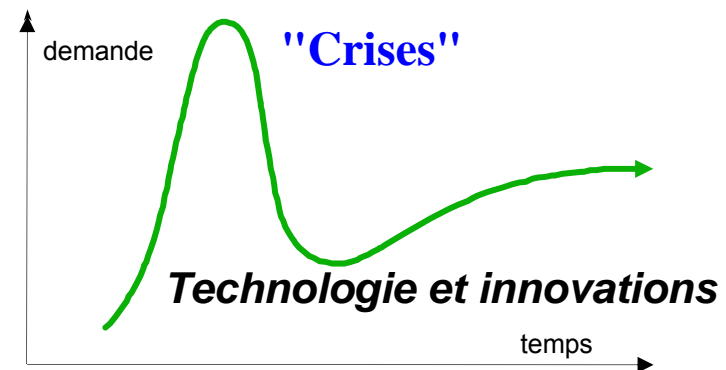
TIC : Ga, Ge, In, Ta

Photovoltaïque : Cd, Te, Se, In, Ga

Batteries : Li, Nd, Cd, Co

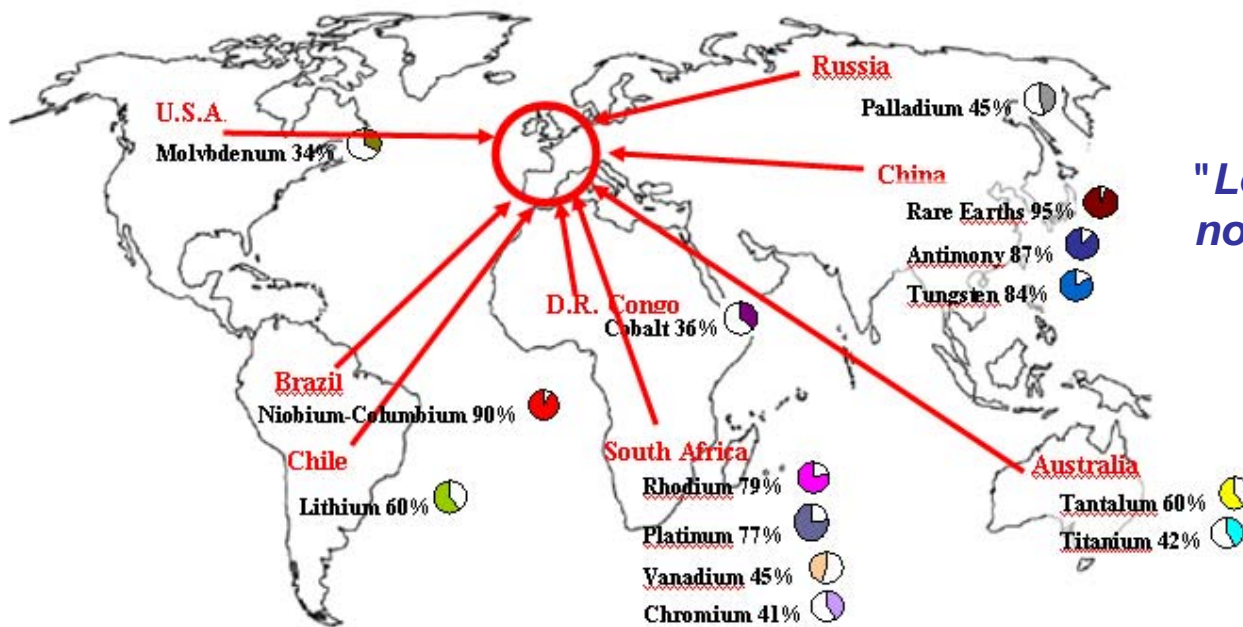
Catalyse : Pt, Pd, Rh, Ce

Spécialités : W, Be, Zr, Terres Rares



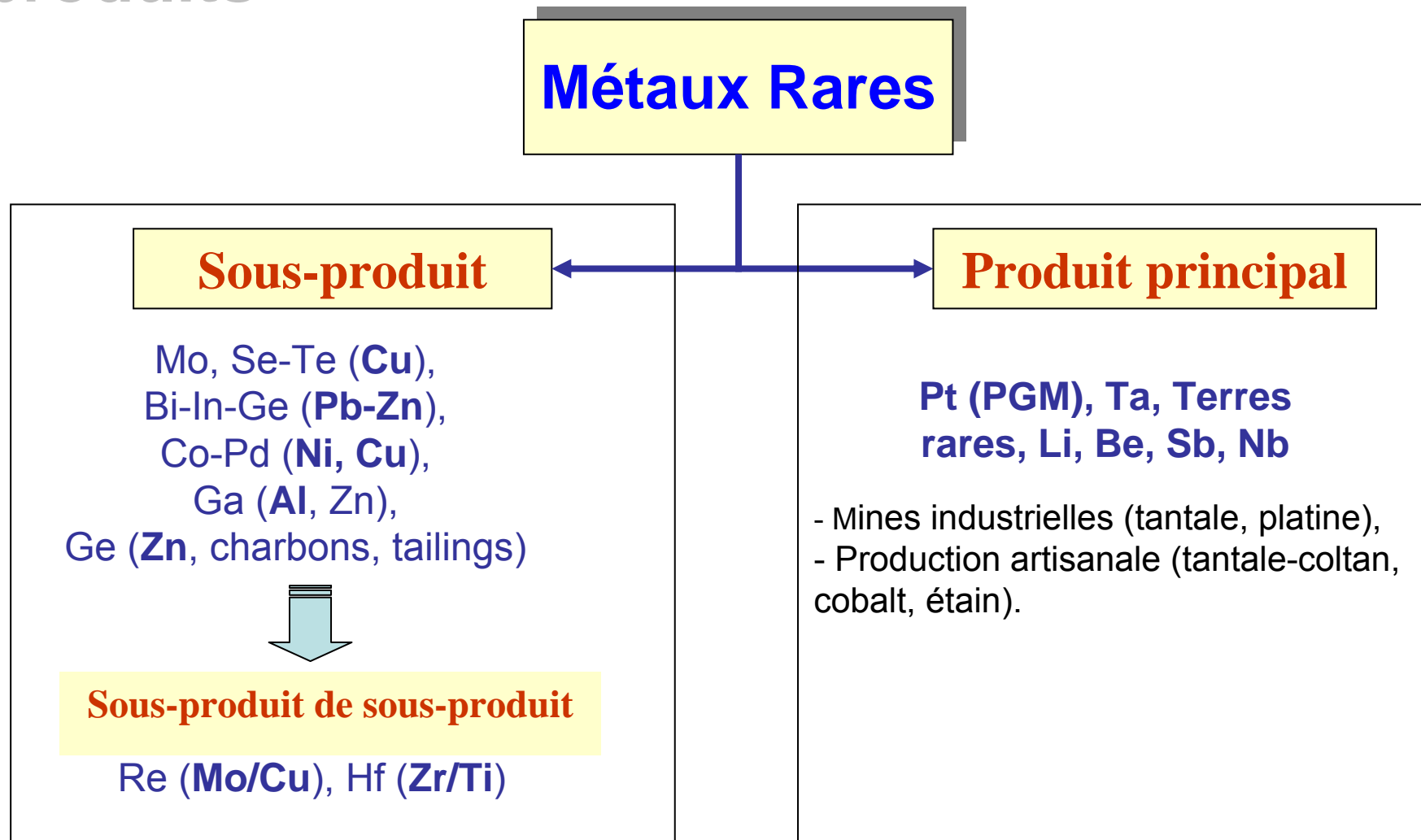
La production des Métaux Rares montre de nombreux pays monopolistiques

L'UE est particulièrement dépendante



*"Le Moyen-Orient a du pétrole, nous avons des métaux rares"
Deng Xiaoping*

Métaux rares : majoritairement des sous-produits



Métaux rares : des quantités faibles

Exemples des métaux rares de la filière photovoltaïque

Métal	Production primaire (minière)	Sous- produit	(t)
Aluminium	39 Mt	Gallium	130 t
Zinc	11 Mt	Cadmium	20 000 t
		Indium	600 t
		Germanium	140 t
Cuivre	15,5 Mt	Sélénium	1 350 t
		Tellure	< 1 000 t

Autres : Sc : 4t, Re : 50t, Li : 20 000 t, TR : 100 000 t

Métaux rares : des prix élevés

No.	Element	Prix en \$ / kg (28 Janvier 2008)	
1	Rhodium	227,622	→ 227 M\$/t = 7 000 \$/oz !
2	Platinum	53,562	
3	Gold	29,489	
4	Iridium	14,306	
5	Ruthenium	12,860	
6	Osmium	12,217	
7	Palladium	12,168	
8	Rhenium	9,700	→ 10 000 000 \$/t = 300 \$/oz
9	Germanium	1,275	
10	Gallium	600	

Les nouvelles contraintes sur l'offre



Chine : quotas export de métaux rares revus chaque année à la baisse

	2007	2008	2009
Indium (In)	6 mois : 120 t	240 t	233 t 139,8 (1° sem) 93,2 (2° sem)
Molybdène (Mo)	6 mois : 12 800 t	26 300 t	
Étain (Sn)	37 000 t	33 300 t (-10%)	
Tungstène (WO ₃)		66 850 t	68 555 t
Antimoine (Sb)	61 800 t	59 900 t	
Terres rares (oxydes REE)		52 000 t	35 000 ? t

Ces quotas concernent en priorité les produits miniers où la Chine est un producteur dominant à monopolistique

La chine renforce son contrôle sur un grand nombre de métaux rares via des quotas

3 objectifs

- 1 – Fermer des capacités de production obsolètes polluantes pour préserver l'environnement
- 2 – réserver la ressource domestique pour son propre manufacturing
- 3 – Aller vers la valeur ajoutée en contraignant les industries high tech à se delocaliser en Chine

Une dimension politique :

« exports of rare metals and minerals should be strictly administrated » Ministère du commerce chinois

Opacité des filières contrôlant l'offre

Les producteurs miniers et raffineurs et les négociants en métaux (traders) entretiennent l'opacité des filières d'approvisionnements des marchés de métaux rares.

Pour les premiers les métaux rares sont des « cash cow » et les seconds ne veulent évidemment pas dévoiler quels sont leurs fournisseurs

D'où les approximations statistiques et la difficulté d'apprécier les déséquilibres offre-demande, c'est à dire la prospective.

Stockages stratégiques (Etats) : amplificateurs potentiel de crise ?



Stockpile or Not Stockpile?

« buffer stocks, but how to stockpile materials without price affect » ?

2009		Cobalt (Co)	Ferro - Vanadium	Molybdène (Mo)	Indium (In)	Gallium (Ga)	Lithium (Li)
Japon (Via Jogmec)	Couverture pour 42 jours de conso	130 t en 2009	319t en 2009 (en V contenu)	60t en 2009 (Mo contenu)	1 t en 2009 <i>total : 60-80t</i>	0,5 t en 2009	
Corée du Sud * (Via Public Procurement Service ou PPS)	La couverture passera à <u>60 jours de conso</u> en 2012, (contre 40 actuel) Achat de métaux rares x 6 en 2009		200t en 2009		5 t de Korea Zinc		80 t en 2009
Chine (Via le Strategic Reserve Board ou SRB)	Achats en soutien aux producteurs affectés par la crise.				30 t Huludao		

* Corée du Sud : 259 M\$ pour technologie visant à l'autosuffisance en métaux rares en 2018 (lithium et magnesium)

Quel produit stocker ? ex. du germanium



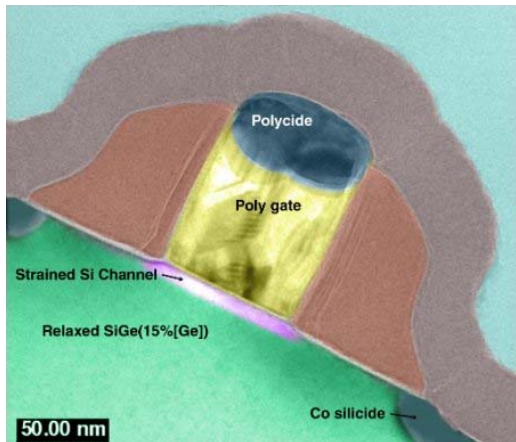
GeCl₄
Optic fibber (4% GeCl₄)

Stocker :

- Quels produits ?
- En quelles quantités (durée) ?
- Pour quelle finalité ?
- répartition Publique/Privé ?



GeO₂
Catalyst (PET: polyéthylène téréphtalate)



Ge metal
Electronic Grade (99.999 %)
(infra rouge optoélectronique, substrats pour photovoltaïque multijonction, LED)

ETF-ETC : d'abord les métaux précieux :or, argent, platine

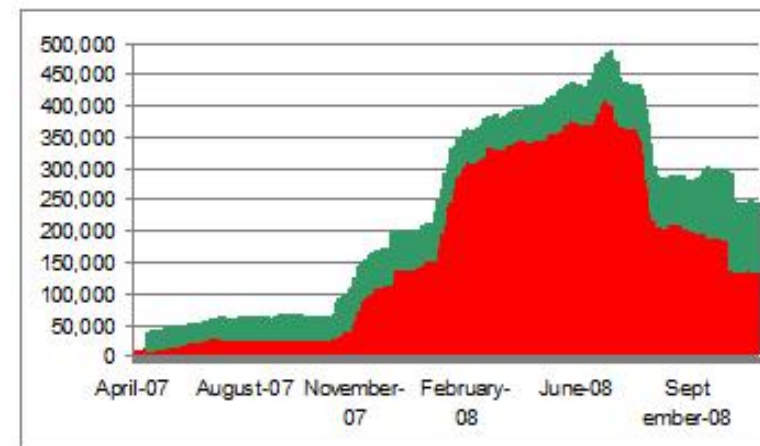
Les ETF/ETC « exchange traded funds » sont des certificats gagés sur du métal physique.

Il se résume à stockage spéculatif et opportuniste (accompagner une hausse de la demande et assécher un marché spot réduit, c'est-à-dire provoquer la pénurie)

Selon Johnson Matthey, les récents ETF sur les platinoïdes peuvent être « **disruptifs** » et induire de fortes volatilités

Une nouvelle demande pour les métaux précieux

Sur les 2 Moz de Pt de stock physique de métal (« bullion »), les ETFs pourraient atteindre 1 Moz



ETF Securities au LSE, Deutsche Börse, NYSE-Euronext, Banque cantonale de Zurich

Maintenant les métaux rares : ETF- indium de SMG Specialty Metals Group

Investment Size and scale of agreement to be decided after IPO

Indium fund SMG signs deal with Singapore's Unionmet

LONDON
BY KIERAN LEAHY

SMG Indium Resources, the fund set up by former AIG trader Alan Benjamin to invest in the minor metal, has signed a purchasing and agency agreement with Singapore producer Unionmet, while it waits for approval of its initial public offering (IPO), it said in a recent filing to the US Securities & Exchange Commission (SEC).

The scope and start date of the agreement will be decided when the company's IPO is completed, which may be several months away, market sources said.

The company is expected to sign further agreements with other major indium producers in the near future, including MCP Group, MB understands.

SMG, based in New Jersey, USA, was founded earlier this year with the intention of stockpiling indium to profit from appreciation in the value of the metal.

downturn," one market participant said.

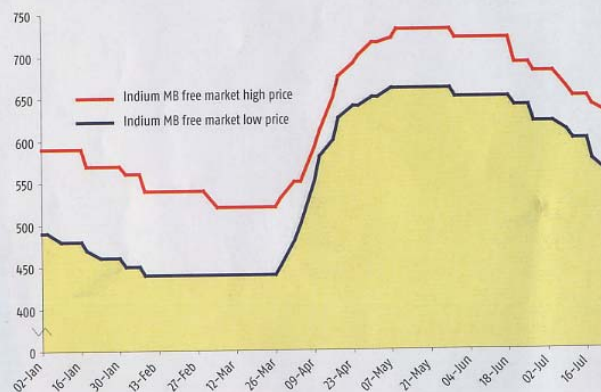
The company could have a major impact if it succeeds in raising the money, given its buying power and the illiquid nature of the indium market, market participants said.

"We've been following this situation very closely. We're waiting to see what will happen next,"

another market participant said.

Officials at SMG were unavailable for comment at the time of writing.

SMG is headed by chairman and ceo Alan Benjamin, who was formerly senior vp of base metals trading at brokerage AIG, and president and director, Ailon Grushkin, who heads two hedge funds.



SMG Indium Resources : " the company was formed to buy and stockpile indium".

"Our strategy is to achieve long-term appreciation in the value of our indium stockpile"

Canada's Sprott Asset Management : « moly ETF » (en faillite suite à l'écroulement du prix du Mo fin 2008)

Est-il raisonnable de considérer les métaux rares comme une classe d'actif ?

<http://www.smg-indium.com>

LME : contrats Mo et Co (début 22-02-2010)

- **Une place de marché de couverture ?** obtenir plus de transparence dans l'établissement des prix, acheter du futur c'est diminuer le risque de volatilité
- **Un nouveau lieu de spéculation ?** peu de spot, peu d'échanges, petits marchés, sous produits, produits très variés, oppositions des traders... Un producteur dominant peut manipuler le marché. Pour qui ? les hedge funds ou le private equity ?

So what is metal ?

- **Métal Physique :** cathodes, bars or briquettes, lumps or powder, packed in drums or bags. And when you buy it, it's sitting in a warehouse or the factory gates.
- **Ou Métal Papier ?** What is traded on the LME is warrants. mainly paper and increasingly electronic

20-Nov-09. Le Minor Metal Trade Association (MMTA) a voté contre l'appui au LME pour la formation des prix (basée sur la demande et l'offre), mais non pondéré par les volumes)

LME conditions for cobalt and molybdenum contracts

Cobalt:

- 99.3% cobalt and higher
- Maximum impurity levels, listed brands
- Cathodes, ingots, briquettes
- 1-tonne lots, 250 kg drums

Roasted molybdenum concentrates:

- 60% molybdenum content
- Impurity levels: copper (0.50%), sulphur (0.10%), carbon (0.10%), phosphorous (0.05%), lead (0.05%)
- 57-63% (570-630 kg Mo per lot) accepted for delivery
- 1-tonne lots

Quality assurance:

- Checked by warehouse
- Original packing and seals
- Assay certificates, certificates of origin
- No mixing of batches
- Drums must be even
- Bags must be sealed
- Damaged bags not acceptable

Cash-3 months: settled daily
4 months-6 months: settled weekly
7 months-15 months: settled monthly
Warehousing in Baltimore, Rotterdam and Singapore

Crises



“crisis”

En Chinois, crise s’écrit avec
deux caractères : l’un
représente danger et l’autre
opportunité

危機

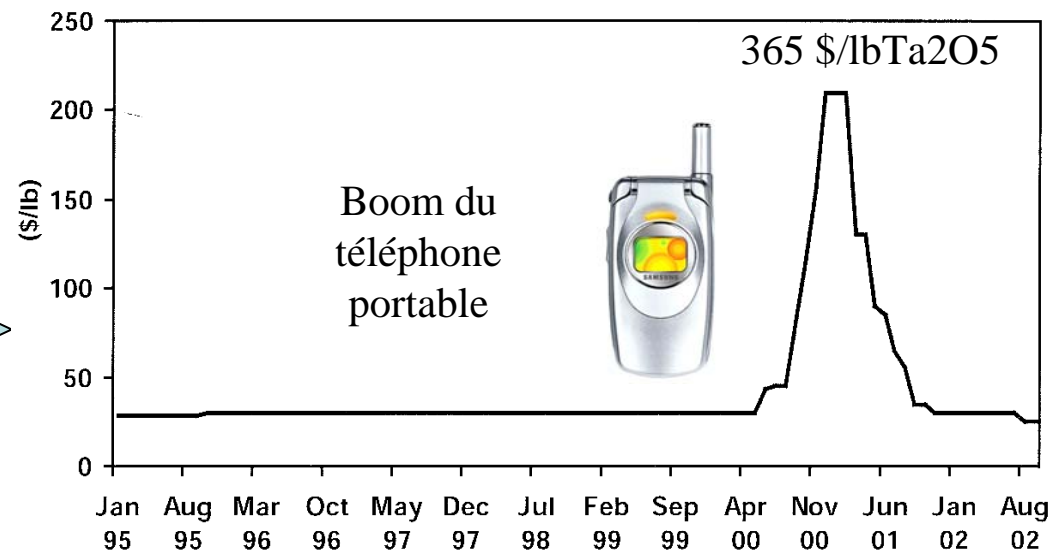
Les Métaux Rares sont affectés de crises des prix

Quelques crises passées

Co : 1978
Ti : 1978-79
Rh : 1990-1994
Ge : 1995-1996
Pd : 2000
Ga: 2000
Ta : 2000
Mo: 2002
Sb : 2002

Des crises généralement brutales mais brèves

Crise du tantale en 2000
condensateurs au tantale
Pour tel. et ordinateurs portables



Ces crises ont des origines variées

Crises de nature :

- **Conjoncturelles** : interruptions accidentelles et temporaires de l'offre, d'ordre technique (mines, métallurgie, énergie, transport, etc.), climatique (ouragans et inondations, etc.), ou social (grève).
- **Provoquées** : interruption ou assèchement volontaire de l'offre, par des restrictions à l'exportation (quotas Etat, rétention d'un producteur dominant), la spéculation (ETF)
- **Structurelles** : commercialisation massive d'un produit innovant ; la production étant contrainte (inélasticité des sous-produits) et incapable de s'adapter à la forte croissance de la demande

Le mécanisme de crise structurelle

- Une demande à forte croissance (un nouveau produit innovant)
- Une offre contrainte (inélasticité du sous-produit, faible tonnage, pas de stock, peu de spot), et l'opacité du marché (producteurs, négociants) ne permettant pas l'appréciation du risque
- *La montée des cours : crise des prix*
- *De la crise de prix à la pénurie* : amplification de la crise par le comportement mimétique des acteurs (logique imitative) et la spéculation opportuniste (ETF)

Consensus + Mimétisme = Crise

L'impact majeur du comportement des acteurs

C'est l'anticipation d'une possible crise qui détermine l'action des investisseurs.

Chaque acteur se détermine, non pas en fonction de ce qu'il pense lui-même du marché, **mais en fonction de ce qu'il pense que les autres vont faire.**

Un responsable achat sera ainsi rationnellement amené à acquérir du métal à un prix supérieur à sa valeur fondamentale dès lors qu'il pense que d'autres sont prêts à l'acquérir à un prix encore supérieur dans le futur.

*Il en résulte des **interactions mimétiques basées sur une logique imitative***

Les comportements individuels des acheteurs sont rationnels, mais conduisent à des dynamiques collectives moutonnières irrationnelles. L'émotion dicte des réactions excessives et les marchés passent de l'avidité à la peur... jusqu'à constituer une **"bulle spéculative"**

Crises : conséquences



Impacts d'une offre insuffisante

2 aspects : selon crise ou pénurie.

Crise

- **Impact significatif :**
 - Le Rhénium dans les superalliages (6% de Re dans l'alliage, à raison de 10 000 \$/kg = 80% de la valeur métal contenu de l'alliage),
 - Le Platine dans la catalyse automobile diesel (jusqu'à 3 g Pt, à raison de 2 000 \$/oz = 200 \$ par véhicule)
- **Impact insignifiant :**
 - Le Tantale dans les téléphones ou ordinateurs portables (1 à 2 g, à raison de 500 \$/lb),
 - L'Indium dans un TV-LCD (2 g à raison de 500 \$/kg)

Pénurie

- « **no built** » *situation*
- *Pour les industries dont l'impact est insignifiant, le seul vrai risque est celui de la pénurie. Dans ce cas, « peut importe le prix, pourvu qu'il y en ait »,*

La notion de "métal critique"

La criticité d'un metal high tech sera d'autant plus élevée

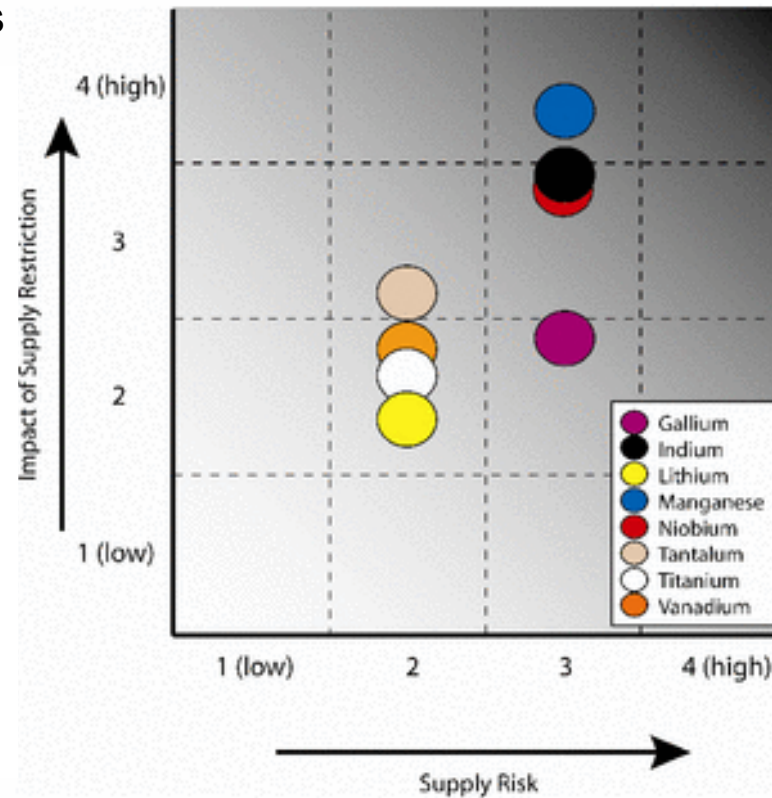
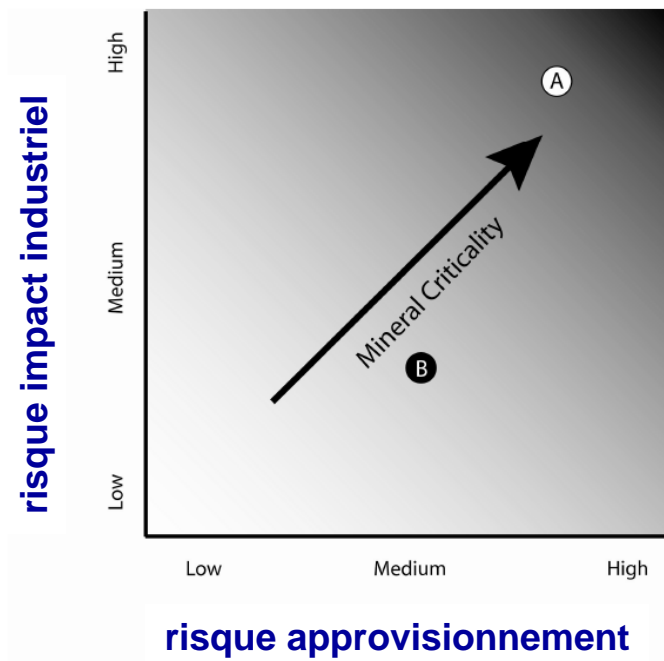
- 1) que ses industries manufacturières seront dépendantes d'un métal
- 2) que le pays producteur sera monopolistique avec risques géopolitiques
- 3) que l'équation offre-demande soit tendue avec une production inélastique

(minerai, produit intermédiaire, métal raffiné, alliage, semi-produit)

Métaux critiques

Une étude d'octobre 2007 du National Research Council (NRC) donne la liste des nouveaux « métaux stratégiques » aux Etats-Unis.

Ces métaux sont analysés et présentés selon une matrice de risques



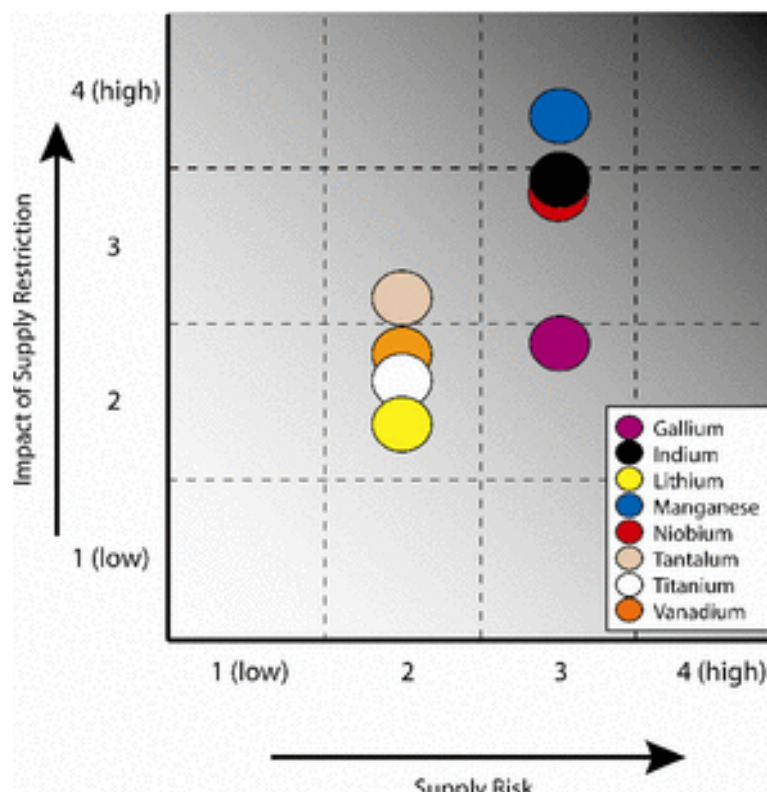
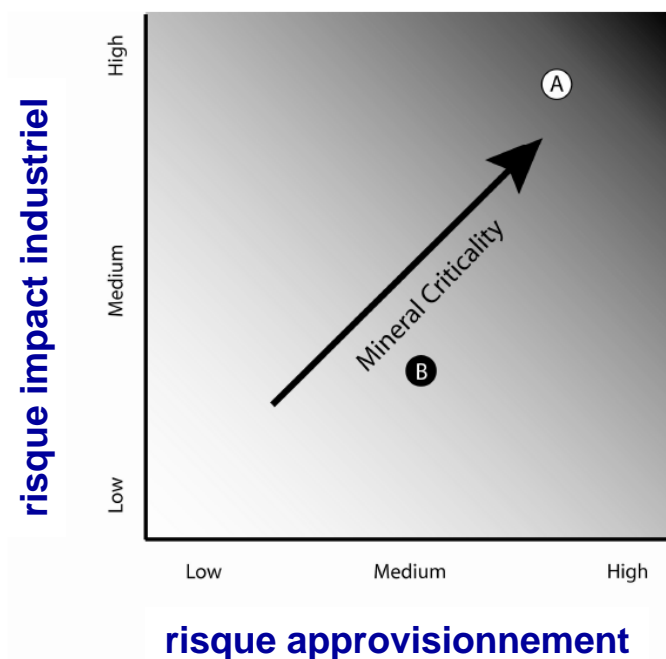
Métaux « critiques »

- [In Ga Ta](#)
- [PGM \(6\)](#)
- [Terres Rares](#)
- [Nb](#)
- [Li](#)
- [V](#)
- [Ti](#)

Métaux critiques pour les Etats Unis

Une étude d'octobre 2007 du National Research Council (NRC) donne la liste des nouveaux « métaux stratégiques » aux Etats-Unis. On note une excellente convergence entre les 11 métaux identifiés, considérés comme critiques pour l'économie et la sécurité US et les « métaux verts High-tech » précédents.

Ces métaux sont analysés et présentés selon une matrice de risques



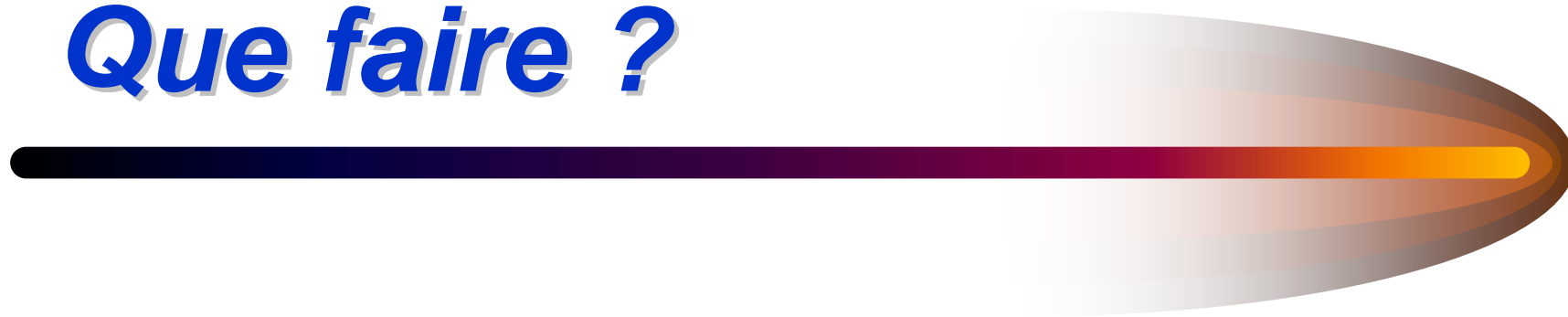
Métaux « critiques »

- [In Ga Ta](#)
- [PGM \(6\)](#)
- [Terres Rares](#)
- [Nb](#)
- [Li](#)
- [V](#)
- [Ti](#)

Sans information préalable sur la demande future, le stockage est inadéquat.

decembre 2009

Que faire ?



Industriels

Quelle perception du "risque métal"

L'industriel (depuis S. Tchuruk, Alcatel : l'industrie sans usine) se recentre sur le capital intellectuel « conception-assemblage-marketing » et délocalise sa production ou la sous-traite aux équipementiers. Pour fabriquer ses produits, il puise dans un catalogue de composants que lui livre, en flux tendu, un fournisseur.

Les métaux rares sont en quantités si minimes dans les composants que**l'industriel n'a parfois plus aucune perception du risque métal**

Apprécier le risque :

- au niveau de l'entreprise = \sum (degré dépendance, flux tendus et zéro stock),
- au niveau du marché = \sum (état du marché, impact des nouvelles applications, niveau de spot, quotas, ETF)

Comment se protéger ?

- **Sécuriser les approvisionnement** : au niveau de la production minière/métallurgique (via un contrat d'achat à long terme sur la "fraction certaine" de la consommation, voire un off-take).
- **Achats de couverture** : couvrir le risque haussier par des achats futurs à prix préfixés au LME (marché à terme pour Co et Mo à partir de février 2010)
- **Trader ou pas trader ?** diversifier les sources d'approvisionnement via des fournisseurs directs sans intermédiaires (Internet : risques qualité, quantité, délais).
- **Stockage** : estimer le stockage en mois de fonctionnement en prévision de tension, profiter du bas de cycle pour les achats. Attention aux achats compulsifs par crainte de pénurie
- **Tooling** : concerne le recyclage en boucle fermée des déchets neufs de fabrication
- **Veille active en liaison avec les équipementiers** : Intégrer la veille dans les « Pôles de compétitivité »
- **Réduction d'usage**
- **Substituer** : par des métaux moins vulnérables
- **Recycler** : c'est un métier spécialisé (catalyse, D3E)

Substitutions : Platine & Palladium, les frères ennemis



Recycler ?

- Recyclage des produits en fin de vie : gisement « above ground mine »
- une activité qui n'a de rentabilité que pour les métaux précieux contenus dans les circuits imprimés ex : 50 000 téléphones portables contiennent 1 kilo d'or et 10 d'argent
- Identifier et localiser les métaux rares dans les déchets ..



CRITICAL & STRATEGIC METALS

DANS UN MONDE EN
MOUVEMENT
C'EST L'ANTICIPATION
QUI FAIT LA DIFFÉRENCE

Trois exemples de crise potentielle à court-moyen termes

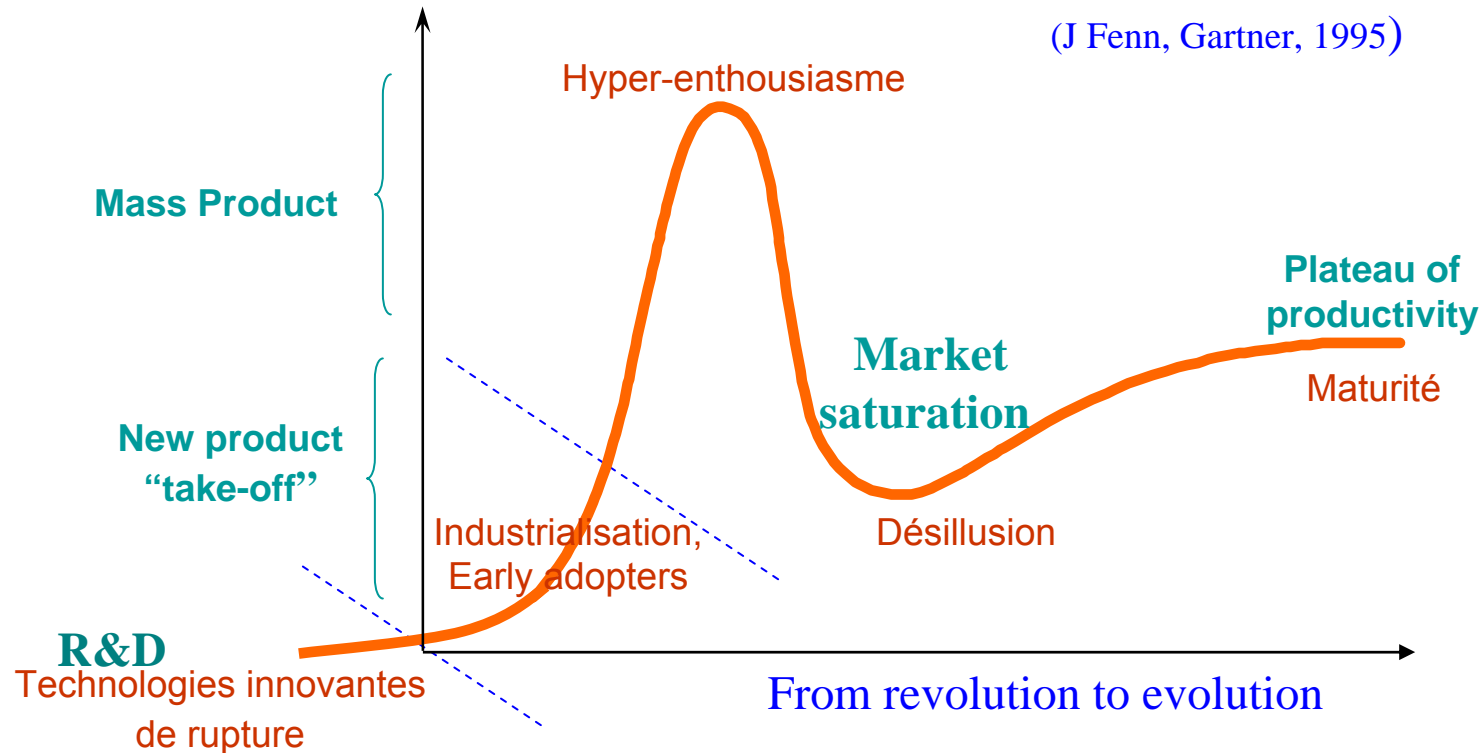
Éléments concernés et Technologie d

- **Lithium** : batterie automobile électrique/hybride
- **Terres rares** : aimants permanents des moteurs électriques (automobile, éoliennes, LGV, etc.)
- **Indium, Tellure** : Photovoltaïques film minces (CIGS, Cd-Te)

The Hype Cycle

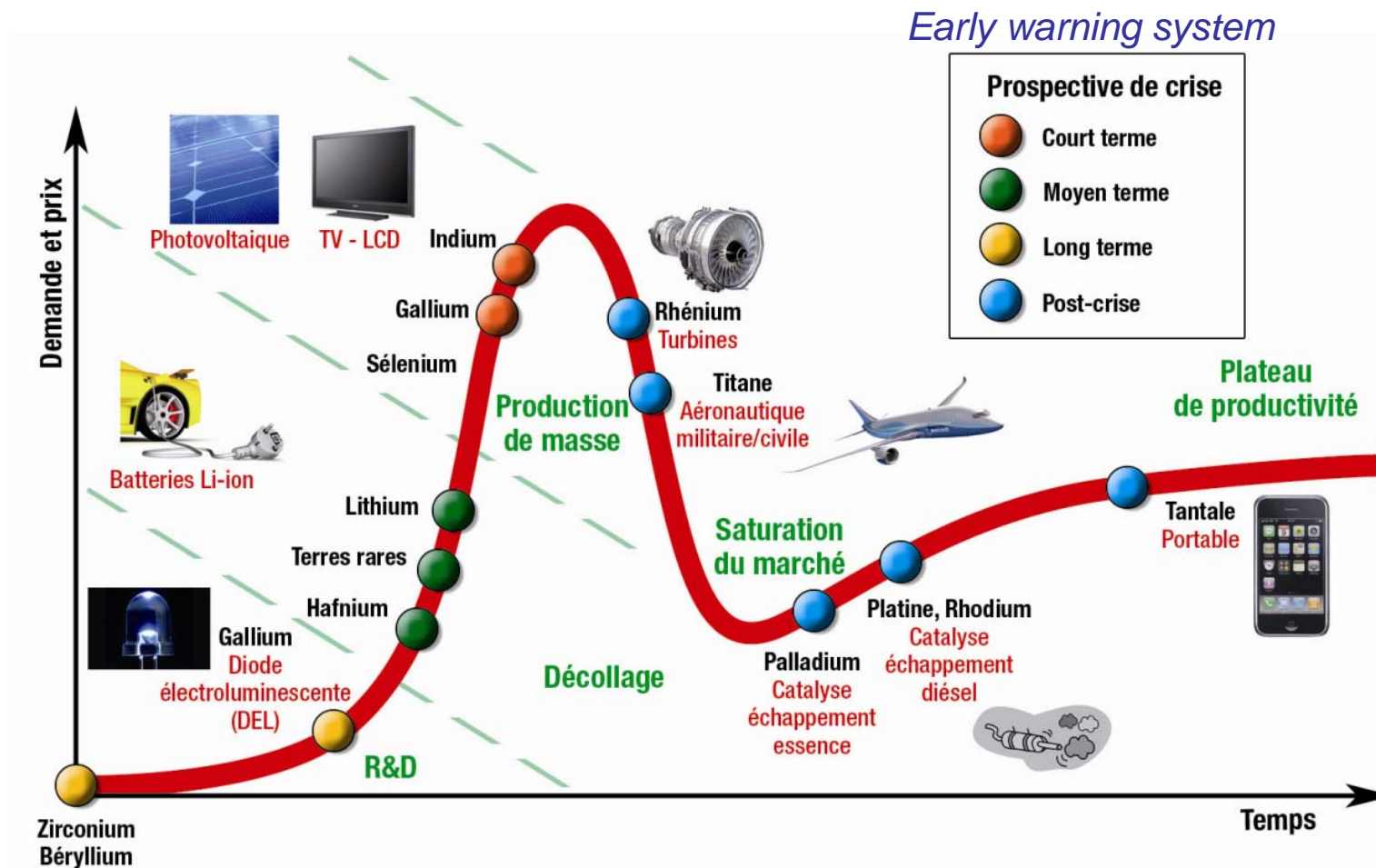
5 stades caractérisent l'émergence d'une nouvelle technologie

People tend to exaggerate the short-term impacts of technological change and underestimate its long-run impacts: Arthur C. Clark



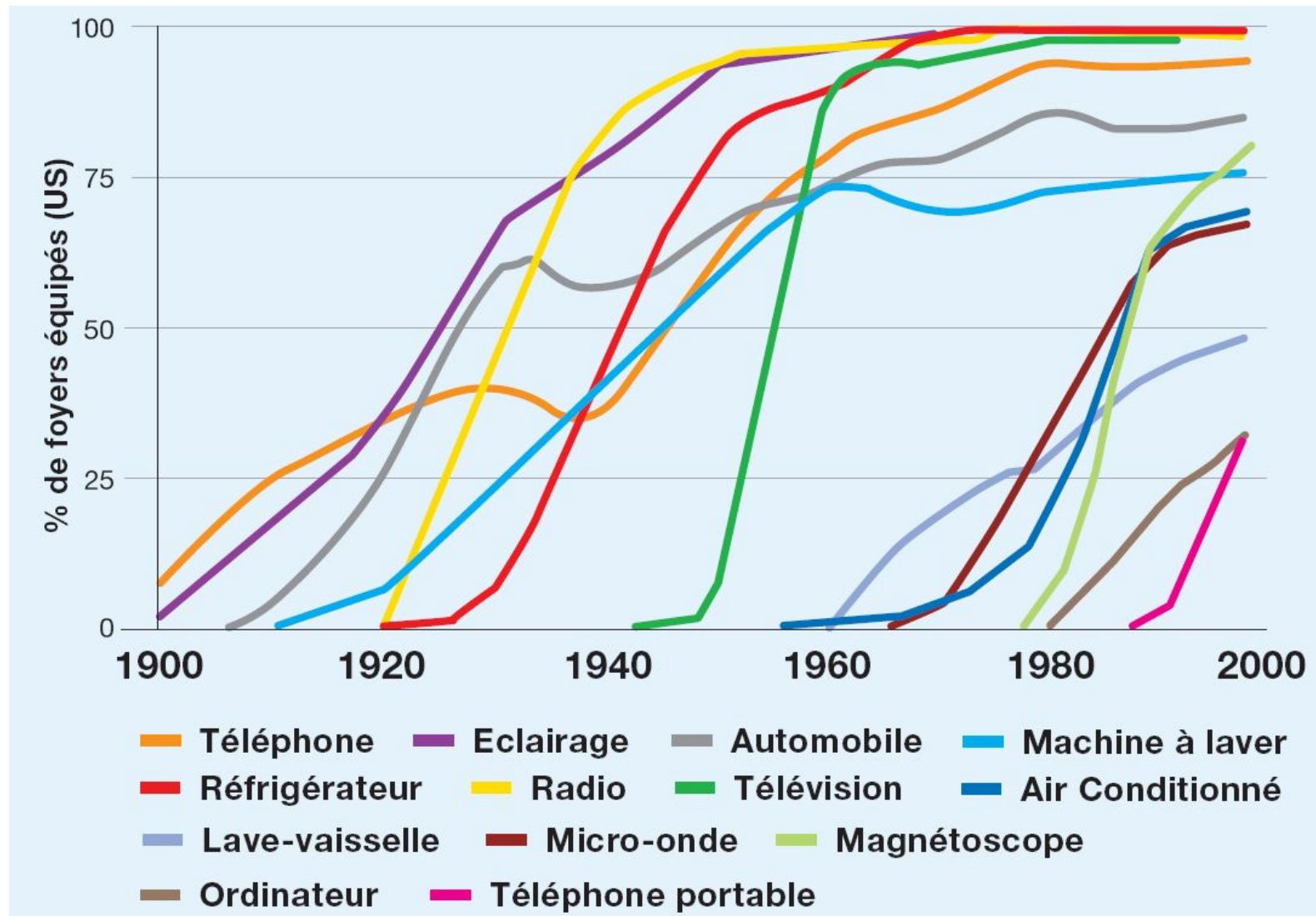
Avec le ratio de temps suivant entre les trois étapes : découverte = 1, invention = 10 ,et innovation = 100

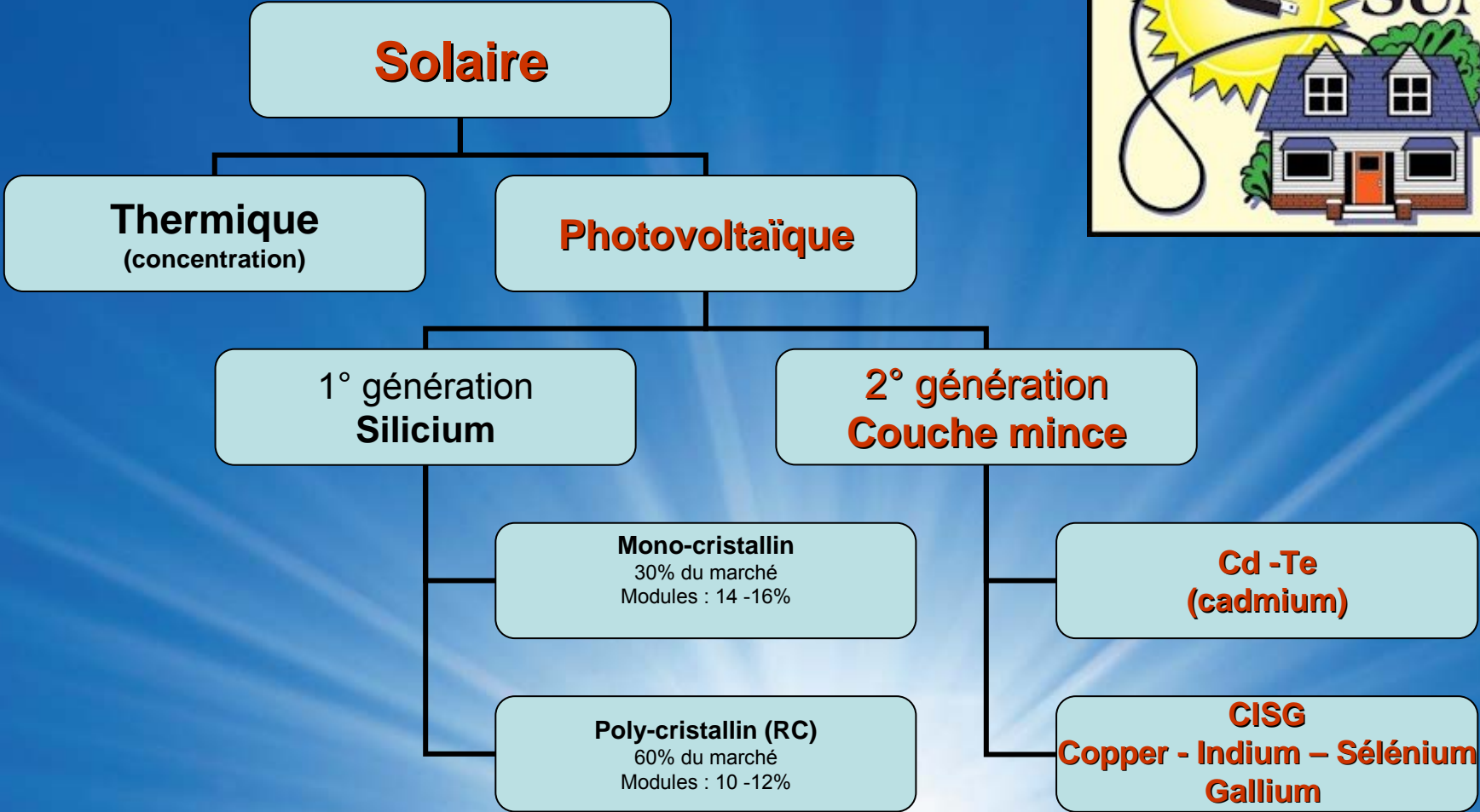
Métaux Rares : Prospective & crises potentielles



Les crises de la demande sont prévisibles, importance de la veille prospective

La pénétration des produits innovants est de plus rapide





Photovoltaïque

Photovoltaïque à technologie CIGS : crise In, Ga ?

CIGS : cuivre, indium, gallium, sélénium : 10% Cu, 28% In, 10% Ga et 52 % Se .

Une croissance forte de la demande est attendue à partir de 2010. La demande en In pour le CIGS PV pourrait atteindre 228 t in 2016 (180 t pour les cellules CIGS et 40 t pour les autres cellules-film mince).

- **In** : CIGS = 150 t en 2010, soit 30% de la prod primaire actuelle : 500 t
 - Indium primaire pour LCD = 110t
 - Non LCD = 240 t
 - **CIGS** **150 t**
 - Total : 500t
 - **Crise dès 2011**
- **Ga** : CIGS va apporter une croissance de la demande de 50t, soit 33% des 140 t de Ga primaire en 2010
 - En plus de la demande en GaAs (electronique) et GaN (LED, GPS, etc.)
 - Mais capacités de production inutilisées en Australie
- **Se** : 250 t en 2010 (moins tendu car 2000t/an)
- **Japon** :apparemment on assiste à un gd retour des couches minces de type CdTe. Le CIS en perte de vitesse à cause des tensions sur l'In.

CIGS PV cells producing 1 GW
(gigawatt) require :
15 t Cu, 22 t In, 4 t Ga and 55 t Se

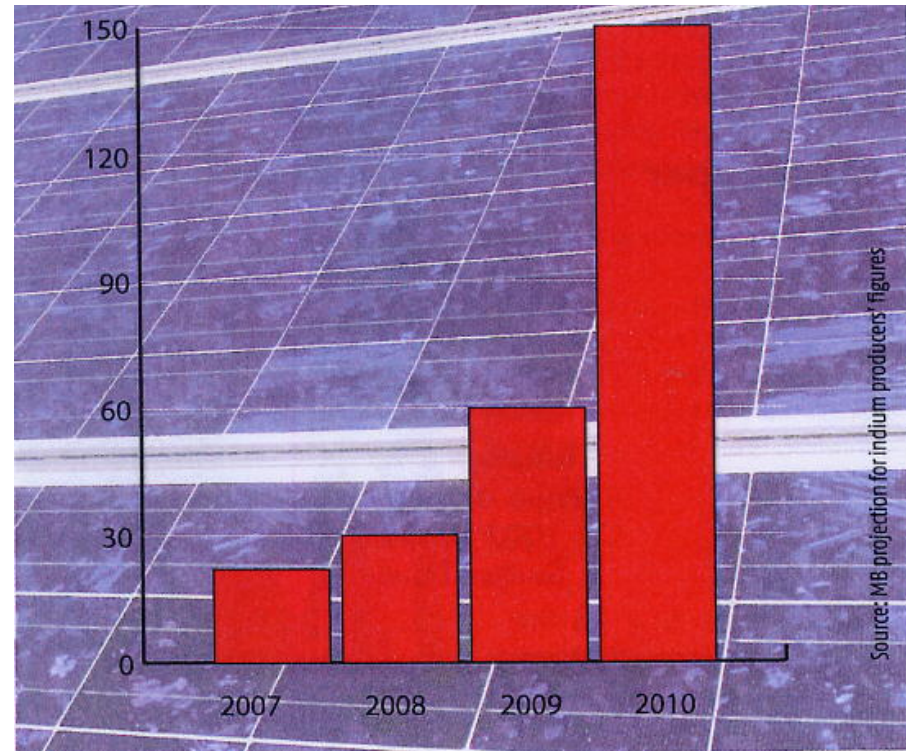
Indium

- Indium Solar cell : demande à **150 t en 2010**, soit 25% de la prod actuelle ce qui peut mettre le marché en position d'offre déficitaire

Composition CIGS :

- Copper : 10%
- Indium : 30%
- Gallium : 10%
- (di)Selenide : 50 %

supply crunch on the horizon ?



La filière indium (In)

Amont

Aval

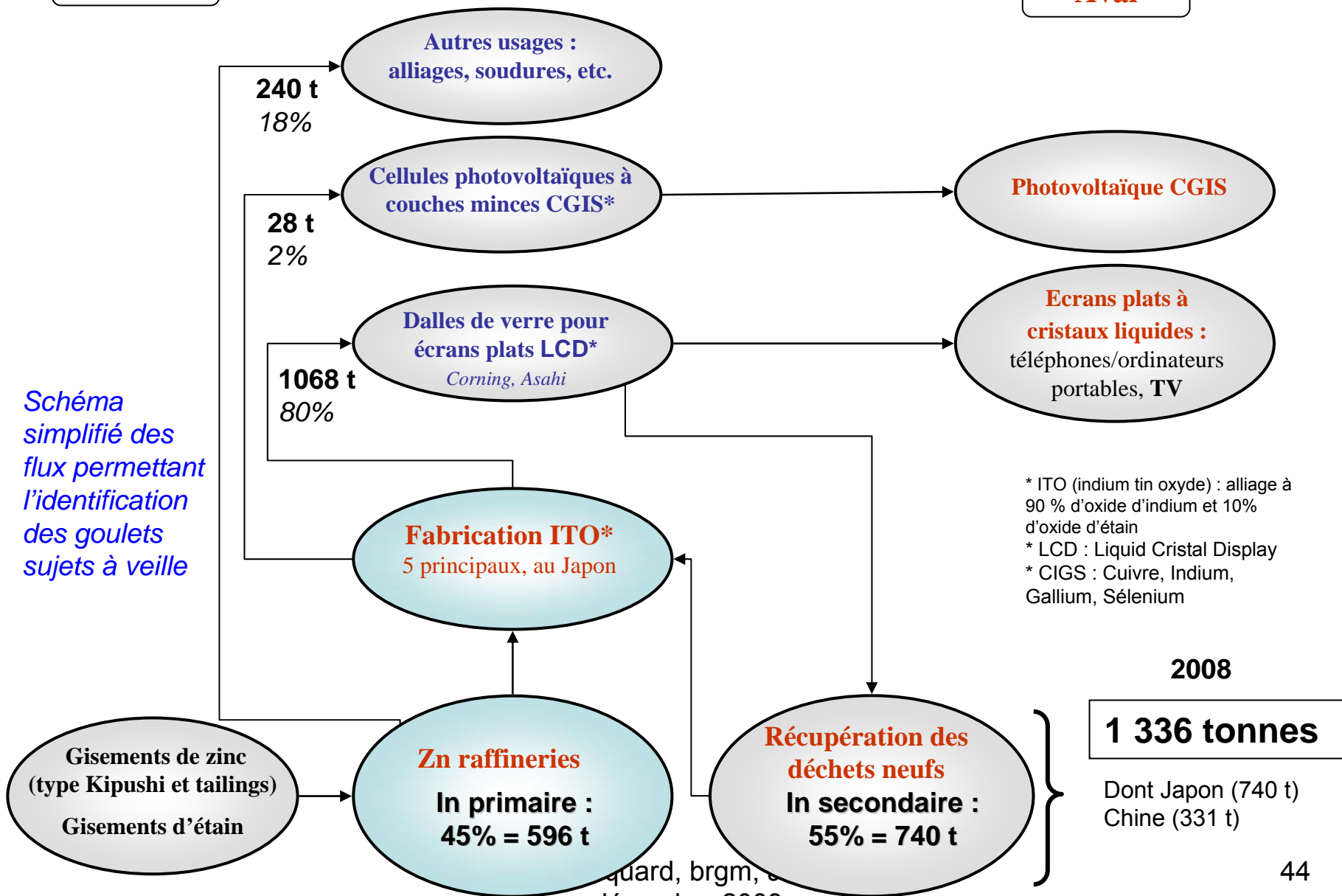


Schéma simplifié des flux permettant l'identification des goulets sujets à veille

* ITO (indium tin oxyde) : alliage à 90 % d'oxyde d'indium et 10% d'oxyde d'étain
* LCD : Liquid Cristal Display
* CGIS : Cuivre, Indium, Gallium, Sélénium

quard, brgm, e
décembre 2009

Rare Earth

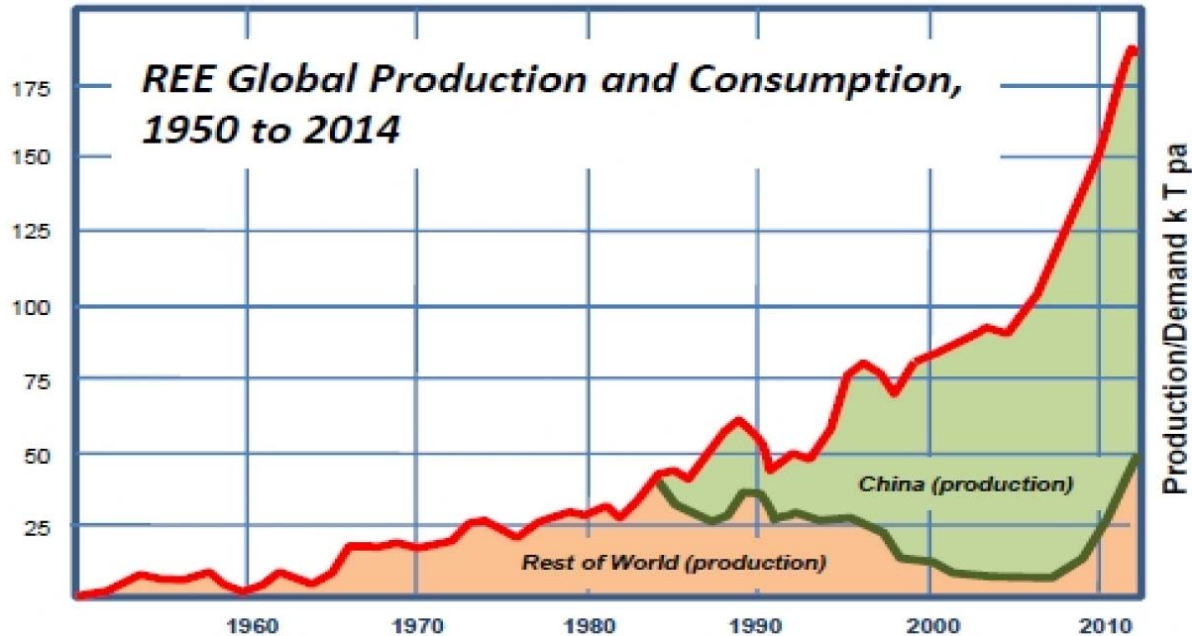
A homogeneous family of 17 elements

Periodic Table of The Elements

Lanthanide Series →

GROUP IA												GROUP VIII																															
1	H											2	He																														
PERIOD 2												PERIOD 2																															
3	Li	4	Be											5	B	6	C	7	N	8	O	9	F	10	Ne																		
PERIOD 3												PERIOD 3																															
11	Na	12	Mg											13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar																		
PERIOD 4												PERIOD 4																															
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								
PERIOD 5												PERIOD 5																															
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								
PERIOD 6												PERIOD 6																															
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
PERIOD 7												PERIOD 7																															
87	Fr	88	Ra											104	Rf	105	Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Uun	111	Uuu	112	Uub												
												Lanthanide Series																															
												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		
												Actinide Series																															
												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		

China & Terres Rares



Chine

- 95% de la production mondiale
- Environnement : fermeture des productions « sales »
- Consommation domestique : 60% de la demande mondiale, avec une croissance annuelle de 20%
- La capacité exportatrice de la Chine tend vers zéro en 2014

Deux solutions

- Délocaliser en Chine en Chine
- Développer rapidement de nouveaux gisements de TR hors de Chine

Roskill, (2012)

Croissance de 6 % par an entre 2008 et 2015.

demande de 190.000 t

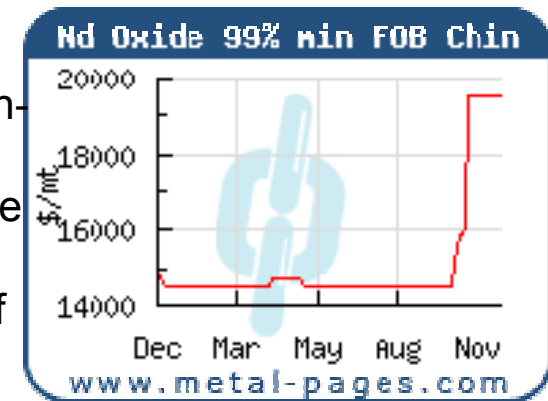
production de 140.000 t

une demande supérieure de 47.000 t à l'offre.

Déficit de l'offre dès 2013, avec la reprise de la

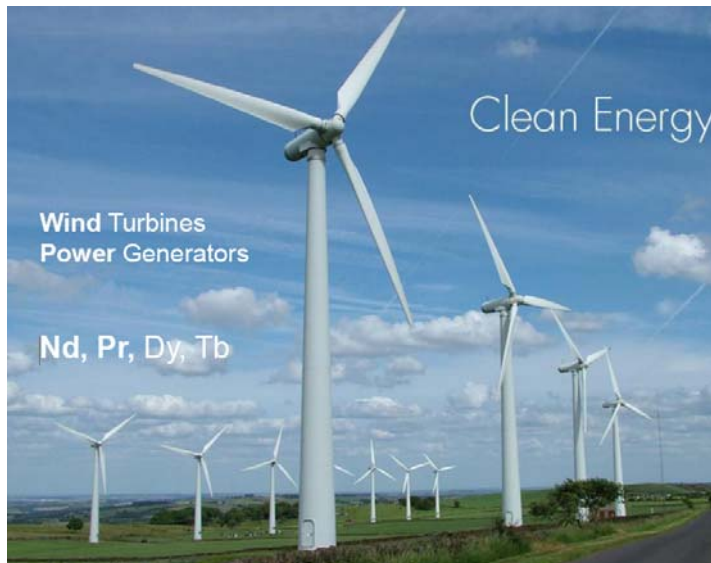
hausse des cou

neodymium-iron-boron (NdFeB) consumers have already built up ample stocks of NdFeB



Terres Rares : fortes demandes et restriction progressive des exportations chinoises

shortages risks for neodymium and dysprosium for magnet alloys and europium and terbium for phosphors."



Aimants permanents

- 1-2 tonnes Nd dans une turbine de 2 MW
- 2 kg de Nd /voiture EV-Hybride

"The issue of rare metals and rare earth materials is going to be a huge concern for the auto manufacturing sector"

Pt et Pd

supply	platinum	palladium
	6,06 Moz	7,18 Moz
South Africa	78 %	35 %
Russia	12 %.	50 %
Prix		
much of the 90s	400 \$/oz	
2008 average	1,800 \$/oz	
Debut 2009	934 \$/oz	
2009 nov	1 430 \$/oz + 53% depuis debut 2009	370 \$/oz Ratio Pt/Pd = 1/4

Bijouterie : forte élasticité au prix

Demandes catalyse auto et bijouterie en sens opposé

Demande bijouterie = demande catalyse

C. Hocquard, brgm, Jeudi 3
décembre 2009

Platinum Supply and Demand

('000oz)

	2008	2009*
<u>Supply</u>		
South Africa	4,515	4,725
Russia	810	745
North America	325	255
Others	295	330
Total	5,945	6,055
<u>Demand</u>		
Autocatalyst: Gross	3,700	2,480
Recovery	1,120)	(800)
Jewellery	1,365	2,450
Investment	555	630
Chemical	400	355
Petroleum	240	205
Electrical	225	175
Glass	320	35
Other	500	385
Total	6,185	5,915
Stock Movement	(80)	140
Average Price (US\$/oz)	1,576	1,143

* Forecast

Gallium

Light-emitting diodes (LEDs)

La diode de lumière blanche, l'éclairage
du XXI^e siècle

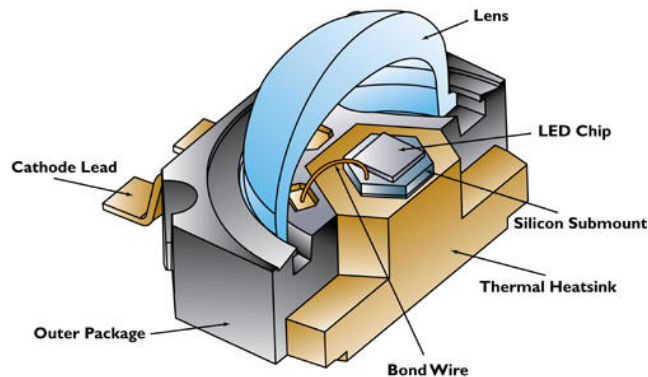


InGaN semiconducteur LED chip

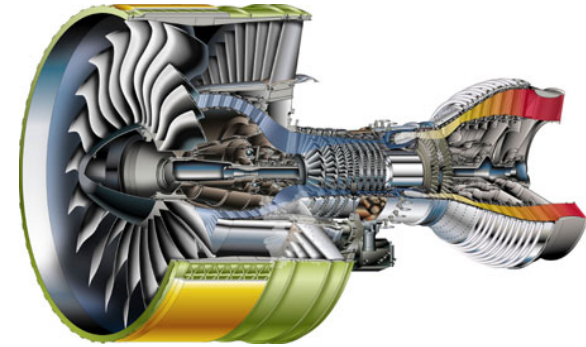


Elle ne consommera que 50 % d'une lampe à incandescence à fil de tungstène, et permettrait de réduire de 15 % la consommation globale d'électricité vers 2025.

rupture technologique

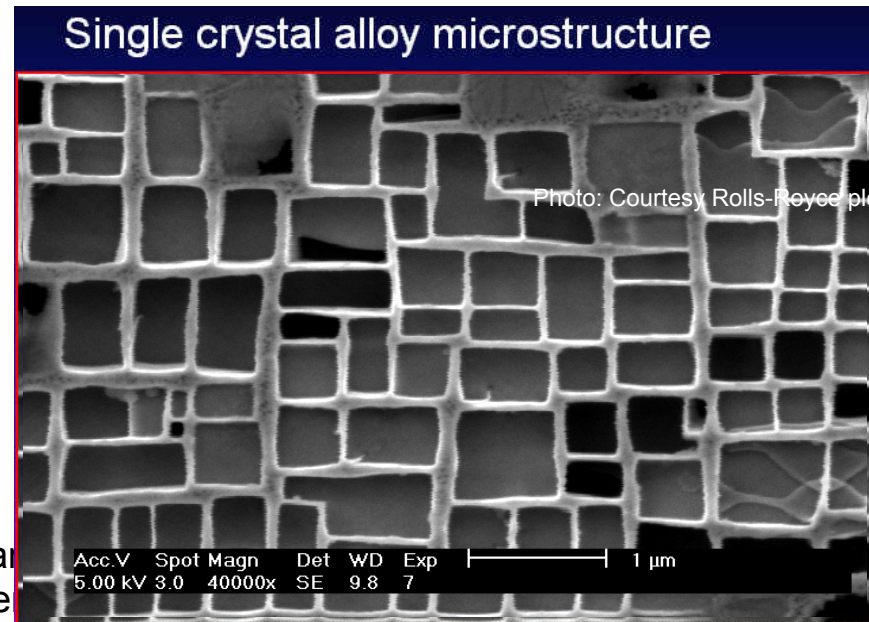
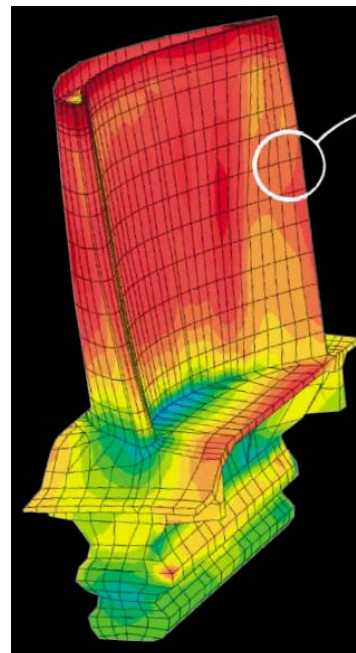


Rhénium et Ruthénium



CMSX-10, RENE N6
“tailored superalloys”

Single crystal turbine blade
Les superalliages monocristallins à base de nickel sont fabriqués en fonderie par croissance d'un seul grain.



cqua
déce

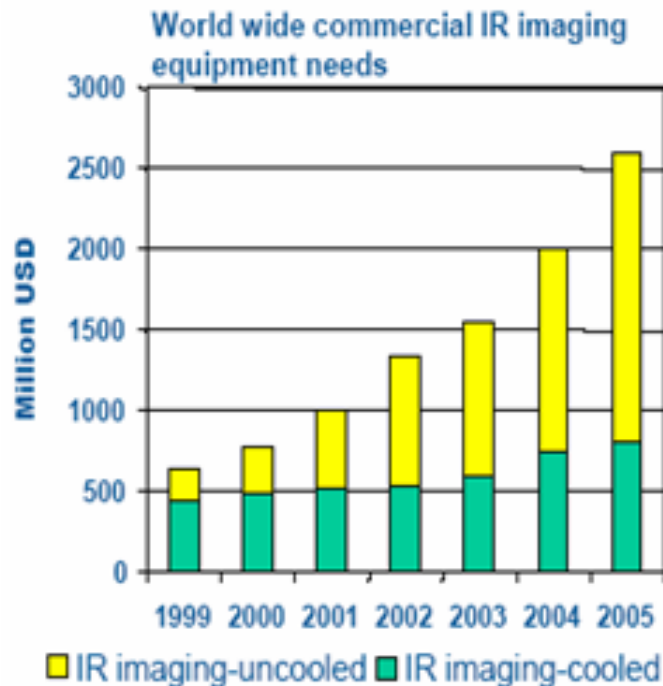
50

Germanium

Opto-électronique infrarouge

thermal imaging in the 8 to 12 μ wavelength

- military applications : each soldier his own night vision goggles)
- civil fields (fire fighting, predictive maintenance, process control, security, DVE-driver vision enhancement)

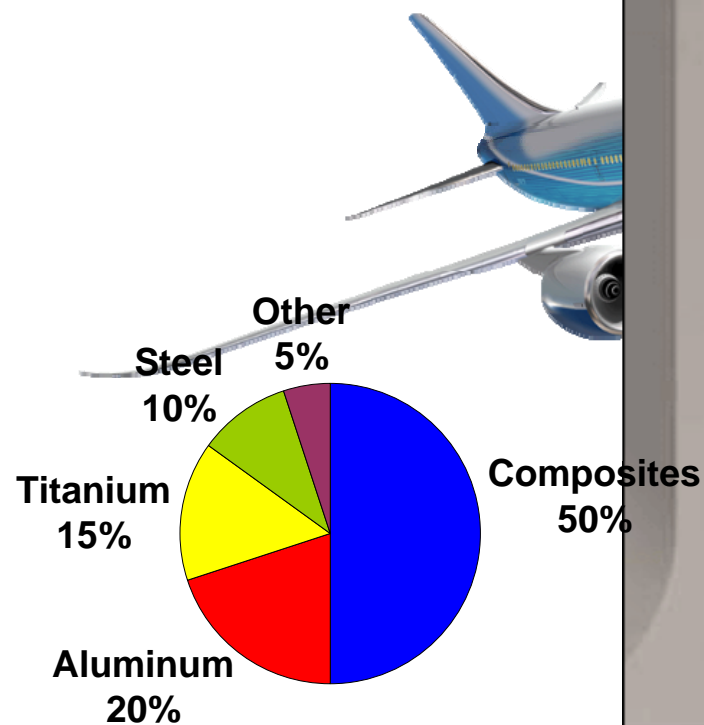


the automotive will change the market.

Le Germanium est également dans les secteurs fibre optique, électronique « siggy », et catalyse (PET)

Titane

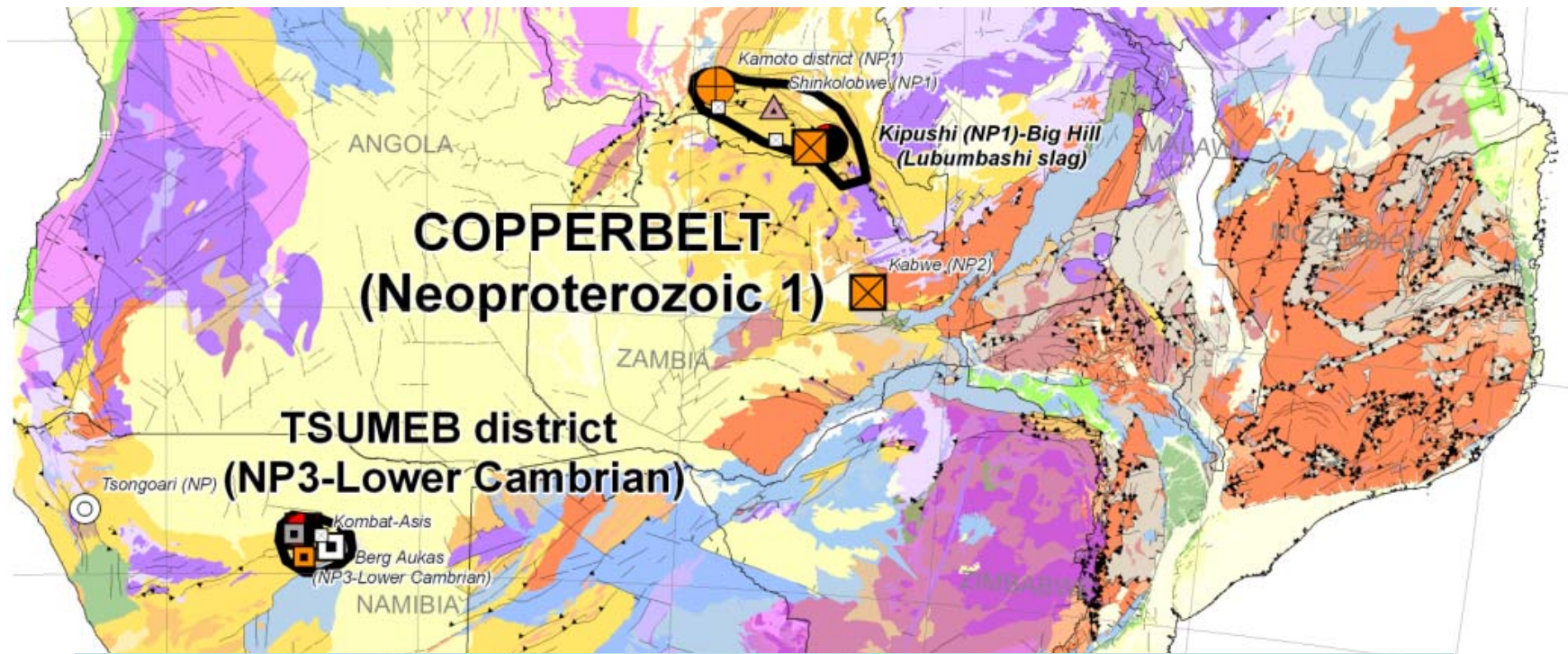
L'arrivée des composites dans la prochaine génération d'avions commerciaux provoque une substitution de l'aluminium par le titane



Dans l'aéronautique, « Une fois conçu, testé, et certifié en vol, il est impossible de changer ».

Assurer l'approvisionnement est plus important que le prix.

787 Dreamliner
11,34 t de titane



BRGM
Carte des potentialités en germanium (Ge) de l'Afrique, extrait de la BDD Afrique, 40 000 gîtes)



Les sous-produits au niveau des gisements de cuivre (Au, Mo, Co, U, Ni)

