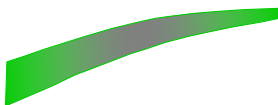




## Recyclage Eco-efficient des Alliages de Titane

*Crédit Agricole Centre France*  
*9 mai 2012*

EcoTitanium



Partenaires :



## Résumé du projet

L'objectif de ce projet est de construire et d'exploiter la première unité de recyclage de titane aéronautique en Europe. Ce projet s'inscrit dans une politique de développement durable.

L'Europe est un acteur mondial majeur dans l'industrie aéronautique. Elle ne maîtrise pas la filière d'approvisionnement de cette matière première stratégique en termes de coûts par l'absence de moyens de recyclage.

Cette situation profite pleinement aux producteurs U.S. qui collectent et recyclent les chutes nobles produites en Europe.

Les statistiques d'Import/Export des chutes de titane entre 2005 et 2009 mettent en évidence un important volume d'échange entre les Etats-Unis et l'Europe :

- Le flux Europe / Etats-Unis est principalement constitué de chutes nobles valorisées à leur plus haute valeur d'usage.
- Le flux Etats-Unis / Europe concerne des chutes difficilement valorisables destinées à la production de ferro-titane.

## Résumé du projet

UKAD, dont les co-actionnaires sont Aubert et Duval, fournisseur depuis plusieurs décennies de pièces aéronautiques matricées en alliages de titane et ARDOR Société de commercialisation de UKTMP, 2eme producteur mondial d'éponge de titane, a comme objectif de se doter de moyens de recyclage pour amener cette filière au meilleur niveau mondial de compétitivité.

Cette unité serait installée en Auvergne à proximité immédiate d'UKAD, qui a été inaugurée en septembre 2011.

Nous avons une opportunité unique avec le démarrage des programmes A350 et B787 de mettre en place les circuits de collecte européens pour alimenter une usine de recyclage de titane aéronautique en France et renforcer ainsi notre compétitivité.

Les besoins de titane aéronautique (Airbus et Boeing) évoluent de 28 000 tonnes en 2010 à 70 000 tonnes en 2017 (estimation PF. Louvigné : Le marché du Titane Métal Veille et Enjeux - Nov 2010).

Selon cette même étude, les moyens de fusion pour la production de lingots de titane pourraient devenir critiques à partir de 2016.

## Résumé du projet

Avec le lancement de l'A350 qui génèrera, à pleine cadence plus de 8 000 tonnes de chutes, soit plus de double du besoin de cette nouvelle entité, les conditions de réussite sont réunies si l'investissement est décidé en 2012 :

- L'unité démarrerait en 2016 pour être à plein régime en 2020 et produire 4 000 tonnes de lingots par an.
- L'organisation de la collecte et du traitement des chutes se ferait entre 2012 et 2016. Ce délai permettrait aussi aux grands donneurs d'ordre (Airbus en particulier) de renégocier les contrats avec les sous-traitants afin de mieux maîtriser la gestion de leurs chutes.

Cette unité de recyclage permettrait à nos clients d'avoir accès à des prix compétitifs, quelles que soient les fluctuations des coûts des matières premières, en échange d'un retour de chutes :

**C'est le principe de l'Economie Circulaire.**

## Résumé du projet

Pour élaborer des lingots de qualité aéronautique, deux technologies sont en concurrence :

- Four EBCHR (Electron Beam Cold Hearth Refining)
- Four PAMCHR (Plasma Arc Melting Cold Hearth Refining).

Ces deux technologies sont exploitées depuis plus d'une décennie par nos concurrents U.S. et qualifiées, voire imposées pour les pièces tournantes, chez l'ensemble des motoristes aéronautiques.

## Résumé du projet

La nouvelle entité prévoit de faire appel à l'Institut Jean Lamour (Ecole des Mines de Nancy) avec qui Aubert & Duval travaille depuis plus de 10 ans sur les procédés de fusion et de refusion des métaux. L'Institut Jean Lamour dispose des compétences adaptées à nos besoins de R&D.

UKAD prévoit d'ajouter un four Pilote en environnement industriel qui sera utilisé pour valider les paramètres issus des études R&D.

La nouvelle unité fera d'autre part appel à un expert international ayant une expérience professionnelle dans la conduite des grands fours industriels EBCHR ou PAMCHR.

La durée de la montée en régime de 5 ans entre 2016 et 2020 participera aussi à la maîtrise du risque technique.

## Résumé du projet

La filière de recyclage envisagée présente un impact environnemental très favorable comparée à la filière classique (Procédé Kroll). Elle permet d'économiser 100 000 tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

Elle rejette 3.6 fois moins de CO<sub>2</sub> que la filière minéral.

## Description du projet

## Description du projet

Dans le métier d'élaborateur d'aciers spéciaux et de superalliages, le recyclage des chutes massives et des copeaux est couramment pratiqué : four électrique à arc pour les aciers et four à induction sous vide pour les superalliages et les aciers du type « Maraging ». Il est possible d'ajouter ou de substituer à la charge de matières premières neuves, des chutes et des copeaux issus de la même famille de matériaux.

Dans le cas des alliages de titane, la situation est différente : il est impossible d'introduire des quantités importantes de chutes et de copeaux dans la voie d'élaboration classique et il est nécessaire de disposer de technologies particulières : fours de fusion avec apport d'énergie par canons à électrons (EBCHR : Electron Beam Cold Hearth Refining) ou par torches plasma (PAMCHR : Plasma Arc Melting Cold Hearth Refining).

Le procédé classique de fabrication des lingots en alliages de titane est schématisé en [annexe 1](#), ainsi que la gamme « recyclage » avec fusion EBCHR ou PAMCHR.

L'alliage de titane principal pour l'aéronautique est le TA6V (Ti 6Al 4V) contenant 6 % d'Aluminium et 4 % de Vanadium. Il n'existe aucun four EBCHR ou PAMCHR en Europe pour faire la fusion de chutes et copeaux de TA6V à l'échelle industrielle, alors qu'il y a plusieurs usines de ce type en exploitation aux USA.

## Description du projet

UKAD projette de créer en France une filiale, désignée EcoTitanium. Elle exploitera un four EBCHR ou PAMCHR à l'échelle industrielle et organisera, en amont, les opérations de collecte et de traitement des chutes et copeaux de TA6V aéronautique.

## Description du projet

Les objectifs sont les suivants :

- Maximiser la valorisation des chutes et copeaux de TA6V aéronautique en les recyclant sous forme de lingots destinés au même type de pièces et applications.
- Eviter la « fuite » de cette « Matière Première Secondaire » vers les USA.
- Proposer aux clients la reprise directe des chutes et copeaux dans le cadre d'accords commerciaux intéressants pour les deux parties (Economie Circulaire).
- Améliorer le bilan carbone des fabrications de pièces aéronautiques en alliage de titane (l'élaboration de lingots de titane à partir de la fusion de chutes par EBCHR ou PAMCHR est 3.6 fois moins émissive en CO2 que l'élaboration à partir de la voie minerai-éponges de titane).
- Amener la compétitivité des fabrications européennes de pièces en alliages de titane au meilleur niveau.

## Description du projet

Le projet comporte 3 volets :

- Une nouvelle organisation en Europe pour faire le tri et la collecte des chutes de TA6V.
- Le traitement de ces chutes et copeaux.
- Une nouvelle usine en France pour réaliser la fusion EBCHR ou PAMCHR et la refusion VAR (Vacuum Arc Remelting).

Les 2 premiers points seraient réalisés en partenariat avec des acteurs déjà présents dans ce type d'activité.

La commercialisation de ces lingots serait assurée par EcoTitanium.

## Description du projet

La collecte des chutes et des copeaux est un métier assuré par des sociétés spécialisées dans les prestations suivantes :

- Mise à disposition dans chaque site industriel de bennes de collecte.
- Récupération régulière et expédition vers un site de traitement.
- Contrôle et regroupement par nuances et type de produits.

Un accord de partenariat est en cours de discussion avec le réseau PRAXY, qui travaille déjà avec Aubert & Duval (annexe 2).



Un accord avec l'un des deux grands groupes européens ELG ou CRONIMET est envisagé pour le traitement des chutes et copeaux.

## Description du projet

### Le traitement des copeaux comporte les opérations suivantes :

- Tri visuel
- Broyage en copeaux fins
- Centrifugation
- Lavage par des bains de savons (dégraissage)
- Plusieurs rinçages à l'eau
- Séchage par air chaud et si besoin par passage sous vide
- Séparation magnétique
- Dans certains cas, inspection par rayons X
- Conditionnement

### Le traitement des chutes massives comporte les opérations suivantes :

- Tri visuel
- Contrôle nuances
- Grenailage
- Calibrage
- Elimination des défauts
- Conditionnement

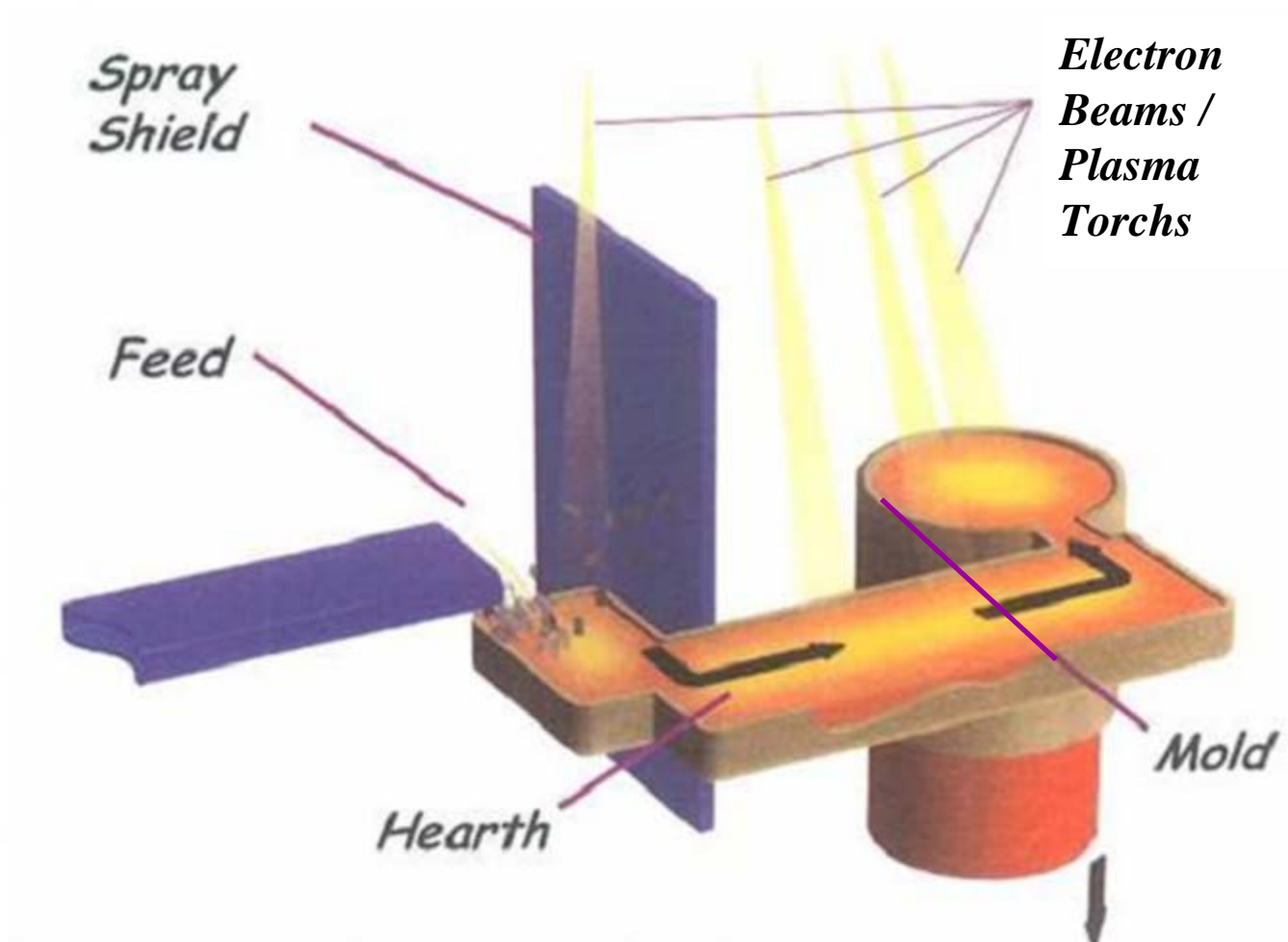
**La qualité de ces prestations est fondamentale** vis-à-vis de la qualité des lingots qui seront obtenus après fusion par EBCHR ou par PAMCHR.

Elle permet de garantir l'absence :

- De traces d'huile d'usinage
- De carbures de tungstène provenant des outils de coupe
- D'oxydes de surface
- De mélange avec d'autres nuances

## Description du projet

La figure ci-dessous, illustre le principe de fonctionnement de four EBCHR ou PAMCHR.



## Description du projet

Dans le cas de l'EBCHR, l'alimentation est assurée par une vis sans fin qui permet l'arrivée des copeaux, granulés ou petits morceaux de chutes massives.

Le creuset horizontal est en cuivre refroidi par circulation d'eau.

Un canon à électrons puissant assure la fusion des matières à recycler.

Le métal fondu s'écoule à la surface de la sole en cuivre refroidie.

Le métal liquide traverse un bain intermédiaire dans lequel il est affiné par l'évaporation des inclusions légères et la décantation des inclusions lourdes piégés dans le skull.

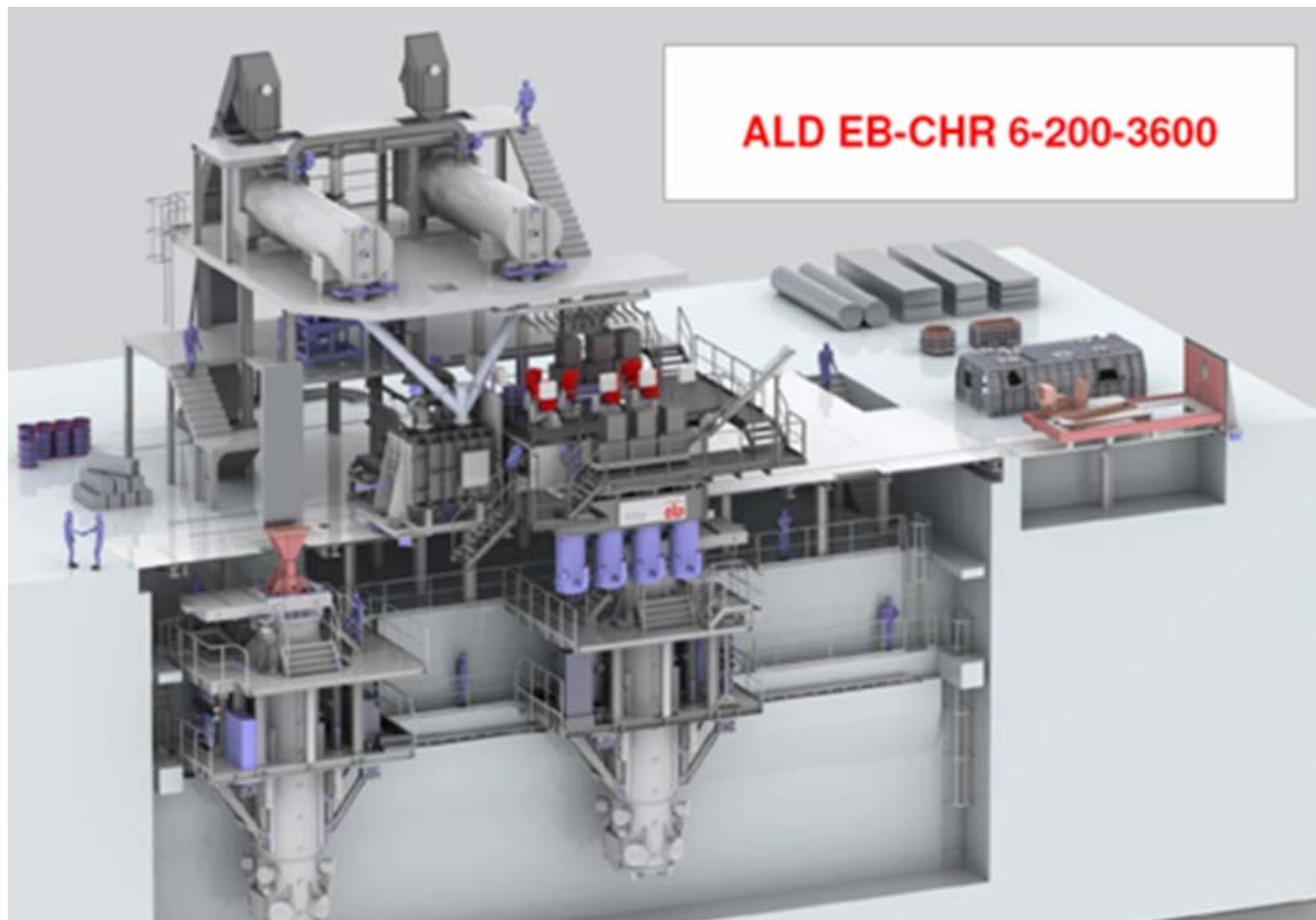
Le maintien en température du liquide est assuré par d'autres canons à électrons.

En aval, le liquide arrive dans la lingotière en cuivre refroidi (circulaire ou rectangulaire) où il est solidifié.

Ces opérations sont réalisées dans une enceinte sous vide poussé (10<sup>-4</sup> millibars).

## Description du projet

Un four industriel de ce type, capable de produire 4 000 tonnes de lingots par an, est d'une taille imposante (cf l'échelle des personnages dans la figure ci-dessous).



## Description du projet

Les fours sont polyvalents et équipés d'une double alimentation :

- Par vis pour les copeaux.
- Par vérin poussoir pour les grosses chutes.

Un exemple de caractéristiques pour un four EBCHR est le suivant :

- 6 canons à électrons de 600 KW (2 dans la zone de fusion, 2 dans la zone d'affinage, 2 au dessus de la lingotière)
- Alimentation pour les grosses chutes jusqu'à 600mm de diamètre
- Production de lingots de 5,5m de long de diamètre 900mm, ou de brames de section rectangulaire de 500 X 1 300mm, d'un poids maxi de 16 tonnes
- Capacité annuelle constatée : 4 000 tonnes

Nous sommes actuellement en discussion avancée avec les deux grands constructeurs de fours ALD (Allemagne) et Retech (Pologne-USA).

## Description du projet

Le procédé PAMCHR repose sur les mêmes principes, mais l'énergie de fusion est dans ce cas apportée par des torches de chauffage plasma (Hélium ionisé).

Timet est le leader mondial dans la mise en œuvre des fours EBCHR, alors que ATI a choisi la technologie PAMCHR.

La réflexion sur le choix de l'un de ces deux procédés est en cours.

L'orientation actuelle est de retenir le procédé PAMCHR.

L'investissement complémentaire de deux fours de refusion VAR est prévu dans ce projet, en aval du four EBCHR ou PAMCHR. La technologie est maîtrisée, car identique à celle déjà en service tant chez Aubert & Duval les Ancizes pour les aciers et les superalliages, que chez UKTMP pour les alliages de titane.

## Description du projet

Les études de R&D seront nécessaires pour maîtriser et optimiser le procédé de fusion.

Elles seront réalisées pendant la phase d'installation et de démarrage de l'usine, en s'appuyant sur les compétences et les équipements du Département Science et Ingénierie des Matériaux et Métallurgie (SI2M) de l'Institut Jean Lamour à Nancy (Ecole des Mines de Nancy).

Le besoin de financement se décompose comme suit :

- Fonds propres 30 M€
- Emprunts 23.3 M€ (1.3 M€ en 2014 et 22 M€ en 2015)
- Aides Publiques 3.7 M€

Les co-actionnaires d'UKAD ont réalisé des investissements importants ces dernières années :

- Aubert & Duval a réalisé 2 investissements majeurs dans le Puy de Dôme pendant les années de crise économique 2009 et 2010 :
  - Presse à forger de 3 000 tonnes sur le site d'Issoire **17 M€**
  - Four de fusion sous vide sur le site des Ancizes **38 M€**
- ARDOR/UKTMP a réalisé une unité d'élaboration de lingots de titane aéronautique au Kazakhstan.  
96 M\$
- AD et ARDOR/UKTMP ont co-investi dans une forge de titane UKAD à St-Georges de Mons.  
47 M€

Ces investissements importants limitent la capacité d'endettement d'Aubert & Duval et d'ARDOR/UKTMP qui ne peuvent pas financer à eux seul le projet EcoTitanium.

C'est pourquoi une intervention de l'ADEME et d'un partenaire externe est souhaitée en fonds propre.

Le projet consiste à créer la première entité européenne spécialisée dans le recyclage et l'élaboration de lingots d'alliages de titane aéronautique, dénommée EcoTitanium, située à proximité immédiate d'UKAD, sur la commune de Saint-Georges de Mons.

A capacité nominale, cette filiale aura une capacité annuelle de production de 4 000 tonnes de lingots d'alliages de titane.

## Activité de la filiale EcoTitanium

L'activité de la filiale consiste à recycler des chutes et copeaux d'alliages de titane, et à produire des lingots de haute qualité utilisables pour la fabrication de pièces aéronautiques et d'autres applications (médical,...).

Le recyclage se pratique déjà dans l'élaboration des aciers spéciaux et des superalliages. La politique d'achat des produits constitutifs du « lit de fusion » et la performance réalisée dans la captation des meilleurs lots d'aciers nobles et de superalliages disponibles sur le marché ont une influence directe sur le coût et la qualité des produits fabriqués par Aubert & Duval et sur sa compétitivité. La reprise des chutes et des copeaux chez les clients se pratique déjà dans les aciers très nobles et dans les superalliages, comme par exemple :

- Avec un équipementier aéronautique depuis plus de 10 ans pour l'acier MARVAL 18 (du type Maraging 250, contenant 18% Ni, 8% Co, 5% Mo principalement) constitutif des « rails de becs » (Slat Tracks) des avions Airbus.
- Avec les clients de Disques Moteurs Aéronautiques en superalliages du type IN 718, Waspaloy ...etc.

## Activité de la filiale EcoTitanium

Cette pratique est intégrée dans certains contrats entre le client et l'élaborateur, et fait partie de la négociation commerciale. Les principes de ces contrats sont les suivants :

- La proportion de poids livré que doit retourner le client à l'élaborateur sous forme de copeaux et/ou de chutes massives (par exemple : 45%) est fixée de manière contractuelle.
- La valorisation des chutes est déterminée d'un commun accord (par exemple 1 \$/kg).
- La valeur de cette matière première à bas coût est répercutée dans le coût de la pièce.
- Lorsque le client a livré en retour la quantité de copeaux prévue au contrat, la pièce est facturée au prix « avec recyclage ». Dans le cas contraire, celle-ci est facturée à un prix plus élevé (lit de fusion constitué par des matières premières neuves).

Les contrats ci-dessus sont des exemples d'« Economie Circulaire » et sont avantageux à la fois pour l'utilisateur aval et pour l'élaborateur, qui diminue ainsi son besoin de fonds de roulement.

Ce système vertueux, qui fédère le partenariat entre l'élaborateur et ses clients, s'inscrit dans une politique de développement durable.

## Activité de la filiale EcoTitanium

L'objet du projet est de se donner les moyens de mettre en œuvre le principe d'Economie Circulaire dans le cas des Alliages de Titane.

On ne peut pas utiliser pour cela la voie classique d'élaboration de ces alliages, la refusion par électrode consommable sous vide. Ce procédé nécessite une électrode cylindrique composée d'éponge de titane et d'éléments d'alliages. Il ne permet pas de recycler plus de 20% de chutes ([annexe 1](#)).

Il est par conséquent nécessaire, dans le cas particulier des alliages de titane, de disposer d'un moyen de fusion spécifique. Trois technologies existent actuellement : fours EBCHR, PAMCHR et Skull Melting. Nous n'avons pas retenu le Skull Melting, qui n'est pas qualifié pour les pièces tournantes des moteurs aéronautiques. Le choix se fera entre les procédés EBCHR et PAMCHR.

## Activité de la filiale EcoTitanium

L'activité de la filiale EcoTitanium sera de coordonner la collecte et le traitement des chutes massives et des copeaux d'alliage de titane TA6V chez les clients et sur le marché libre, et d'élaborer par fusion et refusion des lingots de haute qualité.

Cet investissement présente de nombreux avantages :

- Les chutes sont utilisées à leur plus haute valeur d'usage pour la fabrication de pièces de haute technologie. Ils ne sont pas déclassés pour des usages moins nobles.
- Il permet des économies directes de matières premières primaires (minerai), et s'inscrit dans une politique de développement durable.
- Il permet la fidélisation commerciale entre les partenaires, car c'est entre eux un marché « gagnant-gagnant » :
  - Il a un effet de stabilisation des prix, puisque le coût de la pièce devient moins sensible aux fluctuations des cours des matières premières.
  - Il donne à l'élaborateur qui le propose un avantage concurrentiel, qui peut devenir décisif au moment des négociations commerciales. Ce système met un producteur intégré comme l'ensemble UKTMP et Aubert & Duval en position favorable face aux forgerons et matriciers indépendants, puisqu'il maîtrise toute la chaîne de fabrication, de l'élaboration de l'éponge jusqu'à la livraison de la pièce forgée ou matricée.

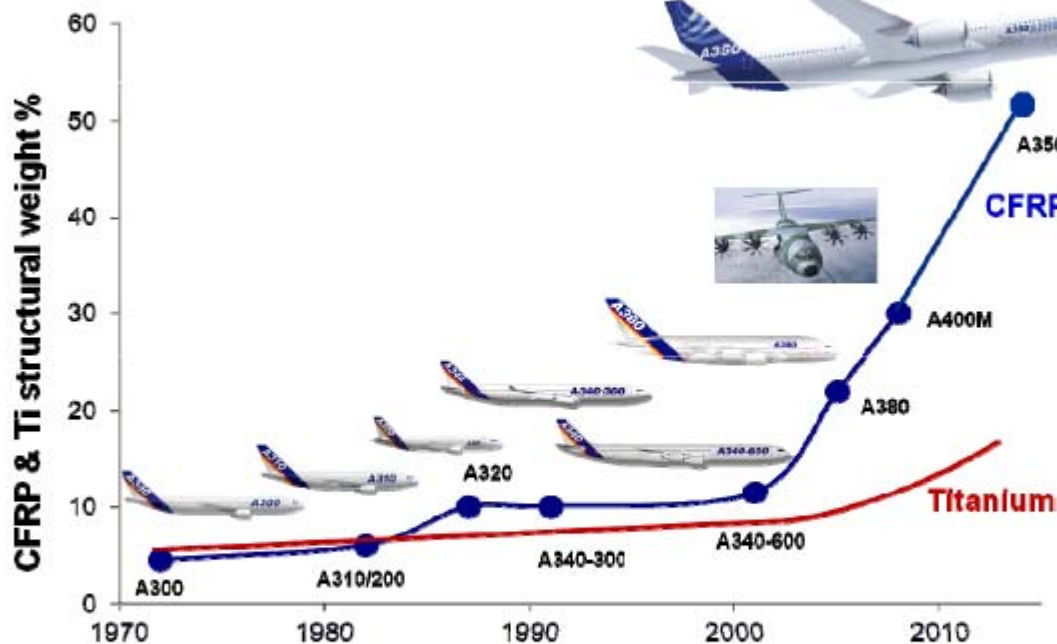
Le calcul de la quantité totale annuelle approvisionnée pour les programmes Airbus et Boeing donne les estimations suivantes :

- 2010 : 28 000 tonnes.
- 2014 : 55 000 tonnes.
- 2017 : 70 000 tonnes.

(Source PF. Louvigné : « Le marché du titane métal : veille et enjeux » - Nov 2010)

Les quantités d'alliages de titane aéronautiques vont doubler à l'horizon de 4 ans.

### Composite and Titanium increasing use over time



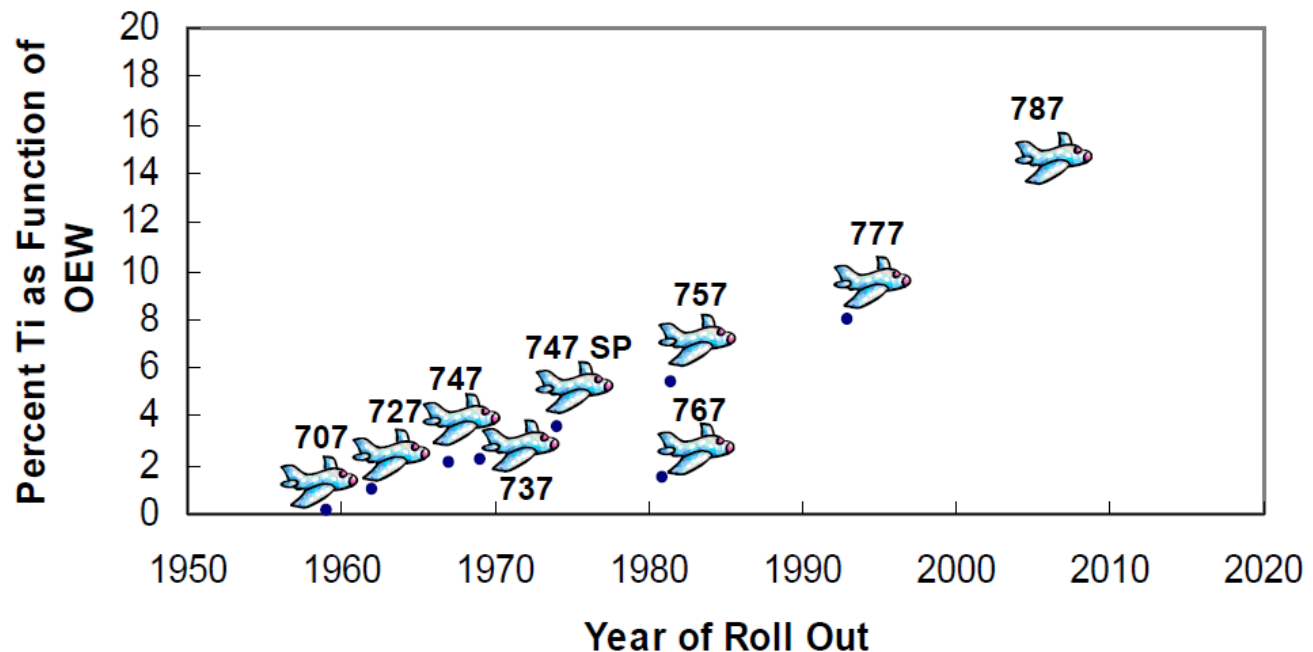
The increase of Ti amount on Aero-structures is clearly related to CFRP.  
90% of the titanium used on aero-structures is Ti-6Al-4V.

Confidentiel

### AP Opportunities and Challenges

#### Growing Use of Titanium by Program

The Boeing Company | International Titanium Conference



Source: The Boeing Company

COPYRIGHT © 2009 THE BOEING COMPANY

## Le Projet Industriel

Ce projet industriel consiste à organiser la collecte de chutes massives et de copeaux d'alliages de titane, à les faire traiter, et à les recycler dans une nouvelle unité de fusion / refusion, afin d'élaborer des lingots destinés principalement au forgeage de demi-produits à finalité aéronautique.

## Sources de Chutes et Copeaux

Dans ce projet, la source majeure de chutes et copeaux sera UKAD et la Branche Alliages avec ses moyens de transformation (barres laminées, pièces forgées, pièces matricées). Ces produits proviendront aussi bien des lingots UKTMP que des lingots EcoTitanium :

- UKAD, qui a été inauguré en septembre 2011, va générer des chutes massives (éboutages des demi-produits et des billettes aux différents stades de la fabrication) en quantité importante.
- L'activité de matriçage à Pamiers génère des chutes massives (détourage ébauches) et des copeaux (pré usinage).
- Le développement des activités de produits longs en aval d'UKAD (Branche Alliages) génèrent elles aussi des chutes massives (extrémités de barres) et des copeaux (écroutage)

Les quantités de chutes sont évaluées dans le tableau ci-dessous :

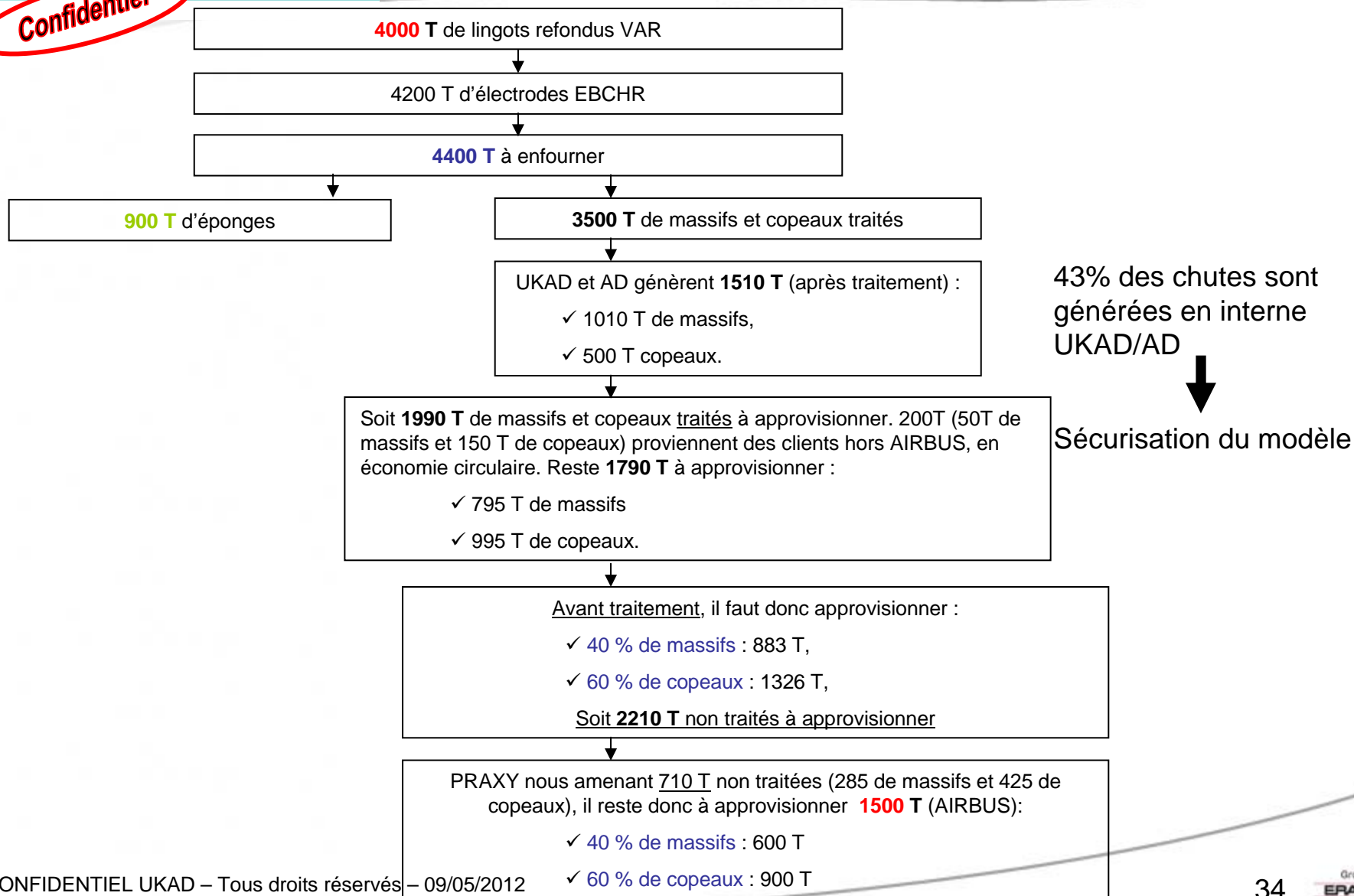
	2015	2020
Chutes massives	430	1010
Copeaux	160	500
<b>Total (tonnes)</b>	<b>590</b>	<b>1510</b>

Chutes et Copeaux auto-générés par UKAD et la Branche Alliages

Il s'agit essentiellement d'alliage TA6V de qualité aéronautique, trié à la source, avec un risque de mélange minimal.



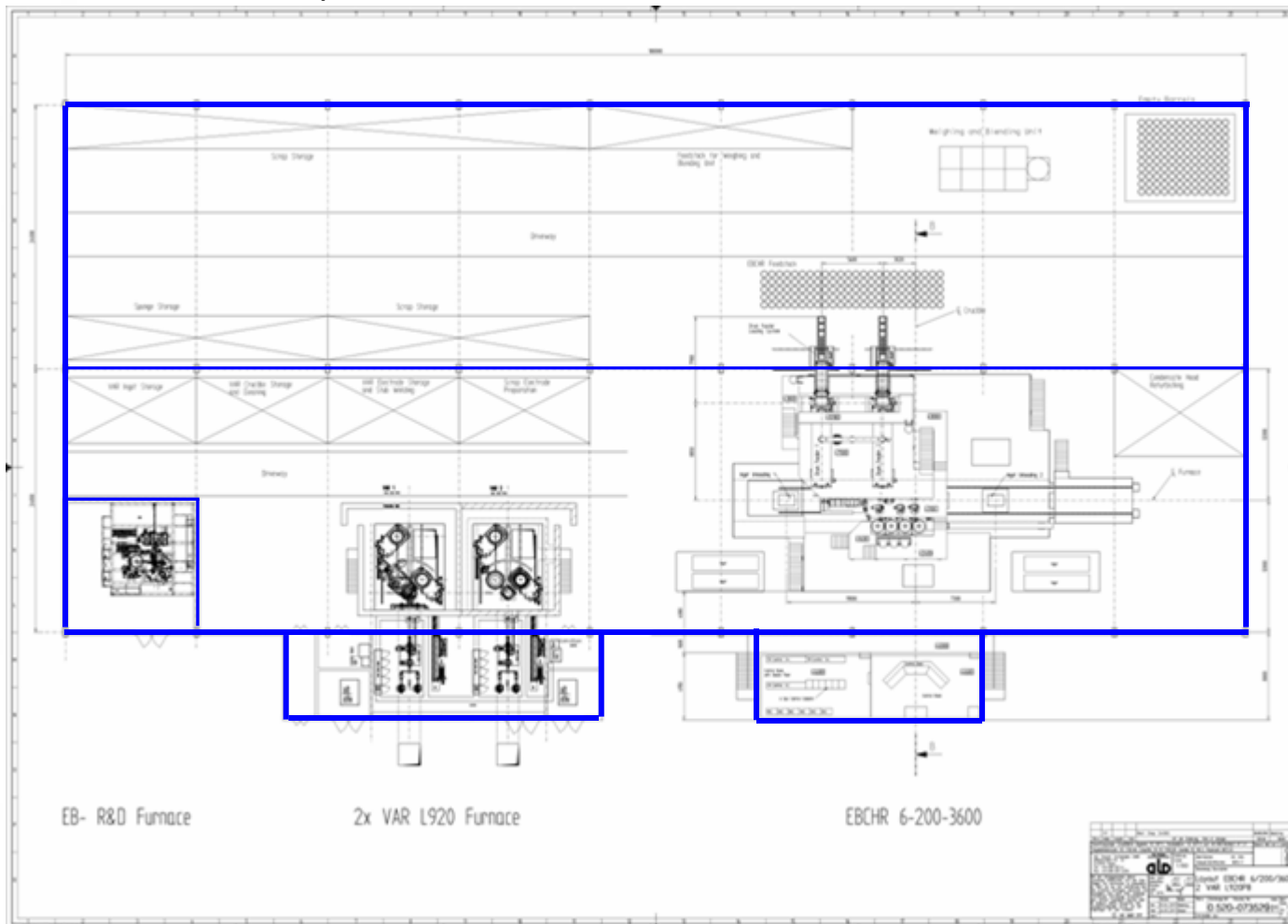
## Sécurisation du volume : schéma d'enfournement en 2020



Ce projet nécessite un investissement estimé à 50 M€. La décomposition de l'investissement est la suivante :

Equipements : (Parité €/€ = 1,4)	Budget (M€)
Four EBCHR / PAMCHR	14,05
Annexes four - outillage	0,40
1er Four VAR	2,45
2ème four VAR	2,45
Annexes VAR	1,10
Unité de pesage et mélangeage	1,50
Equipement de préparation des chutes	2,00
Terrain	0,30
Système d'information et de gestion de production	0,90
Bâtiments (charpente, Génie Civil, bureaux)	7,00
Ponts roulants (4)	1,00
Electricité et utilités	5,50
Voirie Réseaux Divers (VRD)	1,80
Projet	5,05
Divers Non Répertoriés (DNR)	4,50
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>

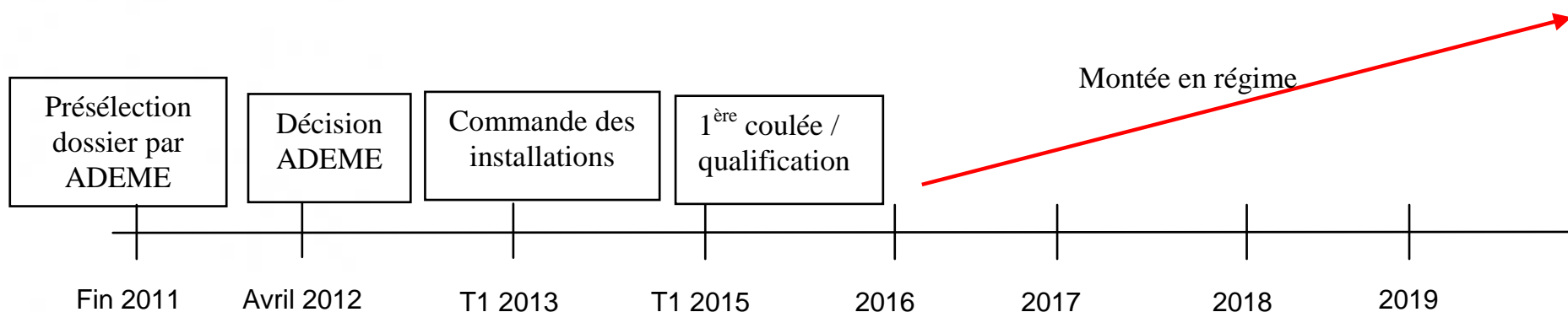
Le projet consiste à construire une nouvelle usine de 5 000 m<sup>2</sup> couverts, composée de deux travées. Ci-dessous, le schéma d'implantation étudié avec le fournisseur ALD :



Après la phase de montée en régime, cette filiale aura une capacité de production de 4 000 tonnes/an. Cette capacité de production a été déterminée à l'aide des deux fournisseurs mondiaux de ce type d'installation (Retech et ALD).

Au niveau des flux, la durée du process est de neuf semaines. Ce paramètre est intégré dans le modèle économique pour la calcul du BFR associé à l'exploitation.

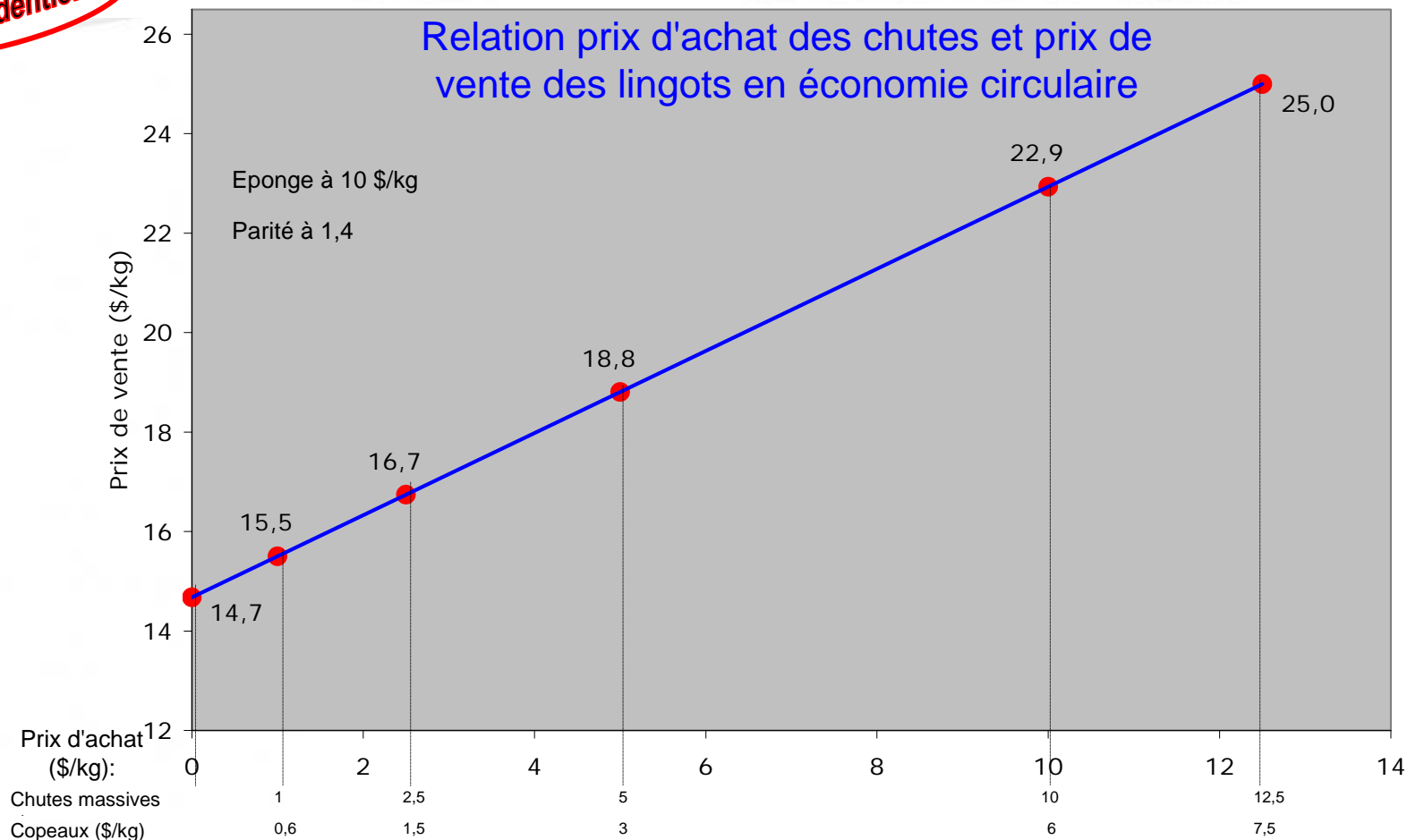
L'échéancier du projet se présente ainsi :



UKAD a choisi de programmer une montée en régime prudente. Le tableau suivant donne les tonnages prévisionnels année par année, jusqu'à l'atteinte du régime nominal :

	2016	2017	2018	2019	2020
Tonnage (t)	1 170	1 810	3 270	3 790	4 000

Confidentiel



Cette courbe a été établie afin de générer un ROC de référence qui correspond à l'achat des chutes et la vente des lingots élaboré au prix marché spot. Le prix de vente des lingots affiché ci-dessus permet d'assurer le même ROC.

## Description des Marchés EcoTitanium

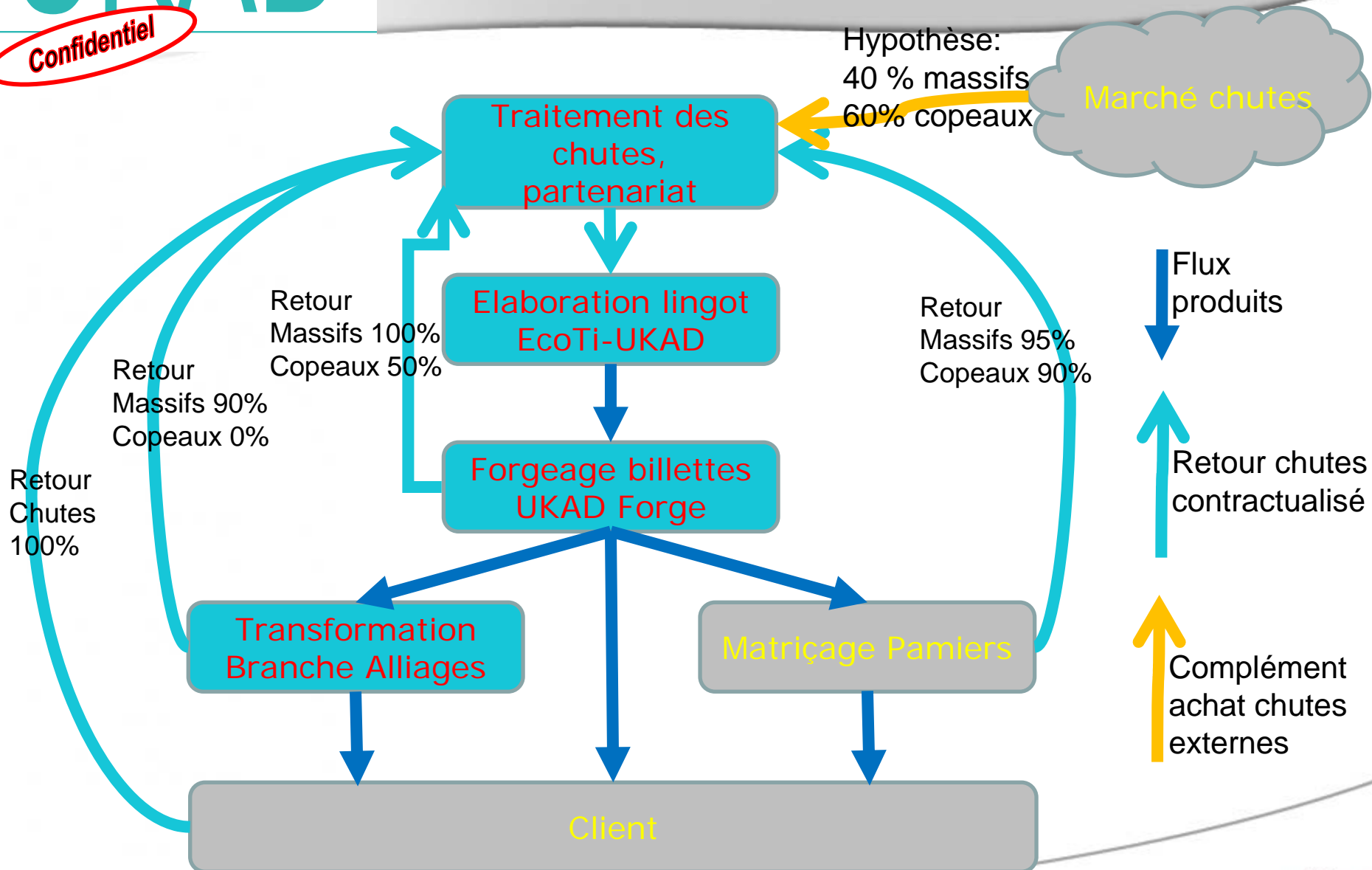
- Description de chaque Marché avec :
  - La gamme depuis EcoTitanium jusqu'au client
  - Les mises au mille associées à chaque étape de la gamme
  - Les types de chutes générées (massifs et copeaux)
  - Les taux de récupération de chutes
  - Les prix de chutes associés
- Pour EcoTitanium :
  - Calcul des lingots issus du recyclage du marché concerné.
  - Détermination du complément de lingots et calcul des besoins complémentaires en chutes.
  - Intégration des chutes UKTMP-UKAD pour le marché de la corrosion.

## Approche Economique Prix d'achat des chutes

- Intégration de toutes les chutes internes (UKAD et Branche Alliages) générées par l'activité EcoTitanium.
- Intégration des chutes clients limitées aux ventes d'EcoTitanium sur le marché concerné :
  - lorsqu'elles sont accessibles et connues ou estimables
  - à des conditions de prix type économie circulaire
- Complément de chutes aux conditions du marché.

- Calcul d'un prix de vente théorique de lingots intégrant les différentes origines et prix d'achat de chutes associés.
- Comparaison entre le prix de vente théorique et le prix de marché estimé qui conduit au prix de vente retenu.
- Calcul du CA annuel global, avec le prix de vente de lingots pour chaque marché.

## Les Flux Généraux de l'activité EcoTitanium



## Marché sur lequel se positionne l'entreprise

L'entreprise EcoTitanium se positionne principalement sur la production de lingots de titane destinés au marché de l'aéronautique.

Ces lingots seront vendus à un client unique : UKAD qui les transformera en demi-produits.

UKAD servira cinq familles de clients :

- Les matriciers de pièces aéronautiques structures et moteurs (Aubert & Duval est le deuxième matricier mondial)
- La filière des fasteners (boulonnerie aéronautique)
- Le médical (prothèses,...)
- Les applications corrosion (pétrole,...).
- La défense

**Confidentiel**

### Lingots en tonnes

Source Lingot	EcoTi
Grade	(Plusieurs éléments)

Marché	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Corrosion TA6V (1)	593	593	968	1016	1059	1065	1065	1071	1071
Défense (2)	12	36	61	61	61	61	61	61	61
Fasteners Internes (3)	58	116	464	696	754	754	754	754	754
Médical via Stainless (4)	71	212	423	423	423	423	423	423	423
Airbus (DoorFrames) (5)	242	484	726	726	726	726	726	726	726
Structure hors Airbus (6)	121	242	363	363	363	363	363	363	363
Motoristes Pièces Fixes (7)	30	61	121	230	303	242	242	242	182
Motoristes Aubes (7)	35	71	141	268	282	282	282	212	212
Motoristes Pièces Tournantes (7)	0	0	0	0	61	121	121	182	242
<b>Total général</b>	<b>1162</b>	<b>1814</b>	<b>3267</b>	<b>3783</b>	<b>4031</b>	<b>4037</b>	<b>4037</b>	<b>4033</b>	<b>4033</b>

Pour mémoire, tonnage pris en compte dans le modèle économique initial :

1 169	1 812	3 267	3 786	4 034	4 034	4 034	4 034	4 034
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

## Commentaires :

- (1) Intervention sur le marché spot en majorité, le total barres est estimé à 5000 t (source étude de Marché Magetex – Mars 2010), et plus de 30 000 t sous forme de tôles.
- (2) La part identifiée est faible en France et des possibilités ponctuelles en export ne sont pas quantifiées.
- (3) Ce volume vient en complément de la part de DP déjà contractualisé avec Airbus. Le marché total est estimé à 10 000t à l'horizon 2020.
- (4) Ce marché vient en complément du Business plan d'UKAD (150 t), le marché total est estimé à 3000 t avec une croissance de 5 à 7 % /an.
- (5) Accompagnement des besoins Airbus dans le cadre de la montée en cadence de l'A350 (note d'engagement).
- (6) En complément du business plan d'UKAD, nous ciblons 300 t de demi-produits supplémentaires pour les structures aéro, 363 tonnes de lingots.
- (7) Démarrage de production pour la filière moteur, les motoristes imposent des élaborations PAMCHR ou EBCHR pour les pièces tournantes, par contre les cycles de qualification sont très longs.

[\(Voir détail des marchés en annexe 10\)](#)

### Lingots en tonnes

Source Lingot           UKTMP  
Grade                   (Tous)

Marché	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Autres Structures	0	24	24	61	121	242	242	605	605	605	605	605	605
Contrat Airbus pour AD	249	1715	2137	2571	2837	2837	2837	2837	2837	2837	2837	2837	2837
Corrosion Cp	61	121	182	242	303	363	484	968	1210	1210	1210	1210	1210
Motoristes Aubes	0	0	141	282	282	282	282	282	282	282	282	282	282
Motoristes Pièces	0	121	121	121	242	363	726	968	1331	1331	1331	1331	1331
Médical via Stainless	14	28	71	71	99	141	141	169	212	212	212	212	212
Structure Boeing	0	54	54	121	605	1210	1210	2420	2420	2420	2420	2420	2420
Contrat Airbus Fasteners hors AD	0	899	1051	1173	1173	1173	1173	1173	1173	1173	1173	1173	1173
<b>Total général</b>	<b>324</b>	<b>2962</b>	<b>3781</b>	<b>4641</b>	<b>5662</b>	<b>6612</b>	<b>7096</b>	<b>9423</b>	<b>10070</b>	<b>10070</b>	<b>10070</b>	<b>10070</b>	<b>10070</b>

## Marché sur lequel se positionne l'entreprise

Selon une étude de PF. Louvigné, « Le Marché du Titane – Veille et Enjeux – Nov 2010 » réalisé en novembre 2010, le marché total de l'aéronautique passerait de 35 000 tonnes en 2010 à près de 80 000 tonnes en 2017.

Consommation de titane pour les applications aéronautiques

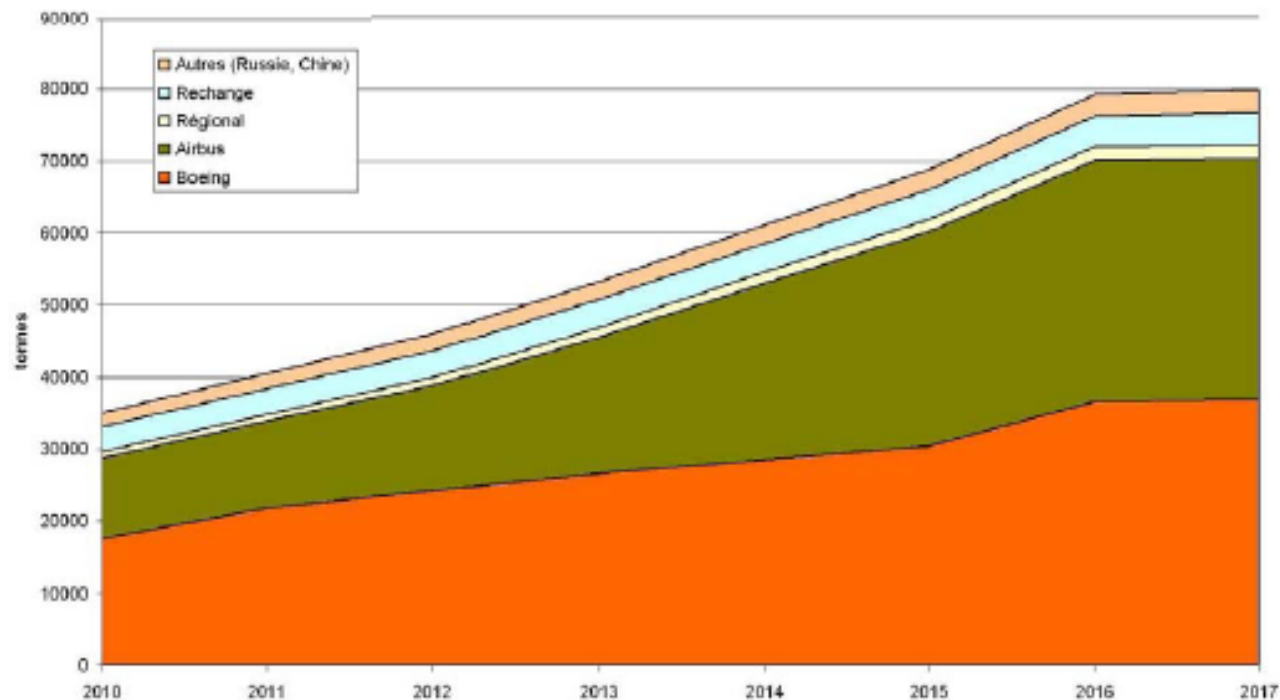


Figure 18: Évolution de la consommation de titane dans le secteur aéronautique

Source du document :

- Le marché du titane métal : veille et enjeux
- Référence de la convention: 2008-0005477
- Page 42/115
- Rédacteur Pierre-François Louvigné

## Marché sur lequel se positionne l'entreprise

Cette forte augmentation de la consommation de titane aéronautique est en particulier due à la montée en cadence des avions A350 (Airbus) et B787 (Boeing).

Dans cette même étude, il est précisé que les disponibilités de capacité de fusion pourraient devenir critiques en 2016. Ces deux éléments (forte augmentation de la demande et manque de capacité de fusion à l'horizon 2016) sont des éléments clés de réussite de ce projet.

Avec une production de 4 000 tonnes de lingots dont plus de 60% destinées au marché aéronautique, l'objectif de la nouvelle entité est de couvrir 3% de ce marché. Cet objectif peut être considéré comme réaliste.

Le marché pertinent correspond à la saturation de la capacité de production de l'unité de fusion (4 000 tonnes /an).

- Utilisation des coefficients ERAMET :
  - Coefficient d'actualisation (CMPC) = 10,5%
  - Taux d'import normatif = 36,10%
  - Taux d'inflation retenu = 2,0%
  
- Valeur créée par le projet = 38 848 k€
  
- Taux de Rentabilité Interne (TRI) = 19%
  
- Durée de remboursement = 10 ans 9 mois.

L'annexe 11 donne l'ensemble des résultats.

## Compte de résultat simplifié

A capacité nominale, c'est-à-dire à partir de 2020, la filiale réalise un chiffre d'affaires de 57 M€ et dégage un ROC (Résultat Opérationnel Courant) supérieur à 12 M€. Le ROC est positif dès 2017.

<b>LIBELLE</b>	<b>31/12/2013 KEUR</b>	<b>31/12/2014 KEUR</b>	<b>31/12/2015 KEUR</b>	<b>31/12/2016 KEUR</b>	<b>31/12/2017 KEUR</b>	<b>31/12/2018 KEUR</b>	<b>31/12/2019 KEUR</b>	<b>31/12/2020 KEUR</b>	<b>31/12/2021 KEUR</b>	<b>31/12/2022 KEUR</b>
<b>CHIFFRE D'AFFAIRES</b>	0	0	1 665	16 078	25 547	46 429	53 756	57 281	57 422	57 422
<b>Marge sur MP</b>	0	0	1 333	7 444	12 244	20 272	24 650	26 540	26 614	26 614
<b>Marges/coûts variables</b>	(250)	(500)	341	4 776	8 605	14 673	17 951	19 146	18 778	18 325
<b>VALEUR AJOUTEE</b>	(425)	(725)	(625)	3 190	7 208	13 217	16 459	17 645	17 276	16 823
<b>EXEDENT BRUT EXPLOITATION</b>	(425)	(725)	(1 014)	2 001	5 995	11 155	14 356	15 542	15 173	14 720
<b>RESULTAT BRUT EXPLOITATION</b>	(425)	(725)	(1 014)	2 001	5 995	11 526	14 728	15 914	15 544	15 091
<b>RESULTAT D'EXPLOITATION</b>	(425)	(725)	(1 014)	(1 260)	2 734	8 266	11 467	12 755	12 686	12 233
<b>RESULTAT FINANCIER</b>		(37)	(668)	(606)	(542)	(477)	(409)	(339)	(268)	(194)
<b>RESULTAT COURANT</b>	(425)	(762)	(1 682)	(1 866)	2 192	7 789	11 058	12 416	12 418	12 039
<b>RESULTAT EXCEPTIONNEL</b>										
Impôts sociétés						(1 784)	(3 760)	(4 221)	(4 222)	(4 093)
<b>RESULTAT NET</b>	(425)	(762)	(1 682)	(1 866)	2 192	6 005	7 298	8 195	8 196	7 946

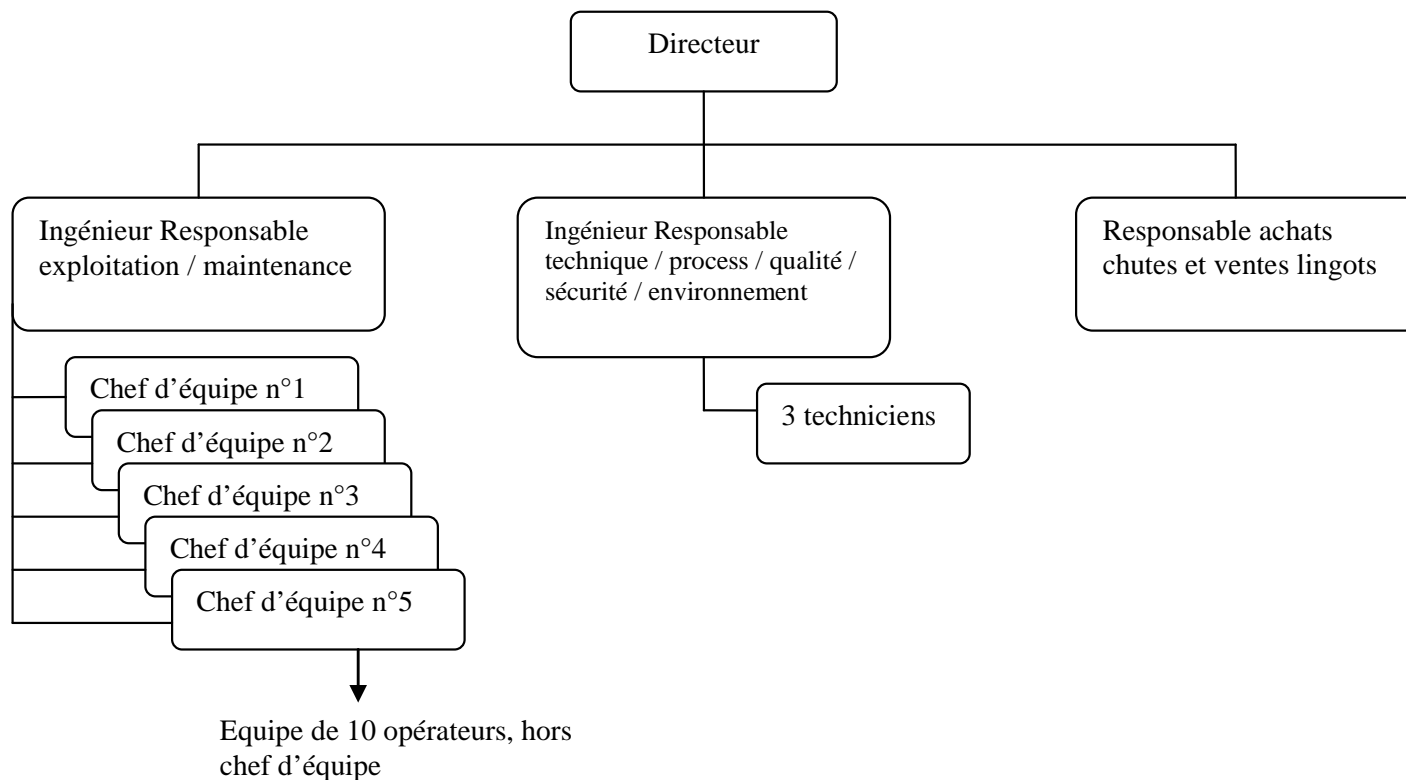
LIBELLE	31/12/2013 KEUR	31/12/2014 KEUR	31/12/2015 KEUR	31/12/2016 KEUR	31/12/2017 KEUR	31/12/2018 KEUR	31/12/2019 KEUR	31/12/2020 KEUR	31/12/2021 KEUR	31/12/2022 KEUR	31/12/2023 KEUR
<b>ACTIF IMMOBILISE</b>	14 980	32 106	46 915	44 124	40 863	37 602	35 689	33 633	30 775	27 917	25 058
<u>IMMOS CORP/INCORP.</u>	14 980	32 106	46 915	44 124	40 863	37 602	35 689	33 633	30 775	27 917	25 058
<u>IMMOS FINANCIERES</u>											
<b>ACTIF DIVERS</b>											
Capital social non libéré.											
<b>BESOINS EN FONDS DE ROULEMENT</b>	(780)	(1 657)	(1 248)	2 868	5 500	9 965	11 315	11 948	12 017	12 065	12 044
<b>TOTAL DE L'ACTIF</b>	14 199	30 449	45 668	46 992	46 363	47 567	47 004	45 581	42 792	39 981	37 102
<b>CAPITAUX PROPRES</b>	14 575	29 328	28 188	27 759	31 171	36 805	43 731	51 555	59 379	66 954	74 370
<b>PROVISIONS RISQUES ET CHARGES</b>											
<b>ENDETTEMENT MLT</b>		1 196	21 326	19 238	17 086	14 868	12 583	10 229	7 802	5 302	2 726
<b>TRESORERIE</b>	(376 )	(75 )	(3 847 )	(5 )	(1 894 )	(4 105 )	(9 311 )	(16 202 )	(24 390 )	(32 275 )	(39 994 )
<b>TOTAL DU PASSIF</b>	14 199	30 449	45 668	46 992	46 363	47 567	47 004	45 581	42 792	39 981	37 102

En 2020, la trésorerie s'établit à 16,2 M€ et en 2022 à 32,3 M€.

## Flux de trésorerie

LIBELLE	31/12/2013	31/12/2014	31/12/2015	31/12/2016	31/12/2017	31/12/2018	31/12/2019	31/12/2020	31/12/2021	31/12/2022	31/12/2023	31/12/2024
EBITDA	-425	-725	-1 014	2 001	5 995	11 155	14 356	15 542	15 173	14 720	14 403	14 253
Coût de l'endettement + impôts sur les sociétés		-37	-668	-606	-542	-2 260	-4 169	-4 561	-4 490	-4 287	-4 129	-4 028
MARGE BRUTE D'AUTOFINANCEMENT (A)	-425	-762	-1 682	1 395	5 453	8 895	10 188	10 981	10 683	10 433	10 274	10 226
VARIAT. DU BFR D'EXPLOITATION (B)	780	877	-410	-4 116	-2 632	-4 465	-1 350	-633	-69	-48	20	3
FLUX NET GENERE PAR L'ACTIVITE (A)+(B)	355	115	-2 091	-2 721	2 821	4 429	8 838	10 349	10 614	10 385	10 295	10 229
FLUX D'INVESTISSEMENT (C)	-14 980	-16 611	-14 267	968	1 219		-1 348	-1 103				
Capital versé	15 000	15 000										
Emprunt net		1 300	22 000									
Remboursement emprunt		-104	-1 870	-2 089	-2 152	-2 218	-2 285	-2 355	-2 426	-2 500	-2 576	-2 502
VARIATION ENDETTEMENT (A)+(B)+©	376	-1 497	-16 359	-1 753	4 040	4 429	7 490	9 246	10 614	10 385	10 295	10 229
Endettement net à l'ouverture		-376	1 121	17 480	19 233	15 192	10 763	3 273	-5 973	-16 588	-26 973	-37 268
Endettement net à la clôture	-376	1 121	17 480	19 233	15 192	10 763	3 273	-5 973	-16 588	-26 973	-37 268	-47 486

Au-delà de la montée en régime, la structure opérationnelle sera la suivante :



L'effectif de la filiale sera de 62 personnes.

EcoTitanium s'appuiera sur les fonctions supports d'Aubert & Duval, au travers d'une convention de services.

Les fournisseurs stratégiques de l'entreprise :

- Le fournisseur d'éponge de titane sera UKTMP. Le besoin annuel sera de 900 tonnes.
  
- Les fournisseurs de chutes (copeaux et chutes massives) :
  - Au-delà des chutes UKAD et Branche Alliages, il sera nécessaire d'approvisionner 2 000 tonnes de chutes non traitées.
  - Des négociations sont en cours avec PRAXY pour la fourniture de 500 tonnes/an.
  - Airbus assurerait la fourniture de 1 500 tonnes/an. Des discussions seront engagées en 2012 pour parvenir à ce résultat.
  
- Les sociétés de traitement des copeaux et des chutes massives avant fusion : Les copeaux seraient traités par la Société FERINOX (Groupe ELG) à proximité de Lyon. Pour les chutes massives, elles seraient traitées soit par ELG, soit par CRONIMET.

La nouvelle entité aura un client unique UKAD, qui servira à hauteur de plus de 85% le marché aéronautique. Le volume visé par EcoTitanium est de 3% de ce marché en 2020.

Le contrat liant les deux sociétés, UKAD et EcoTitanium, sera un contrat du type long terme.

En saturant les capacités d'UKAD, la nouvelle entité contribuera à en augmenter la profitabilité.

Nous disposerons aussi en Europe d'un ensemble intégré très compétitif du fait de sa capacité à recycler des chutes et de s'inscrire dans des contrats de type « Economie Circulaire ».

Ces contrats permettent de fidéliser le client en lui proposant des prix quasi-stables.

Les sociétés concurrentes de l'entreprise sont les principaux fournisseurs de titane aéronautique mondiaux. En particulier les Etats-Unis (Timet et ATI) ont une longue expérience dans le recyclage du titane. Elles proposent (imposent) des contrats du type « Economie Circulaire » depuis de nombreuses années.

Selon certaines sources non officielles, les volumes de titane vendus par Timet seraient à plus de 50% du titane recyclé. Aux USA, le taux de recyclage est estimé à 43% alors qu'il est de 20% pour le reste du monde ([annexe 6](#)). Les USA ont mis en place des circuits de collecte de chutes très efficaces en Europe qui devient exportatrice de chutes nobles et importatrice de chutes difficilement valorisables ([annexe 7](#)).

## Positionnement concurrentiel

Aucune unité de recyclage de titane aéronautique n'existe en Europe, ce qui conduit à l'exportation vers les Etats-Unis des chutes nobles. Or l'Europe est l'une des principales sources de production de chutes de titane due en particulier à son Leadership dans l'aéronautique civile.

Timet recycle les chutes de titane avec des fours de fusion du type EBCHR, ATI exploite des fours PAMCHR.

VSMPO, le producteur de titane aéronautique russe qui est le leader mondial dans la fourniture de titane exploite un troisième procédé : le Skull Melting. Les informations sur les volumes recyclés sont parcellaires.

En conclusion, les principales sociétés mondiales, fournisseurs de titane aéronautique, se sont dotées de moyens de recyclage pour améliorer leur compétitivité. L'Europe avec son partenaire Kazakh ne peut pas rester à l'écart de cette évolution.

Les tableaux de compte de résultat, bilan et flux de trésorerie joints à ce dossier font apparaître un besoin de financement de 30 M€ en fonds propres pour assurer le développement et la croissance d'EcoTitanium. Ce financement serait assuré à parts égales par l'ADEME, un partenaire externe et UKAD. Le principe de valorisation retenu est celui de l'évolution des fonds propres.

Les autres financements envisagés sont un emprunt bancaire moyen terme pour 23.3 M€ ainsi que des subventions à hauteur de 10% du montant investi au travers des dispositifs suivants : FEDER pour un montant estimé de 1 800 k€, PAT pour un montant estimé de 930 k€, aides régionales pour un montant estimé de 480 k€ et aides départementales pour 500 k€.

La participation de l'ADEME est envisagée pour une durée de 10 ans. La sortie du capital se fera via le rachat de la participation de l'ADEME par UKAD. Les modalités de sortie de chacun des partenaires seront définies dans un pacte d'actionnaires.

### Les risques administratifs et juridiques :

- Ce risque est maîtrisé, cette création d'entreprise sera étudiée et réalisée par les services compétents d'ERAMET comme pour la constitution d'UKAD.

### Les risques environnementaux, sanitaires et sociétaux :

- Aubert & Duval exploite des unités de fusion et de refusion sur le site des Ancizes depuis 1960 sans incident majeur. Nous considérons que ces risques sont sous contrôle.

### Les autres risques seront développés ci-après :

- Les risques commerciaux
- Le risque économique
- Les risques technologiques

**Confidentiel**

### - Alimentation du four de fusion en chutes :

- Il est nécessaire d'alimenter le four avec une quantité suffisante de chutes et copeaux, achetés à un coût compétitif. La stratégie consiste à développer le plus possible l'Economie Circulaire par contractualisation du retour direct des chutes et copeaux.  
Pour maîtriser le risque de fluctuation des prix des chutes et copeaux nous chercherons systématiquement à conclure des contrats à long terme avec les professionnels de la collecte et les acteurs du traitement des chutes.

### - Prix de vente des lingots :

- en situation d'Economie Circulaire, la question du risque ne se pose pas car les prix sont gérés dans le cadre du contrat.
- Pour la vente de lingots hors Economie Circulaire, les prix sont fonction du prix de marché du lingot produit par la voie classique (minerai).  
Nous constatons une baisse très significative du prix des chutes pendant les périodes où ce prix de marché est bas. Le prix du lingot de titane recyclé devient d'autant plus attractif ([annexe 8](#)).

Compte tenu de la maturité des programmes aéronautiques majeurs, et de l'augmentation de la demande en TiO<sub>2</sub> (pigments de peinture), la profession anticipe une situation de forte demande et de prix élevés de la matière première (TiO<sub>2</sub>, éponge, lingots), ce qui sera favorable au projet de recyclage.

- Exploitation sous capacitaire de la filière de recyclage (marché déprimé). Le point mort de l'entité se situe à 1460 tonnes de lingots, soit 36 % de sa capacité nominal ([annexe 9](#)).
- Les analyses de sensibilité au taux de change (parité €/€), au prix de vente des chutes ainsi qu'au prix spot de lingot et d'éponge sont présentées en annexe 9.

Dans la métallurgie des alliages de titane et dans les technologies de métallurgie sous vide, Aubert & Duval dispose de toutes les compétences nécessaires pour faire aboutir ce projet.

Aubert & Duval devra acquérir les compétences de pilotage du four.

Pour atteindre cet objectif, nous ferons appel à 3 moyens :

- Apprentissage avec le constructeur du four
- Conseils par des Experts Internationaux
- Programmes de Recherche & Développement

## Constructeurs

Le pilotage des fours est semi-automatisé et informatisé (supervision). Les deux constructeurs (Retech et ALD) proposent un logiciel de conduite de fusion, ainsi que les paramètres standards d'exploitation.

## Expertise

Aubert & Duval prévoit de se faire aider par un expert International ayant une expérience professionnelle directe dans la conduite des grands fours industriels.

Nous savons qu'un des savoir-faire critique réside dans la préparation des charges avant enfournement, en particulier dans le cas des chutes massives, de façon à pouvoir garantir une vitesse de fusion constante. Ce sujet sera développé avec nos experts.

## Recherche & Développement

Dès le lancement du projet, EcoTitanium conduira un programme de R&D destiné à comprendre le procédé, à le modéliser et à le maîtriser. Ce programme sera conduit avec l' IJL (Institut Jean Lamour, anciennement Ecole des Mines de Nancy), avec qui Aubert & Duval travaille déjà depuis plus de dix ans sur les procédés de fusion et de refusion des métaux.

Le département SI2M (Science et Ingénierie des Matériaux et Métallurgie), piloté par D. Ablitzer, A. Jardy et JP. Bellot, possède un four EBCHR de laboratoire, récent et polyvalent. Il permet de réaliser des lingots de petits formats. Il a déjà été utilisé pour faire de la fusion d'alliages de titane TA6V et de tantale pur.

Parallèlement, nous nous appuyerons sur le Professeur Alec Mitchell, Expert R&D de renommée internationale (UBC, Vancouver), avec qui nous travaillons régulièrement en ce qui concerne la métallurgie sous vide et sous laitier (VIM, VAR et ESR).

## Four-Pilote

EcoTitanium disposera d'un four-pilote de taille intermédiaire, destiné à tester et à valider les hypothèses issues des études R&D. Ce four permettra l'élaboration de lingots de diamètre jusqu'à 200 mm. Le four sera polyvalent, et ses conditions de fonctionnement seront très proches de celles d'un grand four industriel. Ce sera l'outil de base pour la validation des gammes de fusion issues des études d'optimisation industrielle et des modélisations numériques.

L'ensemble de ces études sera organisé sur une durée de trois ans, et elles se poursuivront pendant la phase de montée en cadence industrielle (deux ans). Cette durée totale de cinq ans permettra d'acquérir les compétences nécessaires pour exploiter industriellement un four EBCHR ou PAMCHR.

## Aspects environnementaux, sociaux et sociétaux

Le projet de développement d'une filière de production de lingots de titane à partir du recyclage de copeaux, de chutes et de pièces usagées s'inscrit complètement dans la politique de Développement Durable du Groupe ERAMET autour des trois fondamentaux :

- Environnement : en limitant la consommation des ressources naturelles par le développement d'une filière de recyclage et d'autre part en minimisant l'empreinte carbone.
- Economique : en développant une filière au plus près des producteurs de copeaux et des transformateurs de lingots. La proximité d'UKAD avec le site historique d'AUBERT & DUVAL permet le regroupement de certains transports et l'utilisation d'infrastructures existantes et ainsi un gain financier.
- Sociale avec la création d'emplois et la sollicitation du tissu économique local.

## Aspects environnementaux, sociaux et sociétaux

Un bilan carbone a été réalisé par un cabinet indépendant afin de comparer l'impact des deux filières de production de lingots titane :

- La voie classique dite filière minerais dans laquelle les lingots de titane sont produits à partir du minerai d'ilménite.
- La filière recyclage dans laquelle les lingots de titane sont produits à partir des chutes de titane avec une incorporation partielle d'éponges issues de la filière minerais.

Cette étude confirme que la filière de recyclage envisagée est plus de 3,6 fois moins émissive que la filière classique de production à partir de minerai d'ilménite soit 34,5 teqCO<sub>2</sub> contre 9,5 teqCO<sub>2</sub> avec des éponges kazakh ou 36,0 teqCO<sub>2</sub> contre 9,8 teqCO<sub>2</sub> avec des éponges issues de la production moyenne mondiale.

Cette performance s'explique par la faible émissivité du prétraitement des chutes et copeaux de titane en amont du procédé de recyclage (0,3 teqCO<sub>2</sub>/t) par comparaison au facteur d'émission du procédé traditionnel de formation des éponges de titane (de l'ordre de 33 teqCO<sub>2</sub>/t).

## Emplois directs et indirects

Une fois la montée en régime terminée et sur la base de l'organigramme présenté en paragraphe 3.4, cette filiale emploiera 62 personnes :

- 4 cadres (1 directeur, 2 ingénieurs, 1 responsable achats de chutes et ventes de lingots).
- 8 ETAM (5 agents de maîtrise, 3 techniciens : sécurité, environnement, qualité / process, technique et approvisionnement)
- 50 opérateurs (conducteurs du four de fusion, conducteurs des fours de refusion, préparateurs de charge, agents de maintenance)

Ces emplois sont très techniques et nécessitent une formation pointue : les emplois créés seront hautement qualifiés.

Les activités créatrices d'emplois directs chez nos sous-traitants sont :

- L'activité de collecte et transport des chutes depuis les entreprises génératrices jusqu'à l'unité de traitement (environ 10 emplois).
- L'activité de traitement des chutes massives et copeaux (environ 10 emplois).

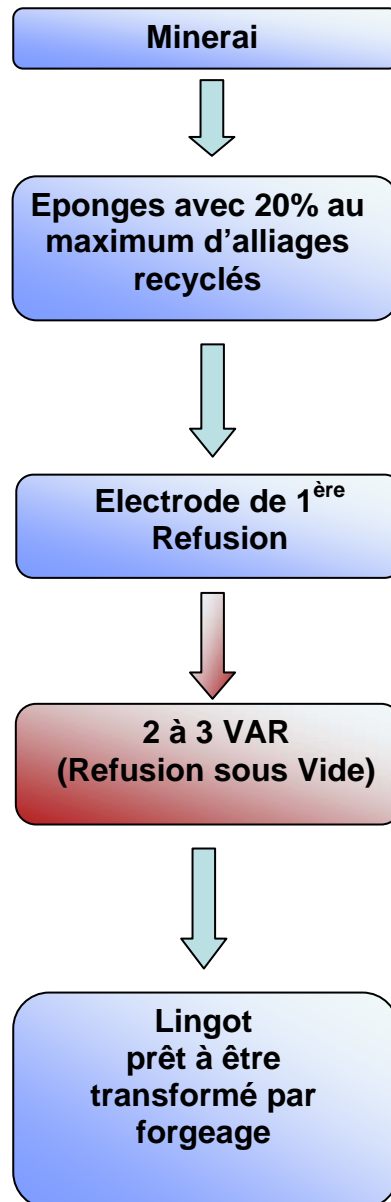
C'est donc au total 80 emplois directs qui seront générés.

Pour les emplois indirects, nous utiliserons les ratios classiques de 2 emplois indirects pour 1 emploi direct. Au total cette activité générera 240 emplois directs et indirects.

## Annexes

# Annexe 1 (4 pages) : Procédés d'Elaboration des Lingots d'Alliages de Titane

## Filière Mineraï



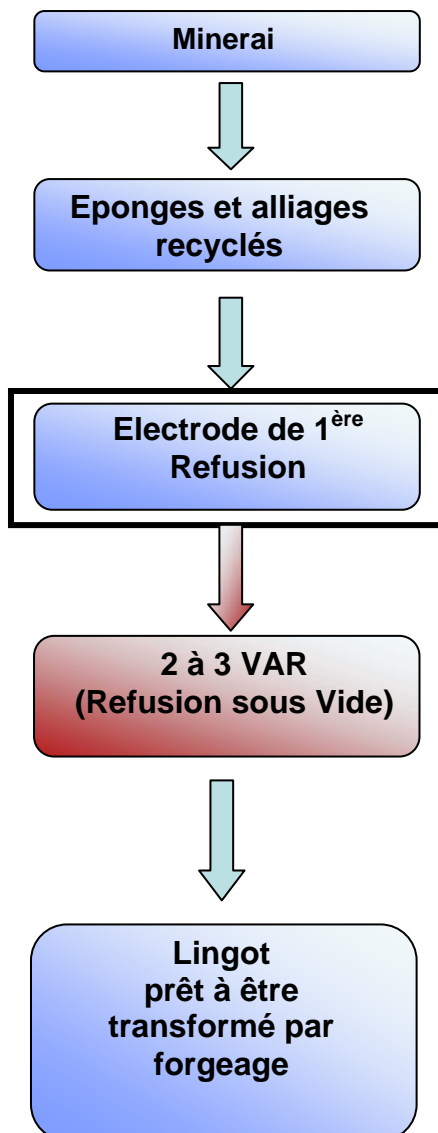
Il est nécessaire de fabriquer une électrode cylindrique à partir de l'éponge de titane. Cette électrode est ensuite fondue sous vide par le procédé VAR (Vacuum Arc Remelting). On peut mélanger à l'éponge de titane une faible quantité de copeaux, mais on ne peut pas dépasser la proportion de 20%.

## Constitution d'une électrode de refusion

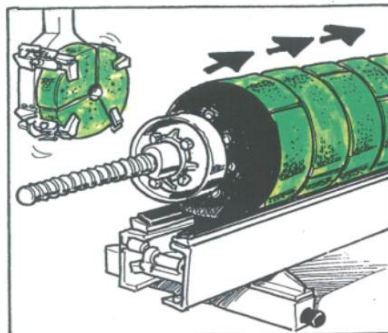
Les opérations nécessaires sont :

- pressage en quartier de disques à partir d'éponge de titane,
- assemblage sur une barre,
- soudage par arc plasma sous gaz neutre.

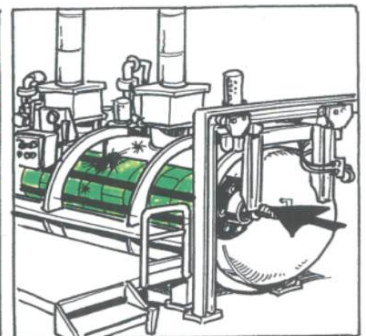
IMAGE D'EPONGES DE TITANE



FABRICATION DE LA PREMIERE ELECTRODE



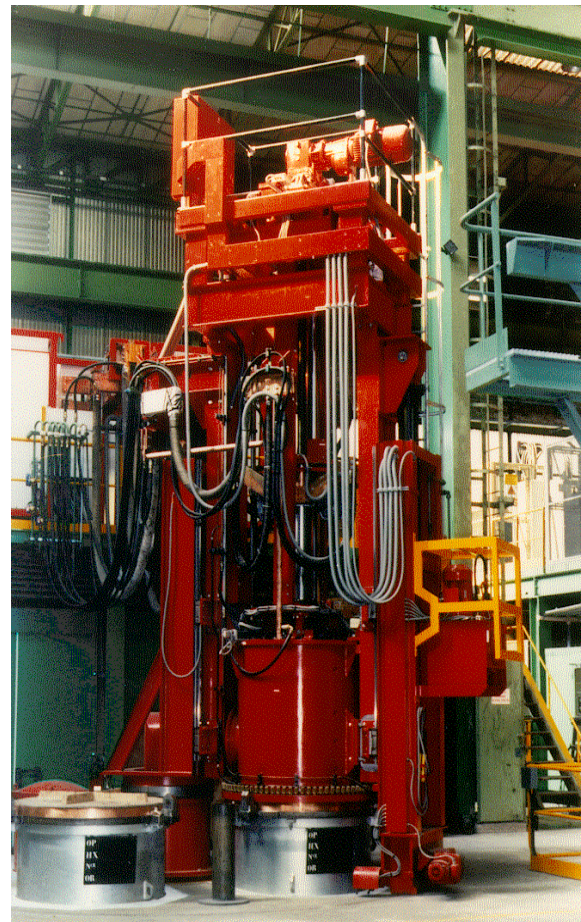
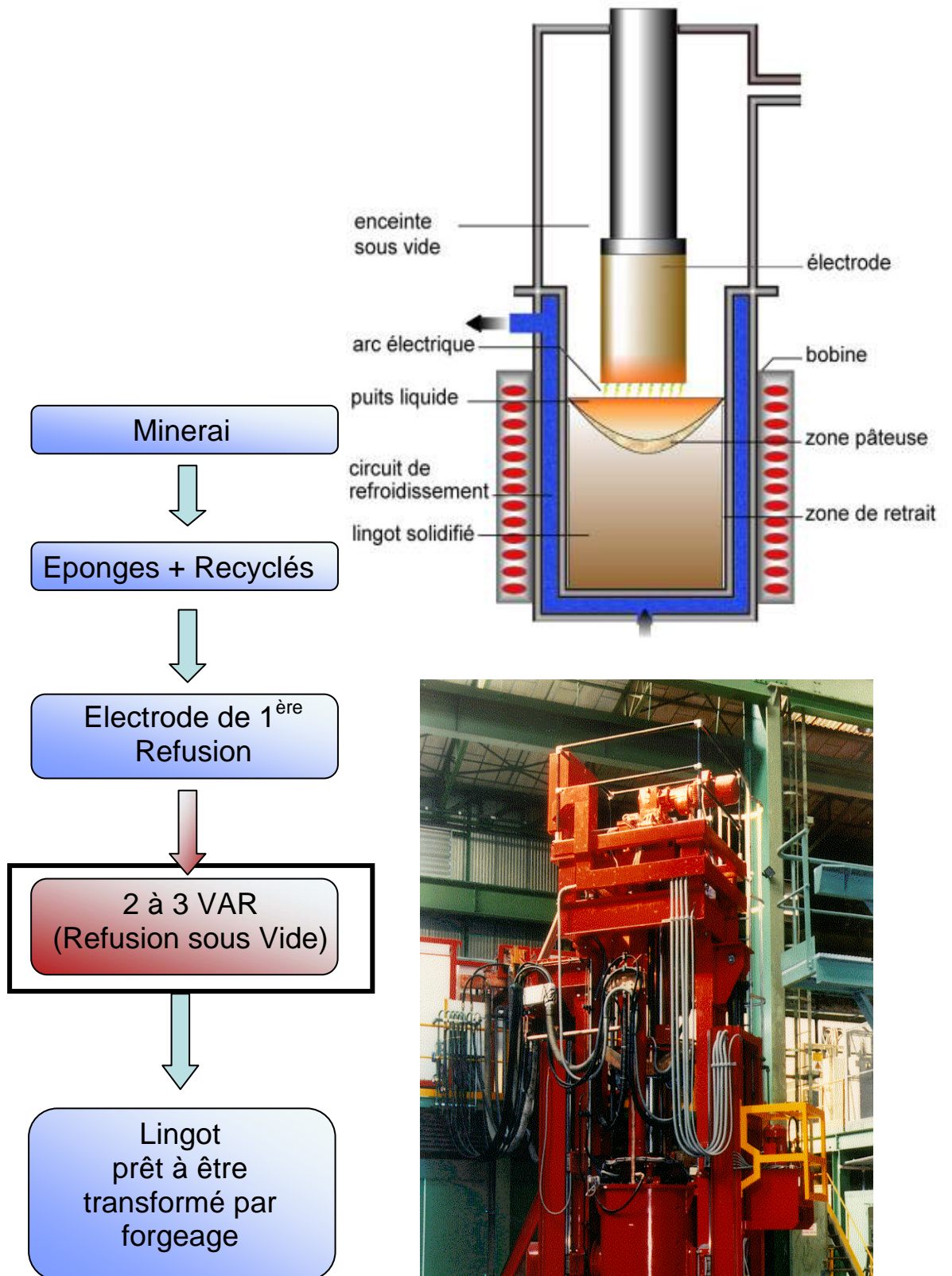
Montage des compacts + BUMPER



Soudage Plasma



## Refusion sous vide par électrode consommable



Procédé VAR (Vacuum Arc Remelting)

## Filière Recyclage

### Gamme avec taux de recyclage important

Dans la filière minerai il n'est pas possible d'introduire des quantités importantes de copeaux au stade du pressage des disques d'éponge, car l'électrode ne serait pas suffisamment compacte. Avec le recyclage, l'électrode cylindrique est obtenue par fusion des chutes et copeaux. L'énergie de fusion et de maintien en température est apportée soit par des faisceaux d'électrons soit par des torches Plasma. Ces fours (**EBCHR** ou **PAMCHR**) sont construits spécifiquement pour cette opération de première fusion de copeaux et de chutes. La deuxième fusion de l'électrode ainsi obtenue, est réalisée par le procédé classique VAR.

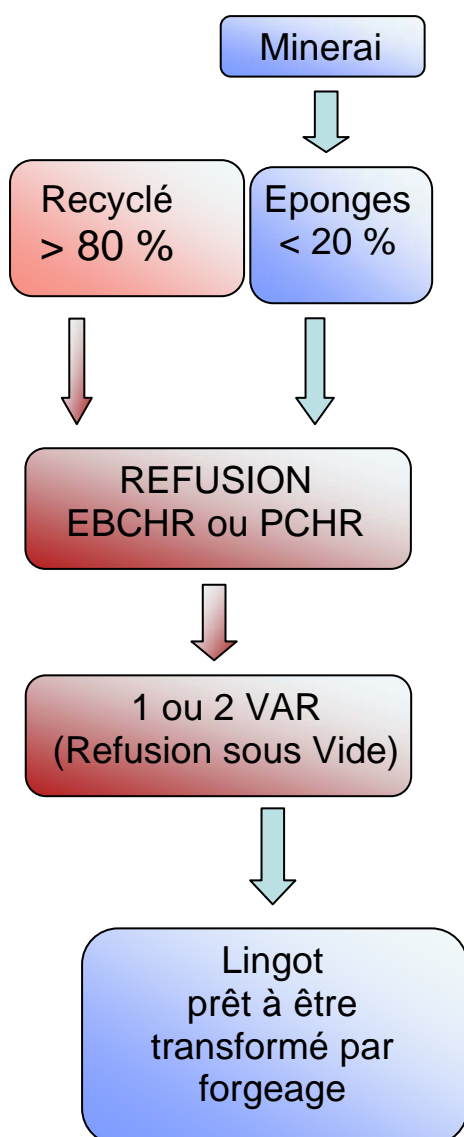


Photo du creuset froid avec déversement de métal dans la lingotière



ZI Les Listes – BP 44 – 63502 ISSOIRE Cedex 2  
Tél. 04 73 55 60 00 Fax 04 73 55 60 30  
Site Internet : [www.praxy.fr](http://www.praxy.fr)

Matières Premières  
Déchets Industriels  
Environnement  
Recyclage

Issoire, le 21 Octobre 2011

## PROJET DE RECYCLAGE DE CHUTES DE TITANE

Messieurs,

Nous sommes vivement intéressés par le projet de recyclage de chutes de titane que la société AUBERT & DUVAL nous a présenté.

Actif dans la valorisation des métaux de base et des métaux nobles, le réseau PRAXY s'appuie sur le savoir-faire et les moyens techniques de ses adhérents pour rechercher et développer en permanence les meilleures filières de retraitement de ces matières avec le souci d'apporter un service de proximité de qualité .

C'est pourquoi nous sommes prêts à contribuer à la mise en œuvre d'une filière de recyclage du titane en Auvergne.

A ce titre, nous nous engageons :

A céder préférentiellement à cette filière les chutes de titane que nous collectons, soit actuellement environ 300 t/an sur l'ensemble du réseau PRAXY.

A proposer une prestation de collecte et de management des flux logistiques (mise à disposition de bennes dédiées, collecte de proximité, regroupement et transports) des chutes depuis les usines productrices jusqu'au futur centre de traitement, selon les indications et prescriptions d'AUBERT & DUVAL.

Attachés , à l'instar d'AUBERT & DUVAL, au développement de notre région, nous participerons activement au soutien de ce projet industriel.

Nous vous prions d'agréer, Messieurs, l'expression de notre profonde considération.

Jacques EGLIZAUD  
Directeur commercial

Luc DUCOURNAU  
Directeur Général Délégué



Eric Zanin  
T +33 561931025  
F +33 567191827  
E Eric.Zanin@airbus.com  
N/Réf: M11030334

Aubert et Duval  
Tour Maine Montparnasse  
33, avenue du Maine  
75755 Paris Cedex 15  
France

21 Octobre 2011

Mr Edouard Duval, General Director  
edouard.duval@eramet-aubertduval.com

### **Projet de recyclage des chutes de Titane d'Aubert et Duval**

Mr. Duval,

Le projet de recyclage de titane aéronautique initié par Aubert et Duval est d'un grand intérêt pour Airbus qui apporte son soutien total à cette initiative.

Afin de favoriser l'économie circulaire du titane fourni par la société UKAD, Airbus propose d'analyser l'acquisition du contrôle des flux de chutes à l'horizon 2016, ce qui permettrait d'alimenter l'unité de recyclage de titane d'Aubert et Duval. Nous avons noté que les besoins sont de l'ordre de 1500 tonnes de chutes massives et de copeaux en 2021 avec une montée en puissance progressive de l'unité entre 2016 et 2021.

Airbus démarrera l'analyse en 2012 en relation avec Aubert et Duval afin de fournir les éléments aptes à être utilisées dans la filière de revalorisation.

Ceci permettra à Aubert et Duval de proposer à Airbus des prix fixes et fermes de produits finis ou semi-finis de titane, au niveau le plus compétitif du marché, sur un volume de chutes vendu à Aubert et Duval corrigé de la mise au mille d'élaboration des demi-produits.

Nous avons aussi noté le bilan carbone très favorable au procédé de recyclage qui permettra de diviser par 4 les émissions de CO2 comparé au procédé classique d'élaboration du titane aéronautique.

Bien cordialement,

Eric ZANIN  
S.V.P. Directeur des Achats Matières & Pièces

Internal copies : Fabrice Brégier, Oliver Dreier

© Airbus SAS 2011. Tous droits réservés. Document confidentiel et propriété d'Airbus SAS. Ce document et son contenu sont la propriété d'Airbus SAS. Aucun droit de propriété intellectuelle n'est accordé par la communication du présent document et de son contenu. Ce document ne doit pas être reproduit ou communiqué à un tiers sans l'autorisation expresse et écrite d'Airbus SAS. Ce document et son contenu ne doivent pas être utilisés à d'autres fins que celles qui sont autorisées.



Paris, le 6 Décembre 2011

Direction générale

Monsieur Georges DUVAL  
Président Directeur Général  
Aubert et Duval  
Tour Maine Montparnasse  
33 avenue du Maine  
75755 Paris Cedex 15

Objet : Projet de recyclage des chutes de Titane d'Aubert et Duval

Cher Monsieur,

Nous vous confirmons que le projet de recyclage de titane aéronautique initié par Aubert et Duval est d'un grand intérêt pour Safran qui s'engage à apporter son soutien à cette initiative.

La possibilité de recycler des chutes de titane aéronautique en France ouvre de nouvelles perspectives et Safran est prêt à étudier toutes les opportunités offertes par cette filière de production.

Nous avons également noté le bilan carbone très favorable du procédé de recyclage qui permettra de diviser par quatre les émissions de CO2 en comparaison du procédé classique d'élaboration du titane aéronautique.

Veillez agréer, Cher Monsieur, l'expression de nos meilleures salutations.

Marc VENTRE  
Directeur Général Délégué  
Opérations



**AUBERT & DUVAL**  
**Parc technologique de La Pardieu**  
**6, Rue Condorcet**  
**63 063 Clermont-Ferrand Cedex 1**

A l'attention de Monsieur Patrick DELABORDE

Azereix, le 28 octobre 2011

Objet : Communication

Cher Monsieur,

Nous faisons suite à nos derniers échanges concernant votre projet de filière de valorisation optimisée du Titane.

TARMAC AEROSAVE est le leader européen sur le marché du démantèlement des aéronefs en fin de vie.

Vous avez pu récemment visiter nos installations à Tarbes.

Nous attachons une attention particulière au respect des normes environnementales dans le cadre de nos activités et veillons à une optimisation de la valorisation matière des matériaux issus de la déconstruction des aéronefs.

Dans ce cadre nous poursuivons actuellement avec votre société un travail d'identification des nuances des matériaux « nobles » extraits lors de nos activités de démantèlement et plus particulièrement le Titane en vue d'une valorisation matière directe dans vos unités d'élaboration-fusion.

Dans ce sens et dans le prolongement de ces travaux nous vous confirmons notre intérêt dans le projet que vous avez évoqué de création d'une filière de valorisation optimisée du Titane et sommes prêts à collaborer avec vous pour en analyser la pertinence aux bornes de nos activités.

Pour servir ce que de droit.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos salutations distinguées

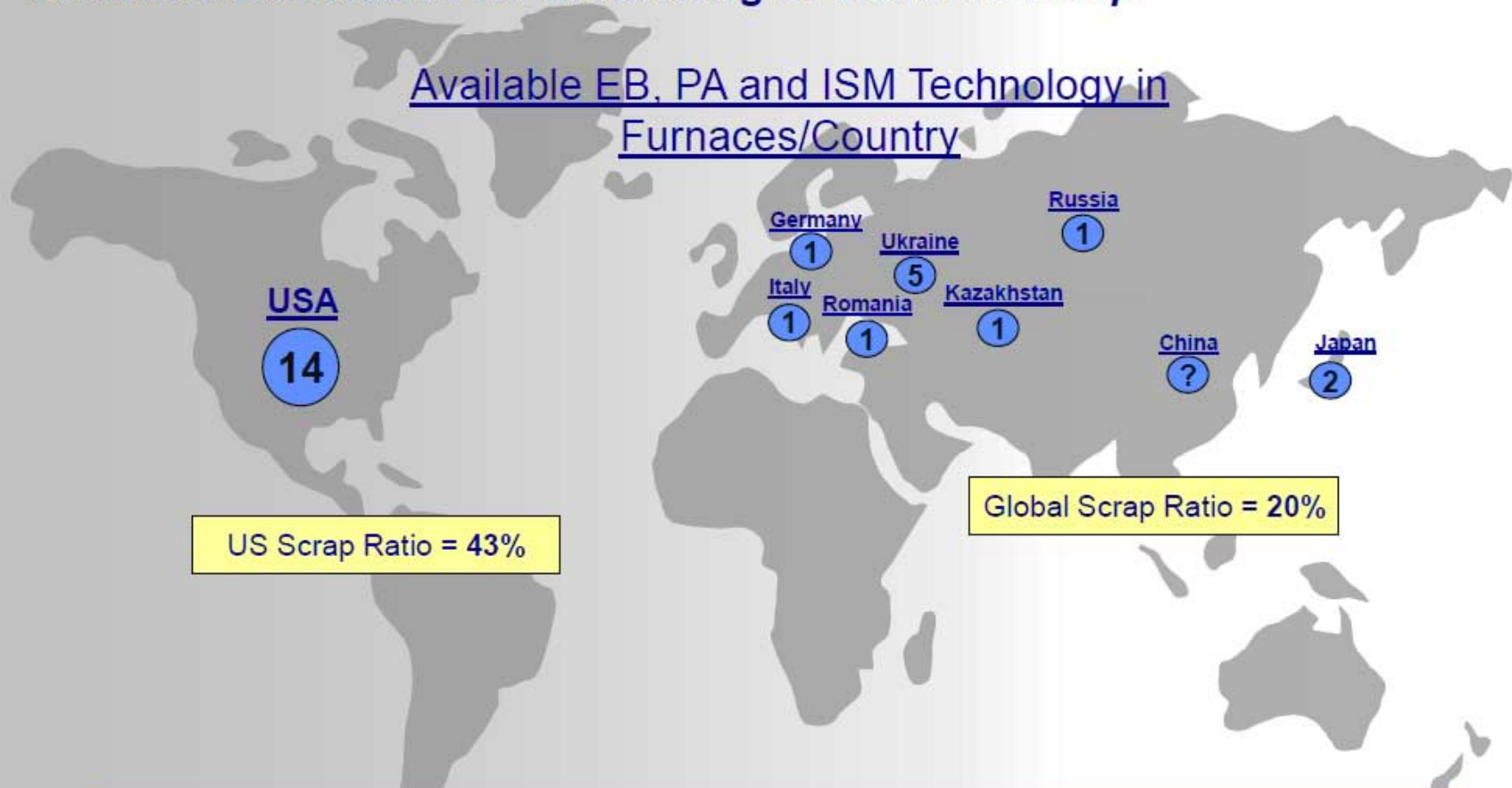
**TARMAC AEROSAVE SAS**  
Capital social 500 000 euros  
RCS Tarbes : 399 307 560  
Philippe FOURNADET  
Président  
RCS Tarbes : 399 307 560 00033  
RCS Communauté : 46 399 307 560

Tarbes Advanced Recycling & Maintenance Aircraft Company

SAS au capital de 500 000 - RCS : TARBES 399 307 560  
SIRET 399 307 560 00033  
L'Aérodrome - 65 380 AZEREIX  
Tel : +33 (0)5 62 42 89 90 - Fax : +33 (0)5 62 42 89 99  
www.tarmacaerosave.aero

## Technical Limitations for the Melting of Titanium Scrap

### Available EB, PA and ISM Technology in Furnaces/Country

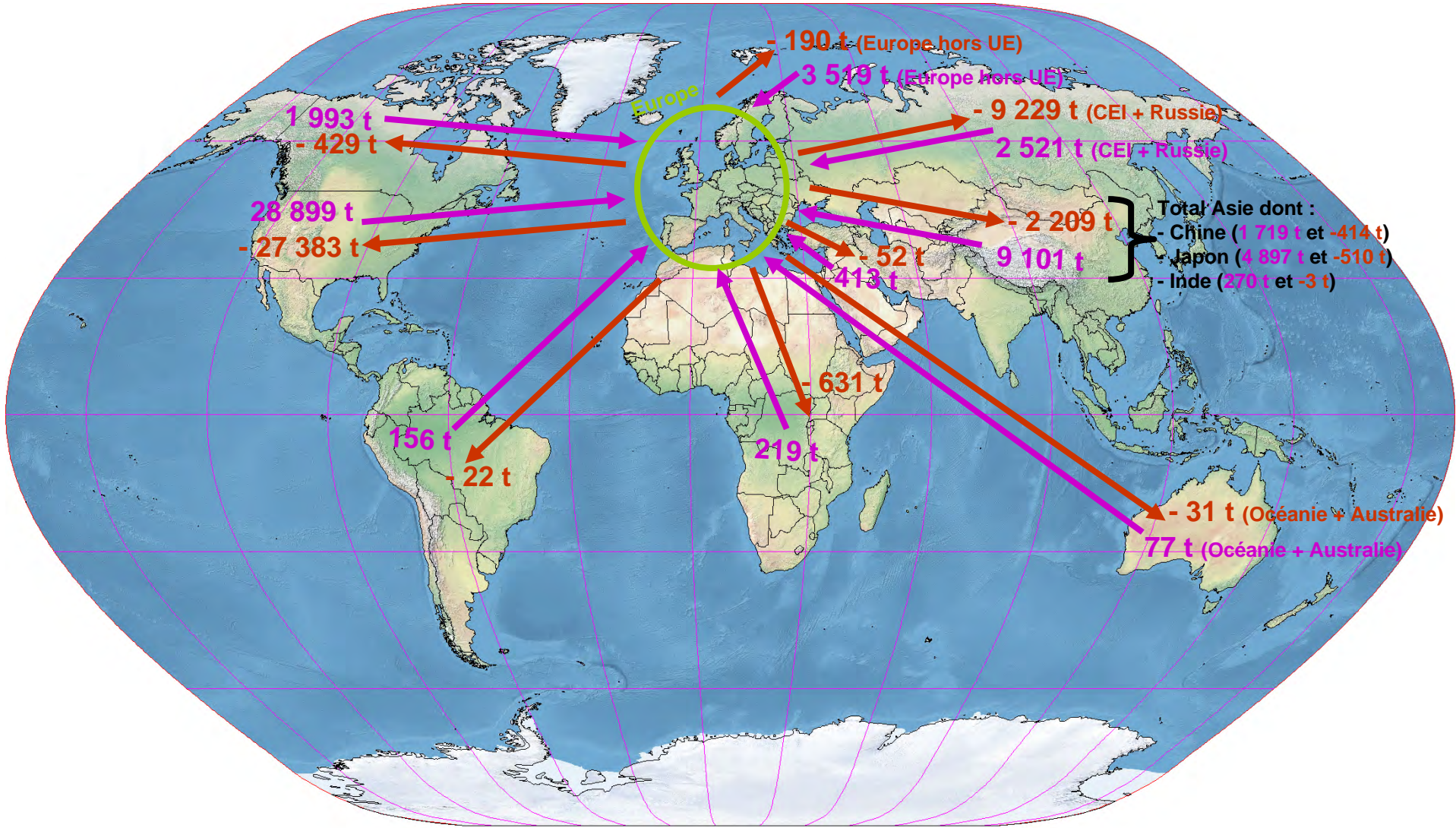


US Scrap Ratio = 43%

Global Scrap Ratio = 20%

**Access to scrap melting technology is still limited outside the USA**

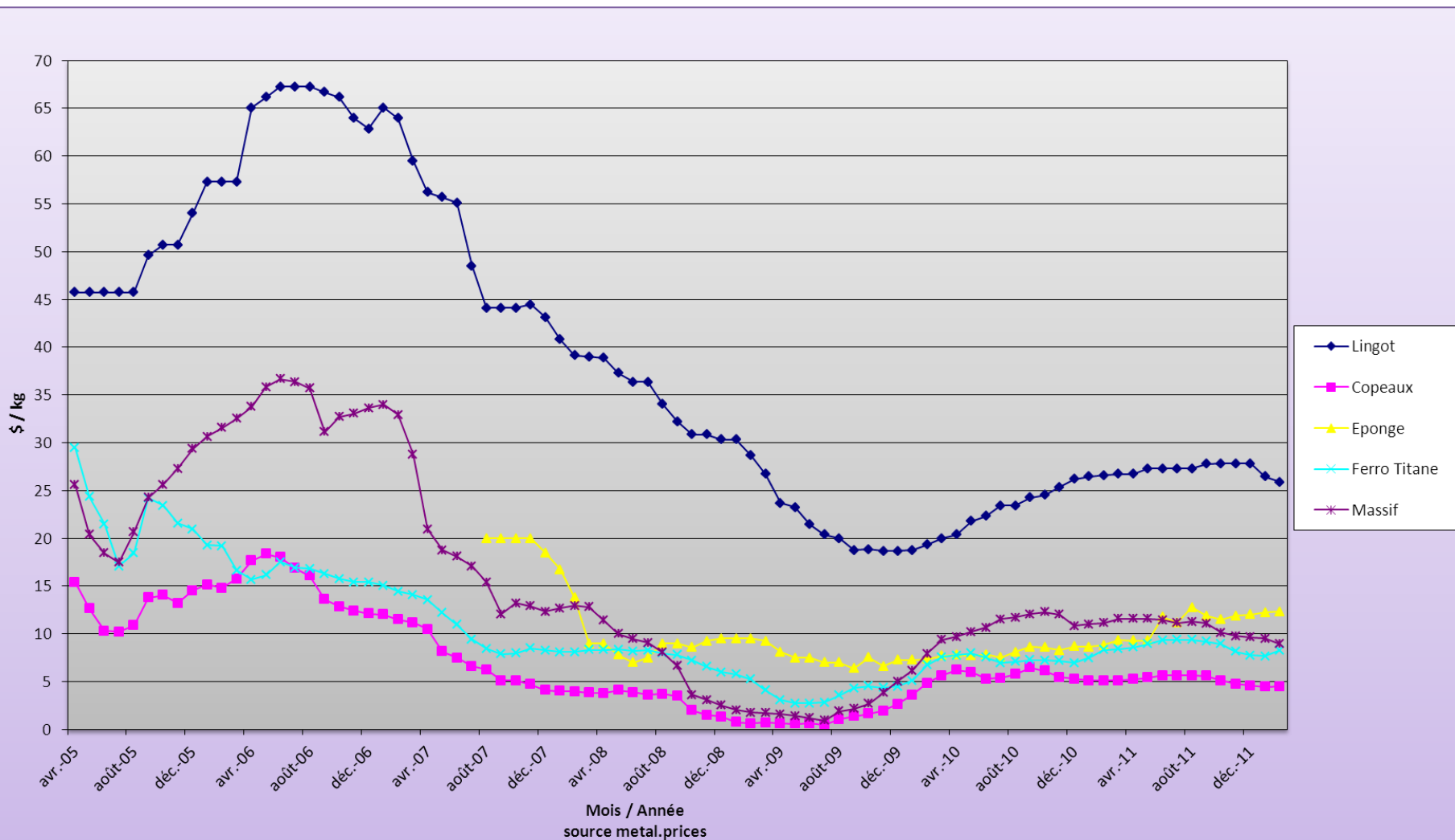
# Import et Export des chutes de Titane de 2005 à 2009 entre L'Europe et le reste du monde



0 10000 km (Äquatorialmaßstab)

Export  
Import

## Evolution des prix TA6V : Eponge, lingot, massif, copeaux et ferro-titane



	1 - Base avec chutes UKAD récupérés pour corrosion, Lingot = 25 \$/kg et Massifs = 50%, copeaux = 30%, Ferroti = 15%, Eponge = 10 \$/kg, €/€ = 1,4	2 - Idem 1 avec €/€ = 1,2	3 - Idem 1 avec €/€ = 1,5
TRI (%)	19%	23%	17%
ROCE (%)	23%	32%	18%
Durée remboursement	10 ans 9 mois	8 ans 7 mois	> 12 ans
Besoin de Trésorerie max (M€)		1,3 M€	0,4 M€
Année de passage à un endettement financier net <0	2020	2019	2020
Trésorerie en 2020 (M€)	16,2 M€	23,6 M€	12,3 M€
Trésorerie en 2022 (M€)	32,3 M€	46,4 M€	25,7 M€

## Analyse de sensibilité au prix de vente des chutes

	1 - Base avec chutes UKAD récupérés pour corrosion, Lingot = 25 \$/kg et Massifs = 50%, copeaux = 30%, FerroTi = 15%, Eponge = 10 \$/kg, €/ \$ = 1,4	4 - Idem 1 avec Massifs = 40%, Copeaux = 20%, FerroTi = 16%
TRI (%)	19%	23%
ROCE (%)	23%	32%
Durée remboursement	10 ans 9 mois	8 ans 7 mois
Besoin de Trésorerie max (M€)		
Année de passage à un endettement financier net <0	2020	2019
Trésorerie en 2020 (M€)	16,2 M€	25,4
Trésorerie en 2022 (M€)	32,3 M€	46,6 M€

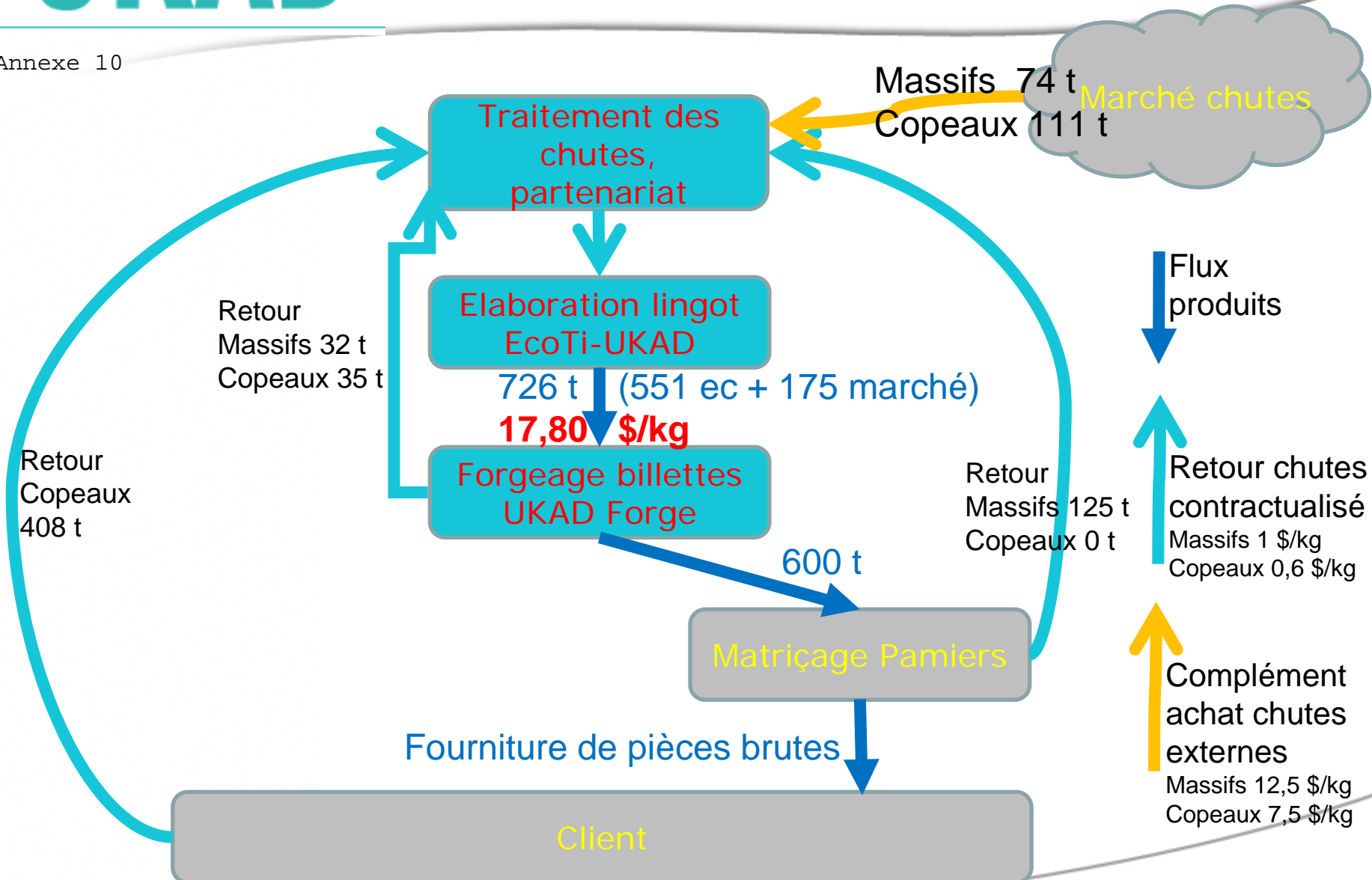
## Analyse de sensibilité au prix de lingot et d'éponge

	1 - Base avec chutes UKAD récupérés pour corrosion, Lingot = 25 \$/kg et Massifs = 50%, copeaux = 30%, Ferroti = 15%, Eponge = 10 \$/kg, €/ \$ = 1,4	5 - Idem 1 avec Lingot = 30 \$/kg	6 - Idem 1 avec lingot = 30 \$/kg et Eponge = 15 \$/kg
TRI (%)	19%	17%	14%
ROCE (%)	23%	19%	12%
Durée remboursement	10 ans 9 mois	> 12 ans	> 12 ans
Besoin de Trésorerie max (M€)		0,4 M€	1,4 M€
Année de passage à un endettement financier net <0	2020	2020	2021
Trésorerie en 2020 (M€)	16,2 M€	11,9	5,1 M€
Trésorerie en 2022 (M€)	32,3 M€	25,3 M€	14,8 M€

Cette configuration démontre qu'il est nécessaire de :

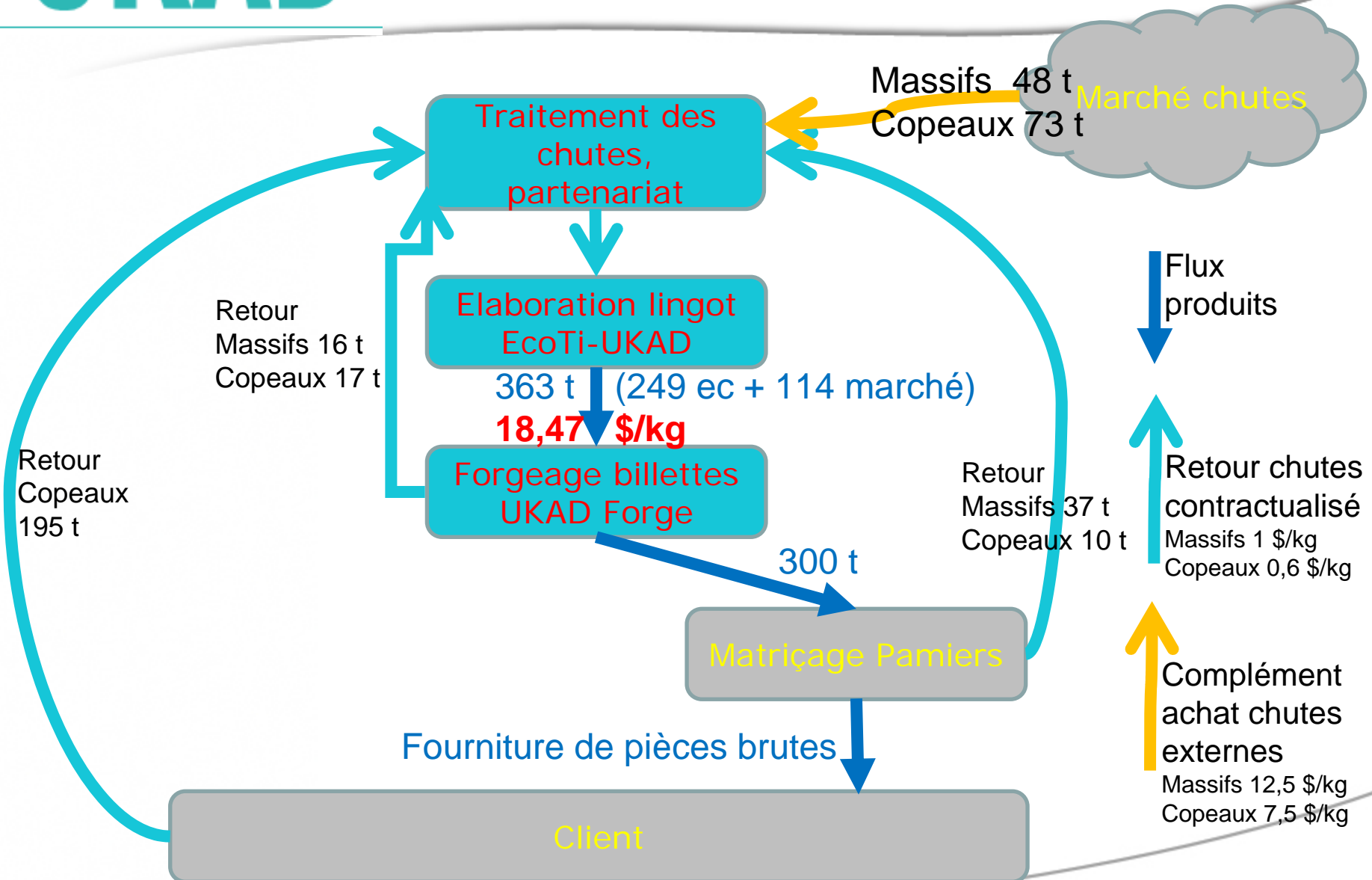
- Mettre en place des formules de révision intégrant l'évolution du coûts des chutes externes achetées sur le marché libre.
- Ou d'augmenter la part de retour de chutes par le client (au delà du marché concerné)

Type de charge	Tonnage (t)	Charges								Trésorerie (M€)	
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2020	2022
Montée en capacité normative	4000	3%	29%	45%	81%	94%	100%	100%	100%	16,2	32,3
Point mort de l'installation	1460	3%	29%	33%	35%	36%	36%	36%	38%	-1,9	-2,6
Charge à 60%	2400	3%	29%	45%	54%	60%	60%	60%	60%	8,6	14,7
Charge variable (crise de 4 ans)	1600 à 2400 pendant la crise	3%	29%	45%	54%	50%	40%	60%	100%	6,7	10,1

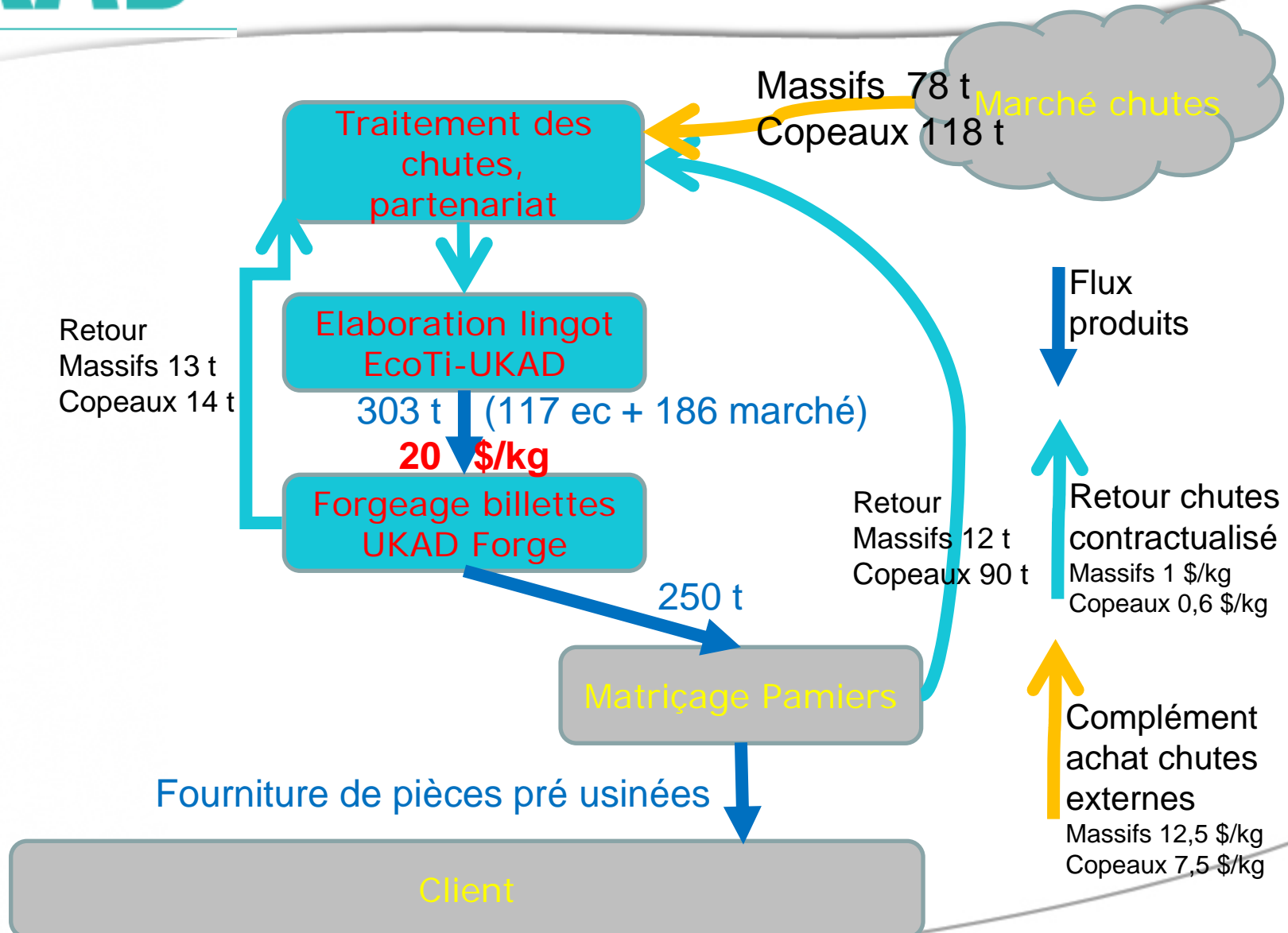


- 600 t hypothèse initiale, fourniture de pièces matricées.
- Une autre approche a été discutée avec Pamiers ( B. Goudergues) sur la base de pièces pré usinées (cf. planche spécifique).
- Le PLT Pamiers intègre 14 références sur un potentiel de 30 pièces de ce type, soit un besoin estimé de 300 t de D.P.
- Le PLT **Structure Pamiers** fait état d'un besoin de **2 196 t de Ta6V** en 2016.
- Le business plan UKTMP-UKAD prévoit 2 345 t de Ta6V pour Airbus via Pamiers.
- Les compléments structure UKTMP et EcoTi, sont de 800 t de Ta6V en 2020...
- **En global au-delà des 2345 t du contrat UKTMP – UKAD –Airbus, il faudra accéder à 1 400 t complémentaires, dont 600 t chez Airbus.**
- Au delà des chutes générées sur le marché spécifique, 200 t pourraient être achetées à Airbus pour atteindre un prix de lingot à 15.5 \$/kg.

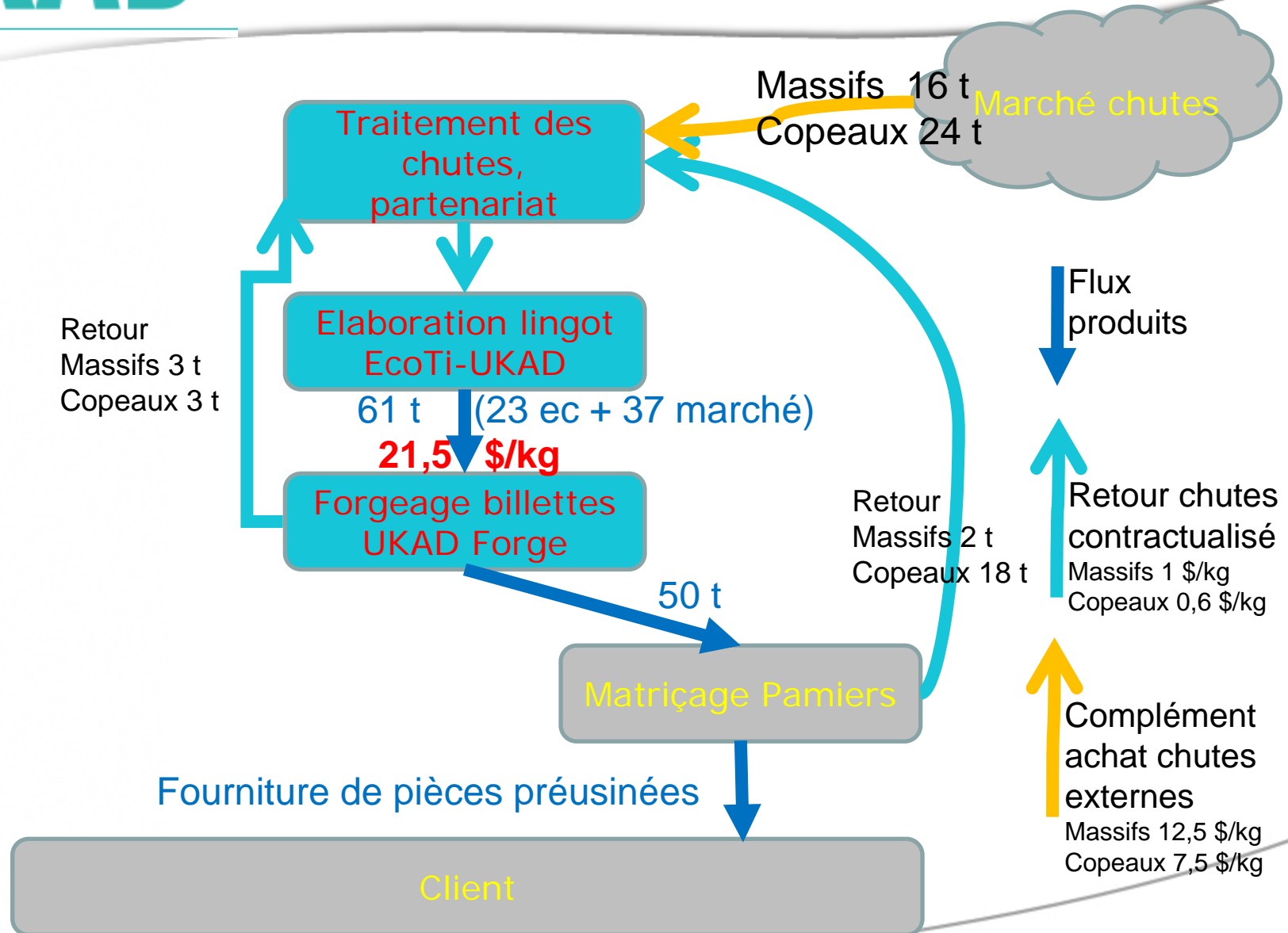
## Structure hors Airbus via EcoTitanium, année 2020



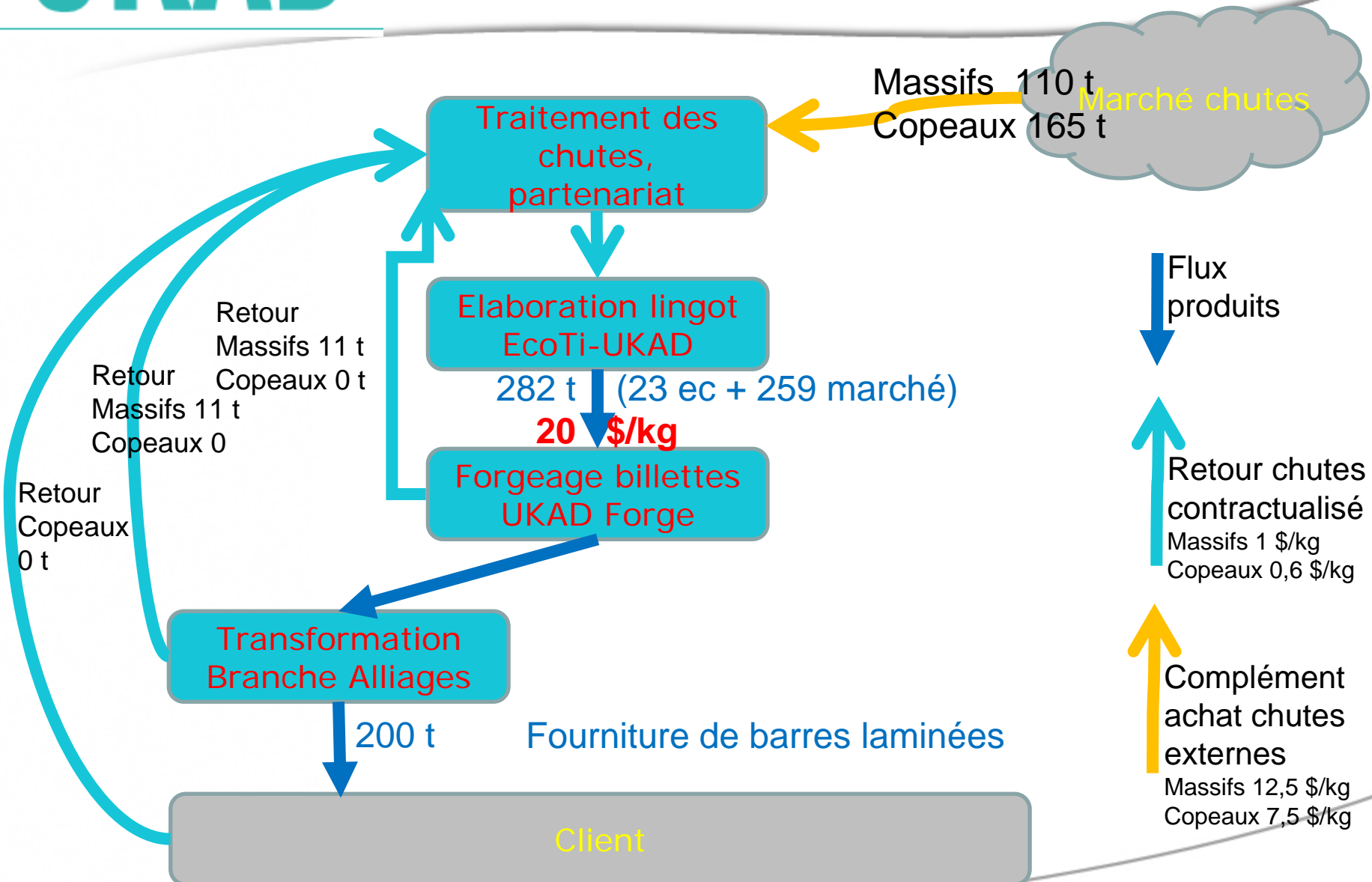
## Motoristes pièces via EcoTitanium, année 2020



## Motoristes pièces tournantes via EcoTitanium, année 2020

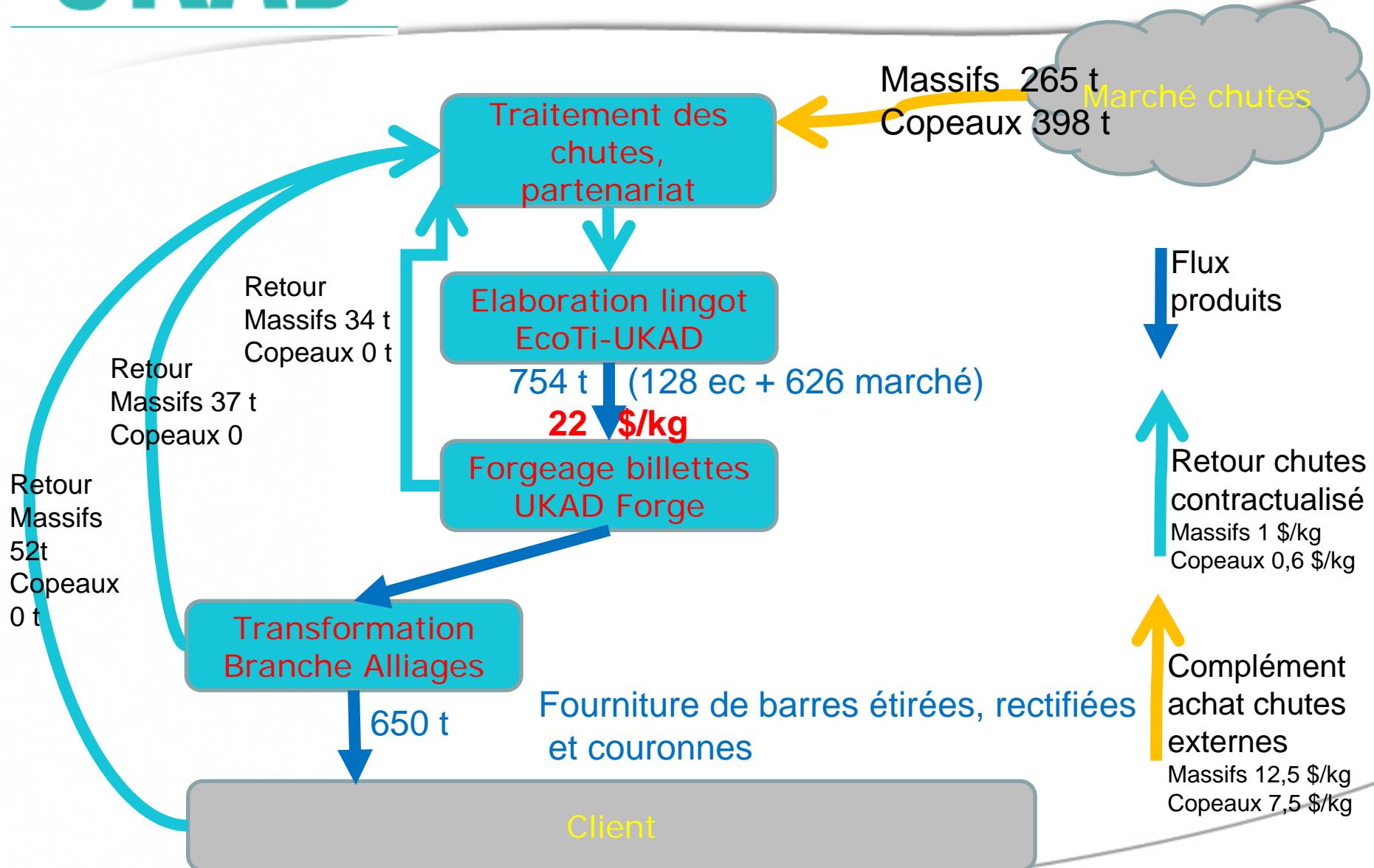


## Motoristes Barre à Aubes via EcoTitanium, année 2020



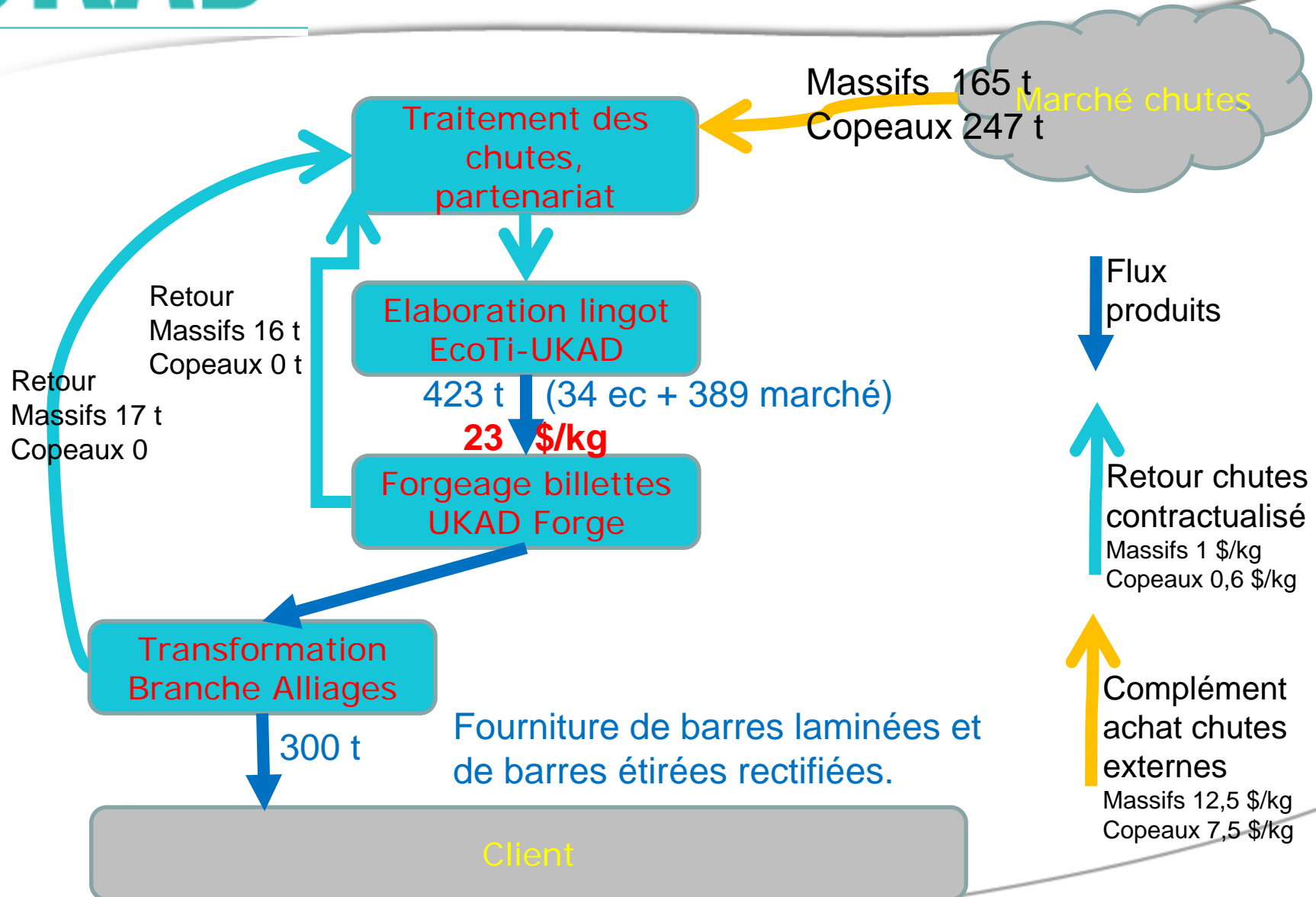
- Marché Motoristes (pièces, pièces tournantes et aubes)
- Pièces pré usinées.
- Evolution sur les pièces PAM + VAR et barres à Aubes avant d'accéder aux pièces tournantes PAM + 2 VAR.
- Sur les barres à aubes et les pièces fixes, le prix de vente a été baissé pour se caler sur le marché.
- Le raisonnement est calé sur des pièces connues de Pamiers, on suppose que l'on peut récupérer le même volume de chutes si nous approvisionnons d'autres forgerons.
- Poursuite des discussions avec les commerciaux pour finaliser au mieux les prix de vente.
- Quel est le potentiel d'intégration de chutes client au-delà du pré usinage?

## Fasteners via EcoTitanium, année 2020

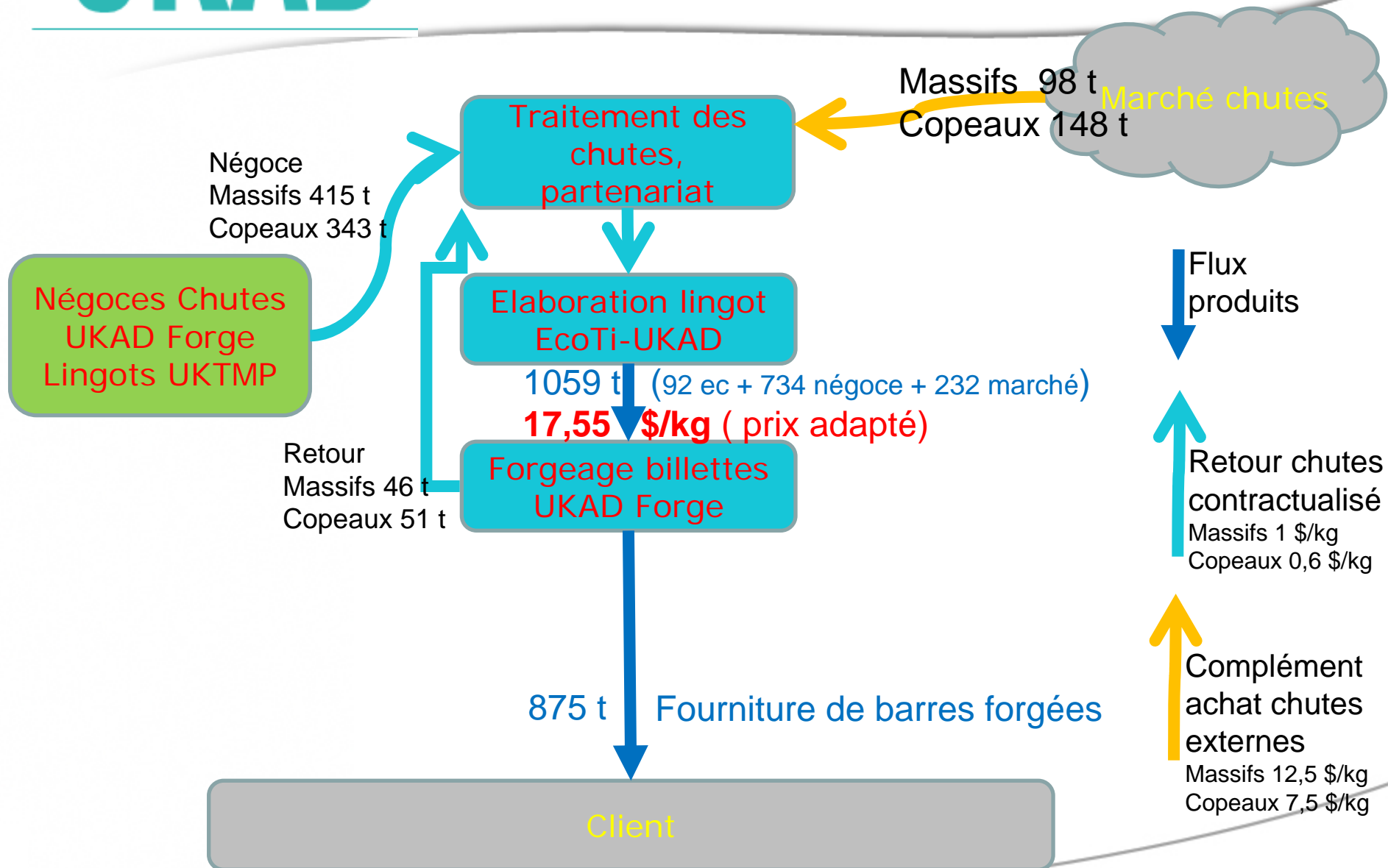


- Le Conbid Airbus est à 11\$/lbs, soit 24,2 \$/kg, l'écart est très faible.
- En plaçant le prix de vente à 22 \$/kg, l'offre EcoTitanium est intéressante pour ce marché.

## Stainless via EcoTitanium, année 2020

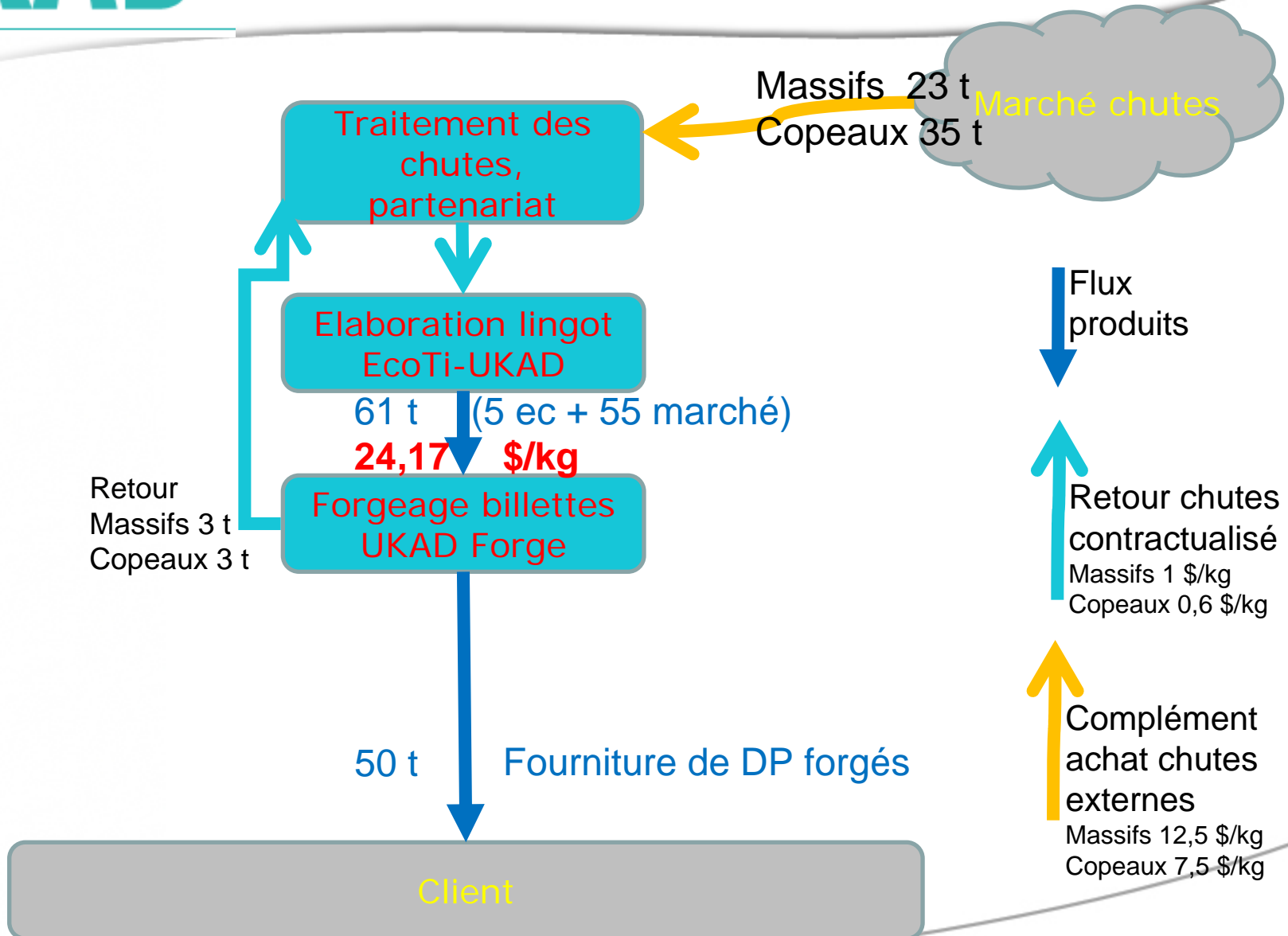


- Le prix de vente a été ramené à 23 \$/kg.
- Le marché est composé de barres laminées écrouées pour l'orthopédie, et de barres étirées rectifiées pour la traumatologie et le spinal.
- Les prix de marché semblent beaucoup plus attractifs sur les barres étirées rectifiées.
- Il doit être possible de capter les chutes chez les grands comptes, Aesculap, Zimmer, Stryker. Sous réserve que nous y entrions préalablement.
- Une simulation est à faire en prenant un grand compte et son volume de chute associé.



- Retour client 0 t massif et 0 t copeaux, par définition on s'adresse à un marché de stockistes avec une clientèle dispersée et non dédiée titane. Le potentiel de reprise de chute est nul.
- Reprise des chutes UKAD:
  - Négoce 415 t massif (1 \$/kg) et 343 t copeaux (0,6 \$/kg).
  - Le prix a été calé à 17.55 \$/kg.
- Ce prix de vente permet de partager équitablement le gain de ROC entre EcoTitanium et UKAD, sur la base d'un prix des chutes à 10 et 5 \$/kg.

## Défense via EcoTitanium, année 2020



- Lingot à 24.17 \$/kg avec retour client 0 t massif et 0 t copeaux.
- 50 t de DP pour 61 t lingots, dont 5 en Eco Circ.
- Marché indicatif sans intégration de retour client, vente de DP standard.
- Dans le cas du VBCI, il s'agit de fournir des pièces finie en gérant l'ensemble de la supplychain, y compris les chutes. Cela conduirait à optimiser l'ensemble de la chaîne, ce que fait Timet aujourd'hui.

# UKAD

## TRI et Durée de remboursement

Société : AD  
 Site : Les Ancizes  
 Secteur : Nouvelle Unité  
 Projet : PAMCHR  
 Unité monétaire : k€

Montant total :	51 484,4 k€
Dont montant immobilisé :	49 834,4 k€
Date de première commande :	Février 2013
Date de mise en service :	Janvier 2016

		N-3	N-2	N-1	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8	
Année		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Expéditions														
Monnaie constante	1a Gains techniques	108 284,5	-300,0	-600,0	-1 013,8	2 000,6	5 995,2	11 526,5	14 727,6	15 913,6	15 544,3	15 091,1	14 774,8	14 624,6
	2a Gains commerciaux													
	3a Dépenses d'exploitation supplémentaires													
Cash flow généré par l'exploitation	1 Gains techniques		-300,0	-612,0	-1 054,8	2 123,1	6 489,4	12 726,2	16 585,7	18 279,7	18 212,6	18 035,3	18 010,4	18 183,8
	2 Gains commerciaux													
	3 Dépenses d'exploitation supplémentaires													
	4 Frais de démarrage et transition													
Monnaie constante	5 Variation de EBE		-300,0	-612,0	-1 054,8	2 123,1	6 489,4	12 726,2	16 585,7	18 279,7	18 212,6	18 035,3	18 010,4	18 183,8
	6 Frais de restructuration													
	7 Impôt sur les sociétés décaissé		-108,3	-671,6	-1 346,6	-644,9	917,2	3 168,7	4 562,0	5 133,0	5 075,6	5 011,6	5 002,6	5 065,2
	8 Cash flow généré par l'exploitation		-191,7	59,6	291,9	2 768,0	5 572,2	9 557,5	12 023,7	13 146,8	13 137,1	13 023,7	13 007,8	13 118,6
Tax calculation	9 Amortissements			1 248,3	2 675,5	3 909,6	3 948,7	3 948,7	3 948,7	4 061,0	4 152,9	4 152,9	4 152,9	4 152,9
	Taux d'imposition		36,1%	36,1%	36,1%	36,1%	36,1%	36,1%	36,1%	36,1%	36,1%	36,1%	36,1%	36,1%
	10 Impôt sur les sociétés		-108,3	-671,6	-1 346,6	-644,9	917,2	3 168,7	4 562,0	5 133,0	5 075,6	5 011,6	5 002,6	5 065,2
Negative Cash Flows from this operation	11 Décaissements sur investissement initial	49834,4 k€	14 979,6	17 126,8	14 808,8	469,2			1 347,5	1 102,5				
	12 Décaissements sur investissement de maintien	0 k€												
	13 Variation du BFR simplifié	5772 k€			192,4	1 712,1	772,7	2 196,2	533,4	294,6	20,4	30,5	5,6	14,9
	14 Cash flow utilisé par l'exploitation		14 979,6	17 126,8	15 001,2	2 181,4	772,7	2 196,2	1 880,9	1 397,1	20,4	30,5	5,6	14,9
	15 Cash flow disponible		-15 171,3	-17 067,3	-14 709,3	586,6	4 799,6	7 361,3	10 142,8	11 749,6	13 116,7	12 993,2	13 002,2	13 103,7
Actualisé à : 10,50%	16 Cash flow disponible actualisé		-15 171,3	-15 445,5	-12 046,7	434,8	3 219,2	4 468,3	5 571,7	5 841,0	5 901,0	5 290,0	4 790,7	4 369,3
	17 Cash flow disponibles actualisés cumulés		-15 171,3	-30 616,8	-42 663,5	-42 228,7	-39 009,5	-34 541,1	-28 969,5	-23 128,5	-17 227,4	-11 937,4	-7 146,8	-2 777,5

18	Valeur créée par le projet :	37 848 k€
19	Taux de rentabilité interne :	19%
20	Durée de remboursement :	> 12 years → 10 ans 9 mois

Coefficient d'actualisation (CMPC) : 10,50%  
 Taux d'impôt normatif : 36,10%  
 Date de début du calcul du remboursement : 06/2014

21	Valeur terminale :	121 839,0
22	Valeur terminale actualisée :	40 625,7
23	Valeur terminale en années de cash-flow :	10 ans
24	Taux de croissance des cash-flows :	
25	Taux d'inflation retenu :	2,0%

Durée d'amortissement de l'investissement initial : 12 ans  
 Durée d'amortissement de l'investissement de maintien : 5 ans

### Cumul des cash-flows disponibles actualisés

