

Nouvelle unité de production d'aluminium liquide

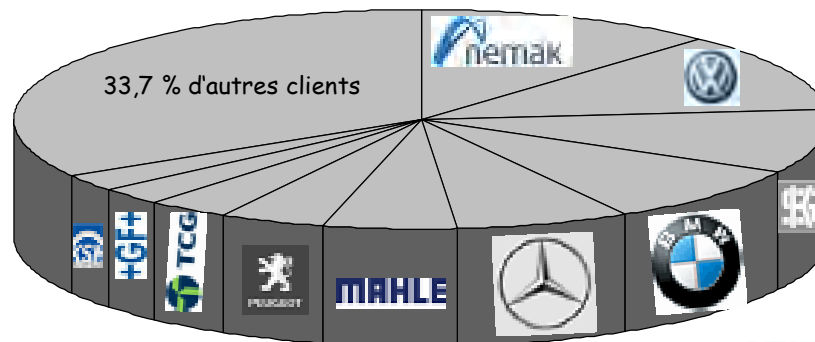
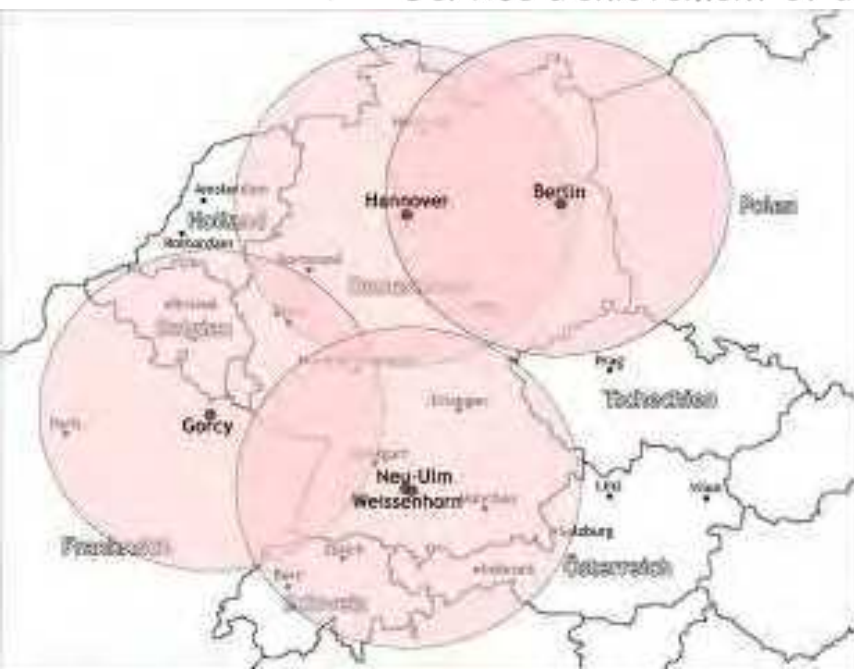
AFFINAGE DE LORRAINE



Séminaire du programme ADEME-TOTAL
le 21 et 22 novembre 2012
Centre des Congrès, ANGERS

Groupe Oetinger

- ★ *Leader sur le marché des alliages d'aluminium en Europe*
- ★ *Producteur de 300.000 t aluminium par an*
- ★ *Niveau de qualité et flexibilité très haut*
- ★ *Le recyclage de l'aluminium ménage les ressources en matières premières et contribue à la réduction des émissions de CO₂*
- ★ *Projets innovants pour le réchauffage et la logistique de l'aluminium liquide*
- ★ *Service d'enlèvement et de retraitement des déchets des fonderies*





Capacité

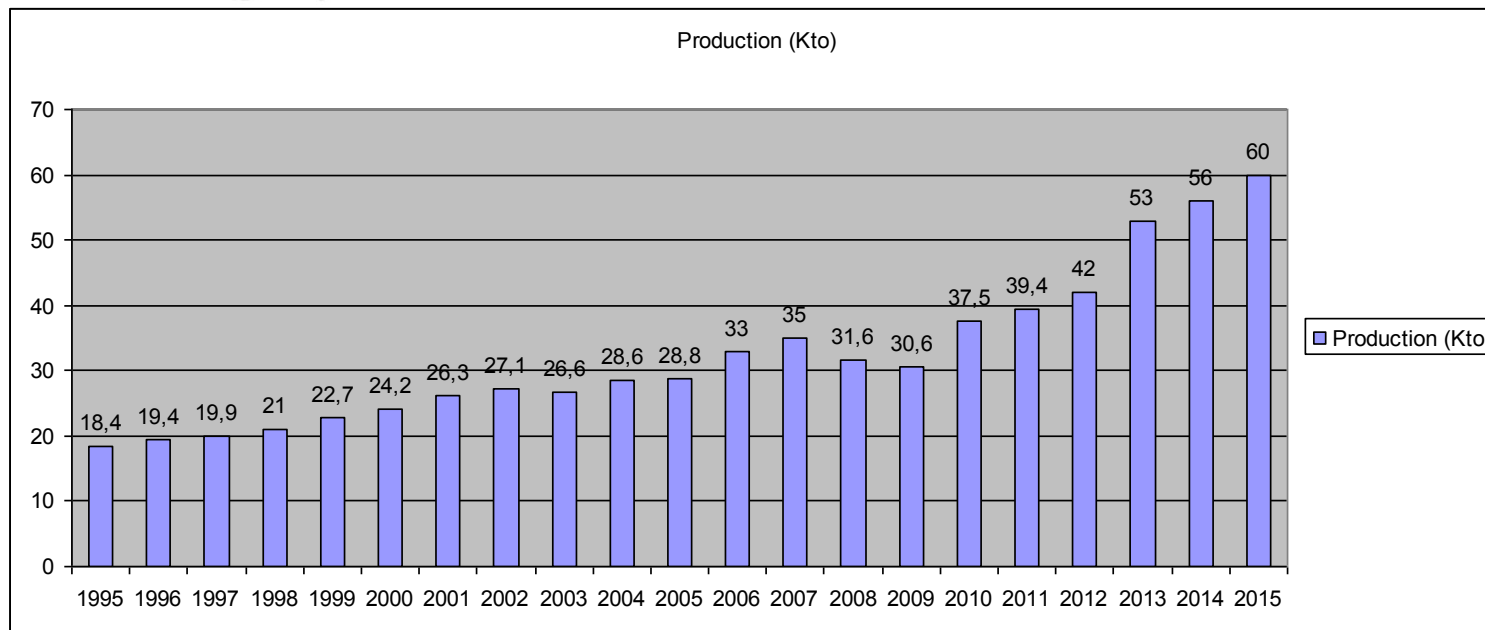
- Production 39.000 t en 2011
- Autorisation 75.000 t depuis mars 2012

Priorité

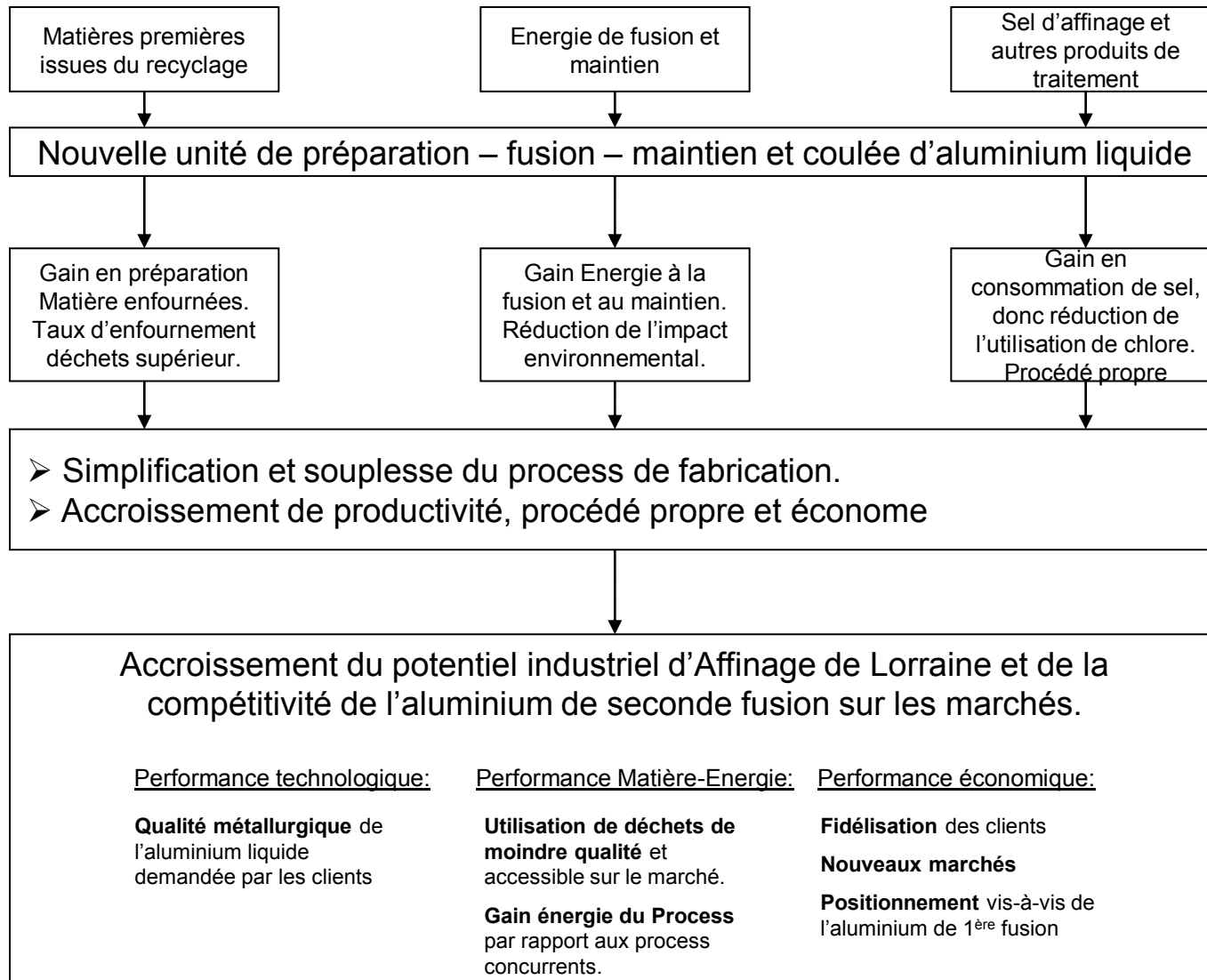
- Alliages liquides



Tonnage produit

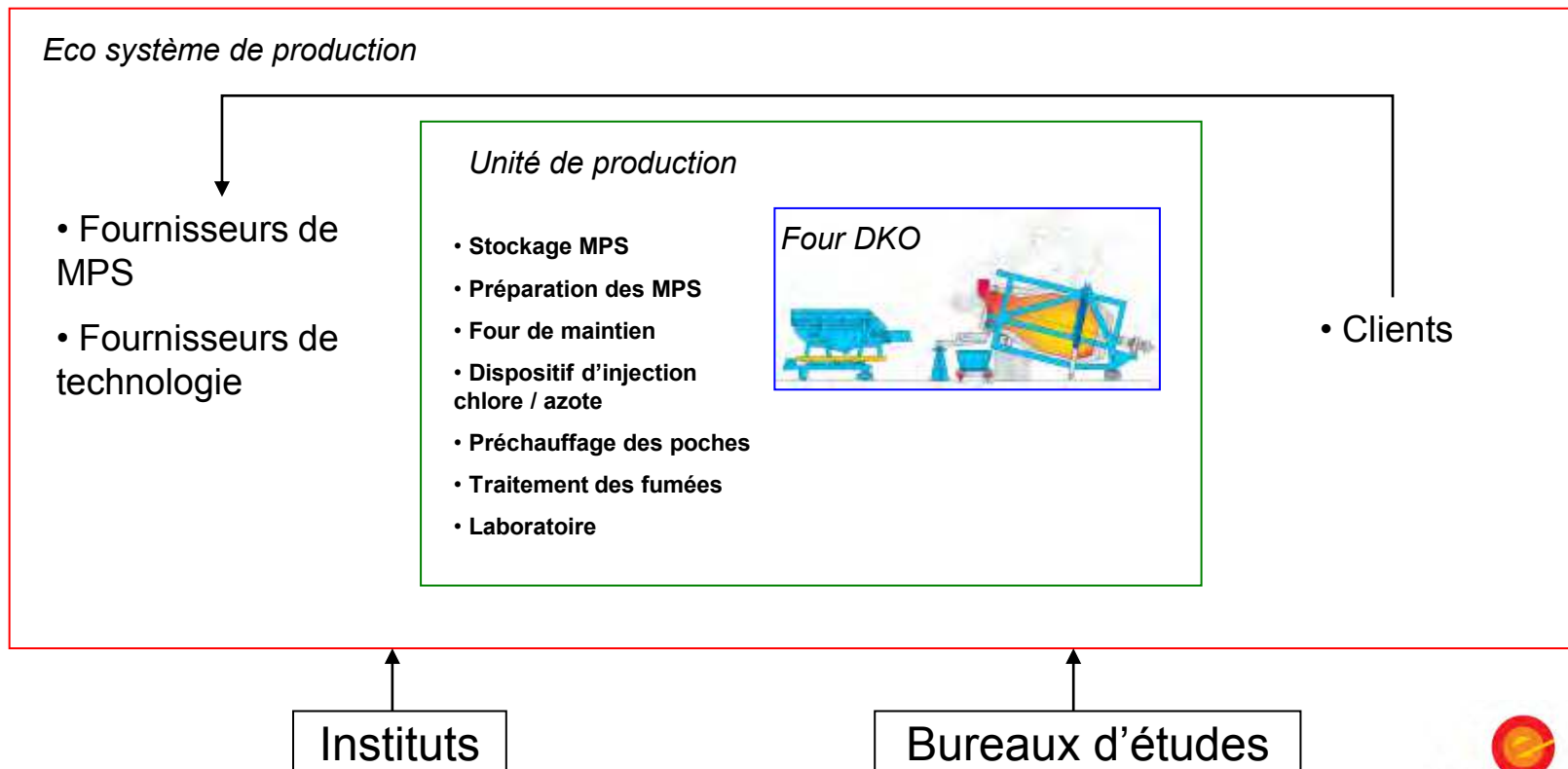


Process – Enjeux - Performances



Description de l'objet

Démonstration d'une chaîne de production d'Aluminium recyclé pilote intégrant un four tournant basculant capable de traiter des matières premières moins nobles et peu traitées et une unité de déferrisation de tournures acceptant des matières grasses et beaucoup d'humidité.



Enjeu énergétique

Pour le four DKO:

- Economie d'énergie attendue de 10% soit 60 kWh/t

Pour l'unité de production:

- Economie d'énergie attendue de 200 kWh/t

Pour l'écosystème de production

- Economie d'énergie de transport

Enjeu environnemental

Pour le four DKO:

- Garantie de captage des fumées à 95%
- Economie de 6m³/t de gaz naturel de fusion soit 12 kgCO₂/t

Pour l'unité de production:

- Emission de poussières maxi de 90 g/t soit 60% de moins qu'actuellement
- Absence de traitement thermique des tournures: économie d'émission de GES de l'ordre de 30 kgCO₂/t
- Réduction du volume de scories produites voisine de 300 kg/t

Pour l'écosystème de production

- Gains relatifs:
 - au raccourcissement des transports,
 - à la réduction de quantités de fondants salins enfournés, et donc de scories produites
 - à l'économie de l'énergie de refusion par le client livré directement en aluminium liquide
- Réduction des émissions de GES évaluée à 230 kgCO₂/t pour une production à 83% liquide

Enjeu socio-économique

- 30 postes à créer
- Améliorations considérables des conditions de travail
- Gains de productivité avec une économie potentielle totale voisine de 85€/t :
 - 70 % pour le mix produit
 - 20 % pour les fondants salins
 - 10% pour l'énergie et les fluides



Vers une MTD de référence

- 1 - Dossier de référence des fours tournants statiques actuels (FR)
- 2 - Etude d'ingénierie d'une unité de préparation de copeaux DKO
- 3 - Etude du captage et de la ventilation de l'unité de production DKO
- 4 - Etat des lieux et perspectives des filières ferrailles (MPS) et coproduits d'aluminium
- 5 - Etude bibliographique du bilan carbone (ou ACV) de l'aluminium dans l'automobile
- 6 - Préparation, réalisation et installation de l'unité de production
- 7 - Essais de qualification du TTR pour la production de tournures DKO
- 8 - Bilan des rendements matière de la production au DKO
- 9 - Validation métallurgique de l'alliage produit
- 10 - Mesures de qualification énergétique du four DKO 20t de nouvelle génération
- 11 - Bilan des émissions canalisées et diffuses de l'unité de production DKO
- 12 - Bilan carbone de l'unité de production DKO
- 13 - Dossier de référence de l'unité de production DKO

Objectif: Synthétiser les caractéristiques et performances des fours tournants statiques (FR) notamment au regard des MTD, pour comparaison avec le four tournant basculant (DKO)

	Four rotatif	DKO
Capacité	12 tonnes d'alu / charge 2,4 tonnes d'alu / heure	15 à 18 tonnes d'alu / charge 3 à 4 tonnes d'alu / heure
Captage des fumées	4 ouvertures réparties empêchant la bonne captation des fumées	Une seule ouverture disposant d'une double aspiration primaire/secondaire
Entrée d'air	Dégradation du bilan thermique et risque d'oxydation de l'aluminium	Four étanche en fusion
Accès au lit de fusion	Ouverture complète de la porte nécessitant l'arrêt du four : perte d'énergie et perte de production	Four équipé de deux demi-portes dont l'une peut être ouverte en marche pour contrôler le lit de fusion
Chargement / coulée / vidange	Temps de chargement de coulée et de vidange des scories longs + risque pour l'opérateur	Chargement, coulée et vidange des scorie en 4 heures, piloté à distance
Quantité des fondants salins	20 à 25% de la charge	10% de la charge
Types de déchets enfournés	Mix de déchets avec impositions fortes sur teneurs en eau et matière organique (< 0,5%)	Déchets moins nobles (2% d'eau et 5% d'huile) et blocs alu à inserts ferreux possibles



Four Rotatif

Objectif: Définir les contours d'une installation capable de déferrer des copeaux humides et valider la possibilité d'utiliser le TTR pour la production de tournures DKO
Potentiel d'économie d'énergie voisin de 200 kWh/t d'aluminium produit

Essais sur TTR en mode DKO:

Economie d'énergie avec une productivité de 2 à 4 tonnes/heure (+50 à 100%)

- 50% sur copeaux NEMAK
- 20% sur copeaux Citroën



Essais sur pilote de tri magnétique:

Capable de déferrer des copeaux humides (résiduel de fer < 0,2%) avec une productivité de 3t/h environ pour utilisation au DKO.

Les copeaux de fer écartés contiennent 50 à 80% d'aluminium ⇒ nécessité d'un passage au TTR.

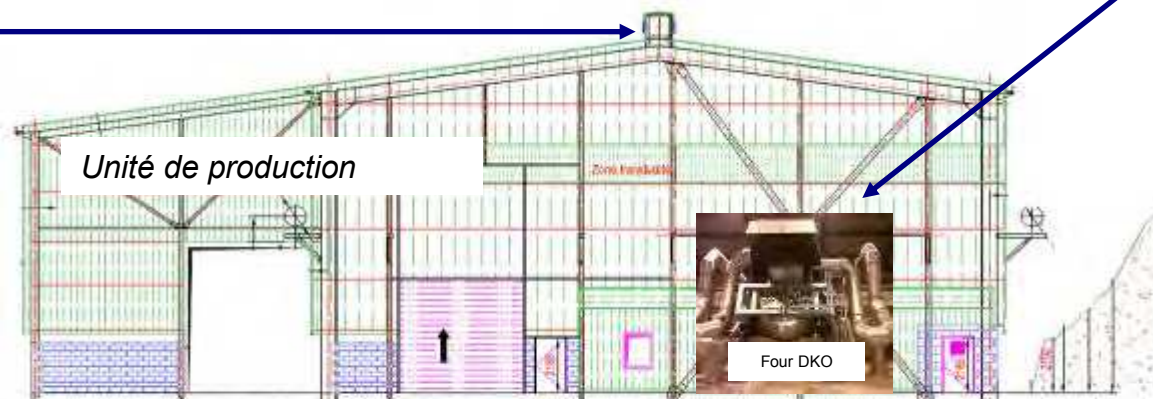


Conclusion: Performances requises atteintes avec les 2 solutions. 0,6 à 1,3 GWh/an d'économie possible / situation actuelle. Mise en œuvre d'un démonstrateur de tri magnétique envisagée. Voie TTR en mode DKO crédible dans l'intervalle

Objectif: Etudier le fonctionnement du dispositif de captage et le schéma de ventilation de l'unité de production DKO, et établir le bilan des émissions de polluants à l'atmosphère

Objectifs:
Emissions diffuses
maximales de 90 g/t

Résultats:
71 g/t d'émissions
diffuses
(+11 g/t d'émissions
canalisées)



Objectifs:
Fumées captées
à au moins 95%

Résultats:
> 99,4%

Conclusions:

Performances de captage requises atteintes.

Niveau de rejets diffus 4 à 5 fois inférieurs aux performances FR.

Ventilation générale de la halle conforme aux prescriptions relatives à la santé des travailleurs

L3: Captage et ventilation de l'unité de production DKO

L11: Bilan des émissions canalisées et diffuses de l'unité de production

Comparaison aux MTD:

Polluants	MTD		DKO Affinage de Lorraine (AL)	
	Plage de concentration associée aux MTD	Traitement permettant d'atteindre les niveaux MTD	Technologie de traitement utilisée	Concentration aux rejets en cheminée
Poussières	1-5 mg/Nm³	Filtre à manches	Cyclone horizontal + filtre à manches	0,7 mg/Nm³
Chlorures	< 5 mg/Nm³	Epurateur alcalin par voie humide ou semi-sèche	Epurateur alcalin par voie sèche (poudre de chaux hydratée)	< 0,1 mg/Nm³
Fluorures	< 1 mg/Nm³			< 0,3 mg/Nm³
SO₂	< 50-200 mg/Nm³			2 mg/Nm³
NOx	< 100 mg/Nm³	Brûleur bas NOx	Brûleur oxy-air-gaz au DKO – Brûleurs régénératifs aux FM	32 mg/Nm³
	< 100-300 mg/Nm³	Brûleur d'oxy-combustion		
Carbone organique total	< 5-15 mgC/Nm³	Post combustion	Copeaux prétraités. Réacteur de neutralisation avec injection de poudre de coke de lignite (HOK) en tête de filtre à manches	COV totaux (en équivalent carbone) : 98 mgC/Nm³ *
	< 5-50 mgC/Nm³	Combustion optimisée		
Dioxines	< 0,1-0,5 ngTEQ/Nm³	Dépoussiérage haute efficacité, post-combustion suivie d'un refroidissement rapide, adsorption sur charbon actif, catalyseur d'oxydation,...		0,25 ngTEQ/Nm³

Fumées diffuses

Polluants	MTD	DKO Affinage de Lorraine (AL)
	Plage de concentration associée aux MTD	Concentration aux rejets diffus de toiture
Poussières	1-5 mg/Nm ³	0,7 mg/Nm ³
Chlorures	< 5 mg/Nm ³	< 0,1 mg/Nm ³
Fluorures	< 1 mg/Nm ³	< 0,2 mg/Nm ³
SO ₂	< 50-200 mg/Nm ³	< 0,5 mg/Nm ³
NOx	< 100-300 mg/Nm ³	< 4 mg/Nm ³
Carbone organique total	< 5-50 mgC/Nm ³	COV totaux (équivalent carbone) : < 8 mgC/Nm ³
Dioxines	< 0,1-0,5 ngTEQ/Nm ³	0,05 ngTEQ/Nm ³

Fumées canalisées

Mise en place d'un processus de progrès continu visant une meilleure maîtrise des rejets de polluants organiques

Evolution des volumes à enfourner: Augmentation de la consommation de MPS d'environ 100kg/to d'alliage A319

Evolution de la chaîne logistique des MPS:



Economie de 400 km de trajet / camion en 2013 et gain de 4% d'aluminium en masse au bilan de fusion

Augmentation du tonnage livré de 373% par le même fournisseur

Augmentation du tonnage via de nouveaux fournisseurs

Baisse globale de l'intensité de transport spécifique de 18% sur cible de production 2013 :
-67 t.km / t A319

Evolution 2013-2011 de l'empreinte carbone de la chaîne logistique (MPS + MA + sel + coproduits) :

- Tonnes de CO₂: +10% pour une production augmentée de 37% (ensemble chaîne)
- Diminution de 20% des émissions de carbone / tonne d'aluminium (A319) produite (31 ⇒ 25 kgCO₂/t A319)
- Diminution de 26% des émissions de carbone / tonne de MPS + métaux d'apport enfournés

Globalement, la mobilisation des matières premières sera moins génératrice d'émission de carbone

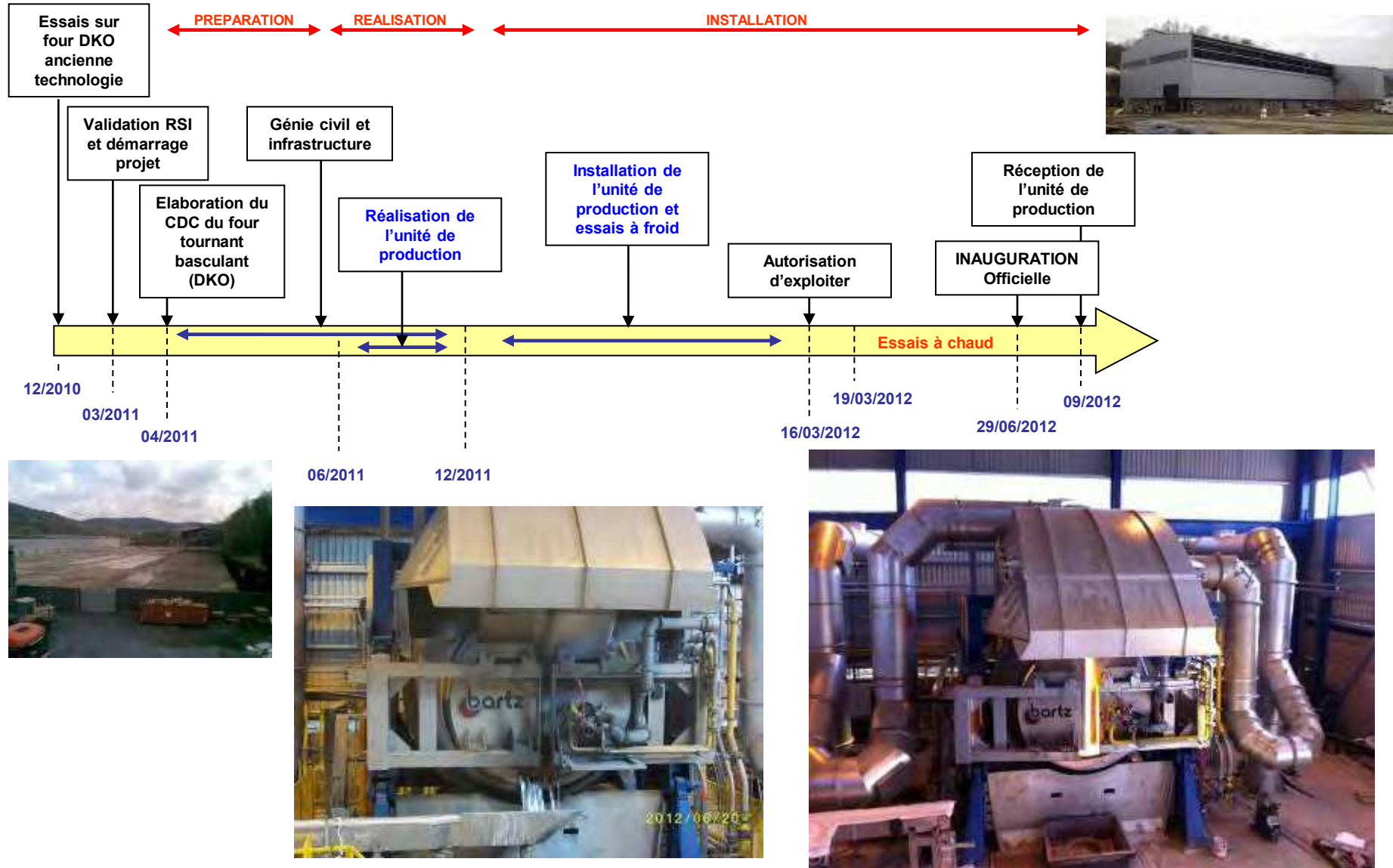
Synthèse des gains en terme de coûts et de rejets de CO₂ lié à l'utilisation d'aluminium liquide en substitution de lingots d'aluminium

Poste	Réduction de coûts	Réduction des émissions de CO ₂
Réduction de la capacité de refusion	4 €/t	Non évaluée ⁽¹⁾
Réduction des frais de fonctionnement	14 à 20 €/t	Non évaluée ⁽¹⁾
Gain d'énergie de refusion	15 à 82 €/t	38 à 380 kgCO ₂ /t ⁽²⁾
Réduction de la perte de métal (1 à 3%)	23 à 69 €/t	4,8 à 14,4 kgCO ₂ /t
Gain au niveau du transport	14,5 €/t	11,5 kgCO ₂ /t ⁽³⁾
Total	70 à 190 €/t	54 à 406 kgCO₂/t

- (1) Poste non évalué, mais peu significatif comparativement aux autres postes.
 (2) Selon le four (type capacité,...), le type d'énergie utilisée et son mode de production.
 (3) Pour une réduction de distance de transport de 300 km.

Avantages significatifs permettant la différenciation auprès de clients potentiels.

L6: Préparation, réalisation et installation de l'unité de production DKO



Objectif: Etablir une comparaison des rendements matière entre la production d'aluminium au four rotatif et la production d'aluminium au DKO

Rendement brut global
(quantité coulée / masse
totale enfournée):

- DKO: 77%
- FR: 76.03 %

Ecart de 1% en faveur du DKO

Rendement net global
(conservation de l'aluminium
des charges introduites):

- DKO: 86.4%
- FR: 87.8 %

Ecart de 1.4% en faveur du FR

Les rendements DKO ne sont pas satisfaisants au regard des attentes
(2 à 3% de gain de rendement net attendus).

Pistes d'investigations :

- Etude d'optimisation de la conduite du brûleur oxy-air-gaz en vue de la réduction de l'oxydation de la charge.
- Consolidation du bilan des rendements matière afin d'en améliorer la robustesse.
- Etude de l'évolution des équilibres thermochimiques de la charge en cours d'élaboration.

Objectif: Comparer la qualité métallurgique des alliages A319 FR et A319 DKO livrés

➡ Qualité microstructurale
identique voir supérieure pour le
procédé DKO.

Analyse micrographique, prélèvement à cœur de lingot



Micrographie optique oculaire
X50 Sortie **DKO**



Micrographie optique
oculaire X50 Sortie **FR**

Comparaison qualité résiduels DKO / FR : bonne

La fusion DKO est « propre » comparée à la fusion FR pour une même charge

Comparaison qualité résiduels DKO / FR en POCHE: Très favorable au DKO

Tous les éléments (Zr, Sr, Ca, Bi, Na, P, Sn, Sb, Pb) sont plus bas en DKO.

La chaîne de production DKO est en capacité de produire plus propre que la chaîne de production FR, sous condition de maîtrise du déroulement de la fusion.

Objectif: Comparer entre eux les bilans énergétiques du four tournant statique (FR), des fours tournants basculants (DKO) d'ancienne et de nouvelle génération

DKO innovant / FR:

- Conso Gaz: - 38%
- Conso O₂: - 50%



Four de fusion rotatif

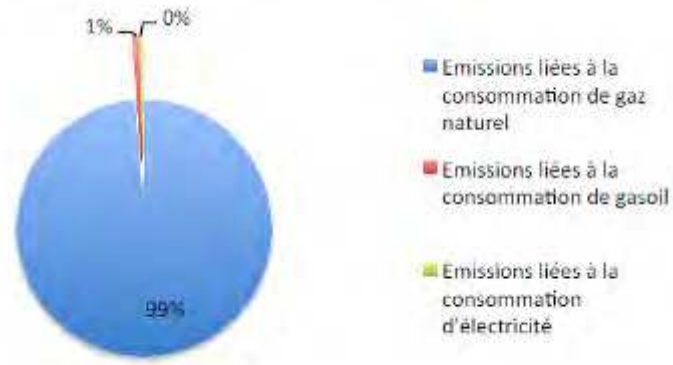
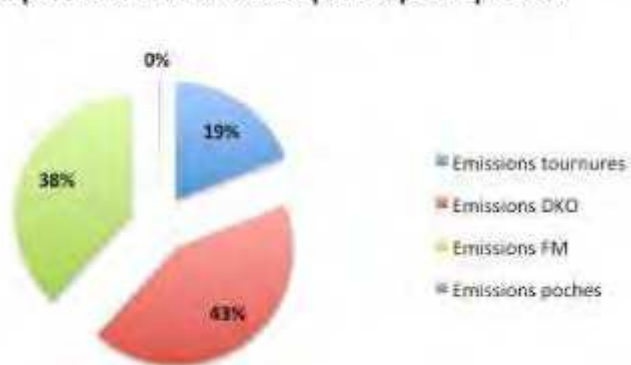


DKO innovant / DKO ancienne génération

- Conso Gaz: - 4%
- Conso O₂: - 23%

L12: Bilan carbone de l'unité de production DKO

Répartition des émissions par étape du process



Charge sans copeaux
pour 1 tonne d'aluminium:

147 kg d'équivalent CO_2 (SCOPE 2)

Charge avec copeaux traités au TTR
pour 1 tonne d'aluminium:

180 kg d'équivalent CO_2 (SCOPE 2)

Base de donnée Bilan Carbone TM:

513 kg d'équivalent CO_2 (SCOPE 3)

Objectif: Bilan de l'ensemble des livrables pour conclure vis-à-vis de la voie FR
et des **M**eilleures **T**echnologies **D**isponibles

- En cours de rédaction: délai mi décembre 2012

Livrable	+	-
Comparaison FR/DKO	Meilleure productivité (+50%) Baisse des rejets environnementaux (facteur 4 à 5 sur diffus) Amélioration des conditions de travail (conduite déportée) Meilleur mix produit (baisse de l'intensité carbone et de transport, baisse du coût d'acquisition, baisse de la consommation de sel)	Rendement matière DKO insuffisant (oxydation excessive de la charge en cours d'investigation) Amélioration nécessaire de la maîtrise des rejets de composés organique canalisés (plan de progrès en cours)
2 & 7 - Déferrisation des copeaux	Economie d'énergie de près de 50% avec TTR Possibilité d'utiliser une machine sans brûleurs de chauffe	Essais à l'échelle industrielle à réaliser pour validation des résultats
3 & 11 – Captage, dépoussiérage et ventilation	71g/t en émission diffuses (objectif 90g/t) 93,4% des fumées captées	Progrès à réaliser sur COV et dioxines (analyses en attente)
4 - Perspective des filières d'approvisionnement en MPS et de traitement des coproduits	Baisse de l'intensité de transport et de l'intensité carbone de la chaîne d'approvisionnement et de traitement matière (-67 t.km/t A319 et -6 kgCO ₂ /t A319 sur cible 2013)	
5 Etude bibliographique du bilan carbone (Liquide / lingots)	Réduction des coûts entre 70 et 190€ /tonne Réduction des émissions de CO ₂ entre 54 à 406 KgCO ₂ /tonne	
6 - Unité de production	Mise en service rapide de l'unité de production.	
8 - Bilan matière	Approfondissement du bilan matière suite aux premiers résultats	Rendement net global DKO < aux attentes
9 - Validation métallurgique FR/DKO	Meilleure qualité microstructurale Meilleure porosité	Oxydes
10 - Qualification énergétique	Économies significatives de gaz et d'oxygène	Contrepartie: forte oxydation exothermique de l'aluminium dégradant le bilan matière
12 - Bilan carbone	Emissions comprises entre 147 et 180 kgCO ₂ /tonne (SCOPE 2) + 25 kgCO ₂ /t logistique matières premières et coproduits	
1 & 13 - Dossiers de référence fours FR et DKO	Dossier FR: fournit les données de base pour la comparaison FR/DKO Dossier DKO: synthétise les livrables 2 à 12. Non finalisé – Délai mi-décembre 2012	