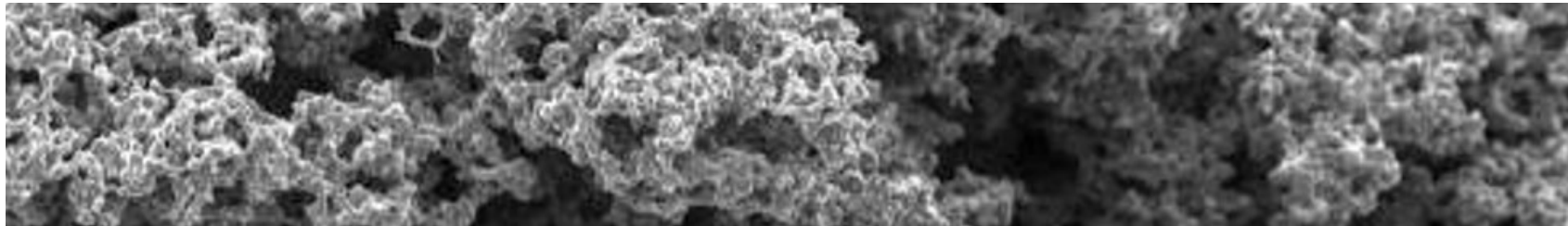


Le marché du titane

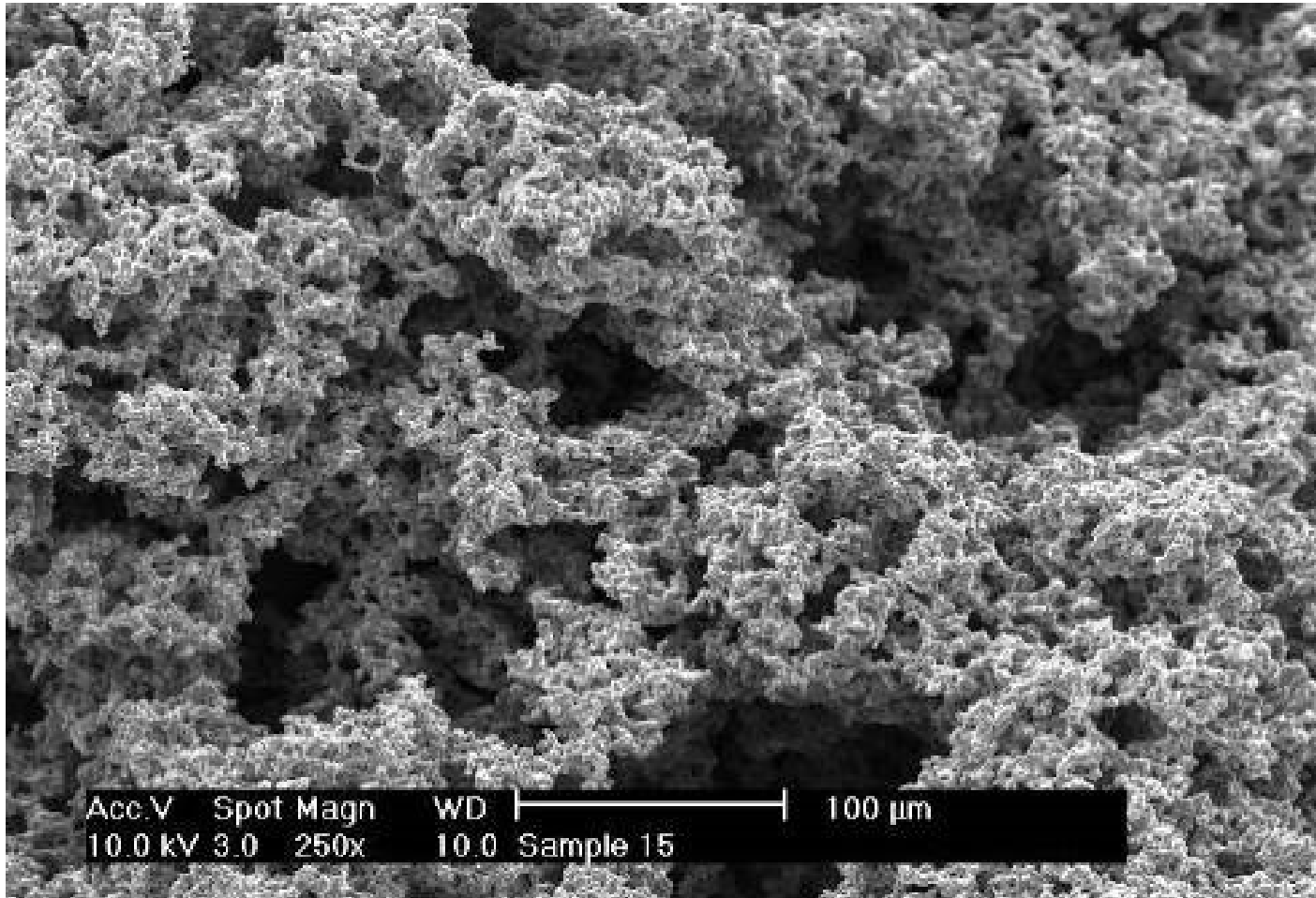
Présentation au COMES – 05/02/2016



Pierre-François Louvigné

Tel: 06 43 10 61 55 – pierre.francois.louvigne@gmail.com

L'éponge de titane



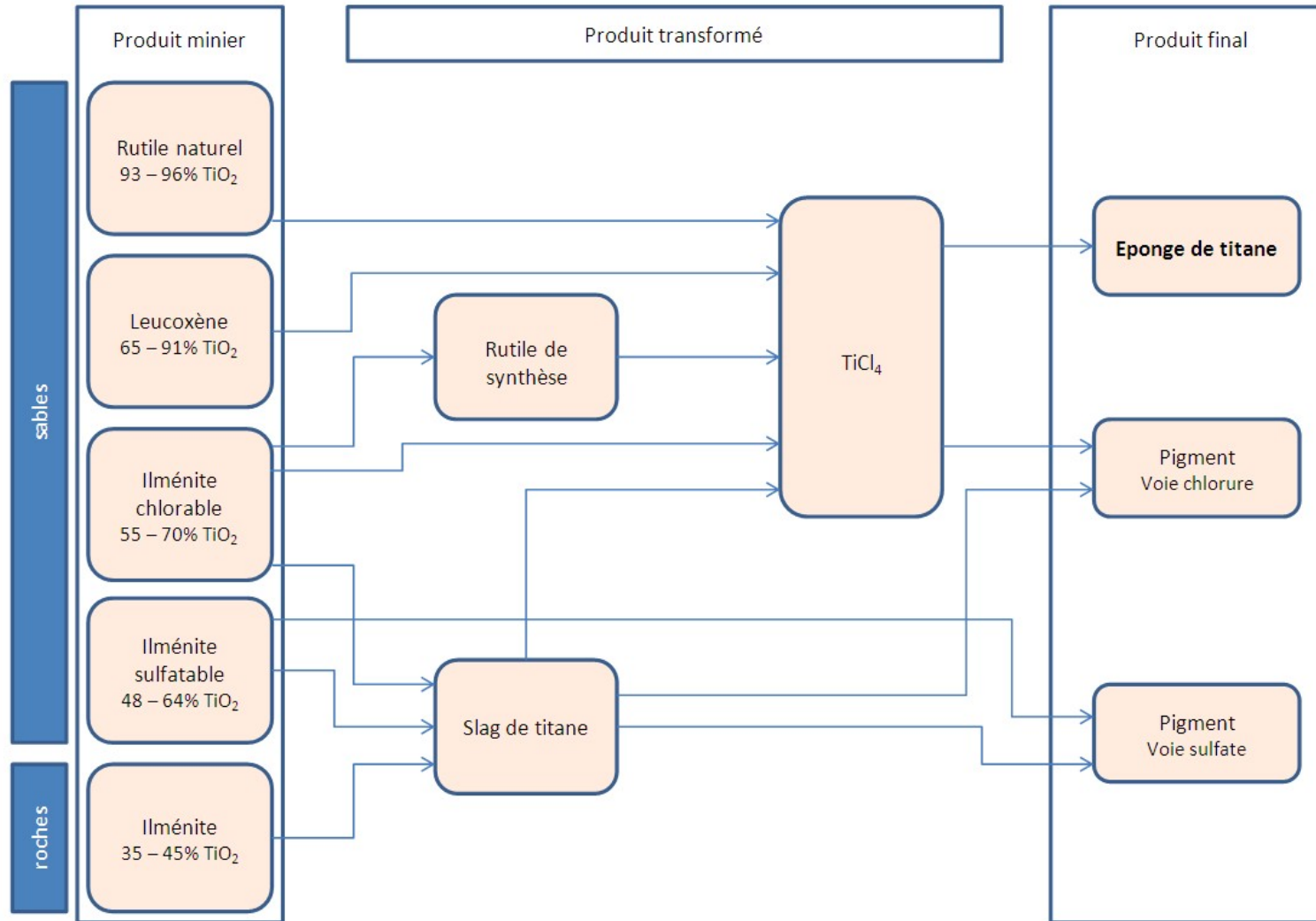
TiO₂: une ressources minérales abondantes

	(en milliers de tonnes)		Reserves ⁶
	Mine production 2013	2014 ^e	
Ilmenite:			
United States ²	7200	7100	2,000
Australia	960	1,100	170,000
Brazil	100	70	43,000
Canada ⁸	770	900	31,000
China	1,020	1,000	200,000
India	340	340	85,000
Madagascar	264	340	40,000
Mozambique	430	500	14,000
Norway	498	400	37,000
South Africa ⁸	1,190	1,100	63,000
Sri Lanka	32	32	NA
Ukraine	150	210	5,900
Vietnam	720	500	1,600
Other countries	60	90	26,000
World total (ilmenite, rounded)	6,730	6,680	720,000
Rutile:			
United States	(⁹)	(⁹)	(⁹)
Australia	423	480	28,000
India	24	26	7,400
Madagascar	8	7	NA
Malaysia	14	14	NA
Sierra Leone	81	120	NA
South Africa	59	65	8,300
Ukraine	50	50	2,500
Other countries	8	8	400
World total (rutile, rounded)	⁹ 667	⁹ 770	47,000
World total (ilmenite and rutile, rounded)	7,400	7,450	770,000

Source: USGS

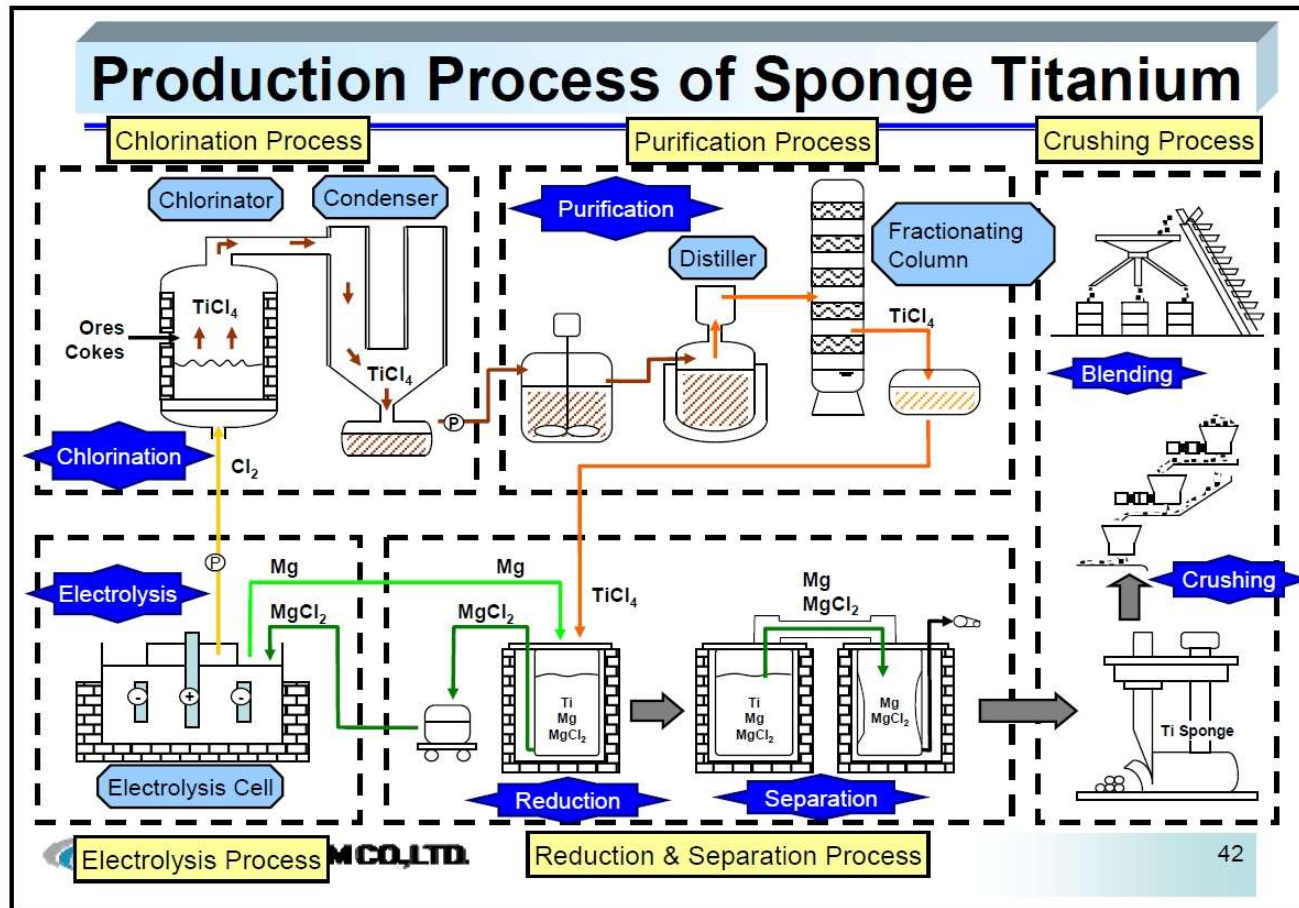
- ❑ Ti est le 9^{ème} élément le plus abondant sur Terre (0.44% à 0.6% de la croûte terrestre)
- ❑ 4^{ème} métal après le fer, l'aluminium et le magnésium
- ❑ Extrait de minerais :ilménite (FeTiO₃– réserve mondiale estimée à 720 million de tonnes d'équivalent TiO₂) et rutile (TiO₂ – réserve mondiale estimée à 47 millions de tonnes).
- ❑ Réserves naturelles en Chine, en Australie, en Inde et en Afrique du Sud
- ❑ **95% de la production sert à l'industrie chimique (pigment blanc...)**

La matière première



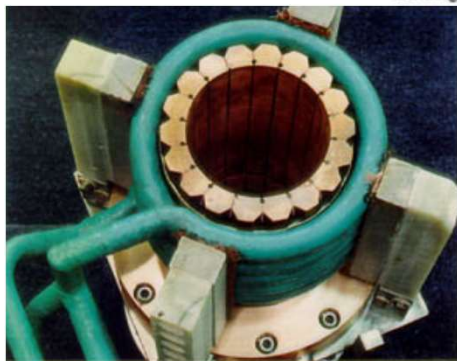
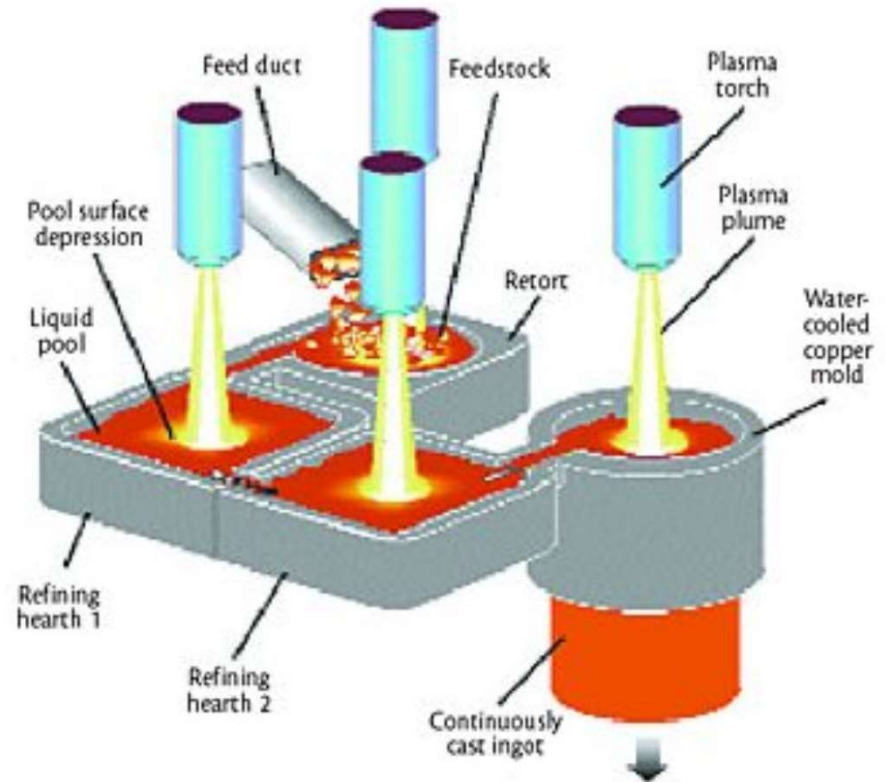
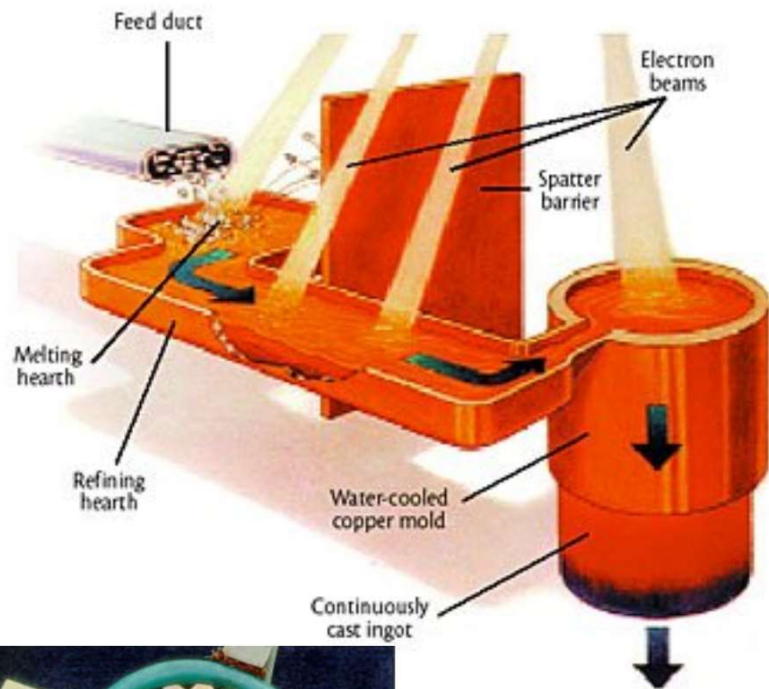
Procédé d'extraction Kroll

discontinu, long, dangereux, précis, couteux...



Recherches sur des procédés alternatifs (méthodes électrolytiques) infructueuses

Recyclage des déchets de titane (scrap) par technique de fusion à foyer froid (EB, PAM, ISM)

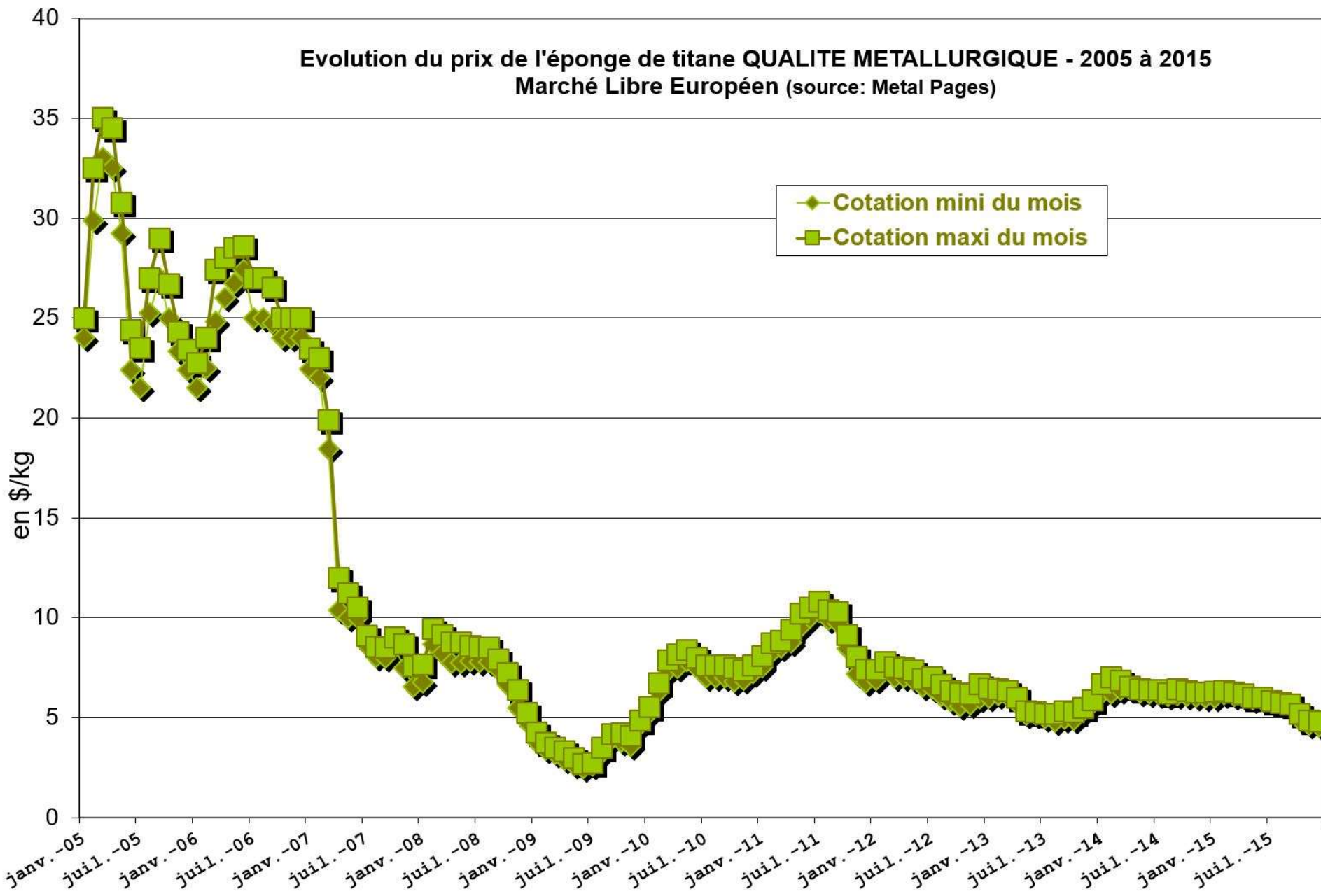


Procédés de fusion à foyer froid (EB, PAM et ISM)

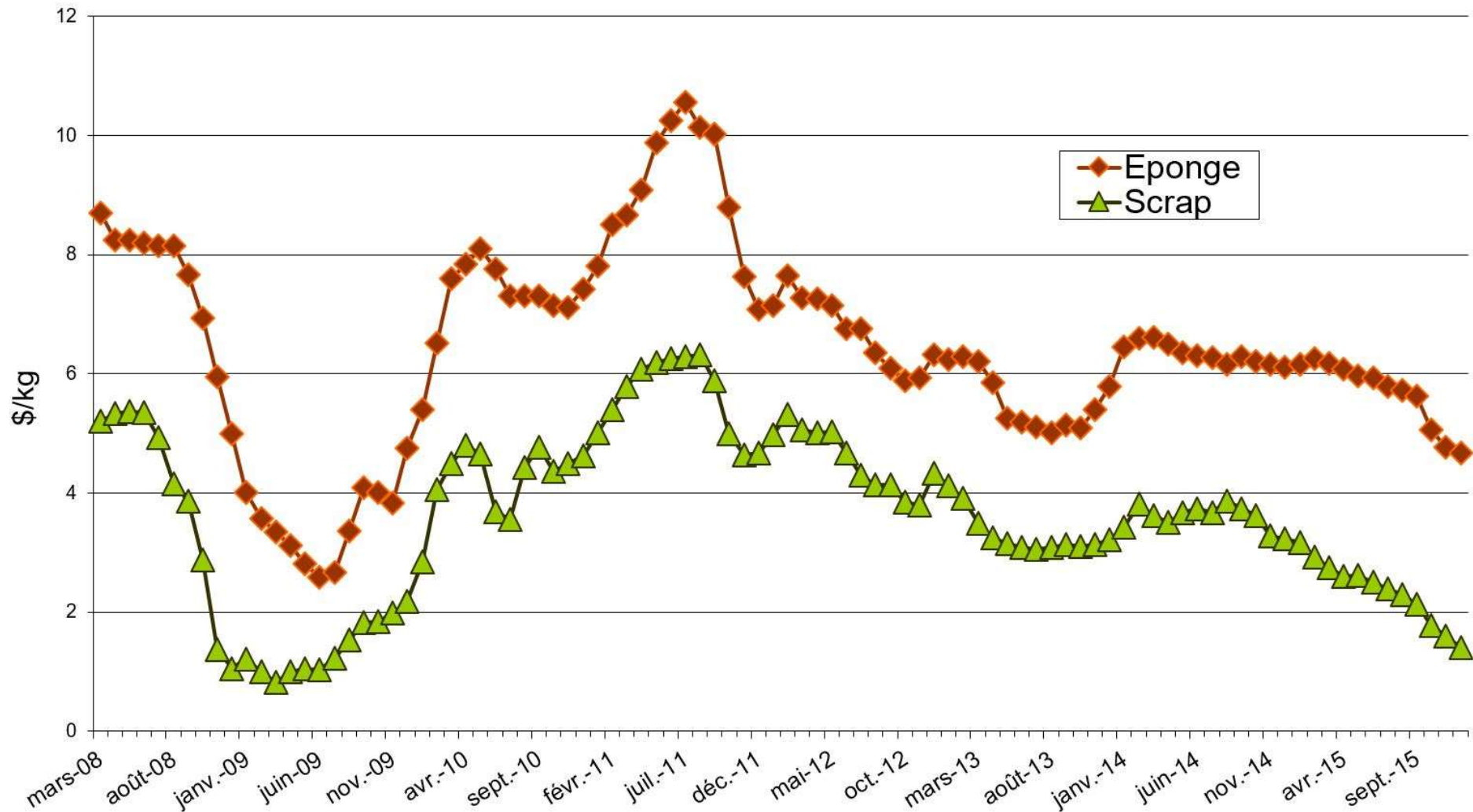
EB et PAM: 43% de la production US de lingot

scrap = \$4/kg / éponge = \$8/kg

Les prix

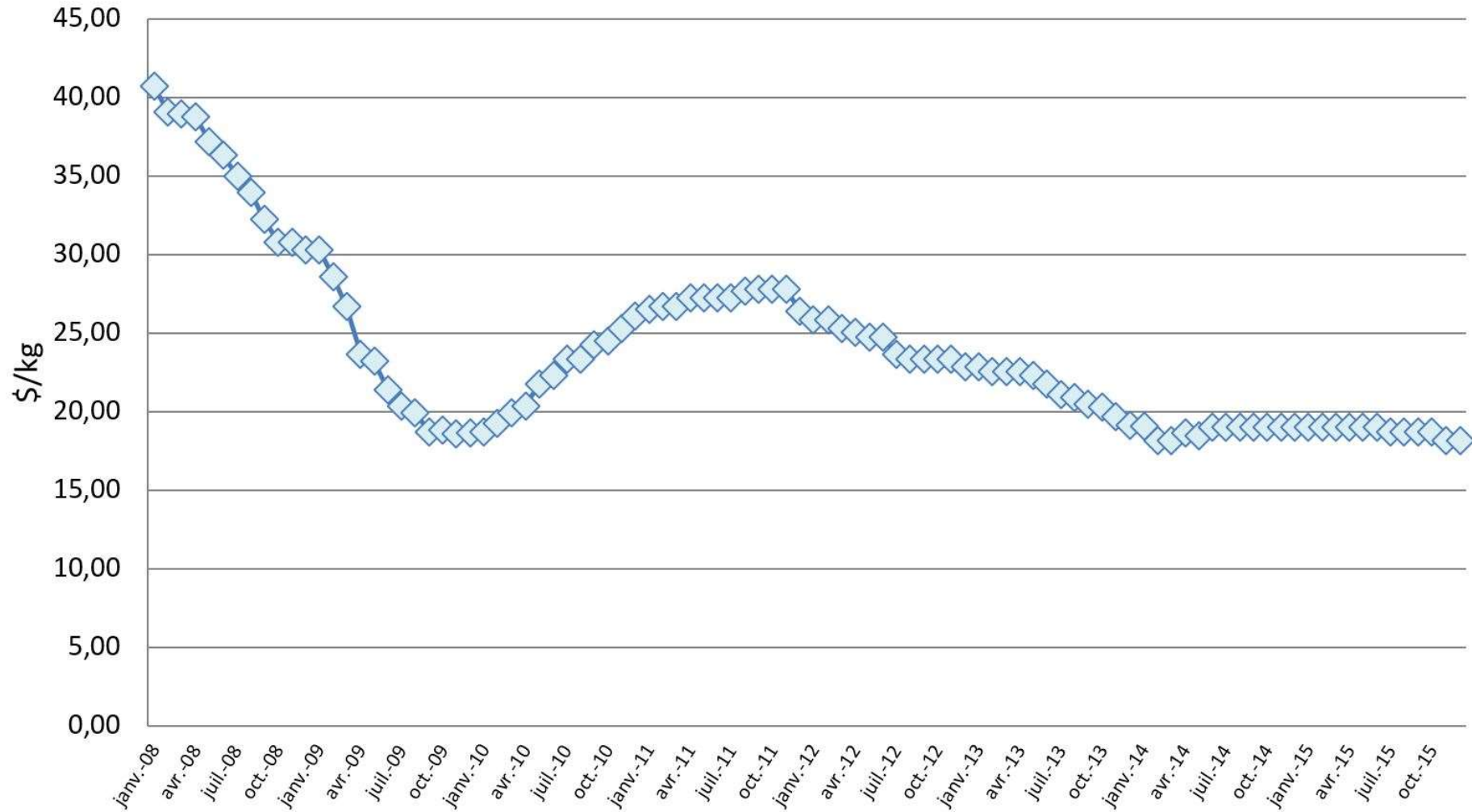


Evolution des prix spot sur le Marché Libre EU: éponge qualité métallurgique et scrap TA6V



Prix du lingot de TA6V aux USA

(source: metalprices.com)



La demande

L'emploi du titane

des secteurs stratégiques et à haute valeur ajoutée

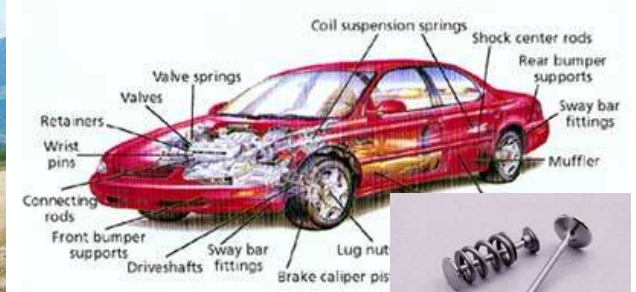
Aéronautique



Défense



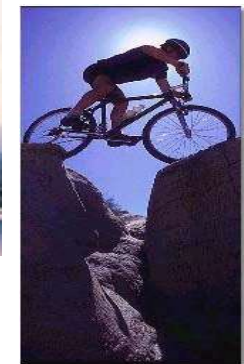
Transport terrestre



Médical



Architecture



Énergie, Chimie
Dessalement, Off-shore

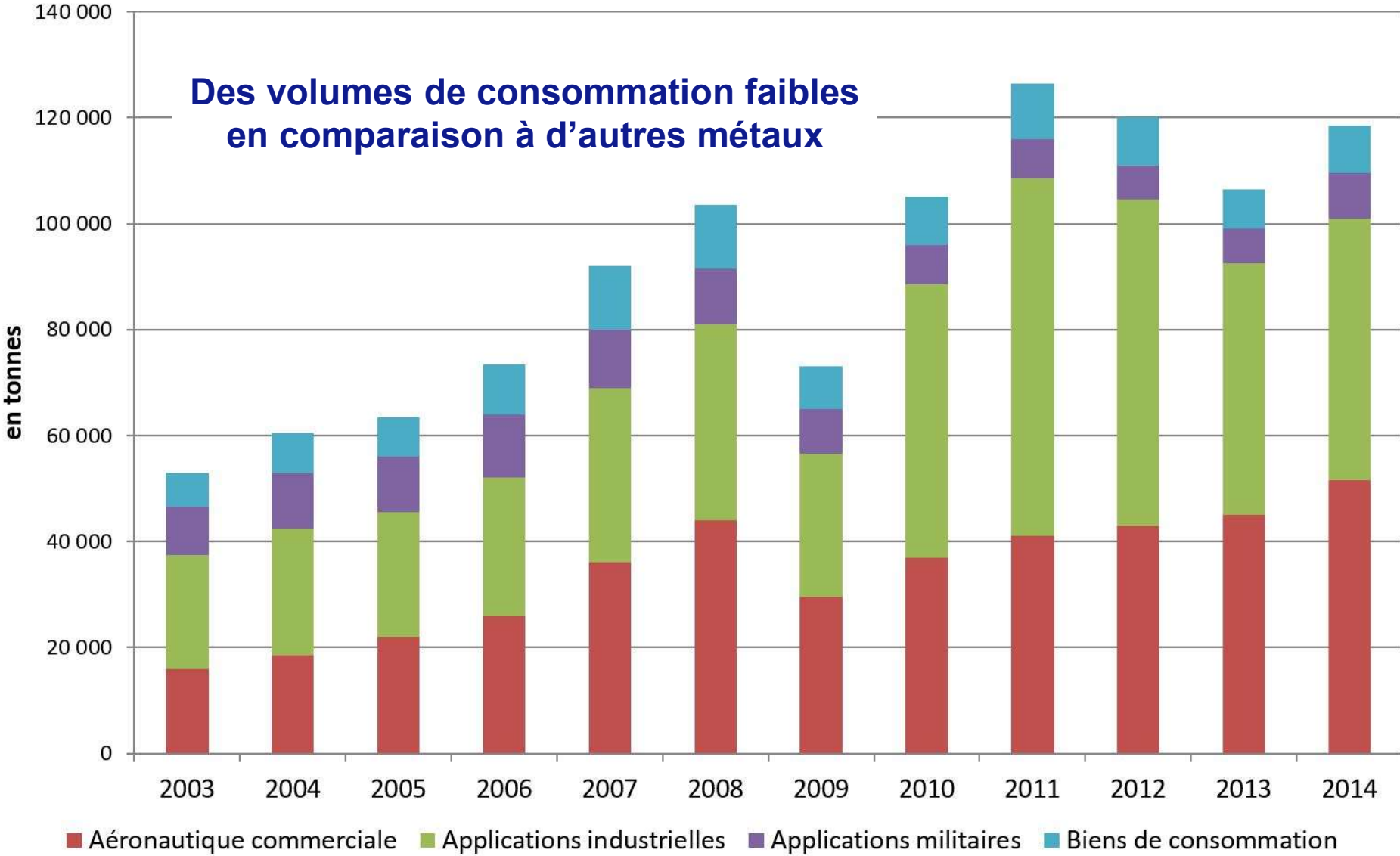


Naval

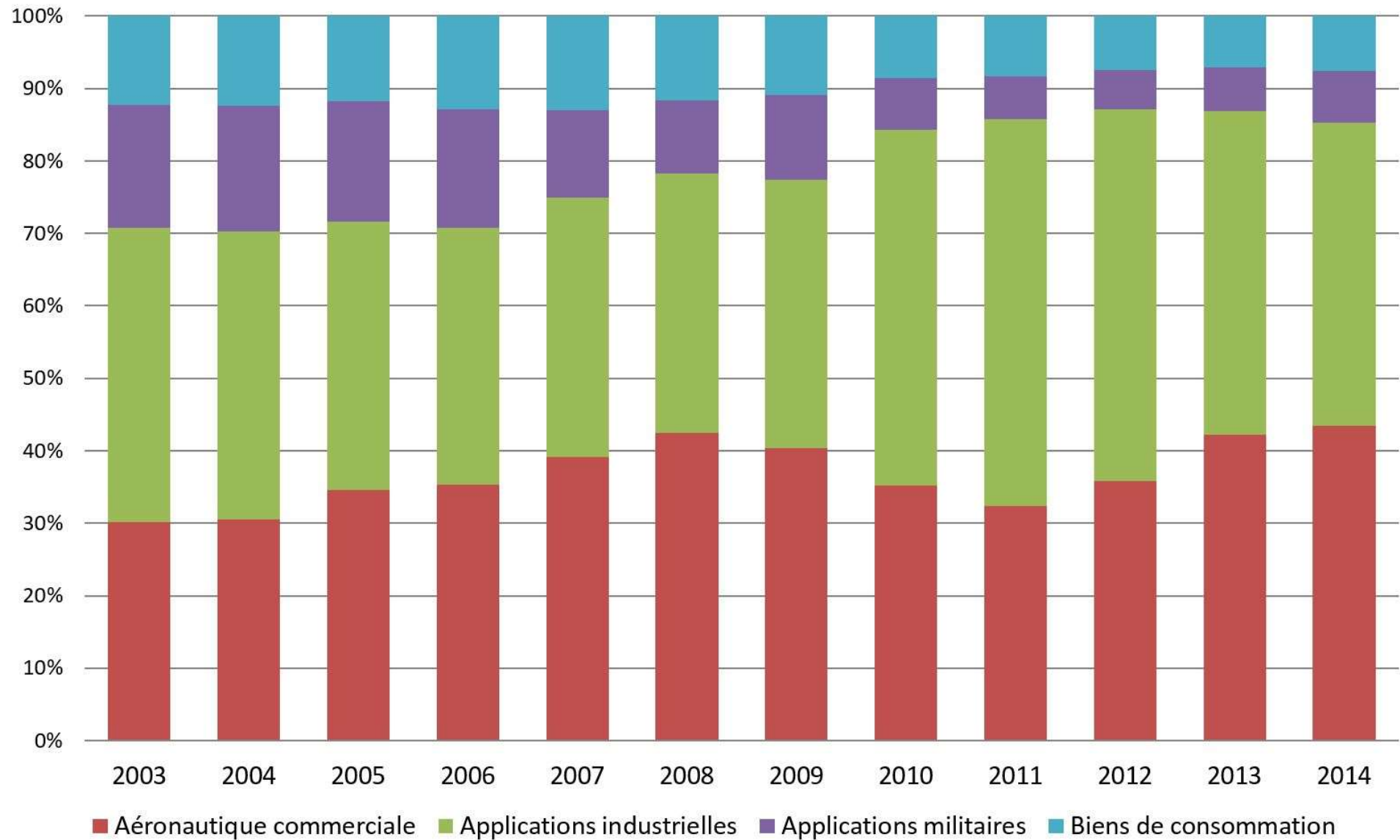


Sport, Loisir,
Luxe, Lunetterie

Consommation mondiale de titane



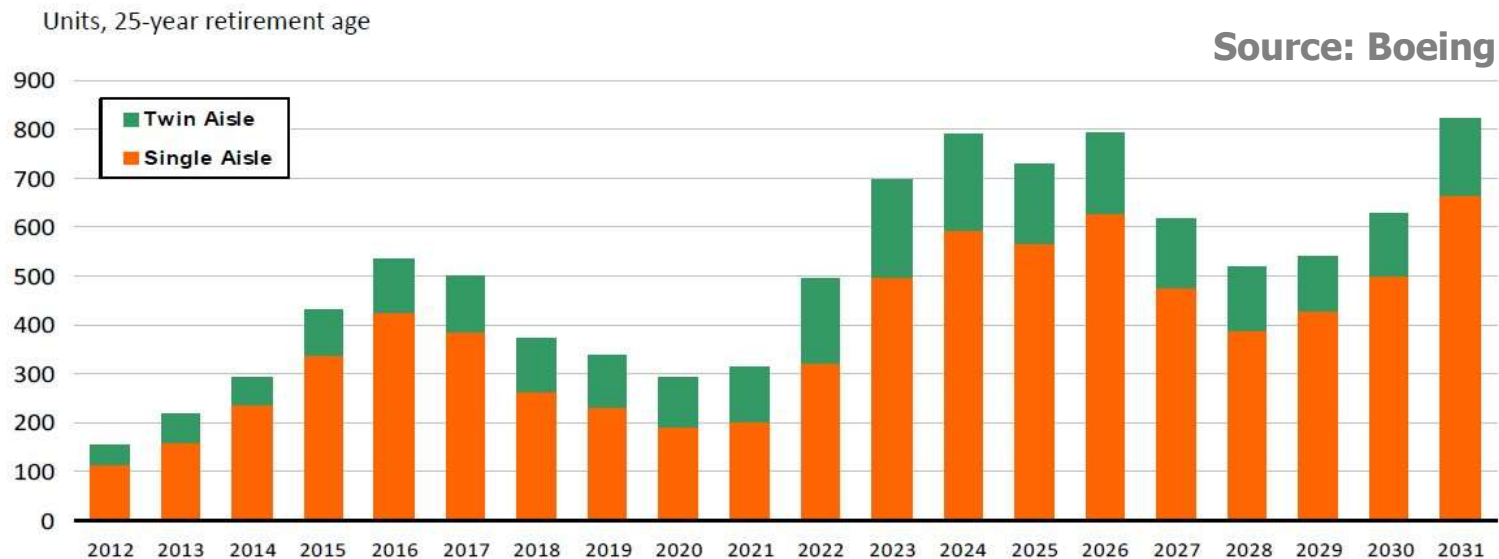
Répartition de la consommation mondiale de titane par secteur (en volume)



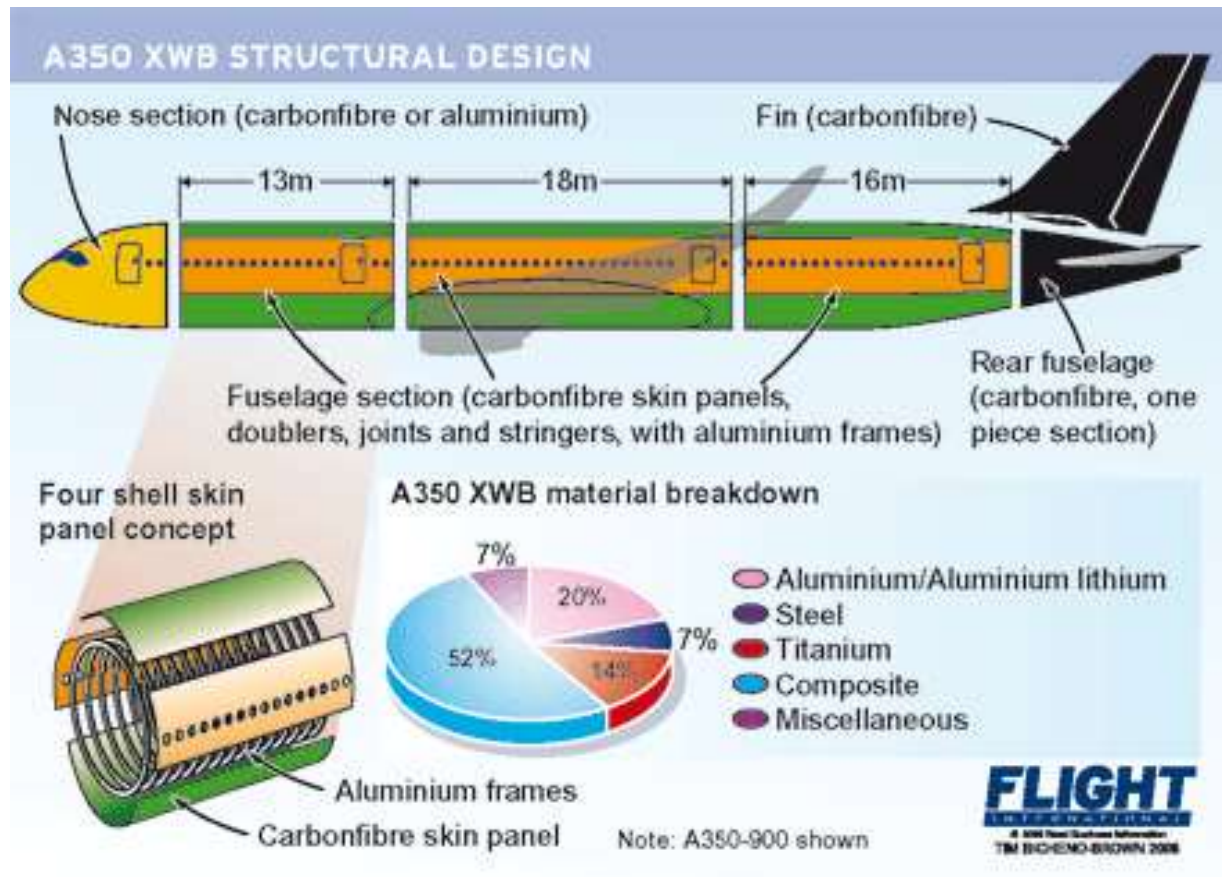
Marché aéronautique mondial

Aéronautique:

- Excellentes perspectives long terme: doublement du trafic aérien dans les 15 ans à venir.
- Plus de 10.000 avions dans les carnets de commande d'Airbus et de Boeing soit environ 1/3 de la demande en avions pour les 20 prochaines années (34.000 avions).
- Au rythme de production actuel, environ 7 ans de production en commande pour Airbus et Boeing.
- Demande = 59% (croissance du marché) + 41% (renouvellement de la flotte)



Nouvelles génération de fuselages composite: A350 et B787 (avec plus de titane !)



- Compatibilité des coefficients de dilatation thermique
- Compatibilité vis-à-vis de la tenue à la corrosion
- Compatibilité mécanique

Aéronautique commerciale

Programme (pays)	Segment	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2020-2025
Sukhoï SuperJet (RU)	Avion régional	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Boeing B787 (USA)	Avion de ligne		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Bombardier CSeries (CAN)	Avion régional					-----	-----	-----	-----	-----	-----
COMAC ARJ21 (CN)	Avion régional						-----	-----	-----	-----	-----
Airbus A350 (EU)	Avion de ligne						-----	-----	-----	-----	-----
Irkut MS21 (RU)	Avion de ligne						-----	-----	-----	-----	-----
Airbus A320neo (EU)	Avion de ligne							-----	-----	-----	-----
Mitsubishi MRJ (JPN)	Avion régional								-----	-----	-----
Boeing B737 MAX (USA)	Avion de ligne								-----	-----	-----
Airbus A330neo (EU)	Avion de ligne									-----	-----
COMAC C919 (CN)	Avion de ligne									-----	-----

A350 ou B787

+1 avions/mois => approx. +1.100 t/an

+5 avions/mois => approx. +5.700 t/an

A380

-1 avions/mois => approx. -1.345 t/an

A320/A320neo

+1 avions/mois => approx. +145 t/an

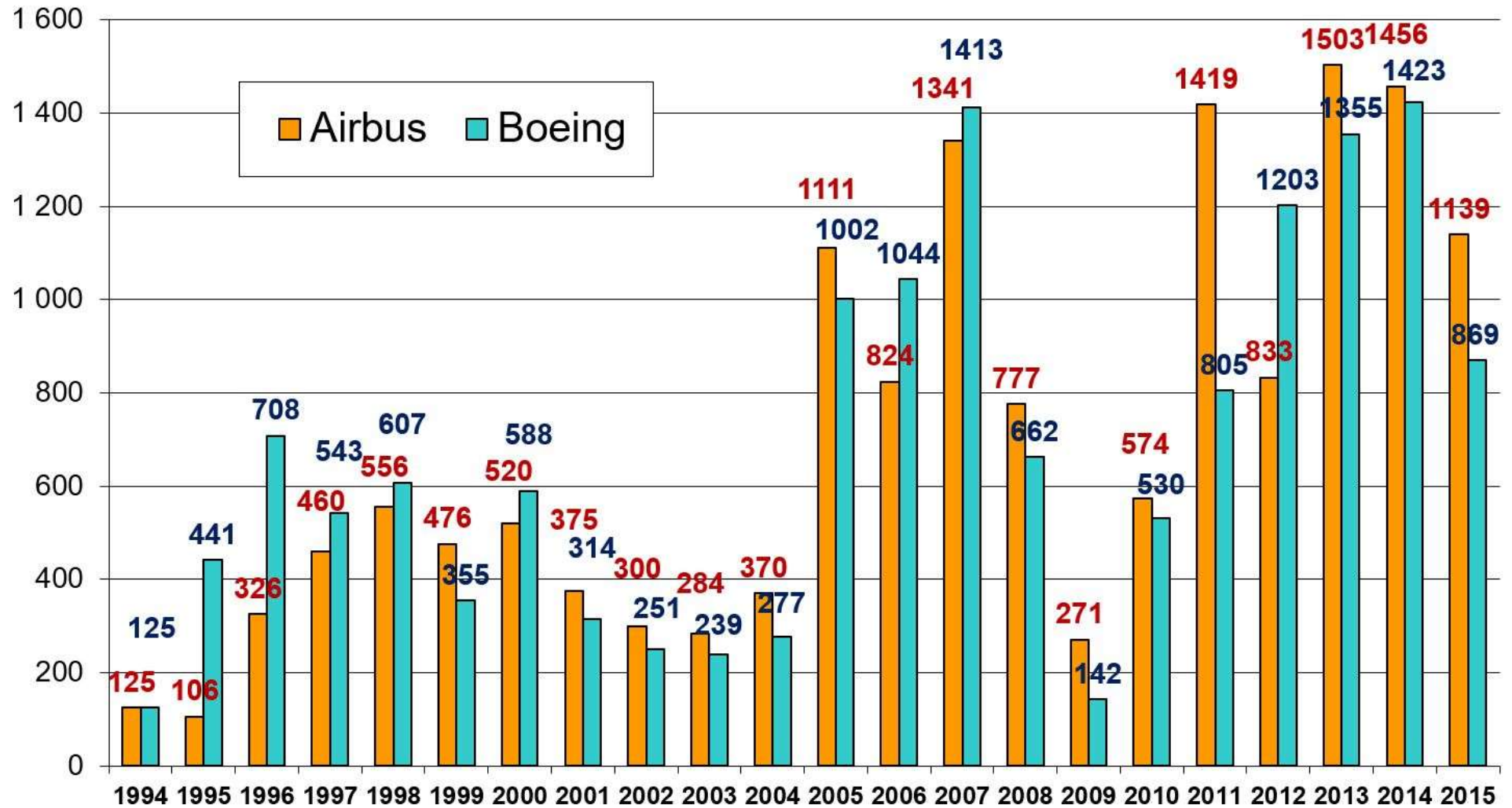
+5 avions/mois => approx. +720 t/an

B737/B737MAX

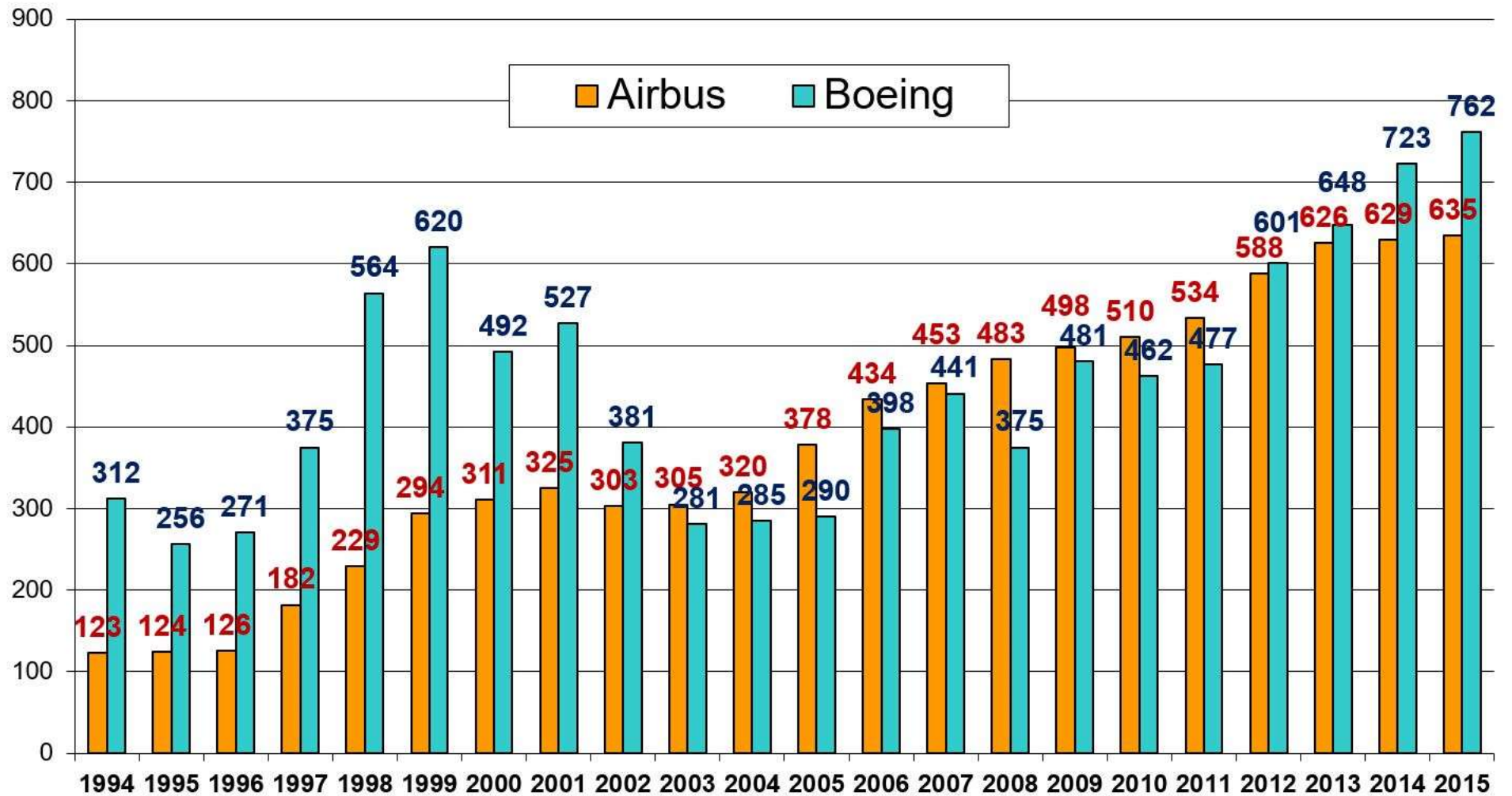
+1 avions/mois => approx. +215 t/an

+5 avions/mois => approx. +1.075 t/an

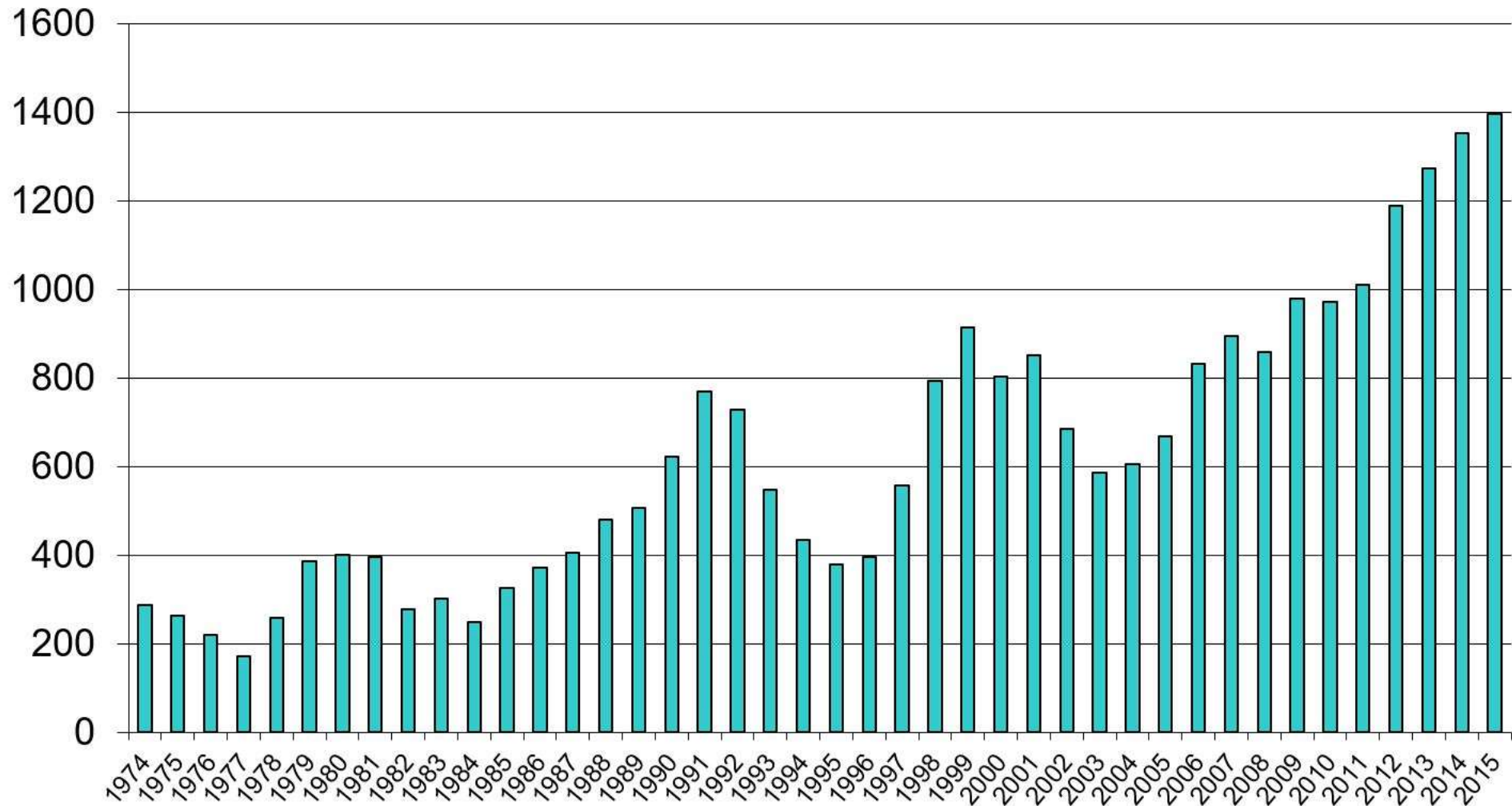
Avions de ligne: commandes nettes d'avions



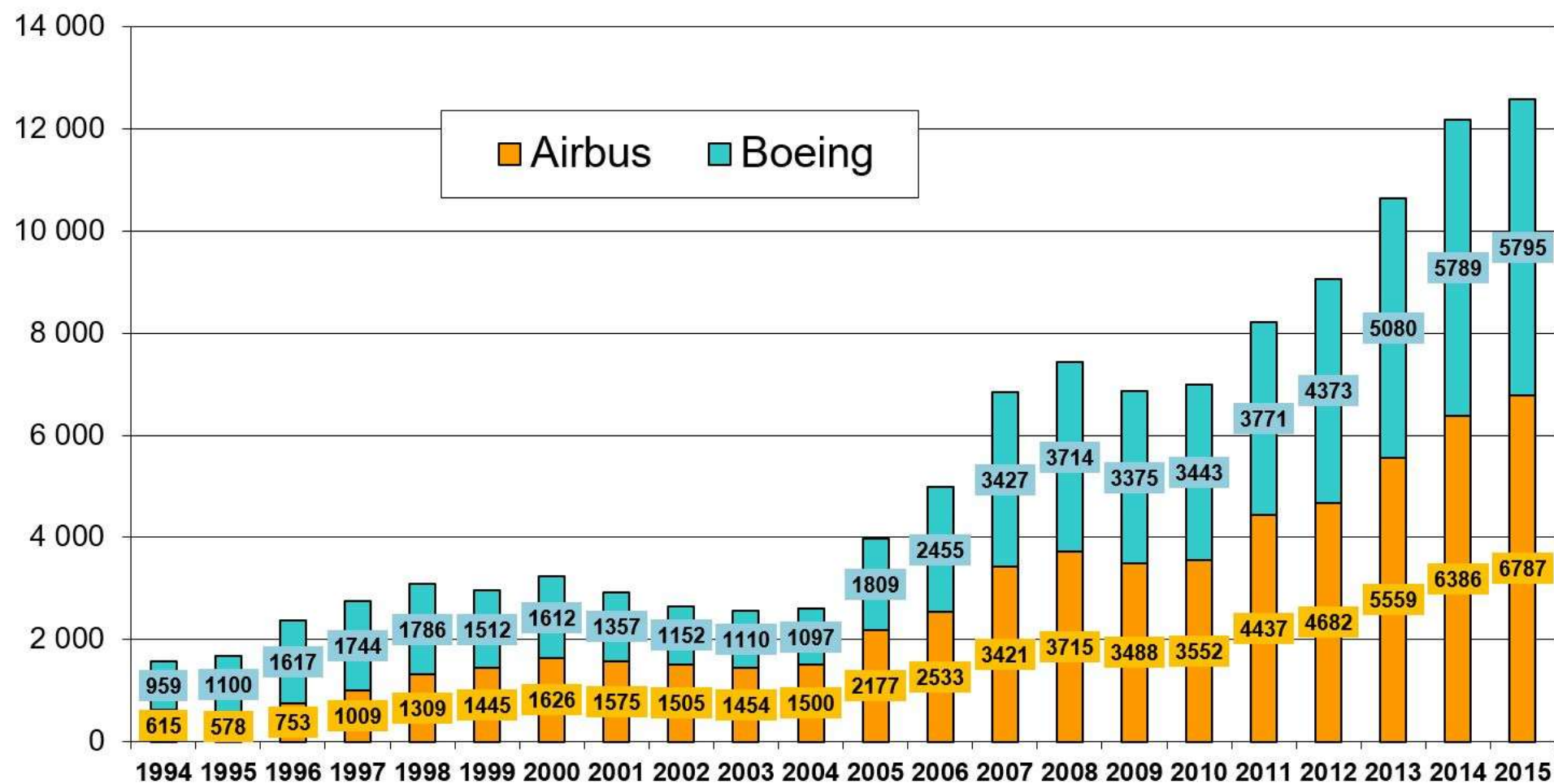
Livraisons d'avions de ligne



Livraisons d'avions: Airbus & Boeing

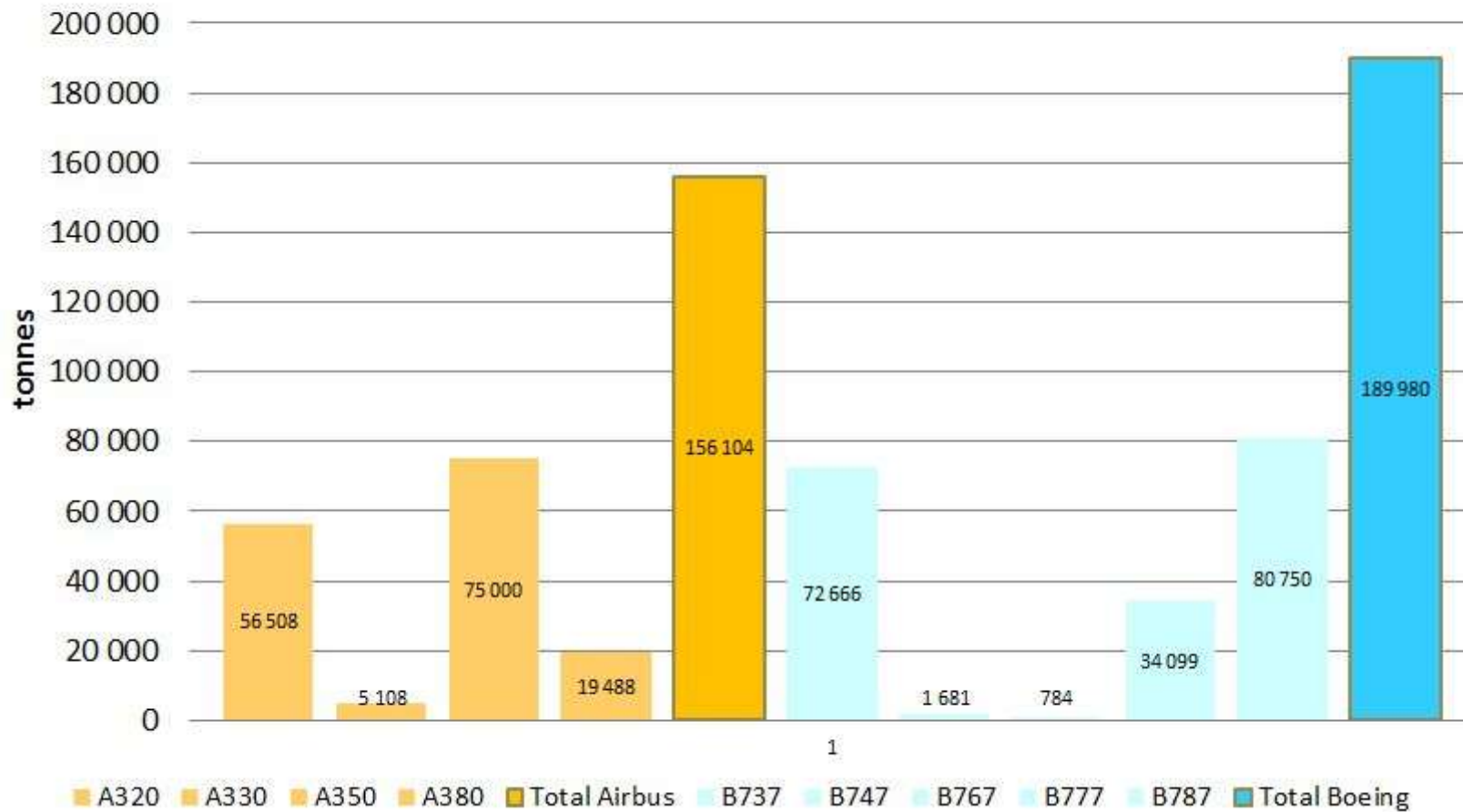


Avions de ligne: arriéré de production (Backlog)



Aéronautique commerciale

Avions de ligne : besoin en titane pour l'arrière de production (backlog)
(31/10/2014)



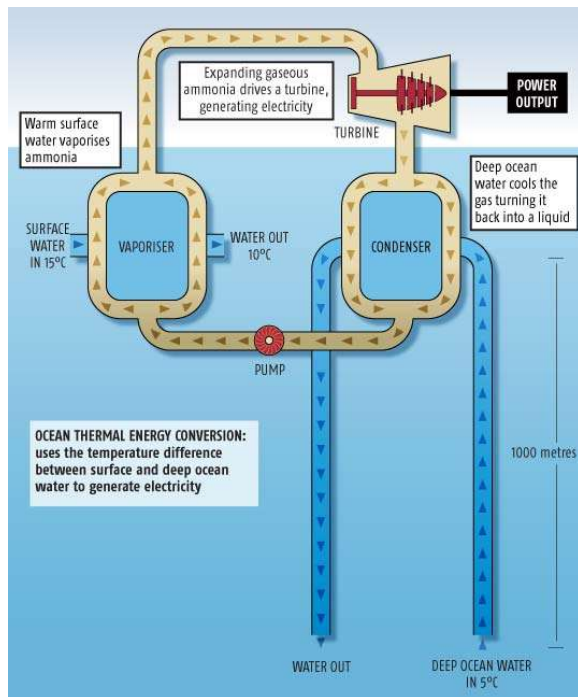
Secteur industriel

Dessalement d'eau de mer: Entre 2010 et 2013, deux super-projets de dessalement de Ras Az Zour et Yanbu III, en Arabie – Saoudite, qui ont dopé la consommation de titane de +12.000 t de titane au total



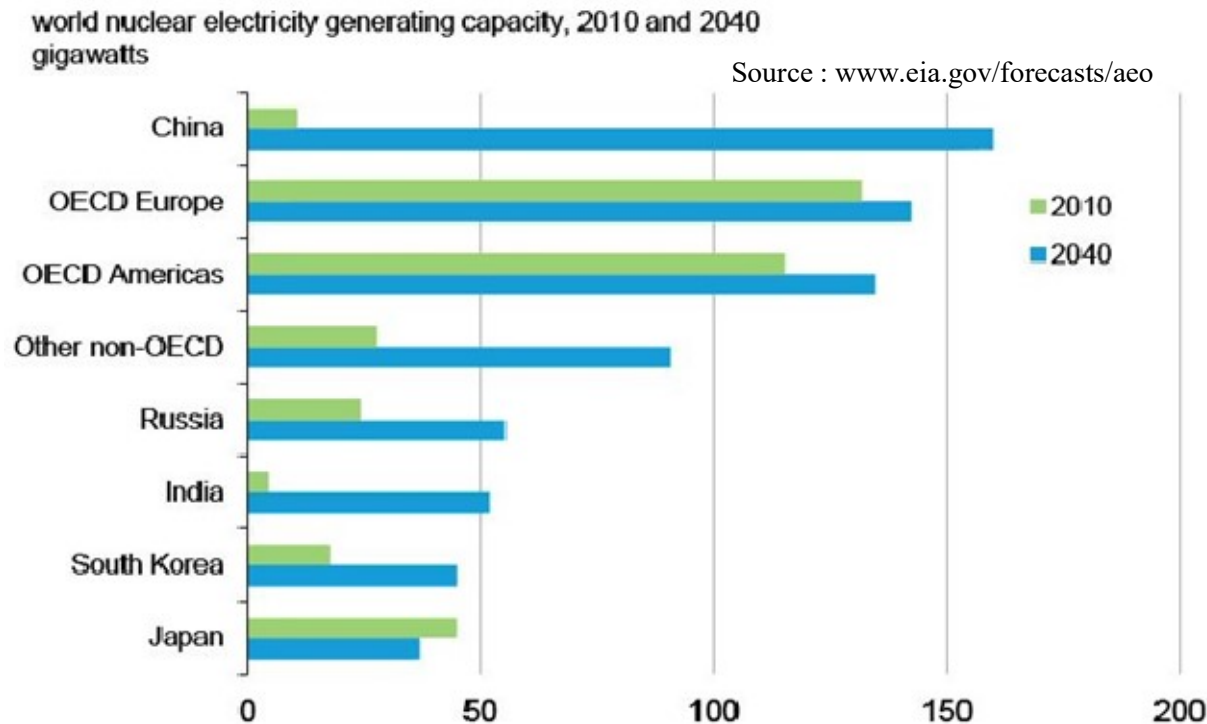
Secteur industriel

Energie Thermique des Mers (ETM) – Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC):
Consommation potentielle de titane : jusqu'à 18.000 t pour une centrale de 1 GW)



Secteur « industrie »

- ❑ Grands projets d'équipement **encore impactés par la crise financière de 2008**
- ❑ Arrêt de projets d'exploitation en grande profondeur de pétrole et gaz avec la baisse du **prix du baril** de pétrole et l'exploitation du **gaz de schiste**.
- ❑ Environ 50% de la demande mondiale est tirée par le développement de **l'industrie chimique en Chine**
- ❑ Consommation de titane en Chine dans le **secteur de l'énergie**



Biens de consommation

Séparateurs pour piles à combustible

- ❑ 40 kg de titane/véhicule
- ❑ Perspectives de consommation :
 - ❑ 1 200 t en 2020
 - ❑ 8 500 t en 2025

4.1 Fuel Cell Separator on Automobile “MIRAI” by TOYOTA

“MIRAI”
(Toyota Motor Corporation)

Source: JTS

Fuel cell stack

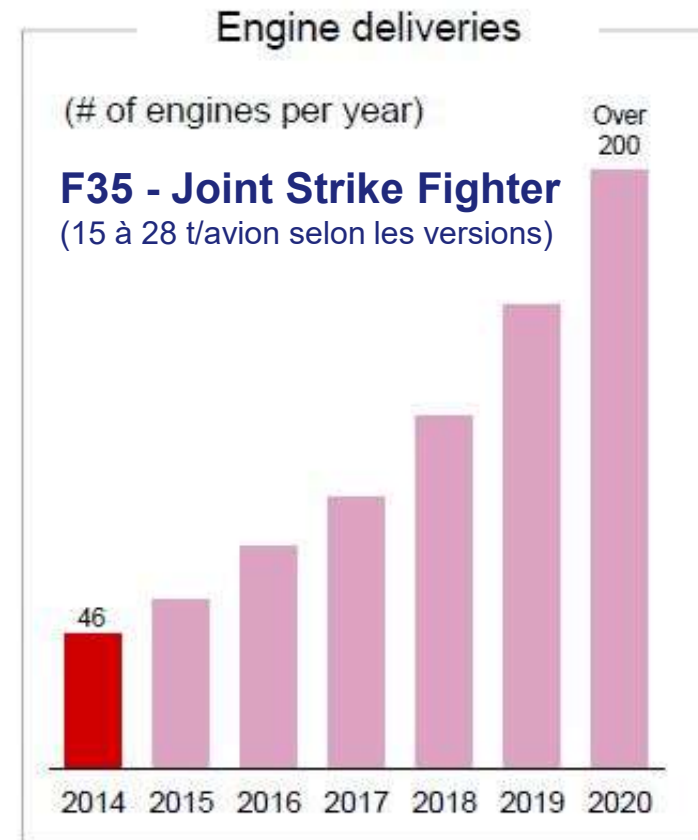
Flat rolled specialty titanium
(Kobe steel Co., Ltd.)

Fuel cell separator

Special titanium sheet has applied to power train of fuel cell vehicle(FCV).
“MIRAI”: The 1st commercialized FCV using high pressure hydrogen

Secteur militaire

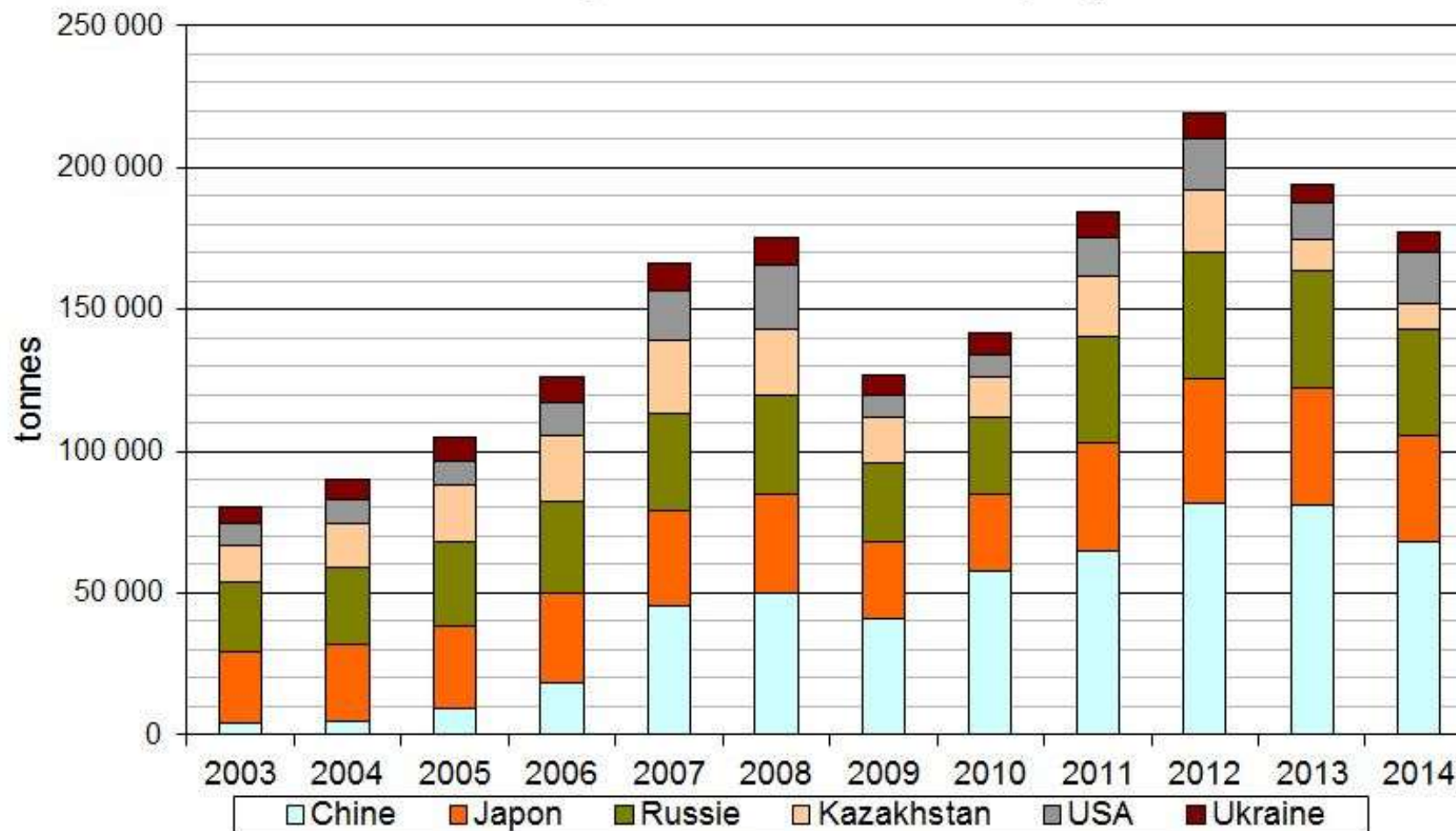
- ❑ Pas de données officielles publiées sur les volumes de consommation
- ❑ Consommation liée principalement aux programmes aéronautiques US
- ❑ Montée en cadence progressive du F35-Joint Strike Fighter
- ❑ Augmentation de la consommation de titane dans le secteur militaire en Chine et en Russie, principalement aéronautique et naval (volumes estimés à quelques milliers de tonnes par pays)
- ❑ Secteur terrestre: forte baisse de la consommation dans le domaine des blindages pour véhicules de combat légers et moyens (pic de demande lors des engagements OPEX AFGH)



L'offre

Production d'éponge de titane

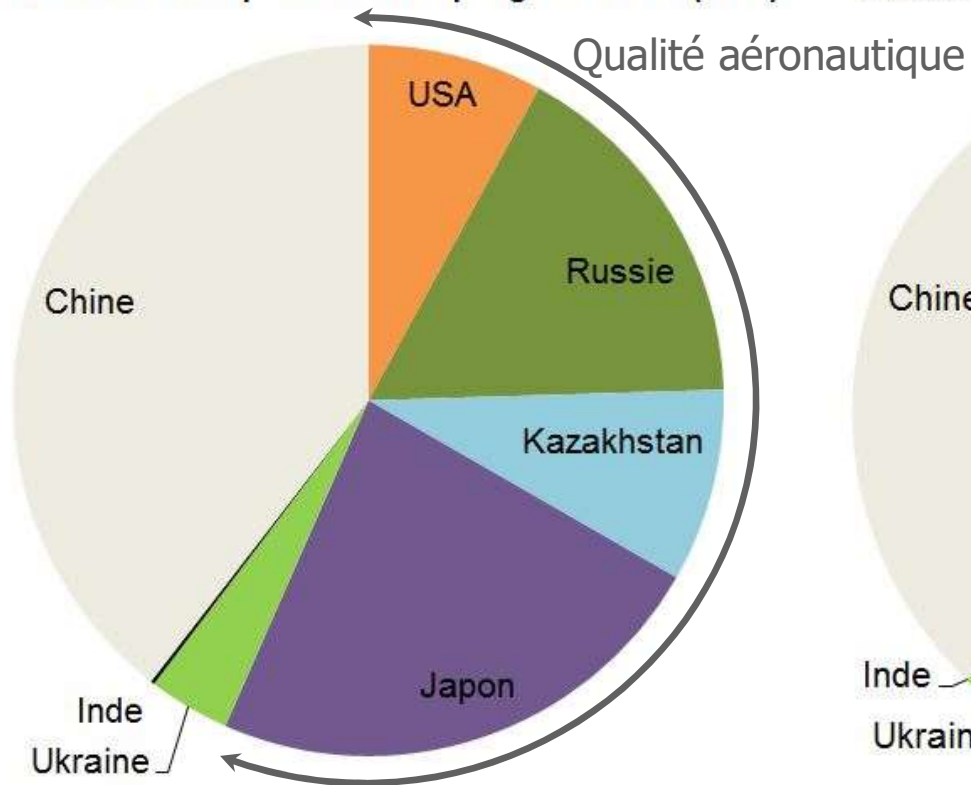
Evolution de la production mondiale d'éponge de titane



Eponge de titane: deux qualités

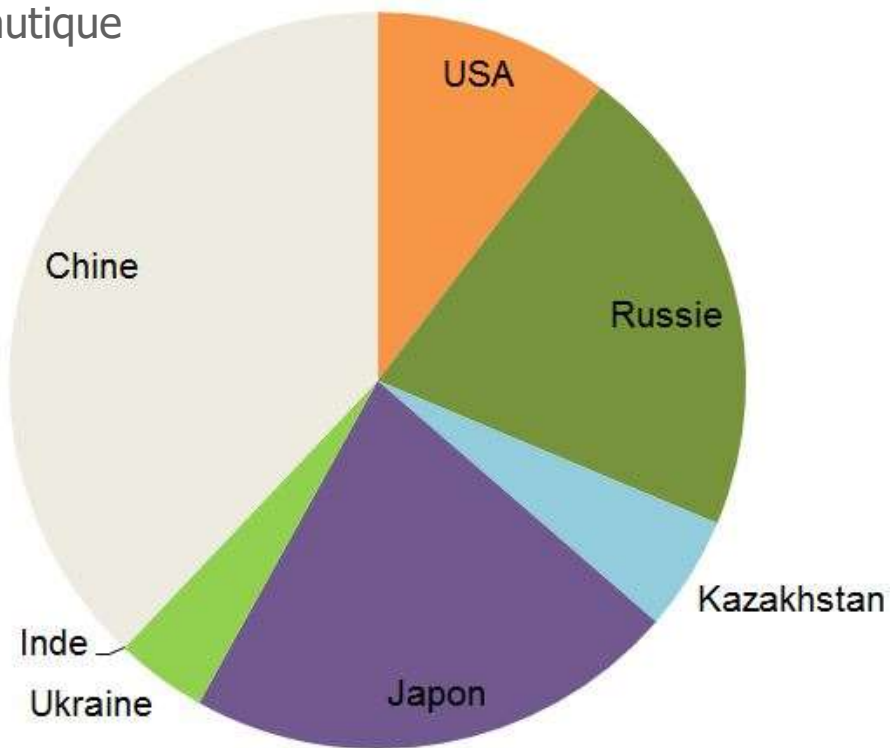
Totale dépendance de l'Europe

Capacité mondiale de production d'éponge de titane (2014)



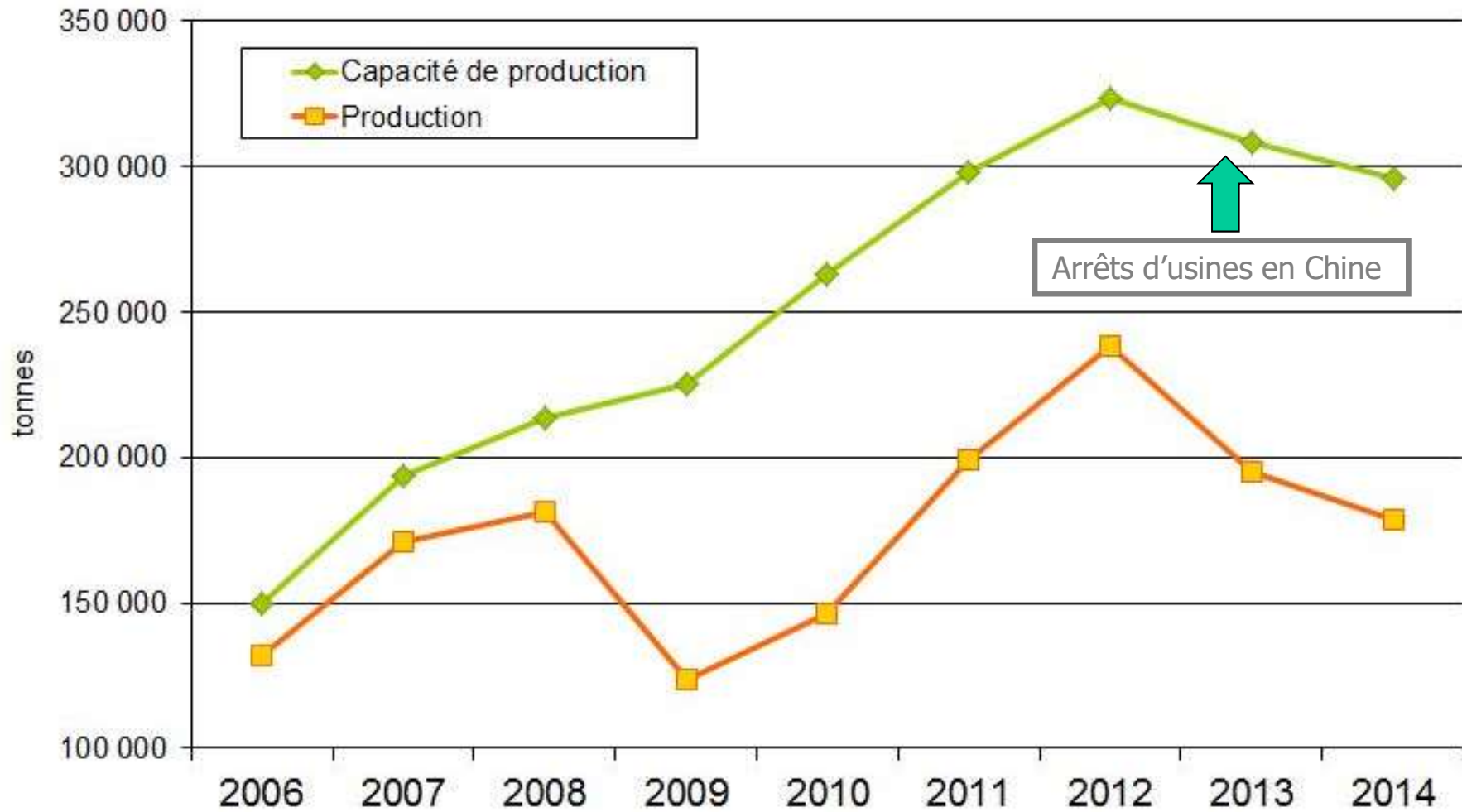
Capacité: 300.000 t/an

Production mondiale d'éponge de titane (2014)

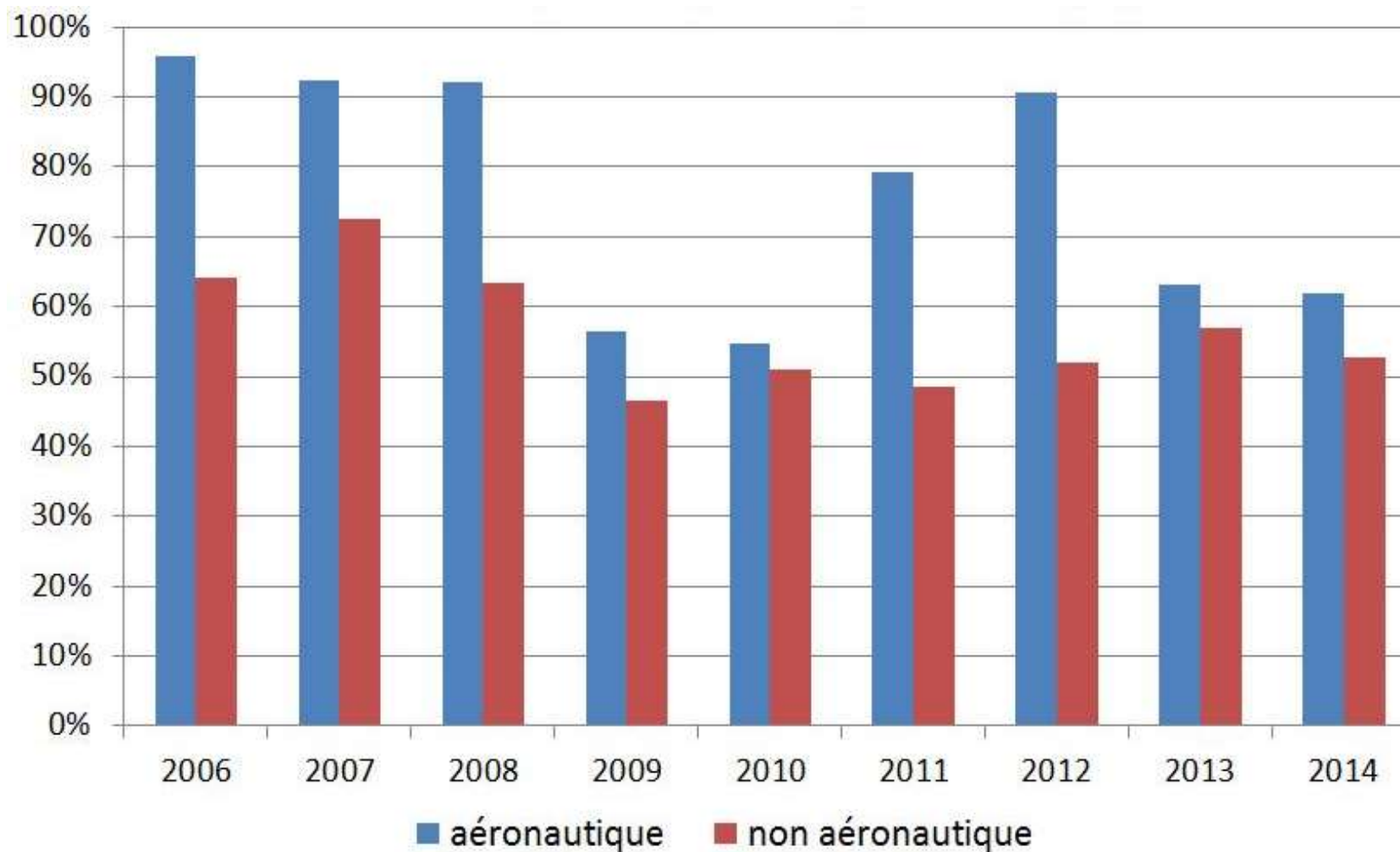


Production: 180.000 t

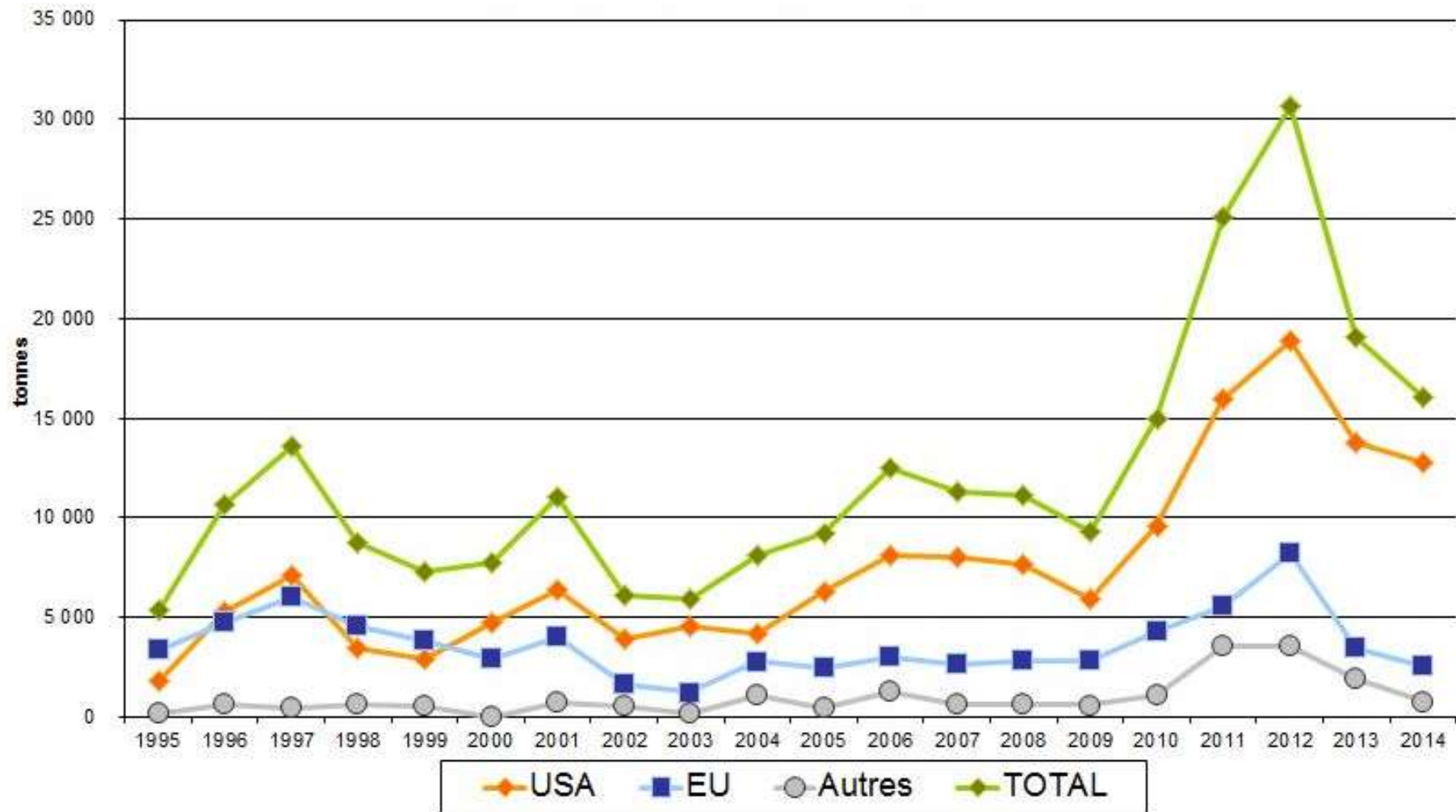
Production d'éponge de titane



Taux d'emploi des capacités de production (éponge)

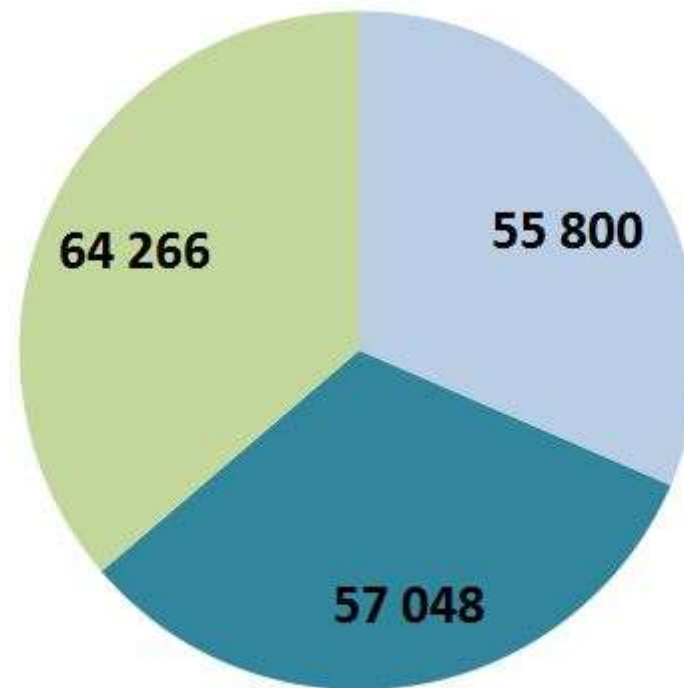


Japon: exportation d'éponge aéronautique



Production de lingots de titane en 2014 (en tonnes)

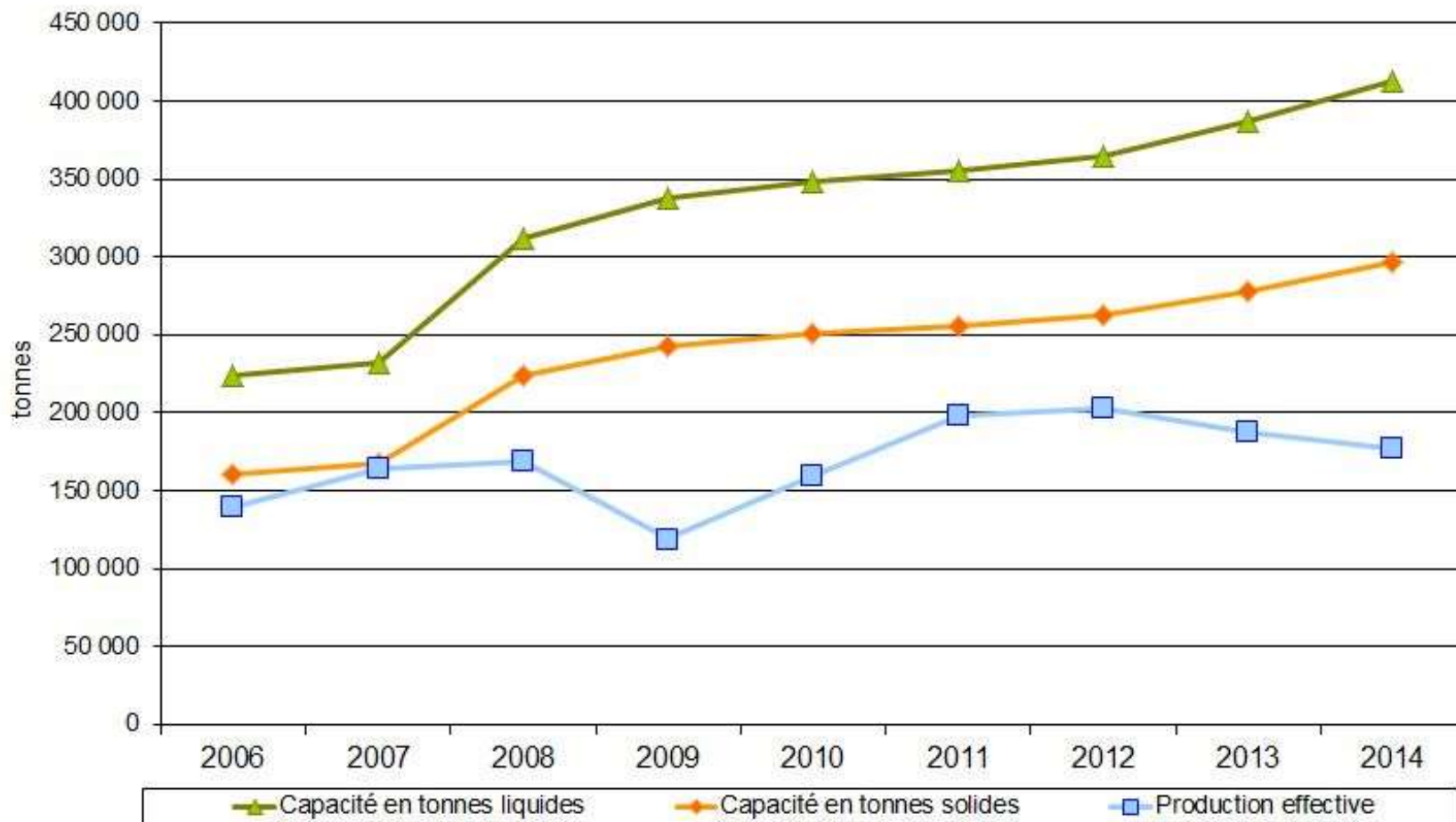
Total : 177.000 t



■ USA ■ Chine ■ Autres (Russie, Japon, Europe...)

Production de lingots de titane

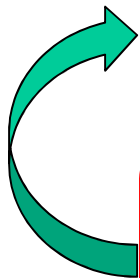
Fusion de lingots: comparaison entre capacités (liquides & solides) et production effective



Intégration des filières de production US



BERKSHIRE HATHAWAY INC.



EcoTitanium (UKAD) - recyclage

- ❑ Première usine en Europe de recyclage de titane de qualité aéronautique
- ❑ Pose de la 1^{ère} pierre le 27/04/2015 à Saint-Georges-de-Mons (Auvergne)
- ❑ Projet porté par UKAD, joint-venture Aubert&Duval – UKTMP avec l'ADEME (PIA) et CACF
- ❑ Four de fusion plasma (PAM) et fours de refusion sous vide
- ❑ Démarrage de la production en 2017 et qualification industrielle en 2018
- ❑ Production nominale prévue pour 2022



Déchets de titane en France



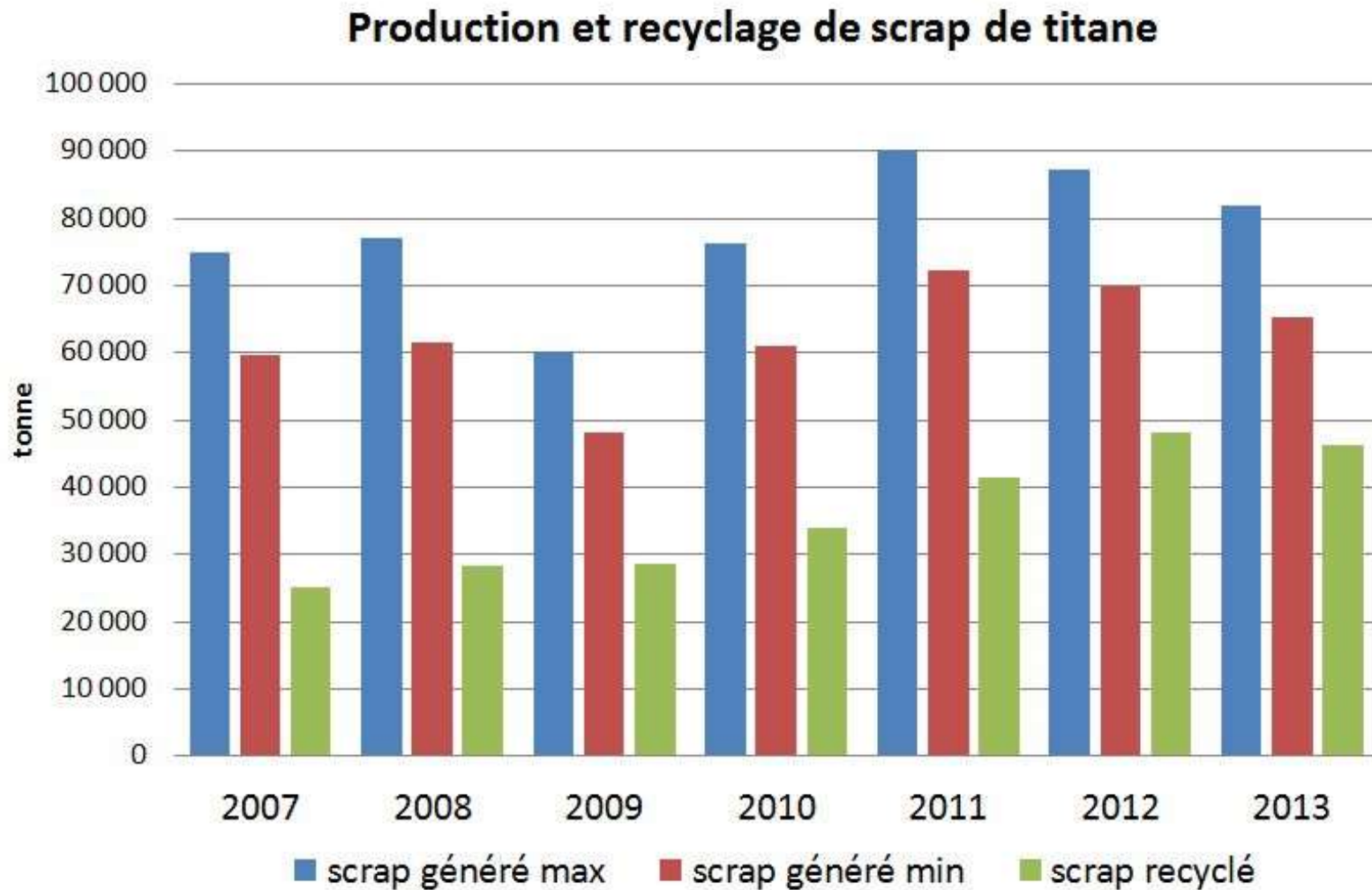
Déchets et débris de titane (81083000)

Source: http://lekiosque.finances.gouv.fr/portail_default.asp

Remerciements à Mr Labbe du BRGM



Estimation des volumes de matière recyclés dans la filière titane



Conclusion

- ❑ Le marché du titane est un marché à faible volume (comparativement aux autres métaux de construction (aciers, aluminium, magnésium...)) mais à forte valeur ajoutée, considéré comme stratégique
- ❑ Marché de spécialiste, peu d'acteurs, soumis à de fortes variations sur les prix et les volumes
- ❑ Produits à base d'alliage assez techniques, nécessitant un savoir-faire pour la mise en œuvre
- ❑ Secteurs d'application clefs: aéronautique, énergie, défense...
- ❑ Forte concentration de l'offre aux USA (fait marquant 2015)
- ❑ Emergence d'une capacité de production considérable en Chine mais avec un niveau de savoir-faire encore insuffisant sur les produits nécessitant un haut niveau de qualité
- ❑ Nouveaux procédés d'extraction (procédés électrolytiques) et de production (méthodes additives): évolution incrémentale, pas de rupture
- ❑ Enjeu important en France et en Europe sur la valorisation des déchets de titane (filiales de recyclage) car présent principalement en aval de la chaîne de valeur

Publication

« Etude de veille sur le marché du titane 2012-2014 »

-
menée pour le compte du MEDDE/DGALN

Téléchargeable sur le site www.mineralinfo.fr :

http://www.mineralinfo.fr/sites/default/files/upload/documents/actu/louvigne_titane_rapport_2012-2014_version-publique_final.pdf

minéralinfo
LE PORTAIL FRANÇAIS DES RESSOURCES
MINÉRALES NON ÉNERGÉTIQUES



▼ POLITIQUES PUBLIQUES ▼ ACTEURS ▼ MATIÈRES PREMIÈRES ▼ MINES ET CARRIÈRES ▼ CARTES ET DONNÉES ▼ RESSOURCES MINÉRALES ET VOUS

