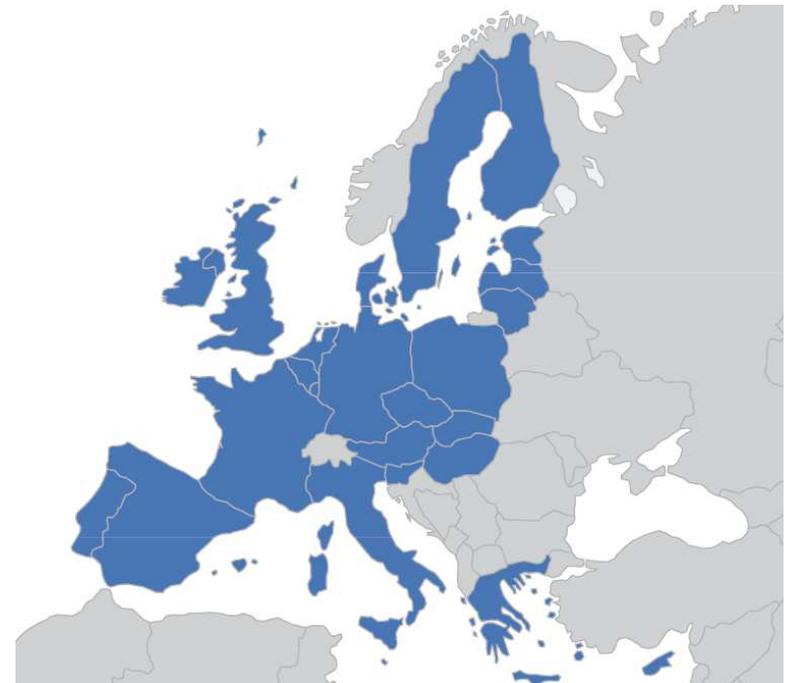




# Cendres Volantes Modèle de création de valeur

Abbas HAZIME  
Surschiste S.A

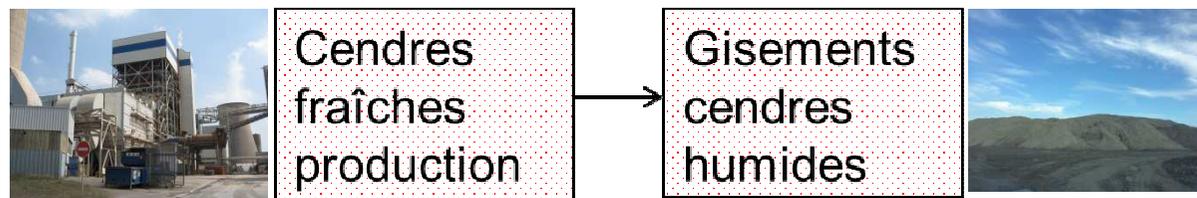
Afoco - Douai  
June 05, 2014



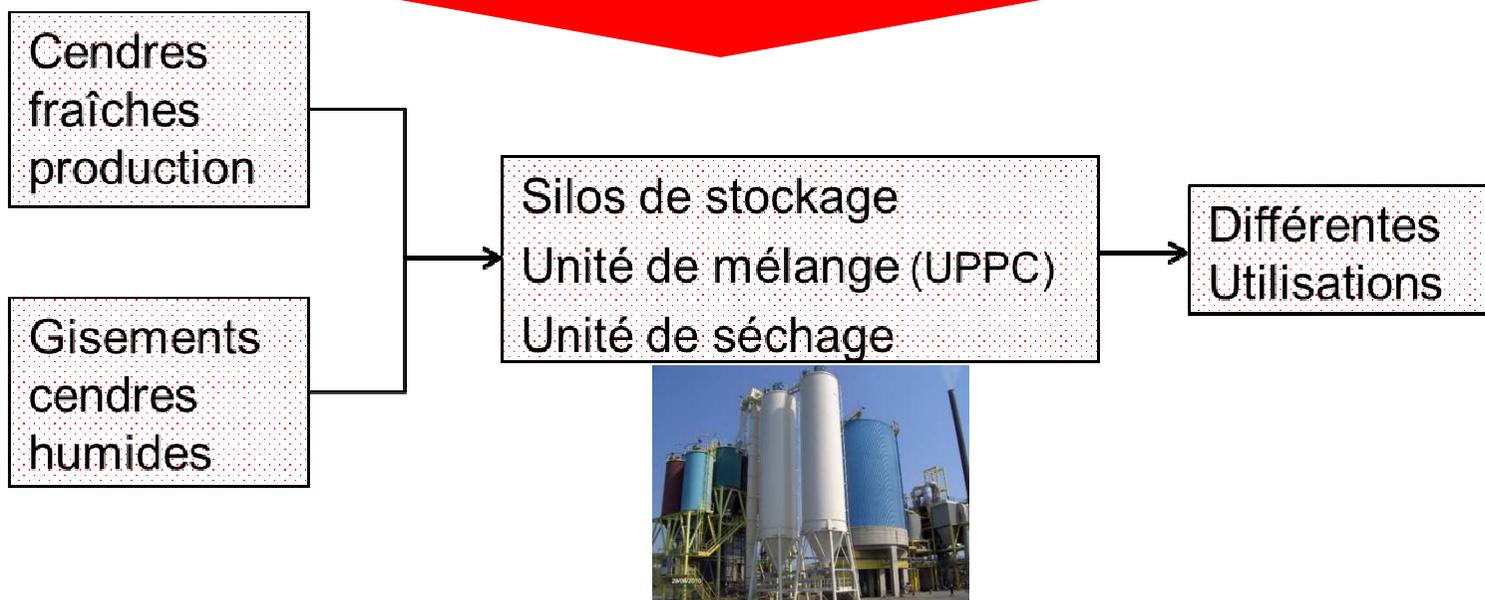
## Plan

- Production et utilisation
  - France
  - Europe
- Economie circulaire
- Utilisation dans le béton - Ciment
- Impact écologique
- Conclusion

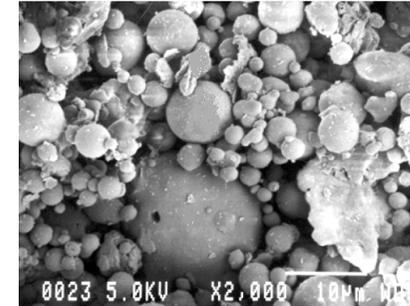
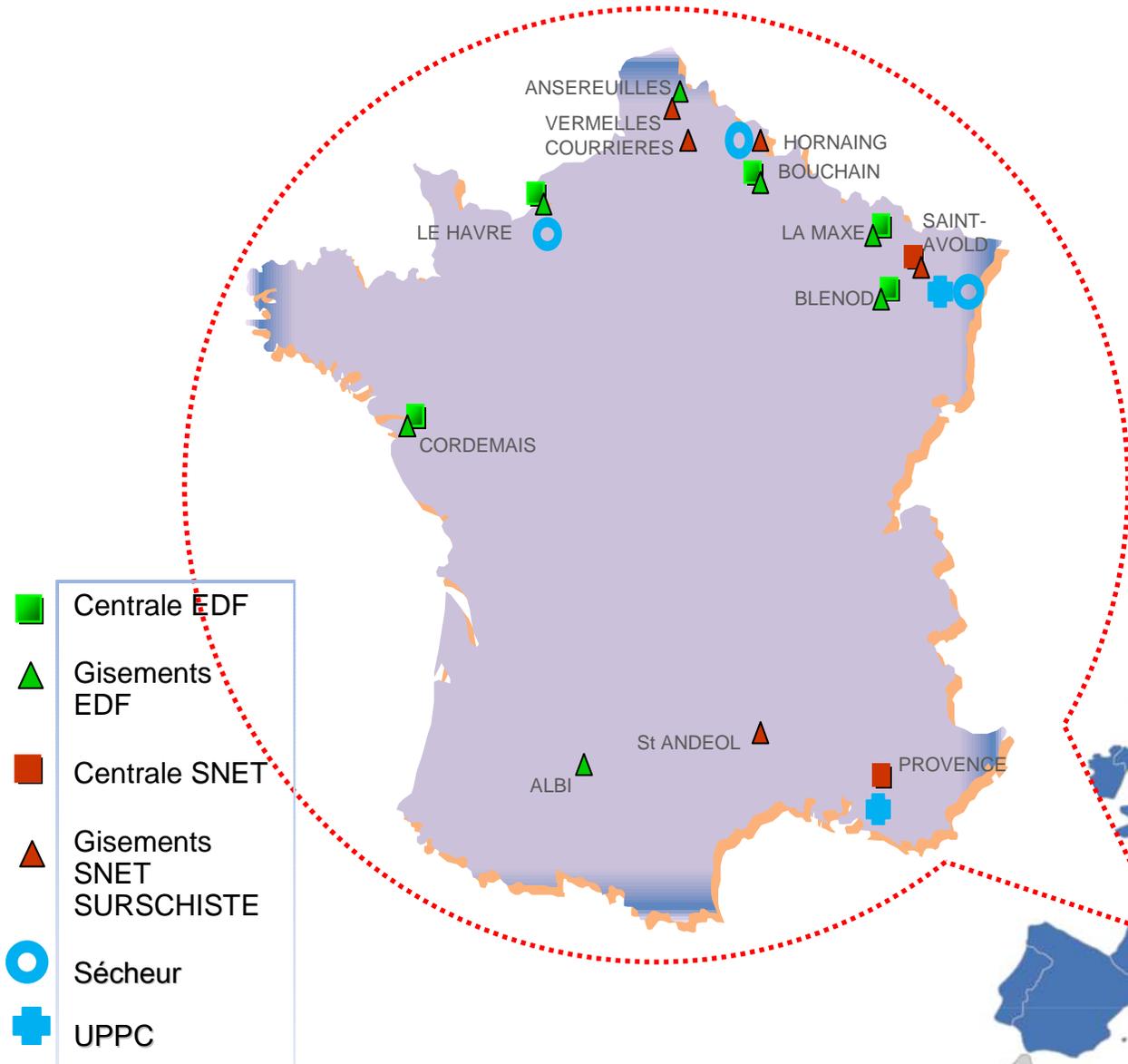
## Economie circulaire



L'économie circulaire concrétise l'objectif de passer d'un modèle de réduction d'impact à un modèle de création de valeur, positive sur un plan social, économique et environnemental



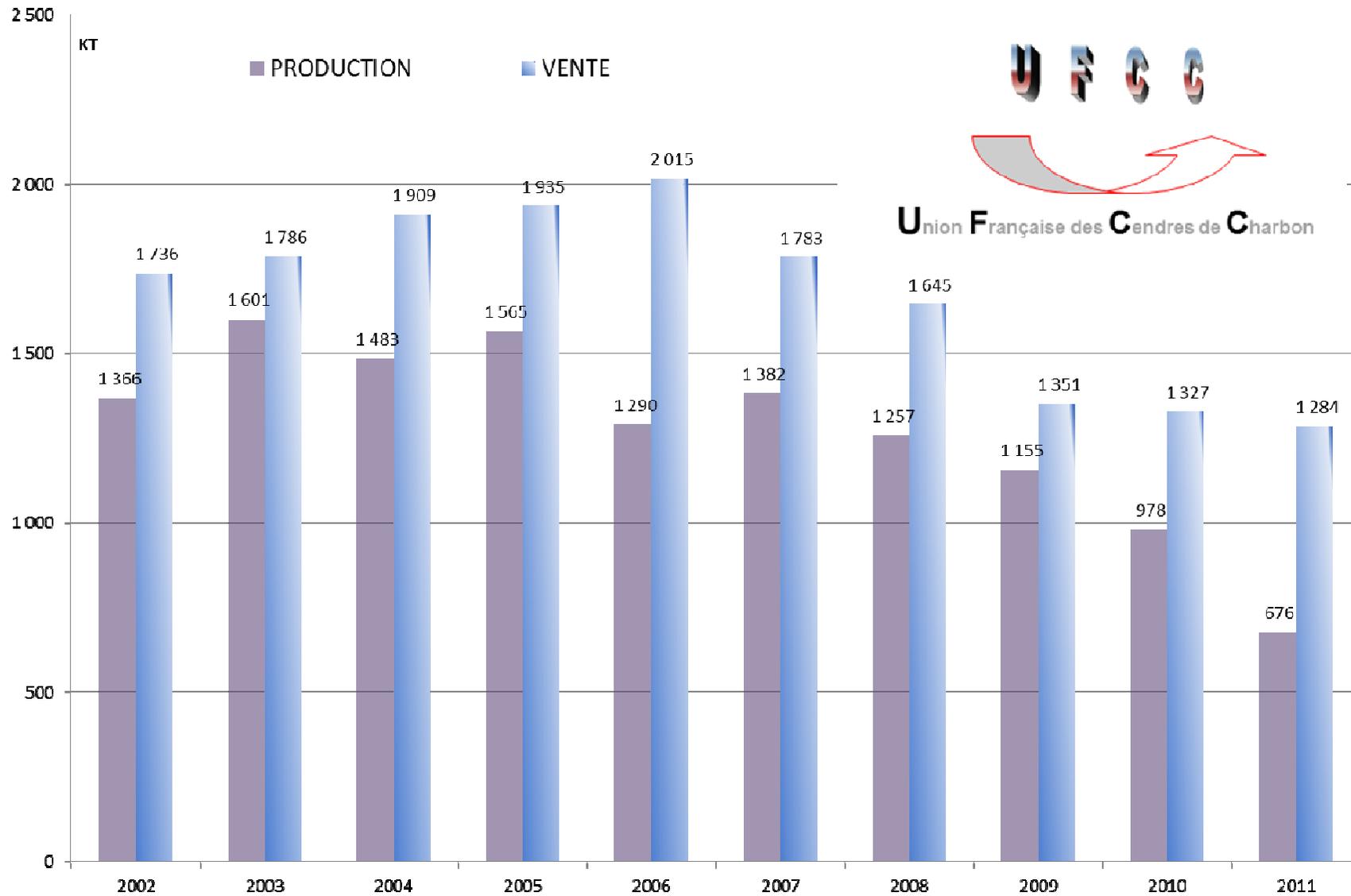
# Production & Gisements



Cendres volantes sèches  
 Cendres volantes humides  
 Cendres de foyer

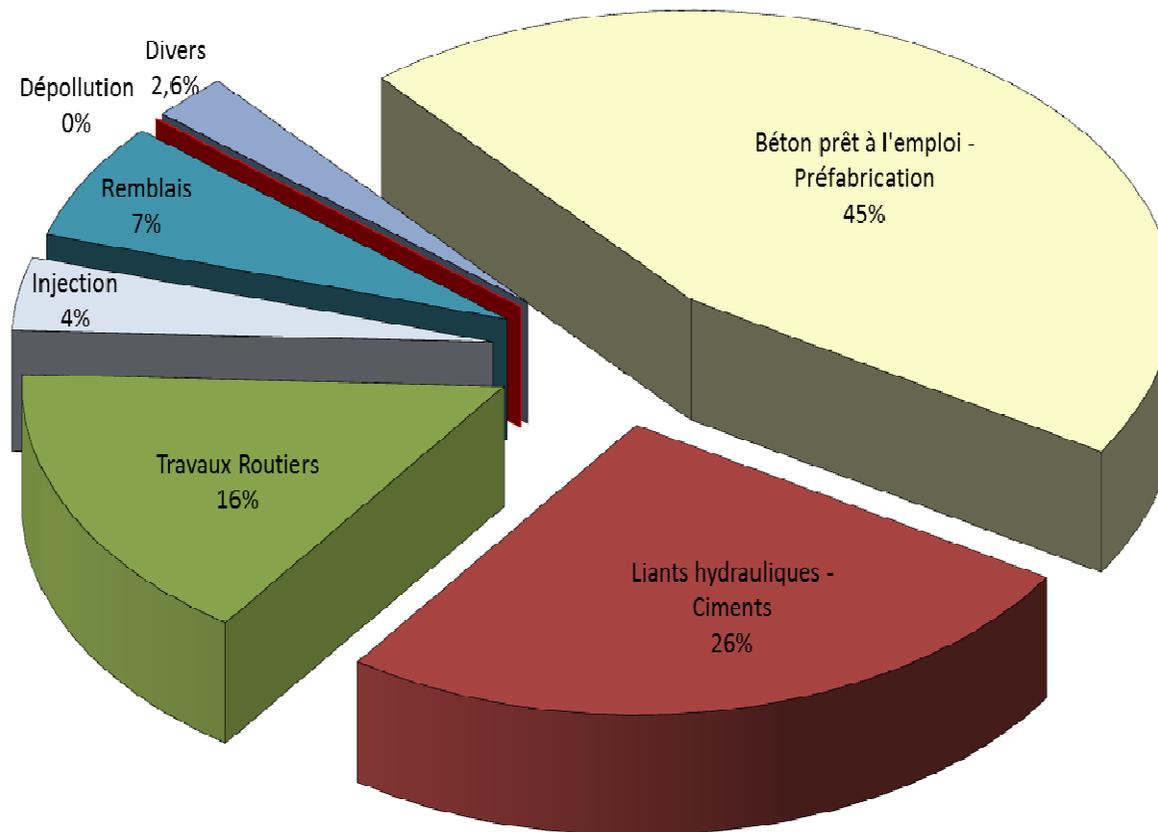


# Statistiques en France



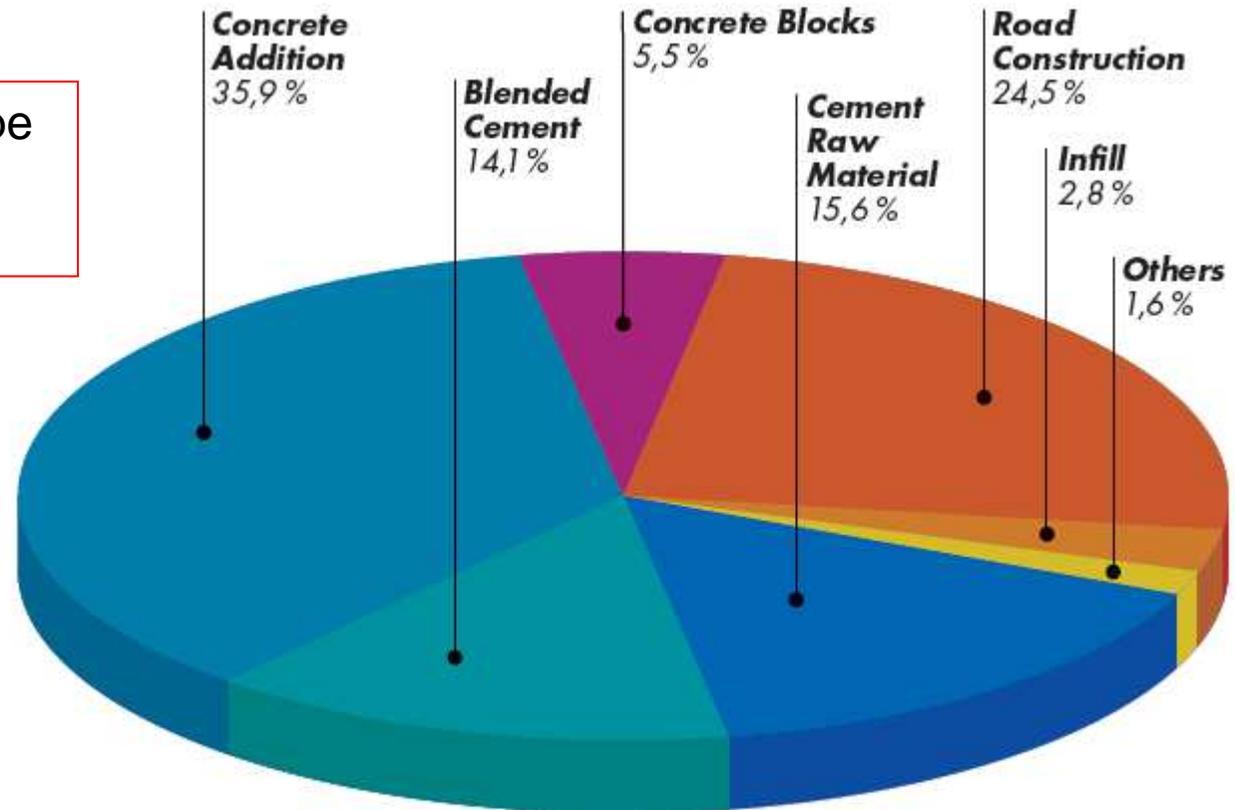
# Utilisation en France

2002-2011



# Production & Utilisation en Europe

Production en Europe  
86 Mt en 2010



**Utilisation of Fly Ash in the Construction Industry and Underground Mining in Europe**

## Utilisation dans le béton

60 ans d'expérience dans le béton

Des grands projets dans le monde

Difficile de penser à des formulations béton sans penser  
au cendres volantes du charbon



## Utilisation dans le béton

### Sur le béton frais:

Améliorer l'ouvrabilité

Augmenter la compacité

Améliorer l'aspect de surface après décoffrage

Alléger les produits préfabriqués (pour un taux de cendres supérieur à 7 %)

### Sur le béton durci:

Augmenter la résistance mécanique finale

Diminuer la fissuration

Accroître la résistance aux eaux pures et aux eaux sulfatées

Meilleure résistance au feu et aux chocs thermiques

Minorer la réaction alcali-silice (la formation d'un gel expansif qui concourt, à terme, à la ruine de la structure).

# Utilisation dans le béton

Tableau NA.F.1 — Valeurs limites applicables en France pour la composition et les propriétés du béton en fonction de la classe d'exposition

	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1 a)	XF2 a)	XF3 a) b)	XF4 a) b)	XA1	XA2	XA3		
Rapport $E_{eff}$ liant éq maximal c)	–	0,65	0,65	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50	0,60	0,55	0,50	0,60	0,55	0,55	0,45	0,55	0,50	0,45		
Classe de résistance minimale	–	C20/25	C20/25	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37	C35/45	C25/30	C30/37	C35/45	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C40/50		
Teneur mini en liant éq (kg/m <sup>3</sup> c) d)	150	260	260	280	280	330	330	350	280	330	350	280	300	315	340	330	350	360		
Teneur minimale en air (%)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4 e) k)	4 e)	4 e)	–	–	–		
Essai(s) de performances m)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	XP P 18-425 et XP P 18-420	XP P 18-425 (ou XP P 18-424)	XP P 18-425 (ou XP P 18-424) et XP P 18-420	–	–	–		
Rapport maximal A/(A+C) i)	Cendres volantes	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,15 f)	0,30	0,30	0,30	
	Fumées de silice	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
	Métakaolin type A	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	
	Laitier moulu	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,15	0,30	0,30	0,30
	Addition calcaire catégorie A	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,05	0,05	0,05	0,30	0,05	0,05	0,30	0,25	0,25	0,05	0,00	0,00	0,00	
	Addition calcaire catégorie B	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,05	0,05	0,05	0,25	0,05	0,05	0,25	0,25	0,25	0,05	0,00	0,00	0,00	
Rapport maximal A/(A+C) i)	Addition siliceuse de minéralogie QZ	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,15	0,15	0,25	0,15	0,15	0,25	0,20	0,20	0,05	0,00	0,00	0,00		
	Cendres volantes	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,20	0,20	0,20	
	Fumées de silice w)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
	Métakaolin type A w)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
	Laitier moulu	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,20	0,20	0,20	
	Addition calcaire catégorie A	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Addition siliceuse de minéralogie QZ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Nature du ciment	–	–	–	–	–	–	PM h)	PM h)	–	–	i)	–	–	–	i)	j) o)	j) n) p)	j)		

CEM I + Cendres :  $(A/A+C) \leq 30\%$

CEMII A + Cendres :  $(A/A+C) \leq 20\%$

## Utilisation dans le béton

Tours Castor et Pollux - Frankfurt - 92 m et 130m  
Année de construction 1997

### Fondation :

Ciment 180 kg /m<sup>3</sup>

Cendres volantes 120 kg /m<sup>3</sup>

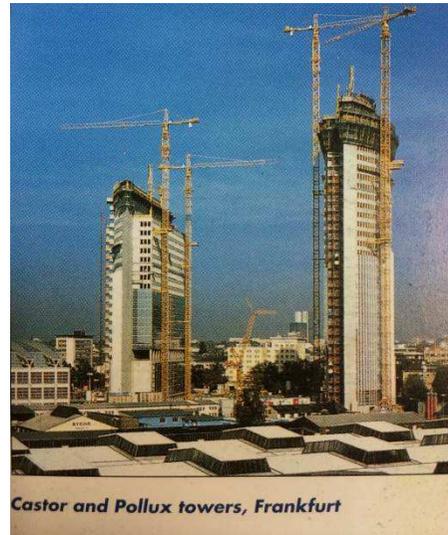
### Colonnes :

Ciment 420 kg/m<sup>3</sup>

Cendres volantes 120 kg/m<sup>3</sup>

Fumé de silice 35 kg / m<sup>3</sup>

R<sub>c</sub> =130 Mpa à 90 j



## Utilisation dans le béton

Tour Picasso – Madrid – 171 m  
Année de construction 1982-1988

11000 m<sup>3</sup> du béton : formulation à  
base de cendres volantes



## Utilisation dans le béton

Barrage hydroélectrique Puylaurent en Lozère

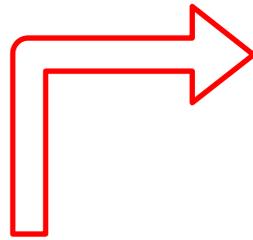
Année de construction 1993-1995

80 000 m<sup>3</sup> de béton

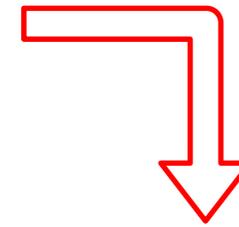
10 000 tonnes de cendres



## Utilisation dans le béton



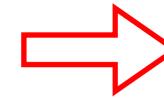
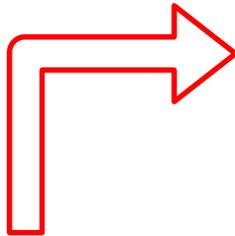
**Gisements**



**Béton**



## Utilisation dans le béton d'Injection

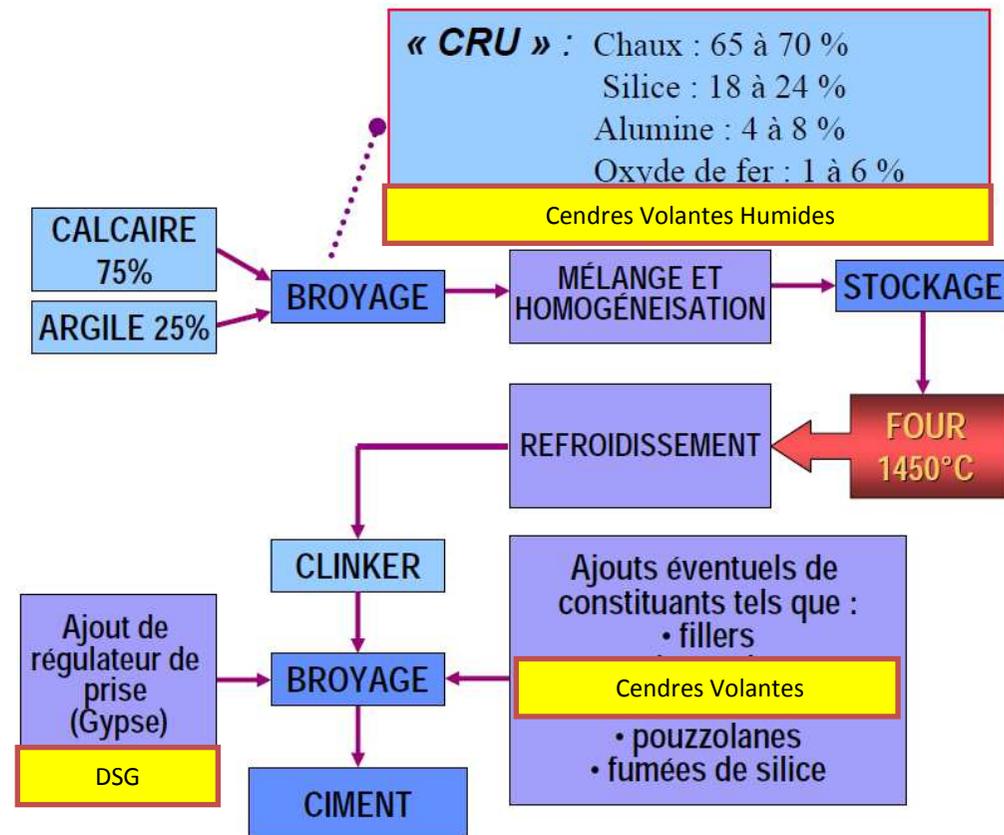


## Utilisation dans le Ciment

Les cendres volantes sont utilisées pour la préparation de la matière première (le cru), elles apportent essentiellement la silice, l'alumine et le fer.

Elles peuvent être ajoutées lors du broyage final (avec le clinker, le gypse et les éventuels autres constituants secondaires). Leur passage dans le broyeur augmente le rendement de ce dernier (grâce aux imbrûlés).

Rc du ciments plus importantes à long termes



## Impact écologique / Conclusion

Les cendres volantes contribuent au développement durable à travers :

- La préservation des matériaux naturels nécessaires pour la fabrication du béton et du ciment
- La réduction des émissions CO<sub>2</sub> générés lors de la production du ciment
- L'allongement de la durée de vie des ouvrages suite aux meilleures résistances générées par leurs utilisations
- La croissance : Filière créateur d'emplois

Aller plus loin avec moins de ressources !

**Merci pour votre attention !**



[www.surschiste.com](http://www.surschiste.com)



# Cendres Volantes Modèle de création de valeur

Abbas HAZIME  
Surschiste S.A

Afoco - Douai  
June 05, 2014

