

Les métaux rares dans la production et le stockage des énergies nouvelles : Les potentialités en métaux rares de l'Algérie

Nacereddine KAZI TANI



Introduction

- **L'éveil à la conscience écologique en Algérie**
- **Historique** : 1964 → maison solaire passive CRZA Béni Abbès
- 1974 → Séminaire Énergies nouvelles CSTN Alger
- 1974 → Carte géothermique de l'Algérie du Nord,
- 1978 → Choix de site Nucléaire BIRINE,
- 1978 → Création de la station de l'énergie solaire

- **Les filières des énergies dé-carbonées :**
- **Intermittentes** : il s'agit de l'énergie solaire et de ses formes dégradées (éolien, houle, thermique marine), la cyclicité étant diurne, saisonnière ou annuelle.
- **Permanentes** : Di-hydrogène, Géothermie
- **Les énergies nucléaires** : fission filière Thorium, fusion hydrogène filière Tokamak types ITER, DEMO
- **LES MATERIAUX NECESSAIRES : souvent des métaux rares** au sens de leur abondance dans la croûte (Clarke)



Métaux rares dans la classification et abondances

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

<http://www.periodni.com/fr/>

LEGENDE

- Métaux
- Métalloïdes
- Non-métaux
- Métaux alcalins
- Métaux alcalino-terreux
- Métaux de transition
- Lanthanides
- Actinides
- Chalcogènes
- Halogènes
- Gaz nobles

ÉTAT PHYSIQUE (25 °C, 101 kPa)

- Ne - gaz
- Fe - solide
- Hg - liquide
- Ts - synthétique

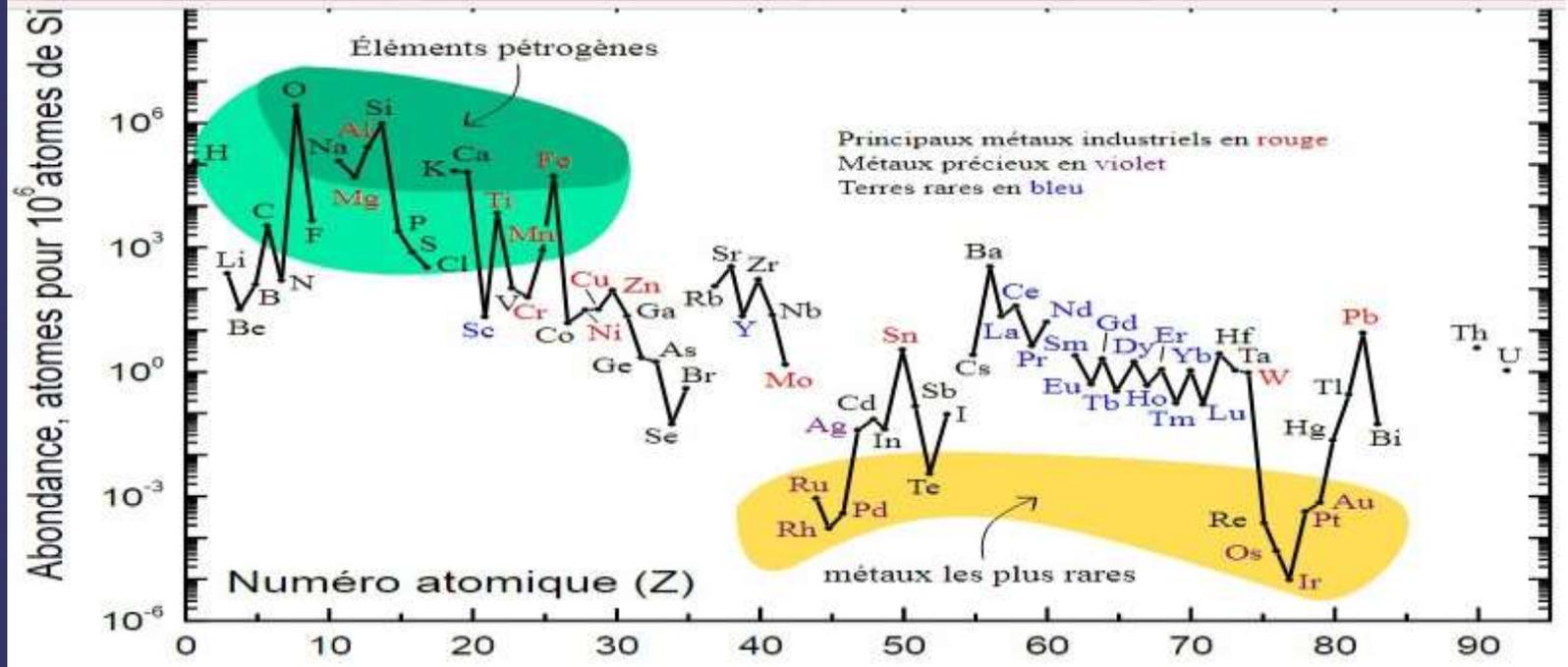
PÉRIODE	GROUPE IA		GROUPE IIBAC										GROUPE CAS										GROUPE VIIA						18 VIIIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18											
1	H	He																	He										
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne											Ne										
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar											Ar										
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr											
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Au	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe											
6	Cs	Ba	La-Lu lanthanides	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn											
7	Fr	Ra	Ac-Lr actinides	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo											

ANTHANIDES

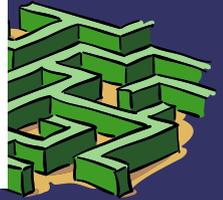
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
LANTHANE	CERUM	PRASEODYME	NEODYME	PRIMUM	SAMARIUM	EUROPEUM	GADOLINIUM	TERBIUM	DYSPROSIUM	HOLMIUM	ERBIUM	THULIUM	YTERBIUM	LUTETIUM

ACTINIDES

89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
ACTINIUM	THORIUM	PROCTINIUM	URANIUM	NEPTUNIUM	PLUTONIUM	AMERICIUM	CURCIUM	BERKELIUM	CALIFORNIUM	ESPERANTINUM	FERMIUM	MERCKELIUM	NOBELIUM	LAWRENCIUM

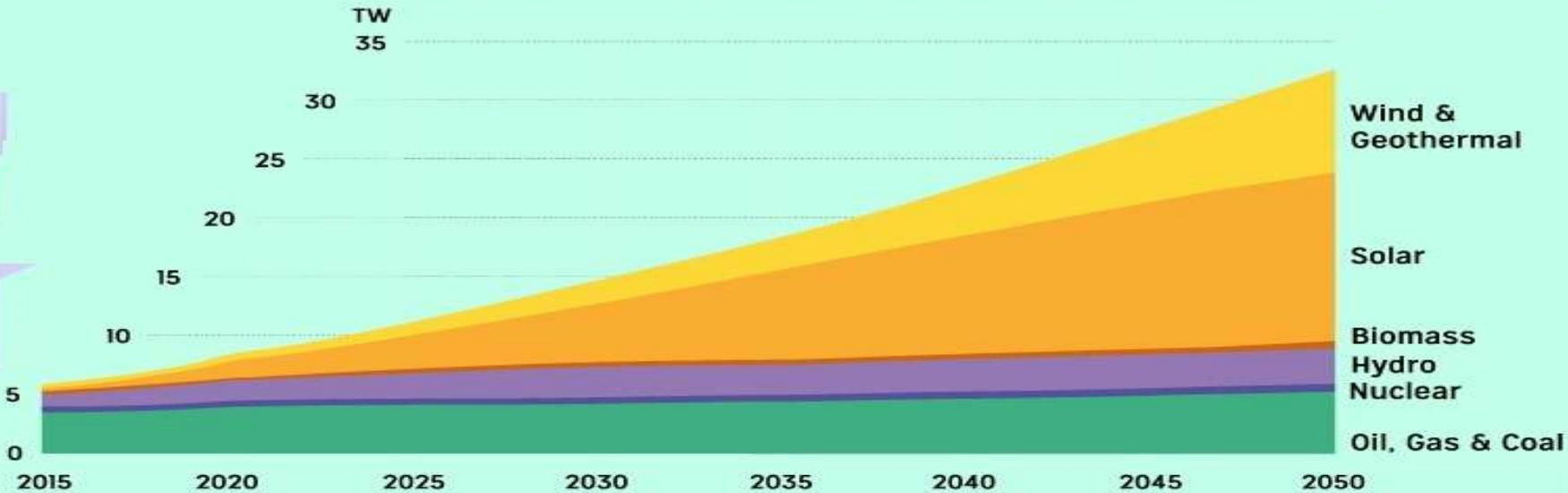


Problématique de la sécurité énergétique pour l'Algérie à l'horizon 2030 et au-delà.



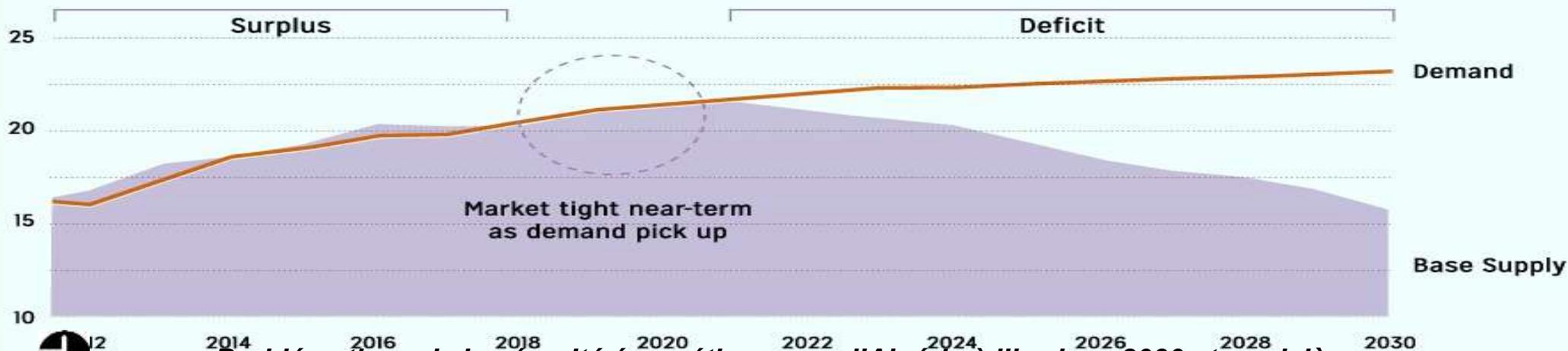
Energie: prospective à 2050 & pression technologique sur les métaux rares (ex. Cu)

Global electricity generation capacity by generation type



Source: Energy Transition Outlook 2017

However, while demand for copper soars higher, its supply faces a crunch



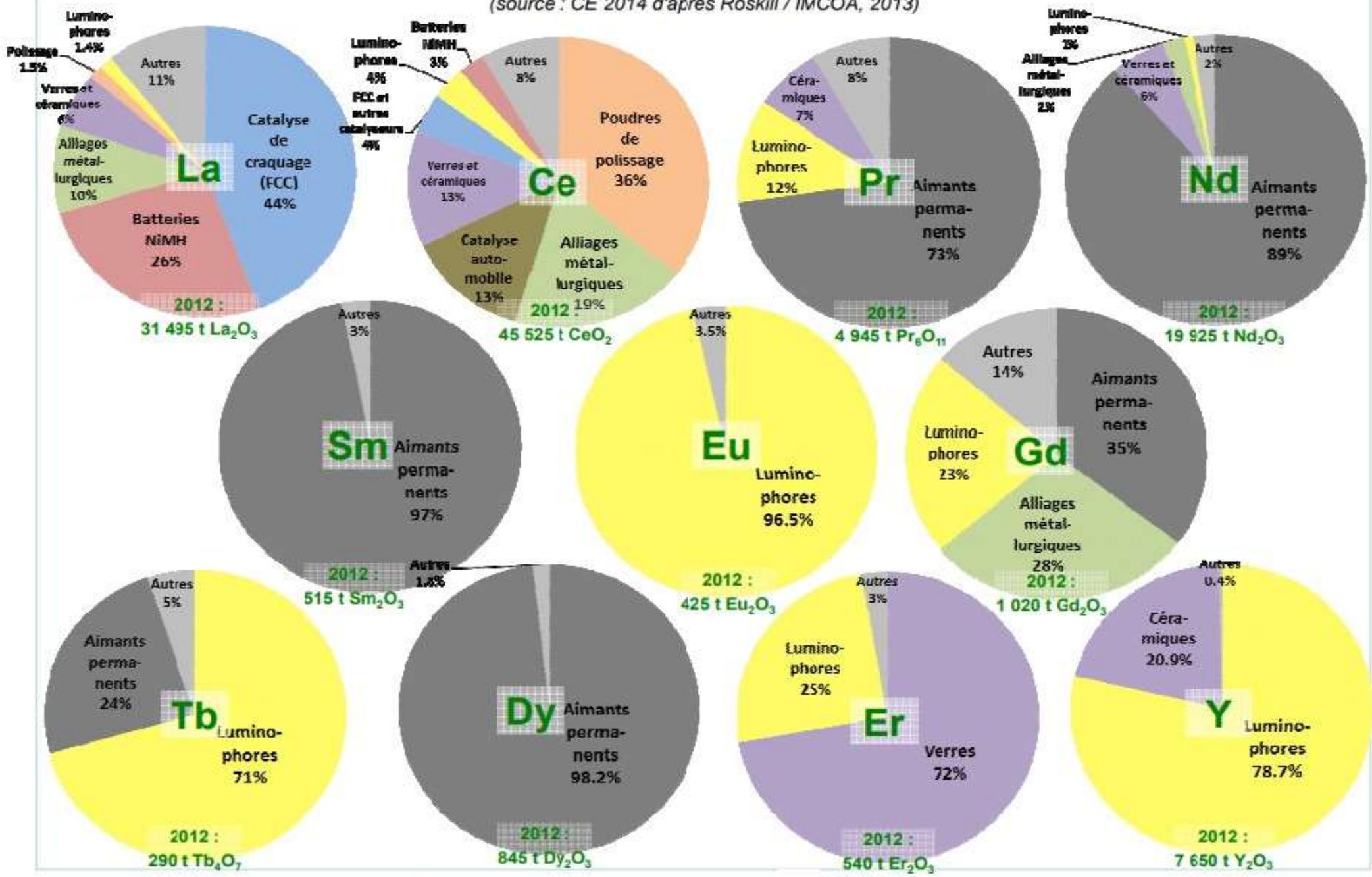
Problématique de la sécurité énergétique pour l'Algérie à l'horizon 2030 et au-delà.

IFEG Ben Aknoun

30 Juin 2018

Domaines d'utilisation et volume 2012 des TR

(source : CE 2014 d'après Roskill / IMCOA, 2013)



Gisements solaires : cartes de l'irradiation et de l'ensoleillement

2 voies: 1) → photovoltaïque 2) → thermodynamique à concentration

1) technologies: modules 1a) monocristallin meilleur rendement, + cher

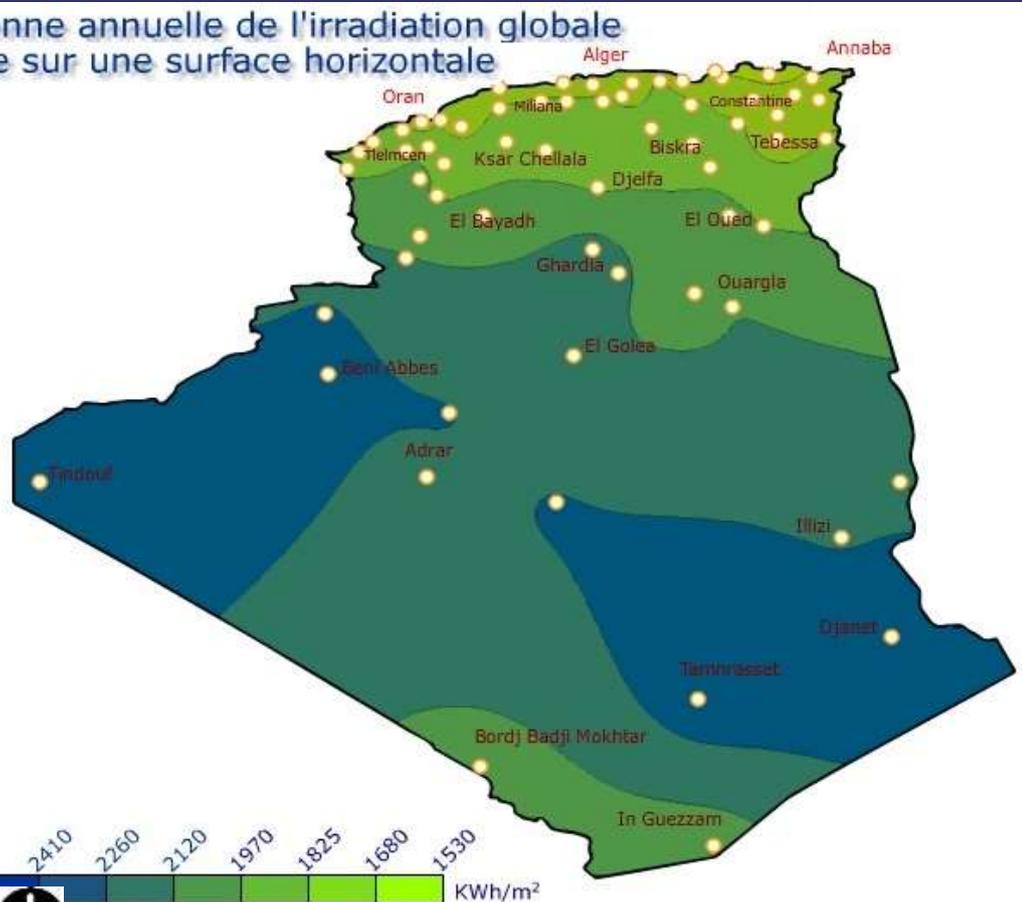
1b) polycristallin meilleur rapport qualit/prix 1c) amorphe, souple, futur

Prix moyen: 0,8€/W. Pb. Intermit. → stockage batterie Li-ion 250€/MWh

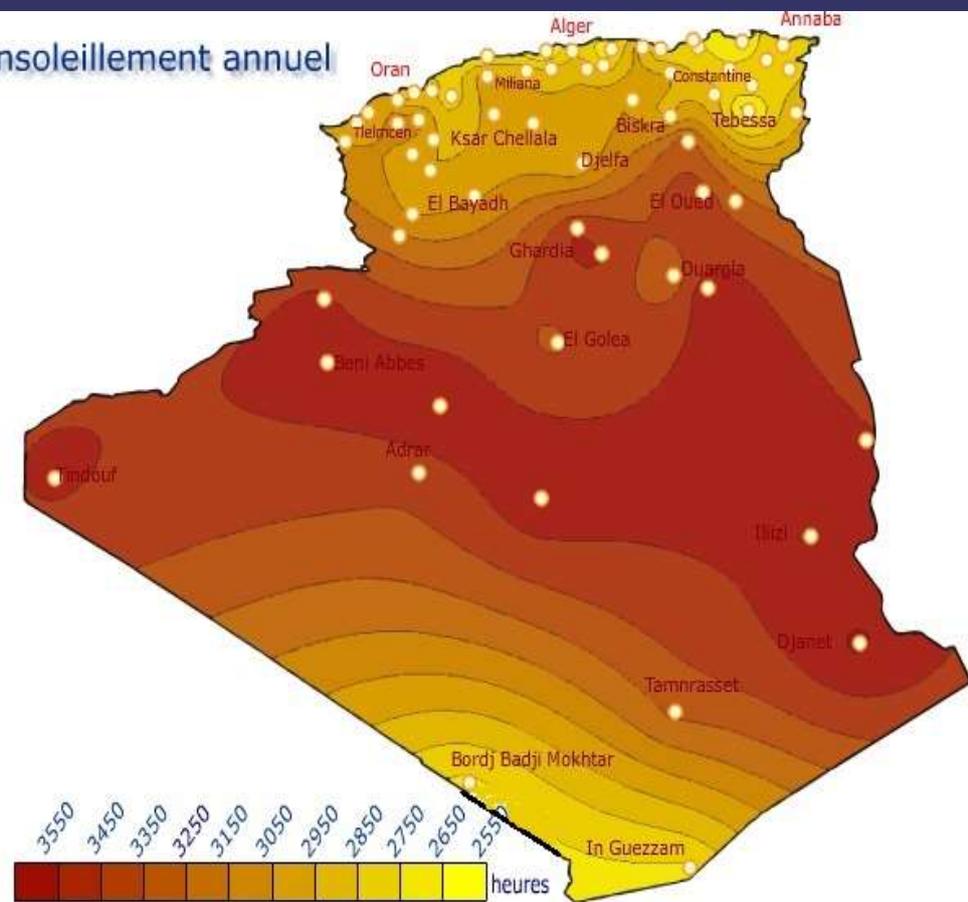
Puissance installée en Algérie 320MWh

2) Solaire thermodynamique: concentration de l'énergie solaire et chauffage d'un fluide caloporteur pour turbines de centrales

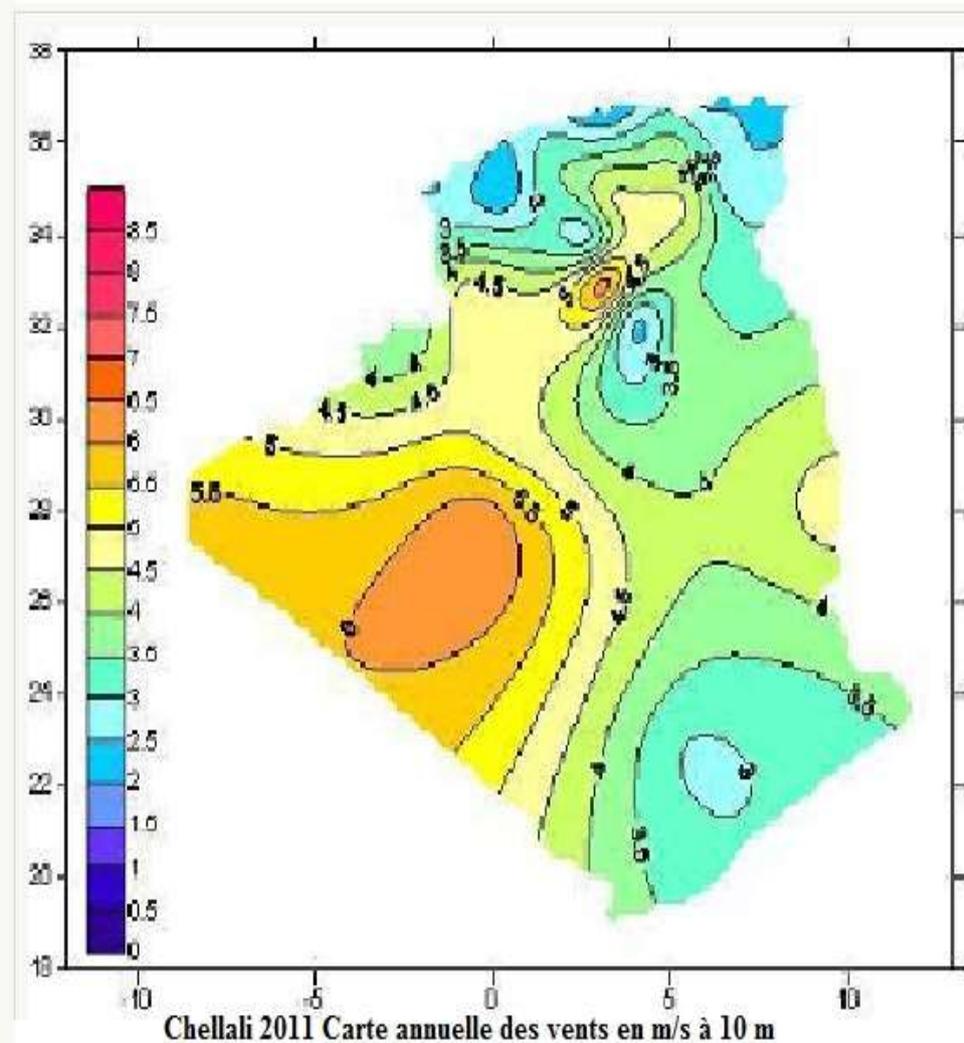
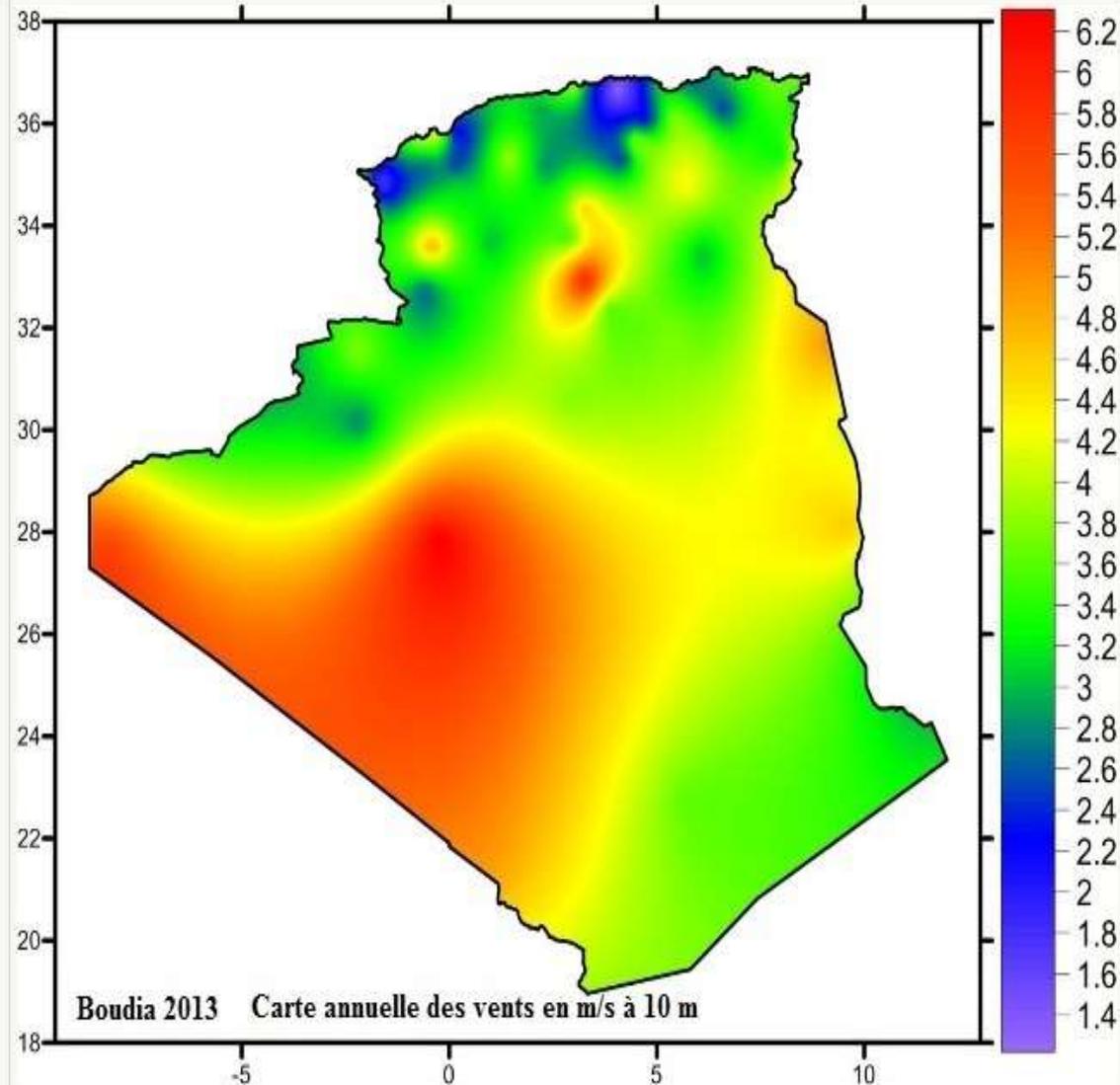
Moyenne annuelle de l'irradiation globale reçue sur une surface horizontale



Ensoleillement annuel



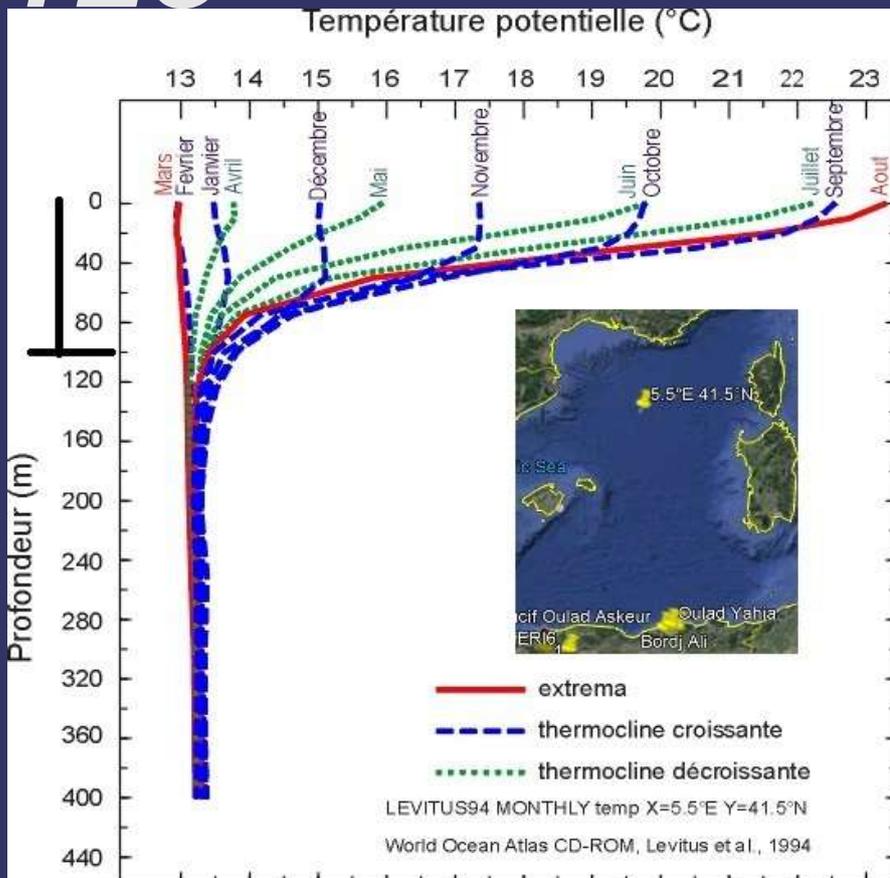
CARTES DES VENTS : seuls le désert absolu du SW saharien et le Mzab ont quelque intérêt Eoliennes → ETR (aimants permanents), Li, ETR (batteries)



Titane & OTEC

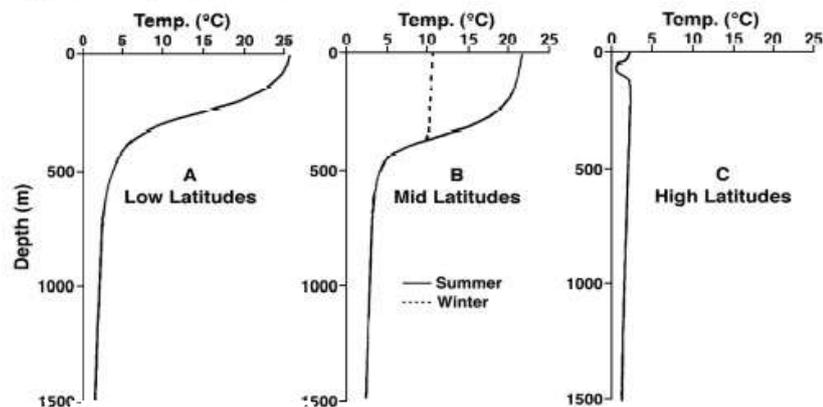
Clarke crustal: 0,5%, **Réserves:** 700 Mt TiO₂
Principaux gisements : Chine, Australie, Inde, Afrique du Sud. **Production:** 80kt/an
Prix : Ferro-titane 70%= 5 à 30 €/kg
Applications : Aéronautique, transport terrestre, chimie, électronique nomade, OTEC.
OTEC= Exploite la différence de t° entre eaux marines profonde et de surface et produit énergie alternative+dessalement. Ti métal résistant à la corrosion marine.
 Potentiel Inde=180GW. Rendement 6 à 7%

Algérie : Wenlock, Cuirasses Fe, **Situation DZ/OTEC favorable :** Méditerranée, Iles.. voir Thermocline



Thermocline dans le bassin nord algérien

Typical Temperature Profiles



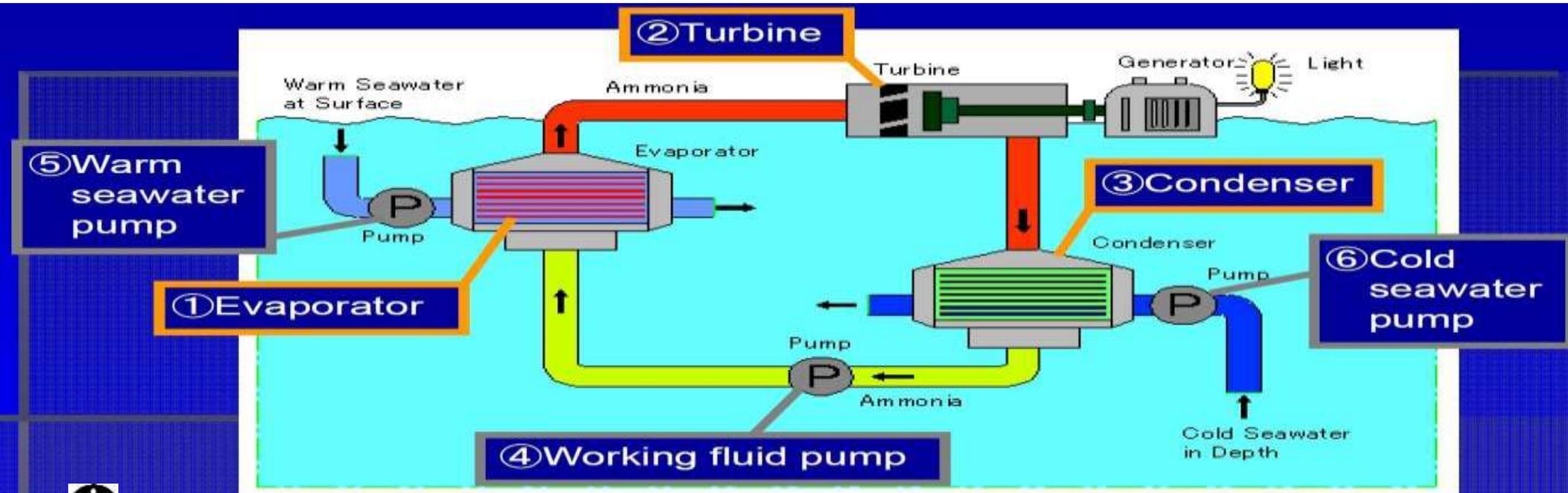
Thermoclines océaniques générales



Titane : fer titané de l'Edikel et OTEC

	Si O ₂	Al ₂ O ₃	Mg O	CaO	Fe ₂ O ₃	Mn ₃ O ₄	Ti O ₂	Perte à 1 000 °C	Σ
I752	48,3	6,64	0,19	0,42	39,3	0,076	0,50	6,5	101,9
I753	19,1	4,65	0,23	0,82	66,5	0,065	0,60	8,8	100,8
I754	25,1	4,33	0,20	0,57	60,8	0,043	5,8	5,8	97,4

Analyses chimiques dans la carapace (1752) et la cuirasse (1753, 1754) du Pléistocène de l'Adrar Edikel, superposés au Frasnien et au Wenlock



Di-hydrogène : gisements naturels et industriels

coûts financier (5 fois les HC) et environnemental (1kg H₂ → 10 kg CO₂) **élevés**

Stockage projet: microsphères, 2 à 10 kb (10 l H₂ 2kb → 10 m³ (900g) H₂ Patm)

Stockage actuel : gaz → bouteilles à <700 bars, **solide** → Hydrures métalliques

(ex: NaH détruit au contact de l'eau NaH + H₂O → H₂ + NaOH). **Utilisation :** batteries

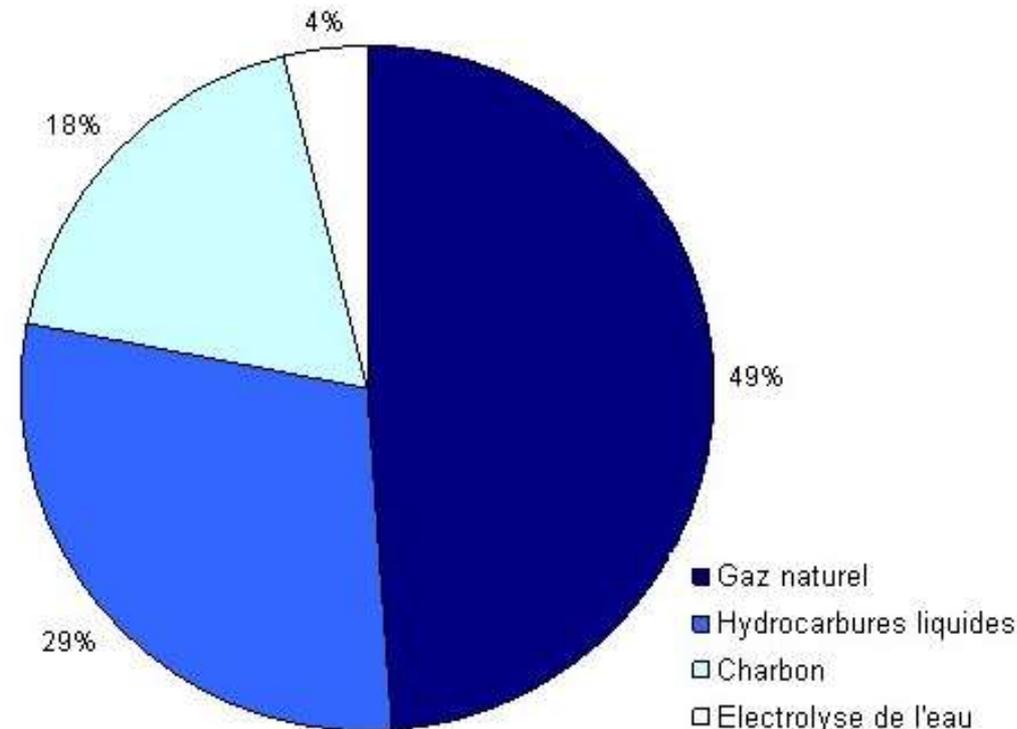
Production: vaporeformage HC désulfurés par catalyse Ni+Al₂O₃ à 800-900 °C

→ **Réaction endothermique :** CH₄ + H₂O = CO + 3 H₂ Δ_rH^o298 = + 206,1 kJ/mole

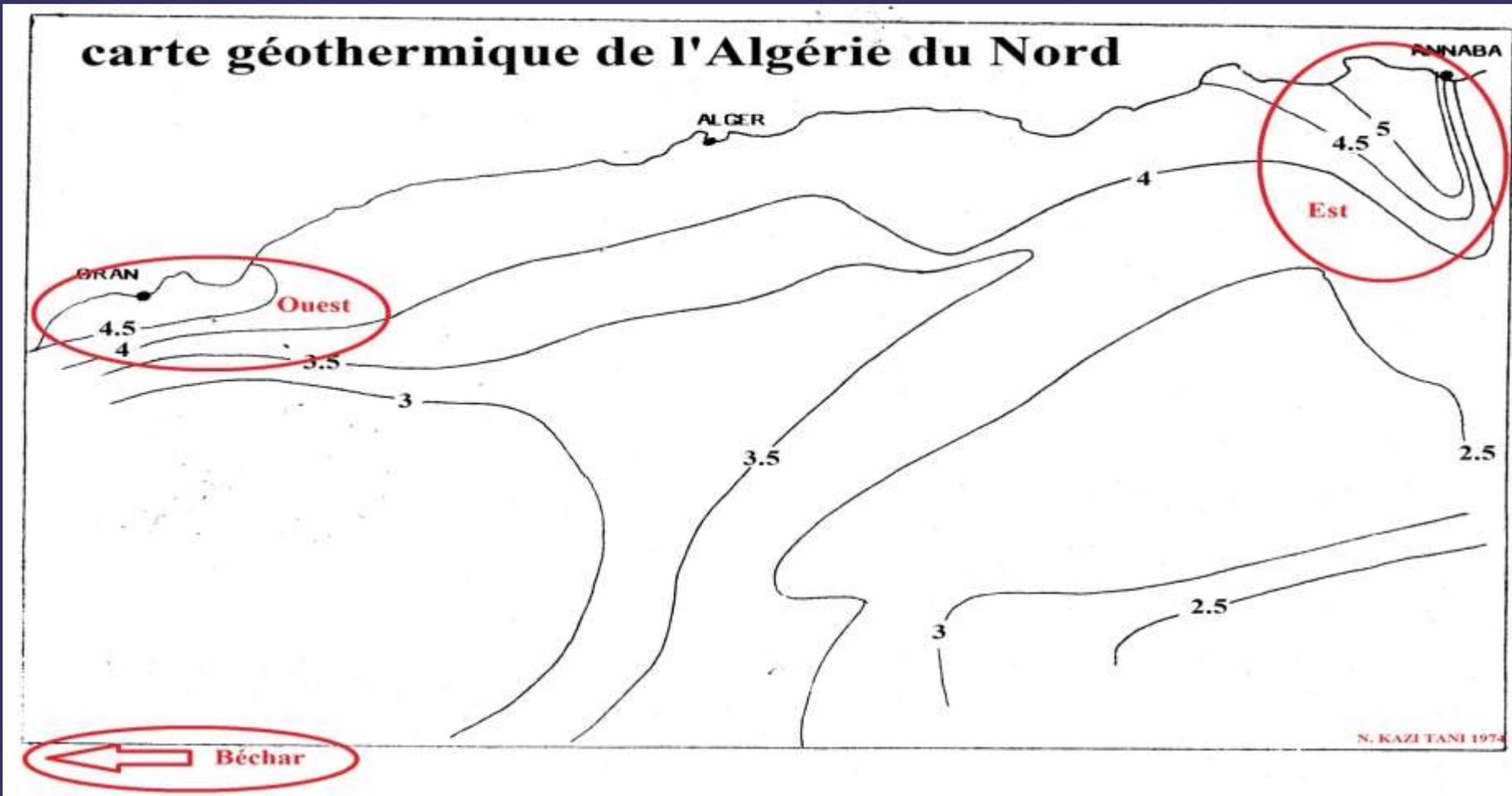
Électrolyse: idéale pour énergie verte, coproduction H₂ et Cl₂ (28kgH/t Cl₂)

Gisements naturels: Structures circulaires (ex: Sibérie) sur lithosphère épaisse

Principales origines de l'hydrogène produit dans le monde (2006)



GEOOTHERMIE ALGERIE



EST: Amincissement crustal en prolongement d'une zone d'expansion Vine & Matthews

OUEST: Zone volcanique récente

BECHAR: 'Effet de mèche' sur transformante

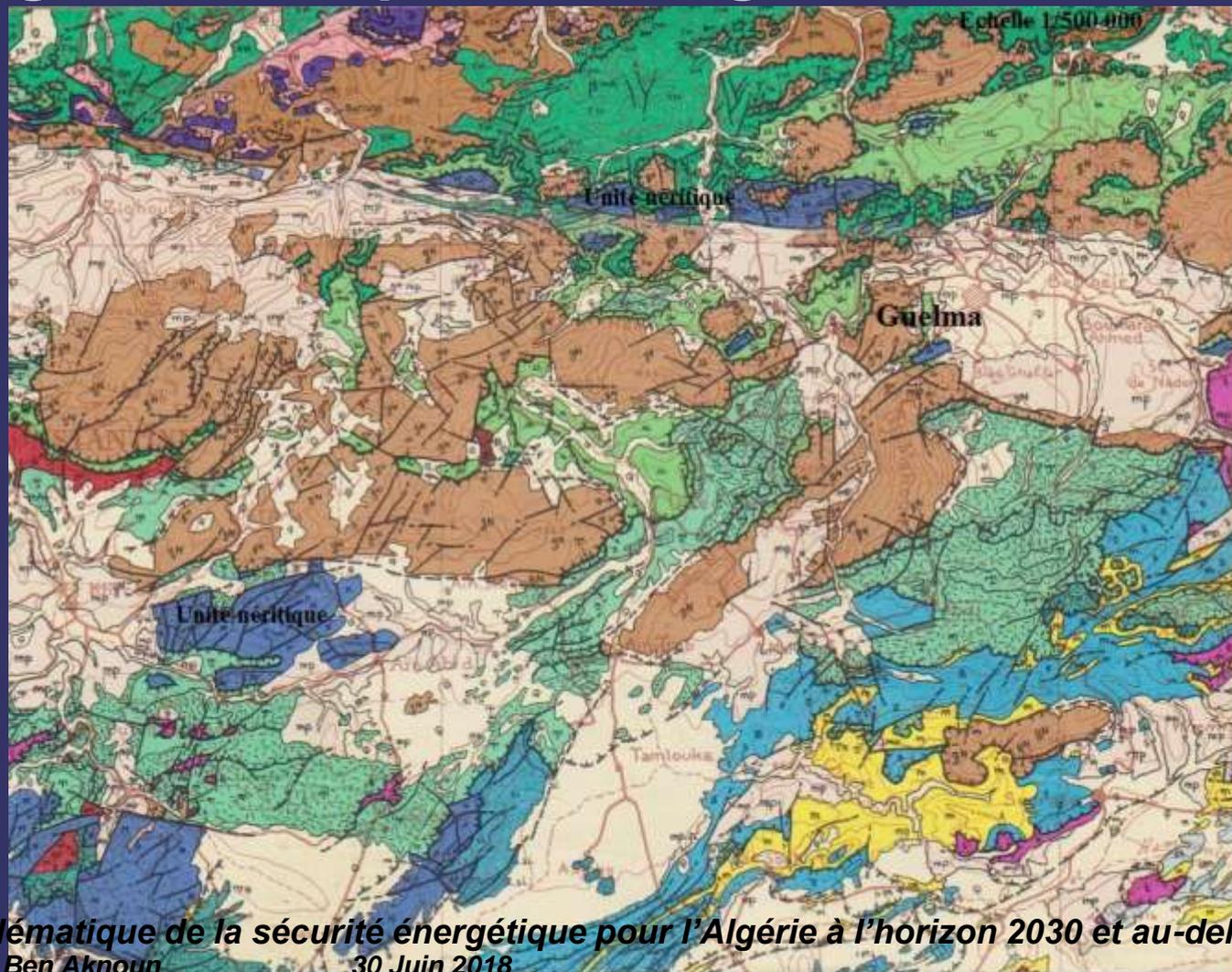


Hamman Meskhoutine : H_2O+CO_2 , $97^{\circ}C$, $100\text{ m}^3/\text{mn}$

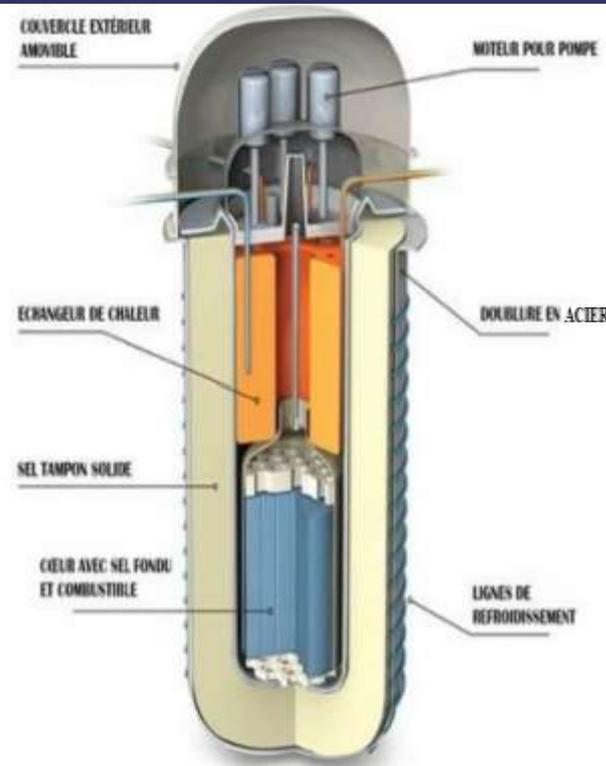
2^{ème} source la plus chaude du monde après geysers islandais

Système: excellent et épais réservoir carbonaté, structuration efficace (plissements vigoureux et forte fracturation), pluviométrie importante, gradient géothermique fort.

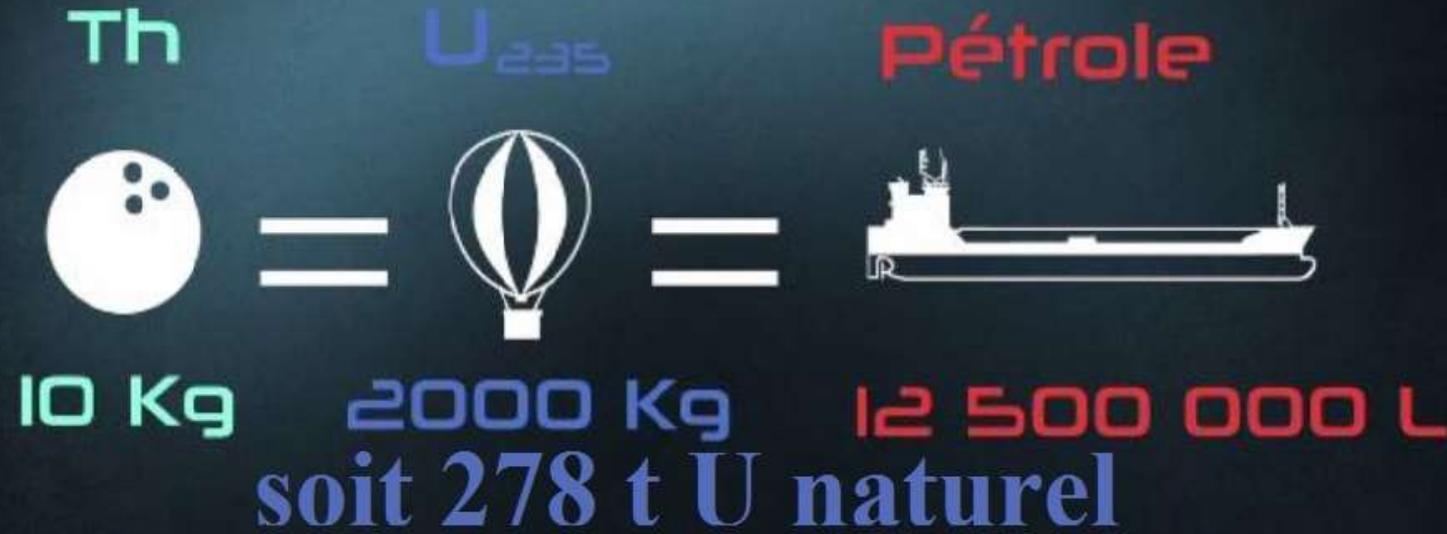
Exploitation: géothermie profonde, agressive, aciers au titane



Thorium et réacteurs à sel fondu MSR



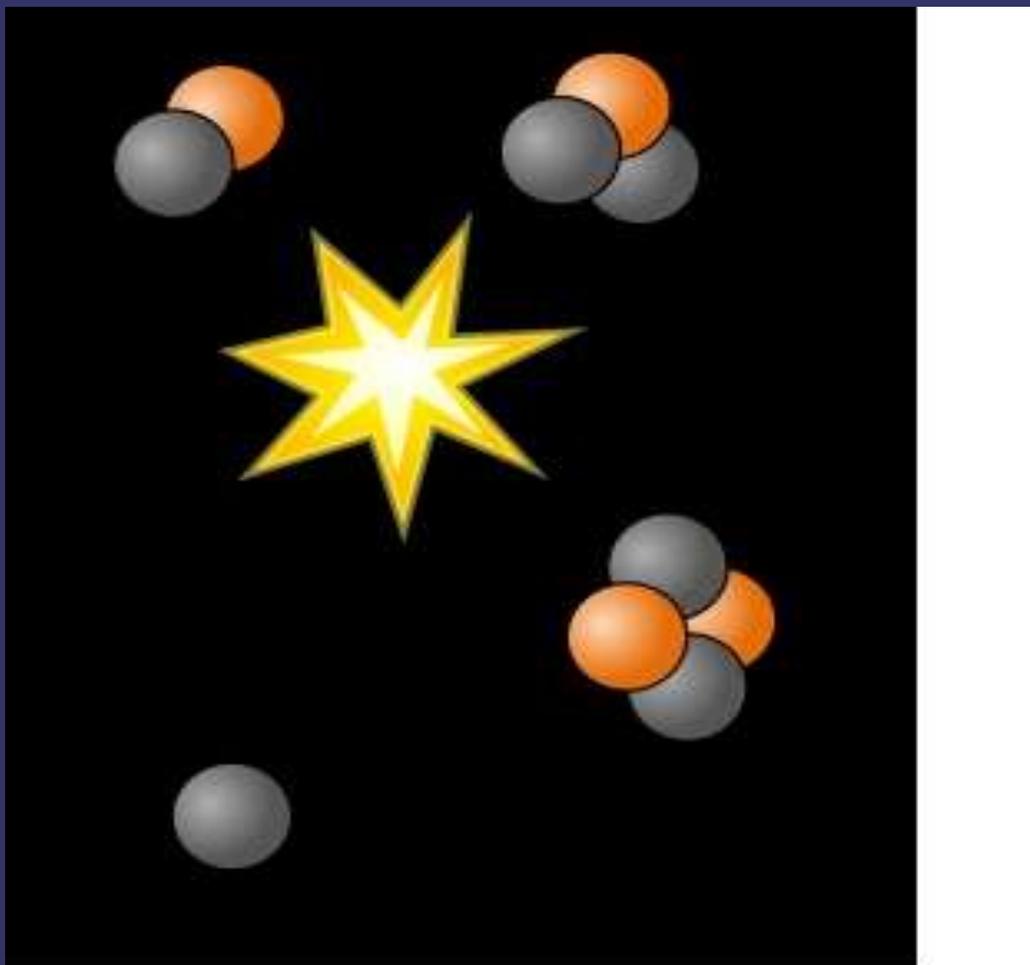
LA DENSITE ENERGETIQUE DU THORIUM /U235/HC



Clarke: 12ppm, 4 fois plus que l'U, présent surtout dans monazite
 Th fertile mais pas fissile. Pour l'employer comme combustible nucléaire il faut le transmuter en isotope fissile par bombardement n° suivant
 $n^{\circ} + \text{Th}^{232} \rightarrow \text{Th}^{233} \rightarrow \text{Pa}^{233} \rightarrow \text{U}^{233}$ fissile (surgénération du Th)
 Réacteurs + sécurisés et + propres car très fort rendement global.
 Sel fondu : Fluorure de Lithium-Thorium-Uranium (Europe).
 Autres applications: Aéronautique, électronique, chimie, céramique, électronique de soudure



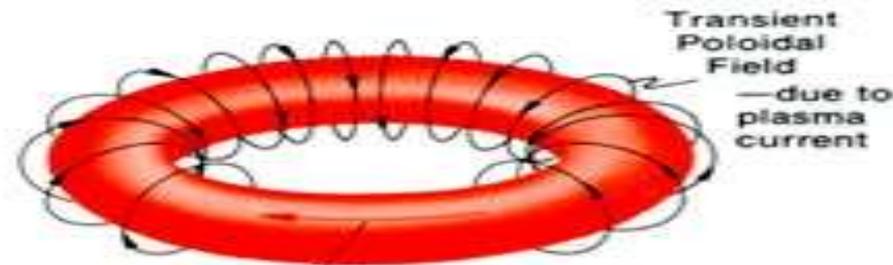
Fusion thermonucléaire : tokamak et projets dérivés (ITER, DEMO)



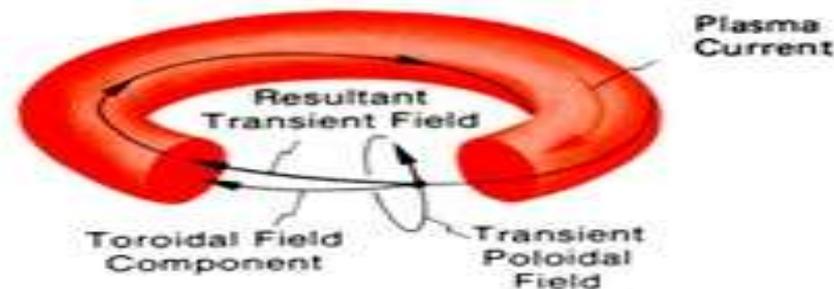
Relatively Constant Electric Current



Constant Toroidal Field



Transient Plasma Current



En haut : champ toroïdal. Au milieu : champ poloïdal. En bas résultante (champ « vrillé »). En bleu les aimants. En rouge le plasma.

Éléments Tokamak (plasma+c: Deutérium (D), Lithium (Li) +Be ou Pb
 Éléments dans les aimants supraconducteurs en rubans pour le confinement-lévitation: REBCO (Rare earth, Barium, Copper, oxides)



Calcul de la teneur en TR de la région X station 12 (6,693%,50Mt)



CLUB ENERGY

Problématique de la sécurité énergétique pour l'Algérie à l'horizon 2030 et au-delà.

IFEG Ben Aknoun

30 Juin 2018

l°	CaO	Ca	P	P2O5	P/Ap	Ca/Ap	+ -Ap	Pmona	Mona	TRmo	Bastn	TRbas
	2,37	1,69	0,179	0,41	,0004	,0033	-,003	-1,51	-11,5	-6,84		
	0,82	0,59	0,52	1,19	,001	,00115	-,0001	-,066	-,501	-,299		
	1,31	0,94	1,13	2,58	,0022	,0018	,00037	,1907	1,445	,8612		
	1,26	0,9	0,99	2,27	,0019	,0018	,00018	,0910	,6903	,4112		
	8,82	6,30	1,55	3,56	,0031	,0124	-0093	-4,75	-35,9	-21,4		
	2,25	1,61	1,03	2,36	,002	,0032	-0011	-,577	-4,37	-2,60		
	0,79	0,56	0,62	1,42	,0012	,0011	0001 1	,0557	,4220	,2514		
	9,68	6,91	1,467	3,36	,0029	,0136	-0107	-5,447	-41,3	-24,6		
	2,88	2,06	0,978	2,24	,0019	,0040	-0021	-1,08	-8,18	-4,87		
0	13,05	9,32	0,764	1,75	,0015	,0183	-0168	-8,56	-64,8	-38,6		
1	1,14	0,81	0,340	0,78	,0007	,0016	-0009	-,474	-3,59	-2,14		
2	0,42	0,3	1,048	2,4	,0021	,0006	00147	,7478	5,669	3,377	5,19	3,316

Carbonatites et fénites d'Ihouahène (In Ouzzal)

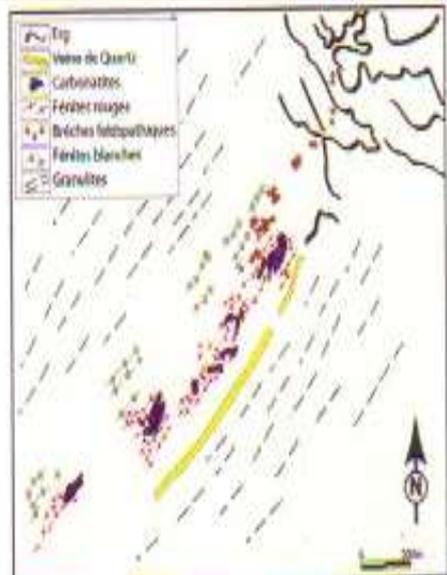
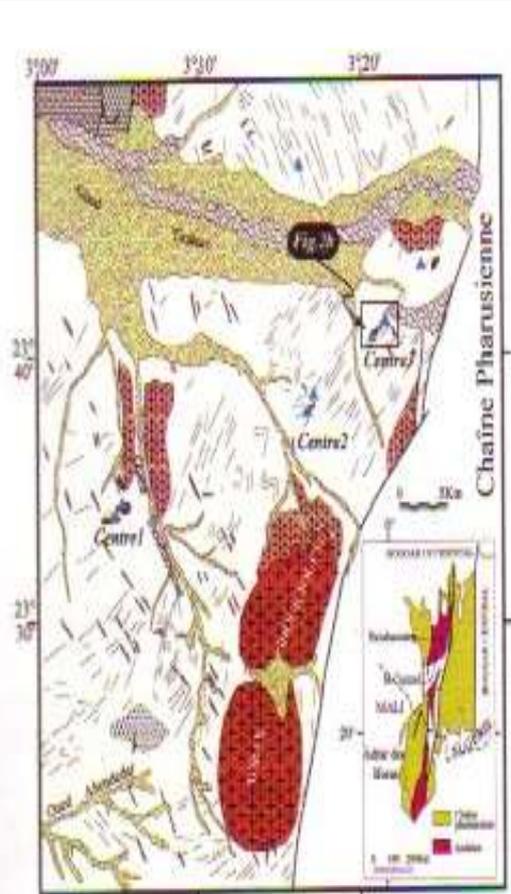


Fig. 1 a - Localisation des différents centres de carbonatites cartographiés dans la région d'Ihouahène (NW Hoggar) (d'après Ouzegane et al., 1988) (Localization of the various carbonatite centers cartographed in the Ihouahène area (North Western Hoggar (according to Ouzegane et al., 1988)).

1. Alluvions (Alluvia); 2. Erg (Erg); 3. Conglomérats du Cambrien (Cambrian conglomerates); 4. Andésites (Andesites); 5. Granite alcalin post Pharusien (Post panafrican alkaline granite); 6.

Granite alcalin d'âge inconnu (Alkaline granite of unknown age); 7. Granodiorites (Granodiorites); 8. Dykes doléritiques et acides (Doleritic and acid dykes); 9. Failles (Faults); 10. Carbonatites (Carbonatites); 11. Granulites (Granulites); 12. Syénites (=Fénites) (Syenites (=Fenites)).

b - Carte géologique du complexe carbonatitique linéaire du centre 3 de la région d'Ihouahène montrant la distribution des carbonatites, des fénites rouges et blanches et leur concordance avec leur encaissant granulitique (d'après Fourcade et al., 1996) (Geological map of the linear carbonatitic complex of the center 3 from Ihouahène area, showing the distribution of carbonatites, the red and the white fenites parallel to granulitic foliation (according to Fourcade et al., 1996)).

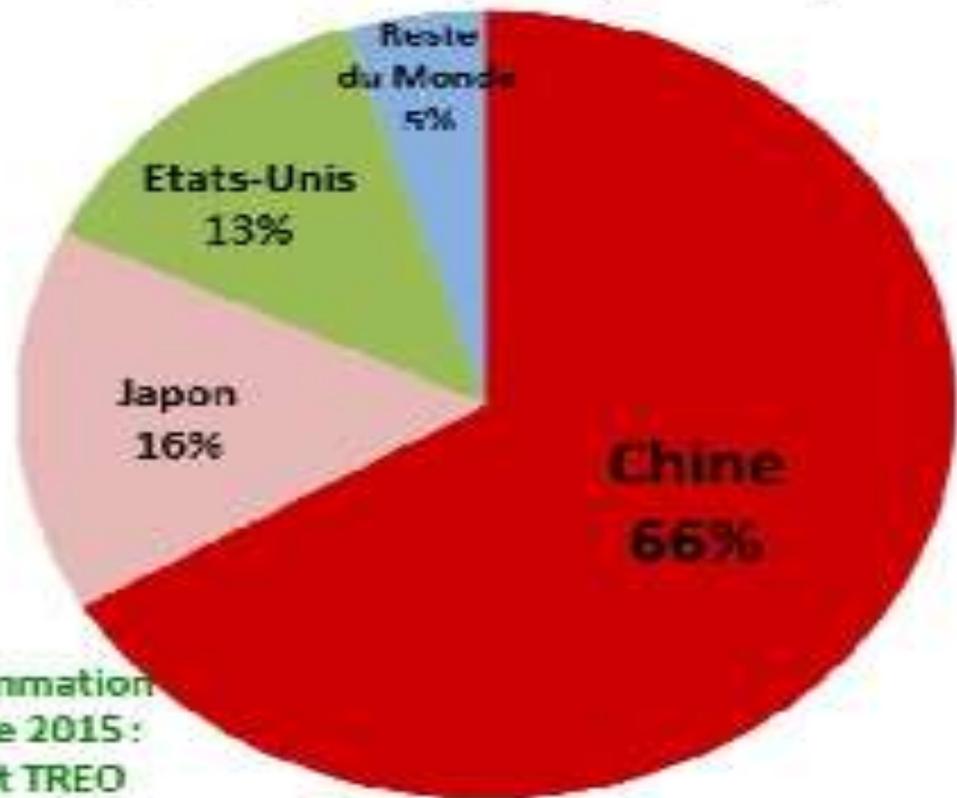
Moy-carb1	Moy-fénite	Moy-totale %	prix\$/kg-FAB	k\$/m d'approfondissement	oxyde
0,0187	0	0,0093	38,5	902,34	Y2O3
0,198	0,0432	0,1206	6	1809	La2O3
0,3622	0,078	0,2201	6,2	3411,9	Ce2O3
0,036	0	0,018	90	4050	Pr2O3
0,117	0,0304	0,0737	53	9768,5	Nd2O3
0,0315	0,0058	0,0186	16	747	Sm2O3
0,7635	0,1575	0,4605		20688	total



Terres rares : monopole asiatique et criticité de la demande/éléments

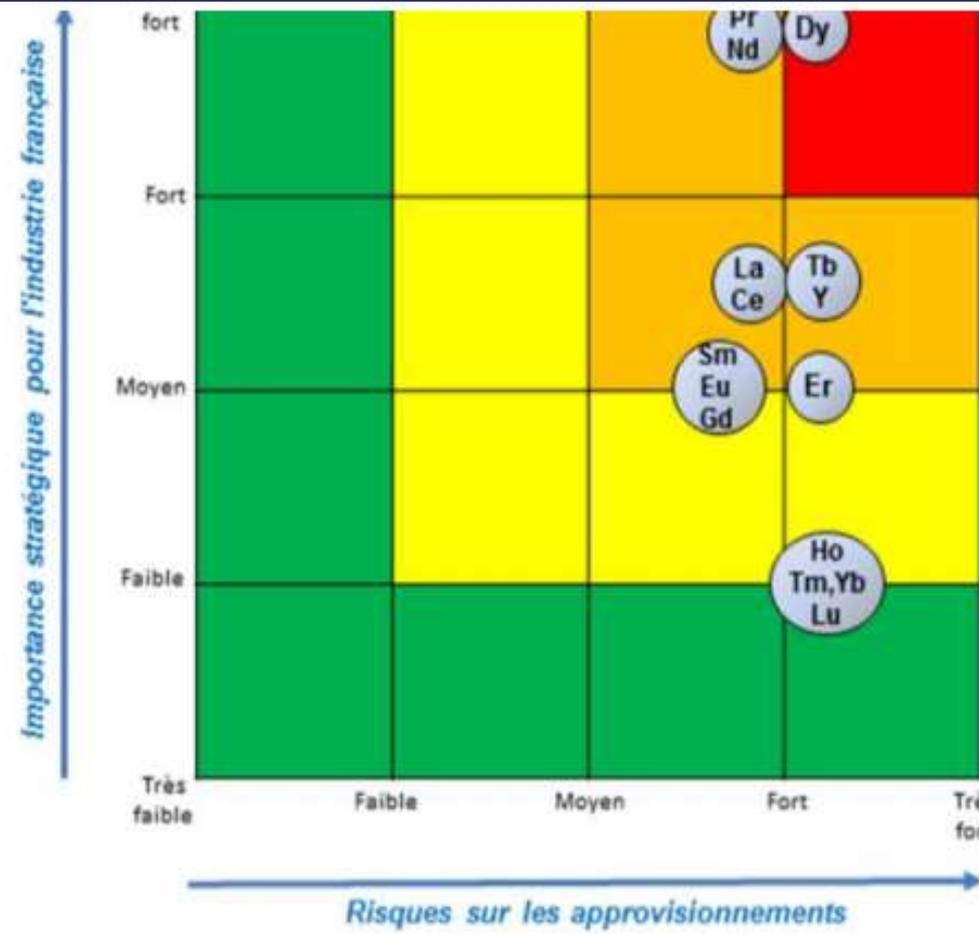
Répartition de la consommation directe de terres rares en 2015

(source : D. Kingsnorth, mai 2016)



Consommation globale 2015 : 146 kt TREO

Consommation primaire (aimants etc) concentrée en Asie du SE, les produits technologiques finaux sont à distribution mondiale



- Red:** Zone à forte criticité. Actions conservatoires à prendre par l'Etat. Suivi de l'évolution des indicateurs de criticité
- Orange:** Zone à forte criticité. Veille active recommandée (observation continue des marchés, alertes, proposition de scénarios de parade)
- Yellow:** Zone à criticité moyenne. Veille spécialisée recommandée (rédaction d'un rapport mis à jour annuellement)

in BRGM Juin 2016

Cuivre : généralités ressources et utilisations.

Clarke:55ppm, Monde: Production 2015:19,295Mt, Réserves:720Mt, Ressources identifiées:2,1Gt, Ressources possibles:3,5Gt
Teneurs d'exploitations actuelles:0,4-2% moyenne Chili .0,61%, Plus ancien métal connu (7000 ans) exploité en mode natif (Cu:100%)
Gisements surtout sulfurés, oxydés (CO₃) dans les zones d'altération
Algérie du Nord:13 gisements exploités au XIXème siècle et écrémés d'où teneurs d'exploitation élevées (4-26%) moyenne 18%. D'autres gisements restent à découvrir (Titteri, Dahra central, Atlas saharien).
Sahara: Gisements non exploités et indices (Andésites Bou Kaïs, Molasses Tabelbala, Volcano-détritique Pr4 Tan Chaffao (6,6Mt), Série pourprée, Néoprotérozoïque Pr3 du NE d'In Ouzzal (500 km², 1%)
Utilisations. Très nombreuses et dans tous les domaines voir ci-contre
Meilleure conductivité électrique (et thermique) après l'Argent, il est utilisé massivement dans les circuits électriques et électronique. On estime en Europe, le transport de l'énergie à 8 Mkm de câbles.

Répartition par Secteurs d'utilisation du Cuivre en 2015 et cours 2011

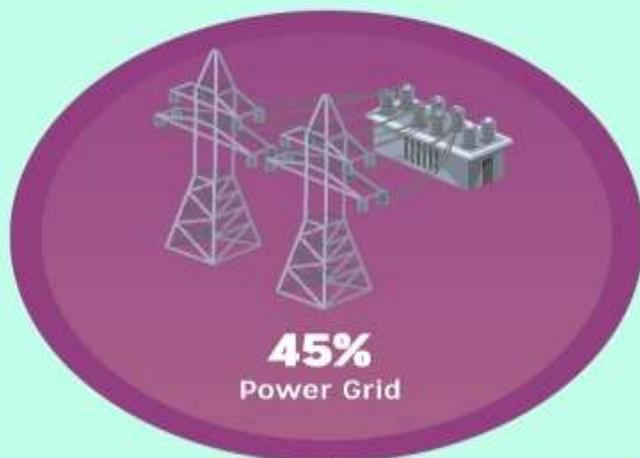
équipements	31%	industrie	12%
construction	30%	transport	12%
infrastructures	15%	Cours du Cuivre en 2011	7800 E/t

Cuivre: principales applications & perspectives 2027 → l'automobile

It's an indispensable raw material in our everyday lives.

Nearly 28 million tonnes of copper are used annually:

Près de 28 Mt de cuivre sont utilisés chaque année

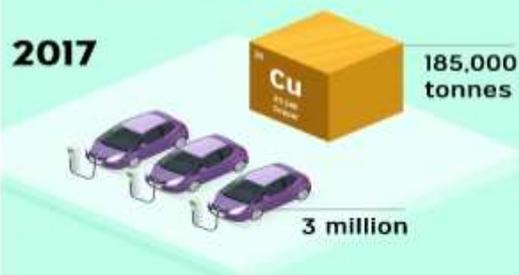


Additionally, every EV will need a charging port.

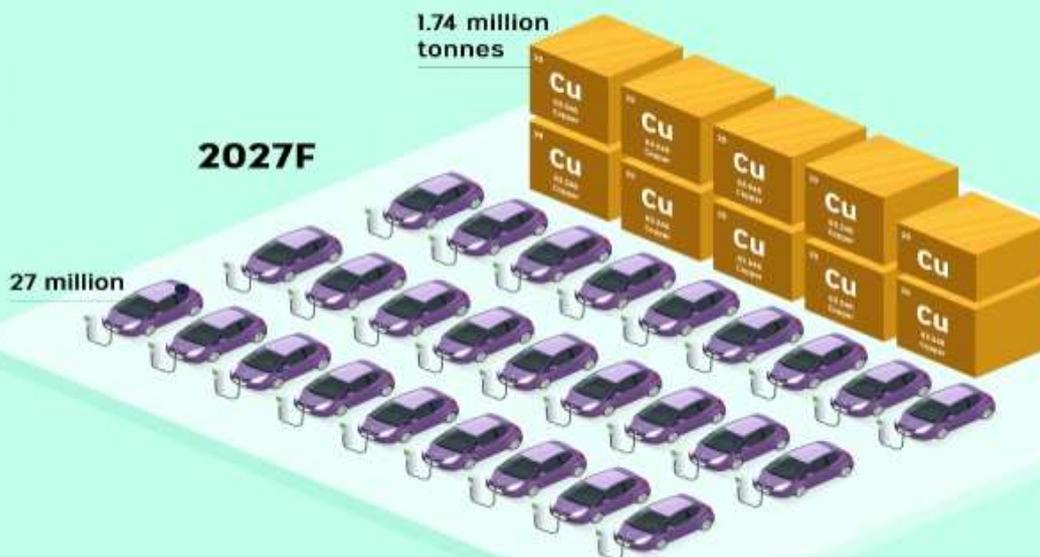
Each fast EV charger can add up to 8kg of copper each - that's 216,000 tonnes of additional demand by 2027.

Sources: CDA, ICA

2017

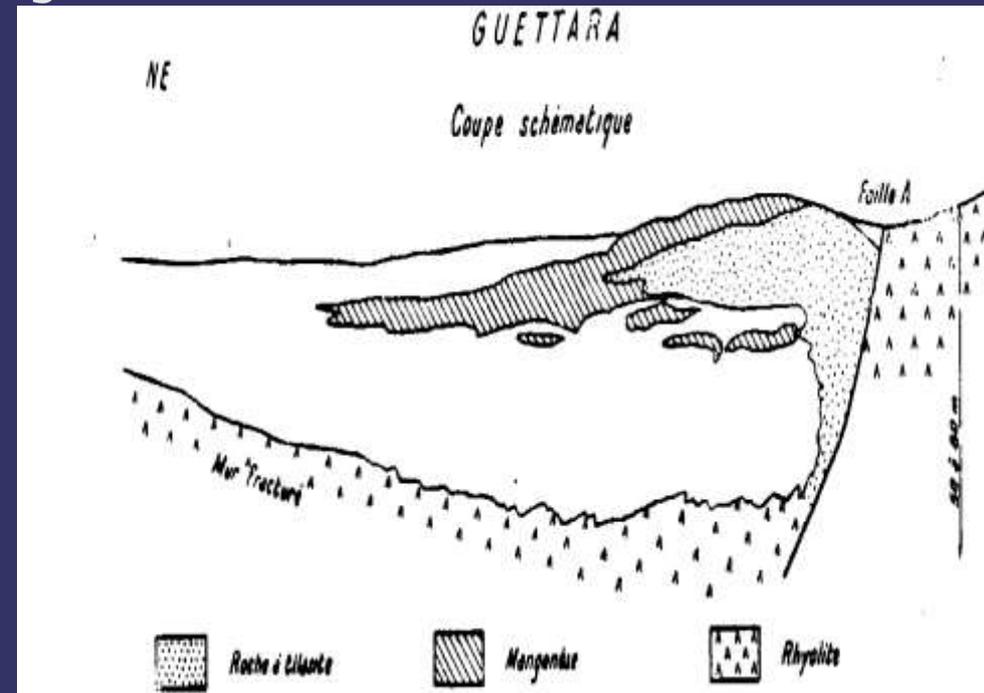


2027F



L'Arsenic du Dj. Guettara

T1+T2 ktonne	Mn1+2%	As1+2%
1738	45,5	1,69
1618	46,2	1,19
1532	46,5	1,03
1456	47	0,92
482	50,9	0,56
Total	47,22	1,078
6826	3223	73,6

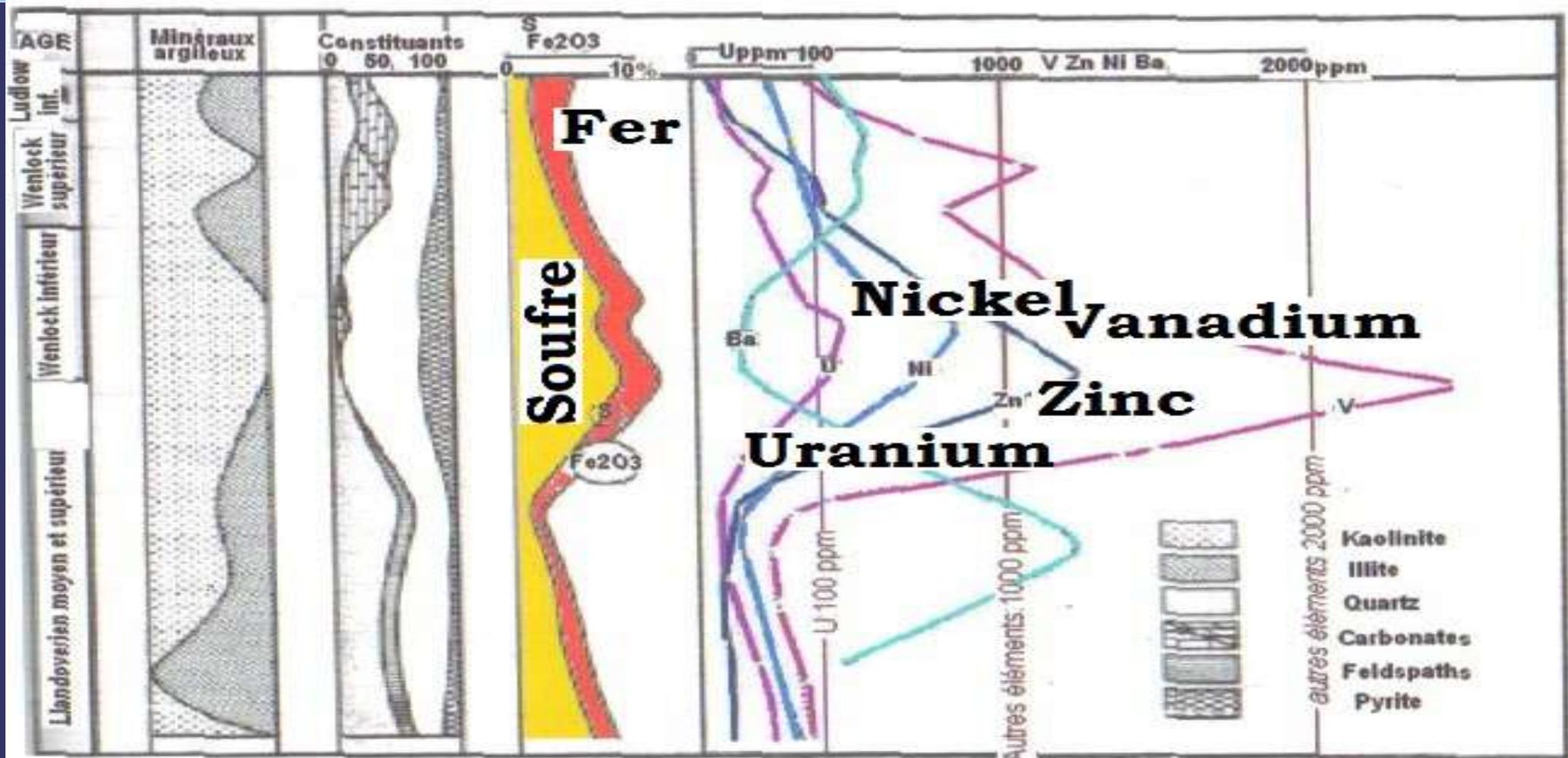


As, Clarke crustal : 1,5 ppm (très rare). Production mondiale:30kt/an
Réserves mondiales fct des productions métaux : (sous produit)
Utilisation : en alliages Ga-As et In-As dans semi-conducteurs pour cellules photovoltaïques, Diodes et transistors
Guettara remplacement Braunité (Nésosilicate de Mn) par Tilasite (fluoroarséniate de calco-alcalin) régi par la Loi d'action de masse



Potentiel minier des roches mères du Sahara

constituants	COT	kaolinite	Pyrite	U (ppm)	V(ppm)	Zn(ppm)	Ni(ppm)	Cu ppm	Li ppm
Wenlock 55m	20%	50%	30%	120	2400	1280	800	400	120
Frasnien 30m	11.4%	68.6%	20%	40	690	355	326	213	?



Métaux du Wenlock des confins algéro-libyens

Potentiel économique de la roche-mère silurienne en valeur financière, les hydrocarbures de roches mères représentent moins de 4% du contenu métallique valorisable par lixiviation *in ou ex situ*



CLUB ENERGY

Problématique de la sécurité énergétique pour l'Algérie à l'horizon 2030 et au-delà.

IFEG Ben Aknoun

30 Juin 2018

substance	Quantité au km ²	Teneur dans le Wenlock
Kaolinite	68,75 Millions de tonnes	50%
Soufre	21,6 Millions de tonnes	Environ 15%
Fer	19,4 Millions de tonnes	Environ 15%
Vanadium	350 000 tonnes	2400 ppm
Zinc	176 000 tonnes	1280 ppm
Nickel	110 000 tonnes	800 ppm
Cuivre	55 000 tonnes	400 ppm
Uranium	16 500 tonnes	120 ppm
Lithium	16 500 tonnes	120 ppm

Lithium

Clarke: 20ppm (croûte) 0,18ppm (océan)

Monde production 2016: 35kt dont 14,3 Australie et 12 Chili. Croissance 6,5 à 9,5%. Besoins 2020: 61kt

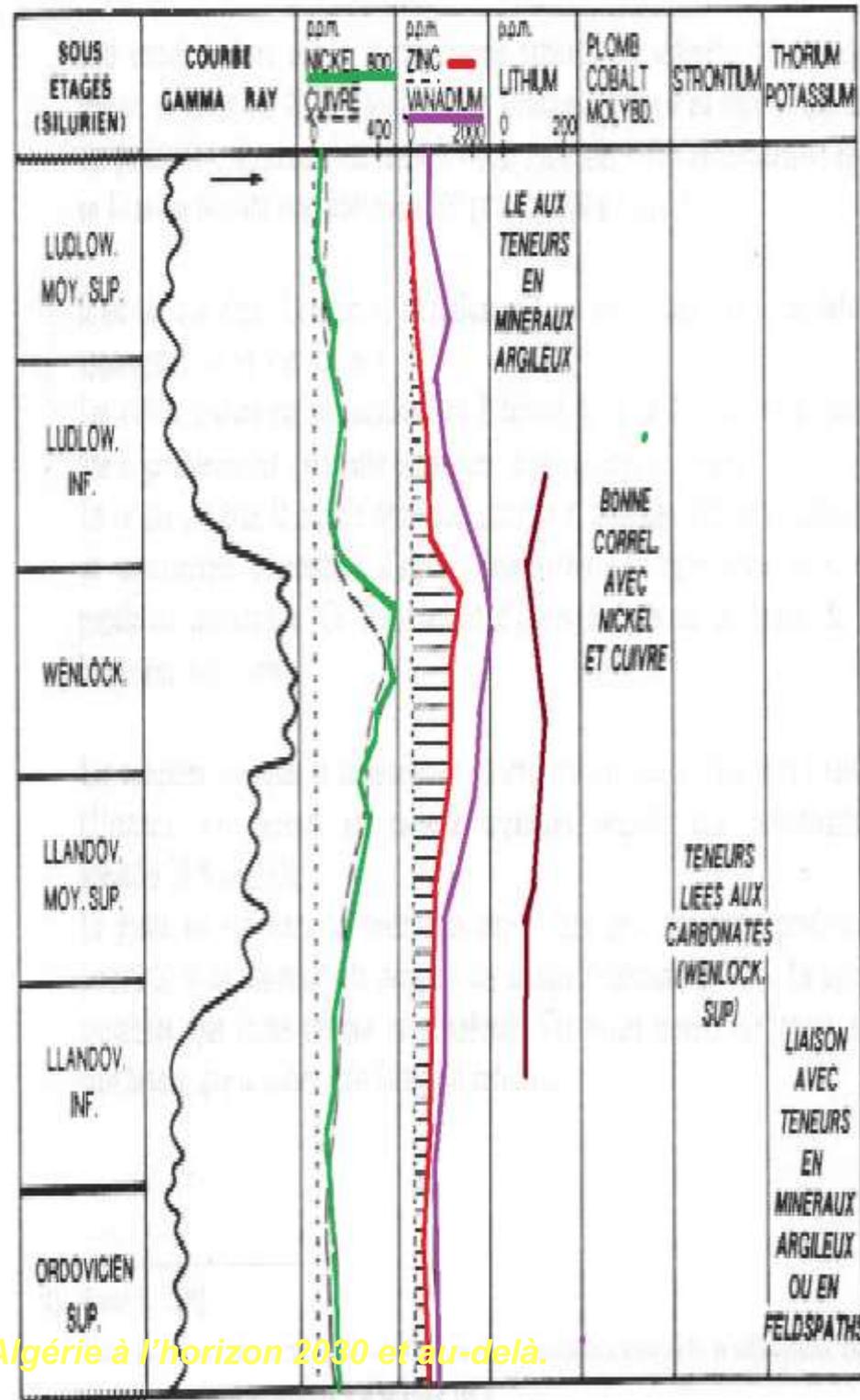
Réserves monde: 13Mt (11 exploitables)

Minerais: Silicates (spodumène, lépidolite, zinwaldite); salars (ex Uyuni, 116-250ppm) ; saumure d'eaux de formation, gisements diffus

Utilisations: Carburant fusion nucléaire Piles, batteries, alliages légers, verre et céramique, lubrifiants, pharmacie..

Sahara: Silurien 120ppm, 1,3Gt

Hoggar: Granites Taourirt Rechla Zinewaldite 1%, Spodumène (pyrox.)



Vanadium

Clarke: 160ppm. **Réserve & production mondiales:** 19Mt, 76000t

Sources: charbon, sables asphaltiques, titanomagnétite, R.mères HC

Teneurs gisements: Windamura (Australie) (0,47% V₂O₅)=0,26%V

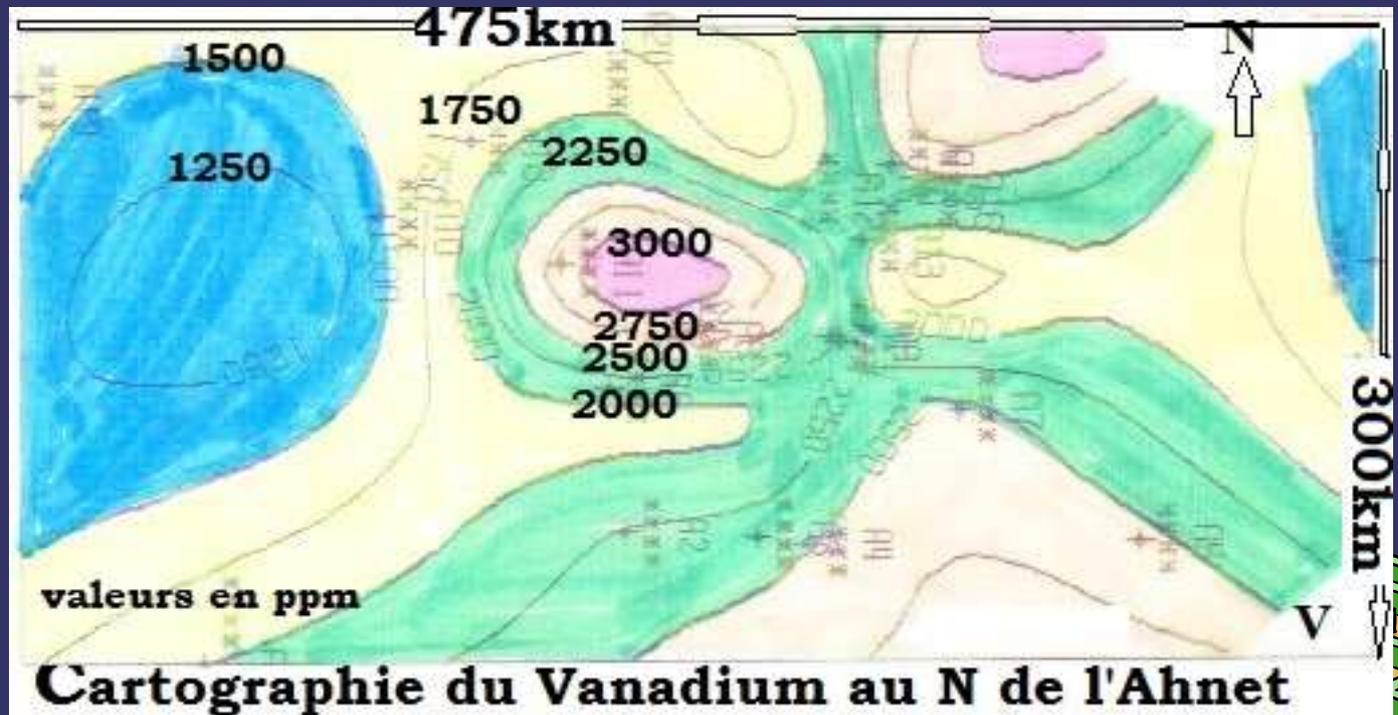
Kachkanar Popper (Russie) (0,14%V₂O₅)=0,077%V

Baïco (Chine): (0,21%V₂O₅)=0,11%V,

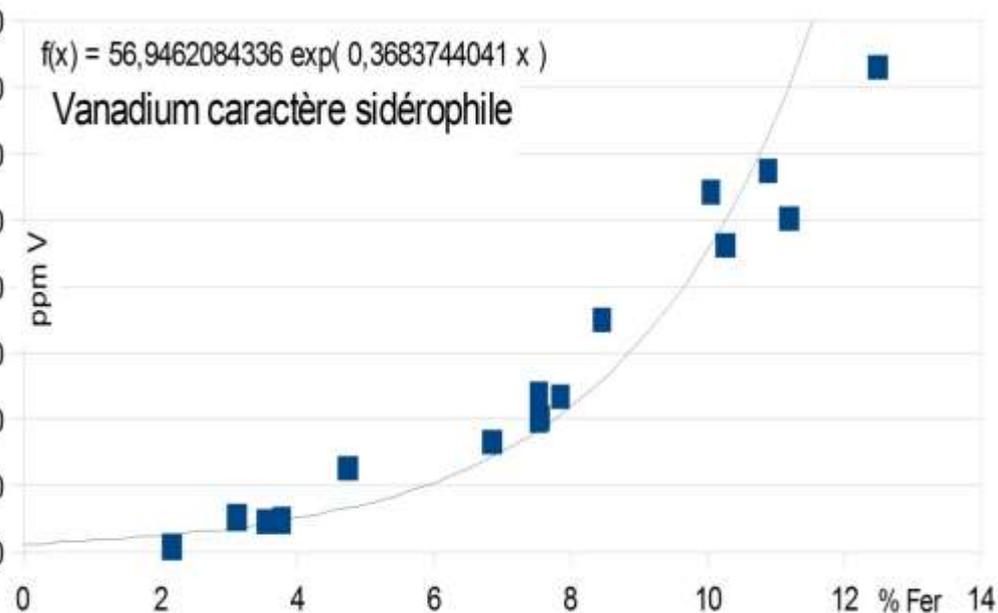
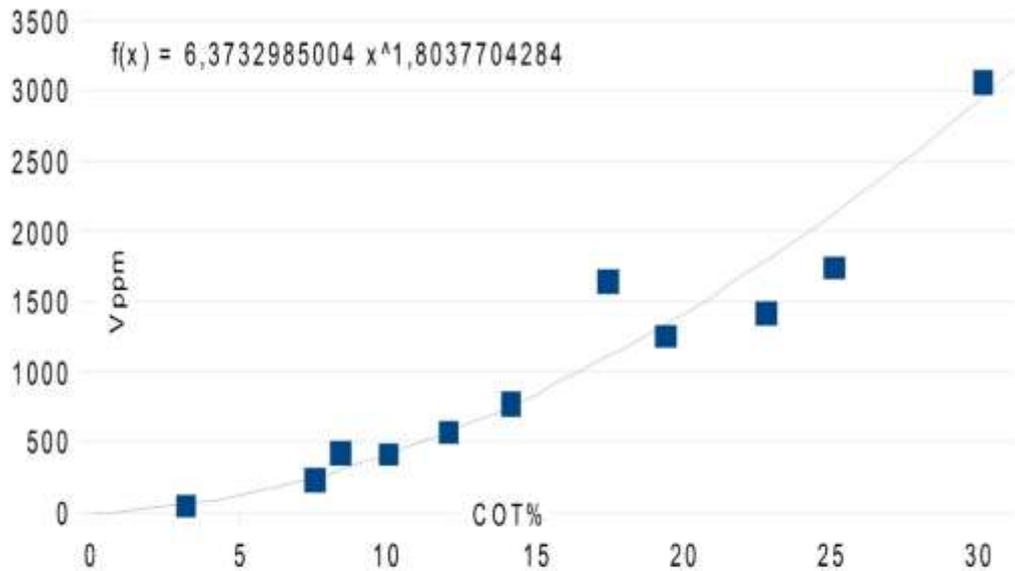
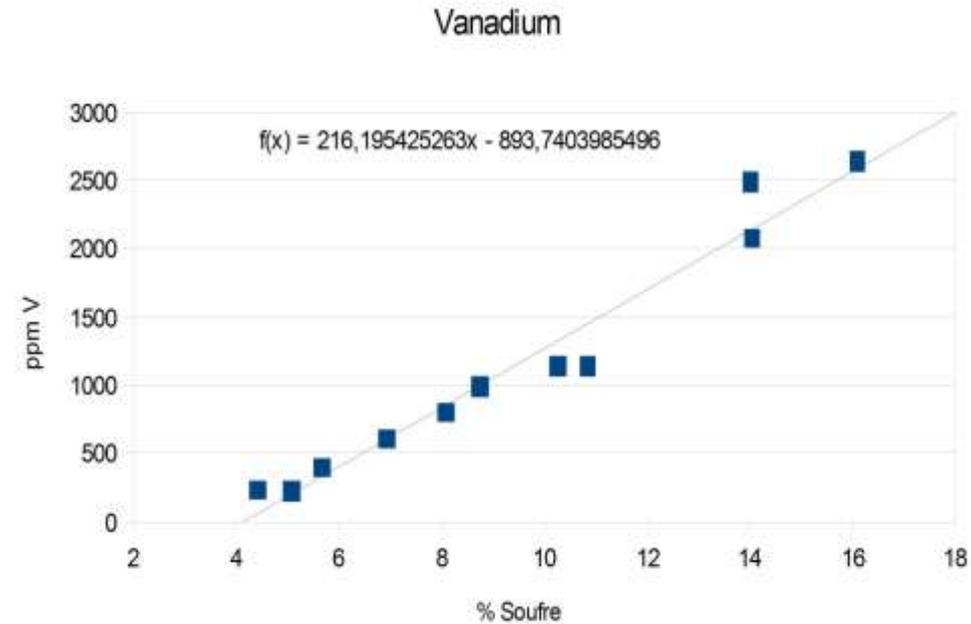
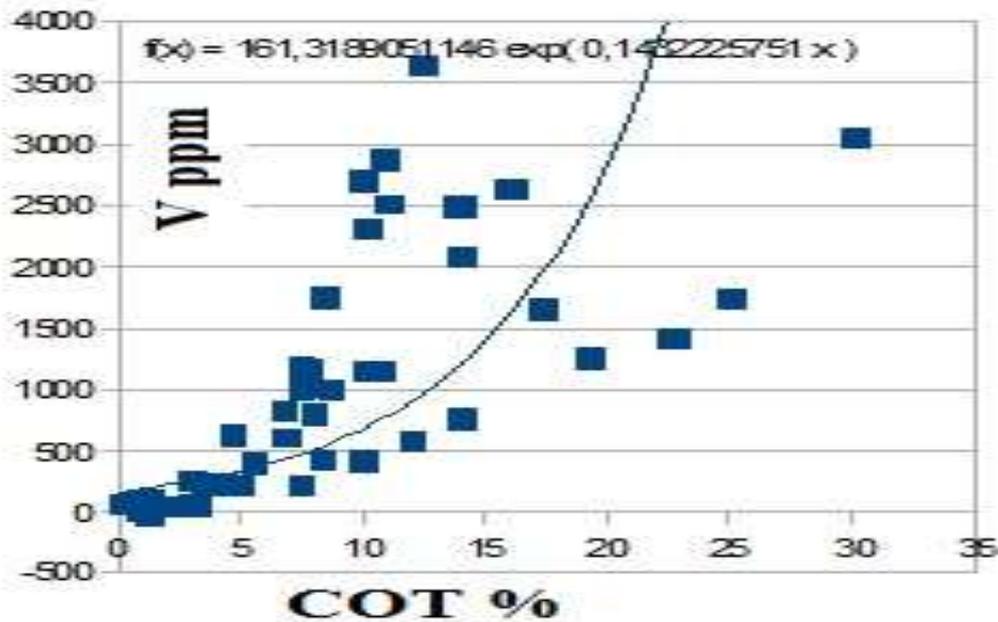
Busveld (AFS): 0,51%V₂O₅=0,27%V

Teneur Taranon Sahara: 1250-3700 ppm V, en V₂O₅: 0,223% à 0,66%

Utilisations : Alliages, catalyse et batteries (Redox pour stockage industriels, Lithium type Li₃V₂(PO₄)₃ pour voitures électriques)



Vanadium géochimie



Or : généralités et réserves au Hoggar

Clarke crustal : 5ppb, eau océanique : 1 à 10 ppb

Teneur de coupure : 1 à 2 ppm parfois 0,5 ppm

Teneurs moyennes : 2 à 20 ppm parfois 120 ppm
(Papouasie) 500 ppm (Hoggar central).

Quantités produites depuis l'Antiquité : 164000 t.

Réserves : 47000 t dont 6000 t en AFS et Australie,

Réserves Hoggar: Tirek-In Ouzzal 26,5 t à teneur moyenne de 25 ppm Chaîne panafricaine juvénile: 4,1 t teneur 10 à 500 ppm, Hoggar polycyclique : 55 t teneurs < 25 ppm et Hoggar de Tiririne 50 t teneur < 25.

Meilleures perspectives: autour du grand accident du 4°50 dans des roches basiques fracturées.

Minéralurgie courante : lixiviation cyanurée

Applications: finances, bijouterie, **électronique**



Tungstène (W) et Étain(Sn) du Hoggar

Clarke:1,5 ppm, minerais:0,3-2%W

WO₃ concentré 62-72% par magn

Production 2016: 86,4kt (Chine 71)

Réserves 3,1 Mt dont 66% Chine

Utilisations:Carbure W 55%, Aciers spéciaux 21%,

Electronique et superalliages etc..

Prix : 776€/kg

Clarke:3ppm,minerais:1-5%Sn

➤ SnO₂ concentré 76% par grav

➤ **Production** 294kt (Chine 100)

➤ **Réserves** 4,8 Mt (Chine 1,5Mt)

➤ **Utilisations:** très nombreuses

➤ **Prix:**116€/kg

Roches porteuses : granites Taourirt partie apicale proches du 4°50 dans filons de quartz à WO₃-SnO₂, phyllades, greisen et pegmatites et leurs éluvions et colluvions provenant de leur démantèlement

4 **gisements** évalués nonobstant ceux potentiels liés aux Taourirt

Tin Amzi:(0,67WO₃, 0,24Sn), C1+C2 : 350kt

El Karoussa: (0,32%WO₃ et 0,75%Sn) C1+C2 : 750kt

Bachir: 46,7 kt de WO₃ teneur 1,87%-3,2%

Nahda: CaWO₄ (Scheelite) et WO₃, 2-10%(+0,5-1Cu), 17,6kt W

Autres gisements reconnus : Tiftazounine (300kt 0,89%WO₃), In

Zouzam (130kt 0,65%WO₃), Tin Teganet (80kt 0,83%WO₃), Aledmeda

(très important mais non évalué)

TOTAL 1P EVALUE HOGGAR:93kt WO₃+Sn tous porteurs de COLTAN



Beryllium : potentiel du Hoggar

Clarke:2,8 ppm, Minérale porteur: **béryl**, Roches pegmatites

Teneur d'exploit:0,345% (USA). Production 2016: 220t (190t USA)

Réserves: > 14200 t (USA) 80 000t monde ? **Cours 2015:** 510\$/kg

POTENTIALITES & RESERVES ALGERIE (HOGGAR)

é au granites Taourirt dont les teneurs Be vont de 30 à 70 ppm

voire 1000 à Sédis. **Gisement à Guérioun dans les schlirens**

(0,25% BeO, réserves: 2500t)

Utilisations : Alliage **Cu-Be** pour connexions électroniques et circuits intégrés

Alliage **Al-Be**: aéronautique et spatial, Alliage **Ni-Co-Be**: dentisterie

Faible absorption RX : fenêtre pour tubes RX,

Matériau de **couverture** des plasmas **ITER**

Réflecteur de neutrons et ralentisseur de neutrons dans les

ogives et les centrales nucléaires, sources neutroniques par

mélange émetteur α (Am, Ra, Po)/Be

BeO isolant, conductivité thermique très élevée : support des composants électroniques et matériaux des boucliers thermiques et gaines potentielles des matériaux fissiles.



Baryum (Ba) & Strontium (Sr)

Ba. Clarke: 450ppm, sels naturels: barytine (commun), withérite (rare)

Réserves Monde BaSO₄:320 Mt, Production 2016: 7,3Mt.

Utilisations : Électronique: chips-condensateurs (1 Milliard par an), tubes cathodiques pour piégeage de gaz, capteurs solaires thermiques à tubes sous vide, céramique piézoélectrique, protection radiologique. Autres: boue de forage, charges industrielles.

ALGERIE: Importatrice de Baryte alors qu'elle en possède des réserves incommensurables en Algérie du Nord de Tamzourah à Sedrata, en plus d'un gisement important dans la Daoura (SW Béchar)



CLUB ENERGY

Problématique de la sécurité énergétique pour l'Algérie à l'horizon 2030 et au-delà.
IFEG Ben Aknoun
30 Juin 2018

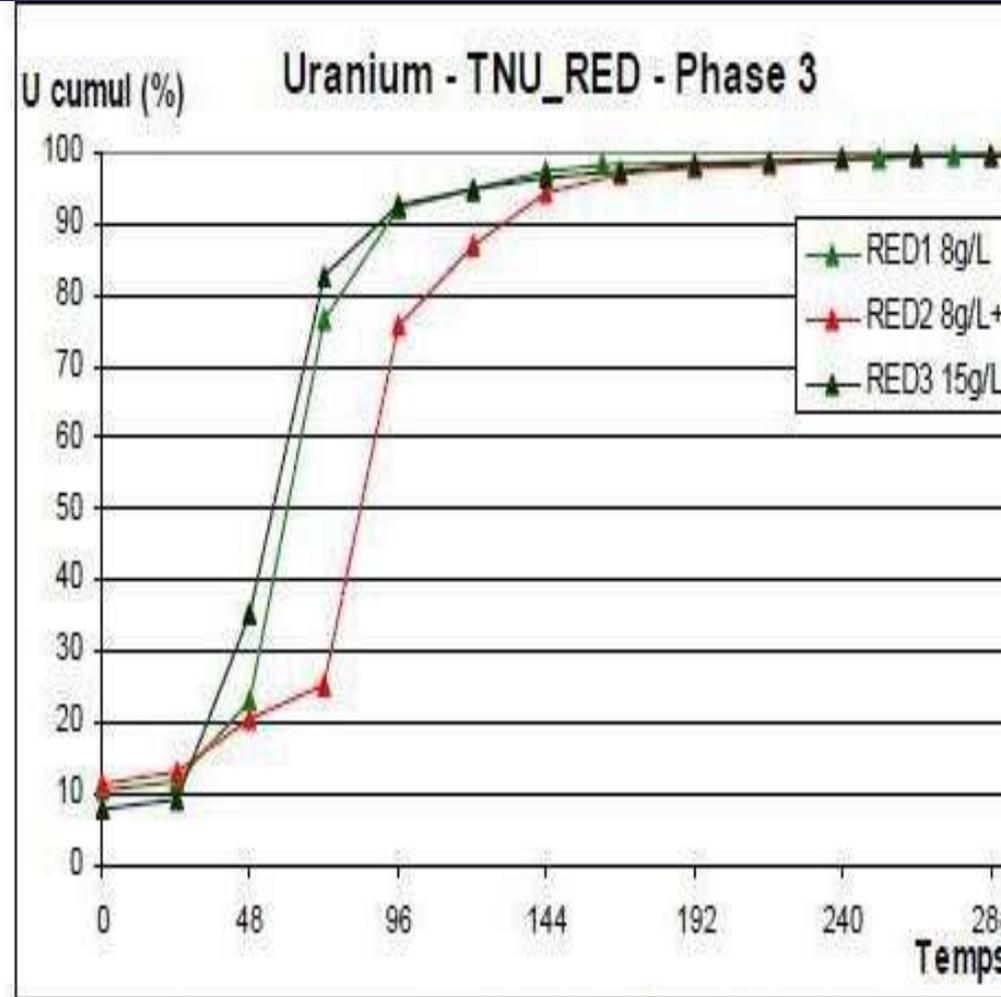
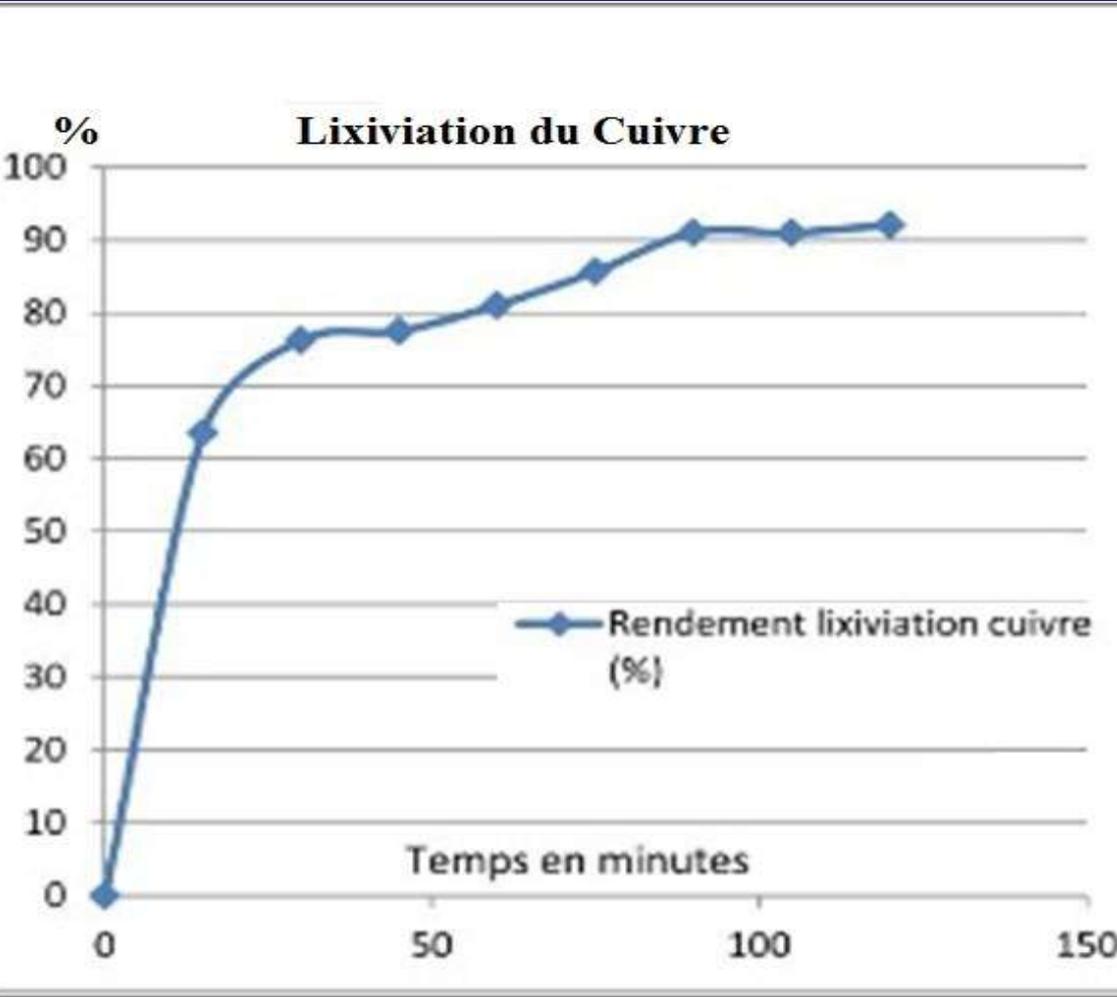
Sr. Clarke: 400ppm, sels naturels: Célestite (commun), Strontianite
Production monde: 350kt, réserves: >6,8 Mt (Chine 2016)

Utilisations: Boues de forage (29%), Pyrotechnie (21%), Aimants permanents (ferrite de Sr: Sr Fe₁₂O₁₉ (21%), Alliages (7%), pigments et charges (7%), hydrométallurgie du Zinc (7%), absorption des RX.

ALGERIE: réserves incommensurables en sphérules dans le Tell de Tablat et du Sétifien.



Minéralurgie: extraction par solvant → lixiviation



Ces expériences rendent caduque la notion de teneur de coupure des exploitations classique