



IMPACT RADIOLOGIQUE DES CENDRES DE CHARBON : **ÉTUDE COMPLÉMENTAIRE DES EAUX SOUTERRAINES**

Jean-Paul JACQUOT

Pierre AUZENDE

EDF Division Production Ingénierie Thermique

HCTISN du 4 octobre 2012



SOMMAIRE

- 1. LES CENDRES DE CHARBON**
PRODUCTION / VALORISATION
RÉGLEMENTATION
- 2. CENDRES ET RADIOACTIVITE**
ARRÊTE MINISTÉRIEL DU 25 MAI 2005
- 3. CENDRES ET EAUX SOUTERRAINES**
ETUDES COMPLEMENTAIRES

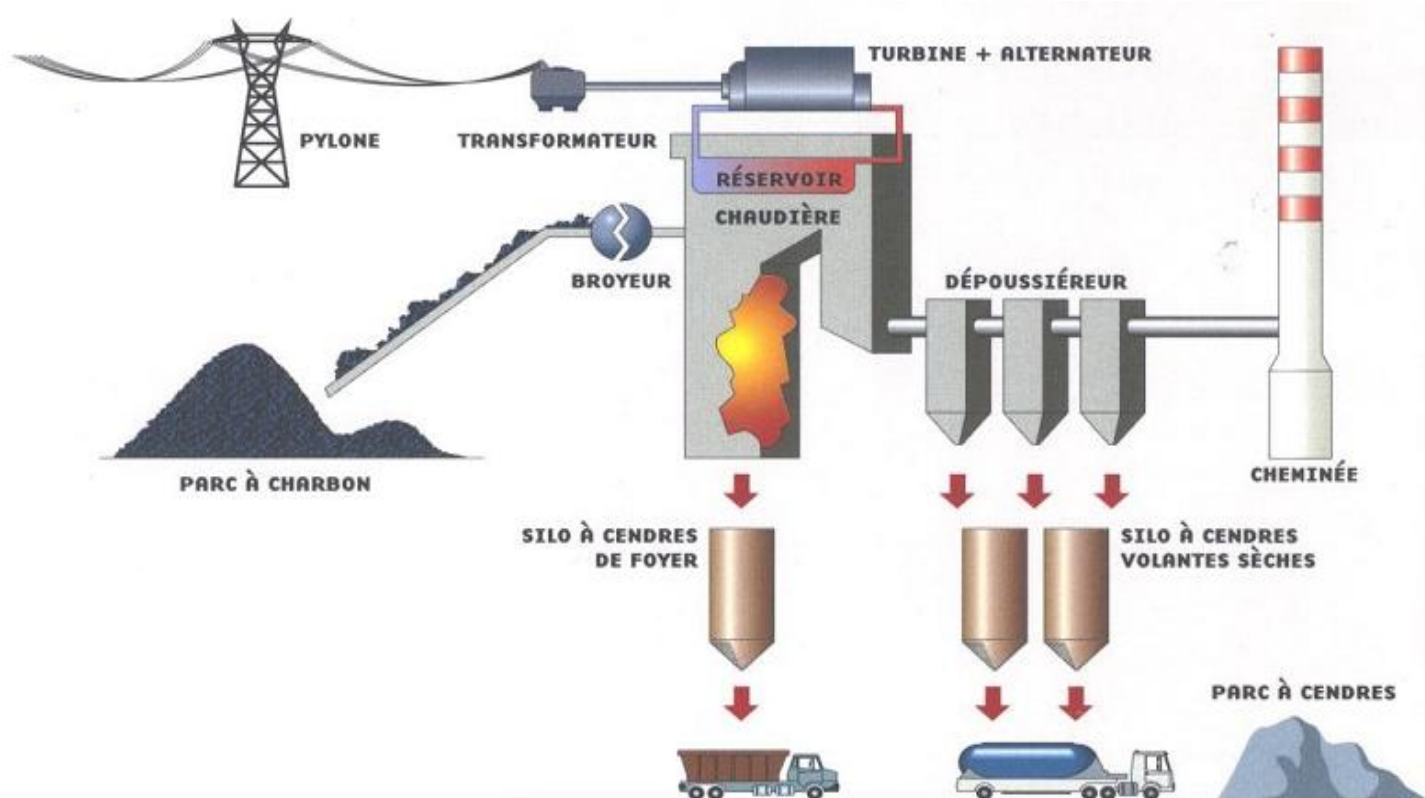
ANNEXES

1. LES CENDRES DE CHARBON

PRODUCTION / VALORISATION

RÉGLEMENTATION

L'ORIGINE DES CENDRES DE CHARBON



100 kg de
charbon



10 kg de
cendres
volantes



1 kg de
cendres de
foyer

2 types de produits sont issus de la production d'électricité à partir de charbon

✓ Les **cendres volantes** → **90% des cendres**

- **Sèches** (immédiatement valorisables)
- **Humides** (stockées avant valorisation)

✓ Les **cendres de foyer** → **10% des cendres**

99% des
cendres sont
captées au
dépoussiéreur

LES CENDRES DE CHARBON

« Coproduit » naturel issu de la combustion du charbon

Forte valorisation en France et en Europe depuis longtemps

→ EDF produit en France 600 kt/an et en valorise 750 kt/an
(déstockage de 150 kt/an)

La valorisation : un intérêt économique et écologique important

→ Économie de CO₂ dans la production de ciment
→ Économie des ressources naturelles

Normes en vigueur (EN 450 et EN 206 pour les usages en béton)

REGLEMENTATION

- **Décret 2002-540 du 18/04/2002** les cendres sont considérées comme non dangereuses
- **Circulaire n°96-85 du 11/10/1996**
 - Prévoit la valorisation en usage cimenterie (cru), ciment et béton
 - Impose 1 caractérisation physico-chimique dans les autres cas avant usage
- **Le règlement européen REACH** (enregistrement du dossier le 24/11/2010. Dossier réalisé par un consortium d'entreprises européennes)
- **L'ordonnance du 17 décembre 2010** portant diverses dispositions d'adaptation au droit de l'Union Européenne dans le domaine des déchets (n°2010-1579)

Réglementation liée à la radioactivité naturelle

- **Arrêté Ministériel du 25 mai 2005 :**
« relatif aux activités professionnelles mettant en œuvre des matières premières contenant naturellement des radionucléides non utilisés en raison de leurs propriétés radioactives »

2. CENDRES ET RADIOACTIVITÉ

MISE EN ŒUVRE DE L'ARRETE MINISTERIEL DU 25 MAI 2005

« relatif aux activités professionnelles mettant en œuvre des matières premières contenant naturellement des radionucléides non utilisés en raison de leurs propriétés radioactives »

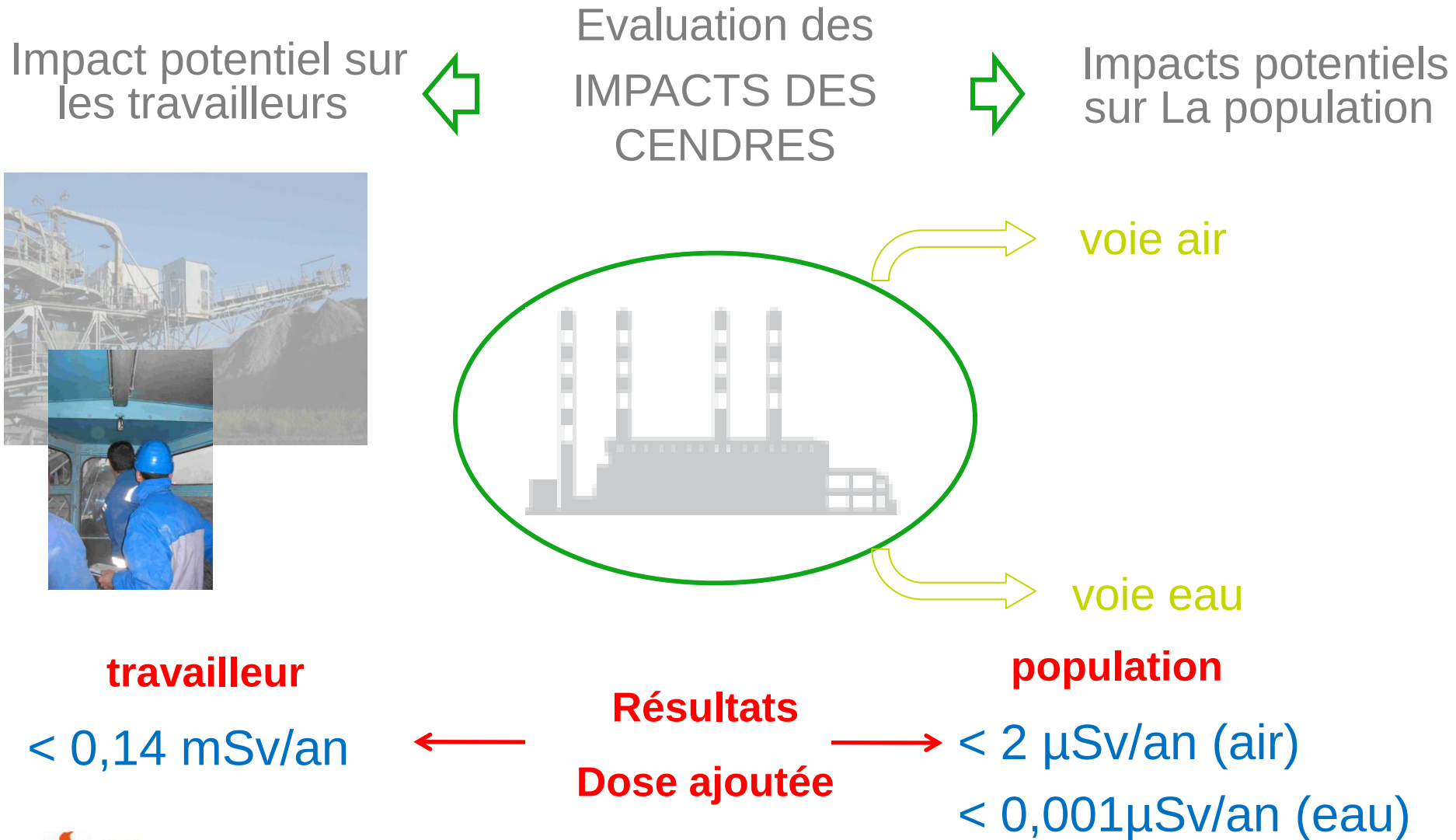
Cet Arrêté demande à l'exploitant :

- **Une étude travailleurs**
- **Une étude population**

et donne la possibilité de produire une étude générique à plusieurs sites

AM 25 MAI 2005 : évaluation de l'impact radiologique des cendres sur les travailleurs et la population :

Etudes adressées à l'ASN et aux DREAL (2007 et 2008)



AM 25 MAI 2005 : CONCLUSIONS

Rapport ASN : « bilan de l'application de l'arrêté du 25 mai 2005 relatif à ces activités » (décembre 2009)

- Cohérence de l'activité massive des cendres avec la bibliographie internationale
- Voies d'exposition pertinentes
- Débits de doses mesurées par EDF ... n'appellent pas de remarque
- Les aspects radioprotection des travailleurs ne comportent pas d'enjeux, il ne semble pas nécessaire d'assurer un contrôle réglementaire (travailleurs)
- L'exposition de la population semble également très faible

CONCLUSION

- « l'application des seuils d'exemption tels que définis en référence et au paragraphe « Notion d'exemption pour les sources naturelles de rayonnements » conduirait à exempter les dossiers suivants :
 - EDF et SNET études travailleurs
 - EDF et SNET études population

3. CENDRES ET EAUX SOUTERRAINES

ETUDES COMPLEMENTAIRES AUX ETUDES GENERIQUES

EAUX SOUTERRAINES

Suite au rapport Robin des Bois commandité par l'ASN, le Ministère chargé de l'environnement (MSNR) a souhaité que soit évalué l'impact radiologique des cendres sur les eaux souterraines

- **Prélèvements aux piézomètres des sites**
- **Analyse des activités α_{globale} et β_{globale} résiduelle**

Le cahier des charges répond aux recommandations du guide IRSN DEI/SARG/08-036

Valeurs guides de référence

- **Comparaison des résultats avec les valeurs guides définies dans l'AM du 12/05/2004 et la circulaire DGS/EA4 no 2007-232 du 3 juin 2007**

→ activité α_{globale} : 0,1 Bq/L

→ activité β_{globale} résiduelle : 1 Bq/L

ANALYSES DES EAUX SOUTERRAINES

5 sites de centrales thermiques en exploitation étudiés et 8 en cessation d'activité

+ 2 sites dont les mesures sont en cours

Prélèvements amont et aval des terrils

10 litres prélevés par piézomètre

→ activités supposées faibles voire très faibles

2 périodes : basses eaux et hautes eaux

Analyses réalisées par un laboratoire agréé (AM 11/08/2006)

Subatec, Algade, Laboratoire d'Analyses Environnementales et le Laboratoire Environnement et Dosimétrie

LES SITES EDF



SITES EN EXPLOITATION

SITES EN POST-EXPLOITATION

PAS OU PLUS DE STOCK

RESULTATS (EXEMPLES)

BASSES EAUX						
Bq.L ⁻¹	AMONT			AVAL		
	piezo.	α_{globale}	β_{gr}	piezo.	α_{globale}	β_{gr}
St-Leu d'Esserent (60)	PZ3	0,09	< 0,04	PZ1	0,05	< 0,04
				PZ2	0,05	< 0,04
La Maxe (57)	430PZ	0,048	0,094	413PZ	0,086	< 0,067
	422PZ	0,11	< 0,067	415PZ	0,1	< 0,074

HAUTES EAUX						
Bq.L ⁻¹	AMONT			AVAL		
	piezo.	α_{globale}	β_{gr}	piezo.	α_{globale}	β_{gr}
St-Leu d'Esserent (60)	PZ3	0,1	0,01	PZ1	0,05	0,03
				PZ2	0,02	0,04
La Maxe (57)	430PZ	0,14	0,12	413PZ	0,061	< 0,035
	422PZ	0,086	0,11	415PZ	< 0,044	< 0,038

Incertitudes α_{globale} : $\pm 0,04 \text{ Bq.L}^{-1}$

$\beta_{\text{globale}} \text{ résiduelle}$: $\pm 0,14 \text{ Bq.L}^{-1}$

RESULTATS ACTIVITÉ PAR RADIONUCLÉIDE (Bq.L⁻¹)

SAINT-LEU D'ESSERENT (60)

famille U238

BASSES EAUX		U238	Th234	U234	Th230	Ra226	Pb214	Bi 214	Pb210
PZ1	aval	< 0,04	< 0,04	0,019	< 0,29	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,04
PZ2	aval	< 0,04	< 0,04	0,007	< 0,36	< 0,02	< 0,02	< 0,01	< 0,04
PZ3	amont	< 0,05	< 0,05	0,038	< 0,30	< 0,02	< 0,02	< 0,01	< 0,04
HAUTES EAUX		U238	Th234	U234	Th230	Ra226	Pb214	Bi 214	Pb210
PZ1	aval	< 0,04	< 0,04	0,019	< 0,29	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,04
PZ2	aval	< 0,04	< 0,04	0,007	< 0,36	< 0,02	< 0,02	< 0,01	< 0,04
PZ3	amont	< 0,05	< 0,05	0,038	< 0,30	< 0,02	< 0,02	< 0,01	< 0,04

famille U235

famille du Th232

BASSES EAUX		U235
PZ1	aval	< 0,03
PZ2	aval	< 0,04
PZ3	amont	0,003
HAUTES EAUX		U235
PZ1	aval	< 0,03
PZ2	aval	< 0,04
PZ3	amont	0,003

Th232	Ra228	Ac228	Pb212	Tl 208
< 0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,01	< 0,01
< 0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,01	< 0,01
< 0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,01	< 0,01
Th232	Ra228	Ac228	Pb212	Tl 208
< 0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,01	< 0,01
< 0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,01	< 0,01
< 0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,01	< 0,01

K40
< 0,06
< 0,07
0,28
K40
< 0,06
< 0,07
0,28

COMMENTAIRES DES RESULTATS

Niveau très faible de l'activité α_{globale} et β_{globale} résiduelle dans les eaux prélevées

Elle est de l'ordre du niveau moyen observé en France **(hors ancien sites miniers d'uranium)**

→ Cf. études menées sur la Qualité radiologique de l'eau du robinet en France 2008-2009, Ministère de la Santé, ASN et IRSN – 2011

Les résultats en amont et en aval des sites sur ces deux paramètres sont comparables aux incertitudes de mesure près

Compte tenu du faible niveau d'activité mesuré en aval, on peut conclure :

- **Absence de transfert radiologique des cendres vers les eaux souterraines**
- Justification de l'inutilité d'une surveillance radiologique des eaux

Ceci confirme de manière expérimentale les résultats obtenus dans les études génériques sur les rejets aquatiques des bassins de cendres

MERCI

ANNEXES

REGLEMENTATION LIEE A LA RADIOACTIVITE

PERTINENCE DE LA VALORISATION

REGLEMENTATION

REGLEMENTATION LIEE A LA RADIOACTIVITE

■ **Les cendres ne sont pas un déchet radioactif**

- articles L.542-1 du code de l'environnement et suivants ne s'appliquent qu'aux substances radioactives issues d'une *activité nucléaire*
- les déchets radioactifs sont des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée

■ **Arrêté Ministériel du 25 mai 2005 :**

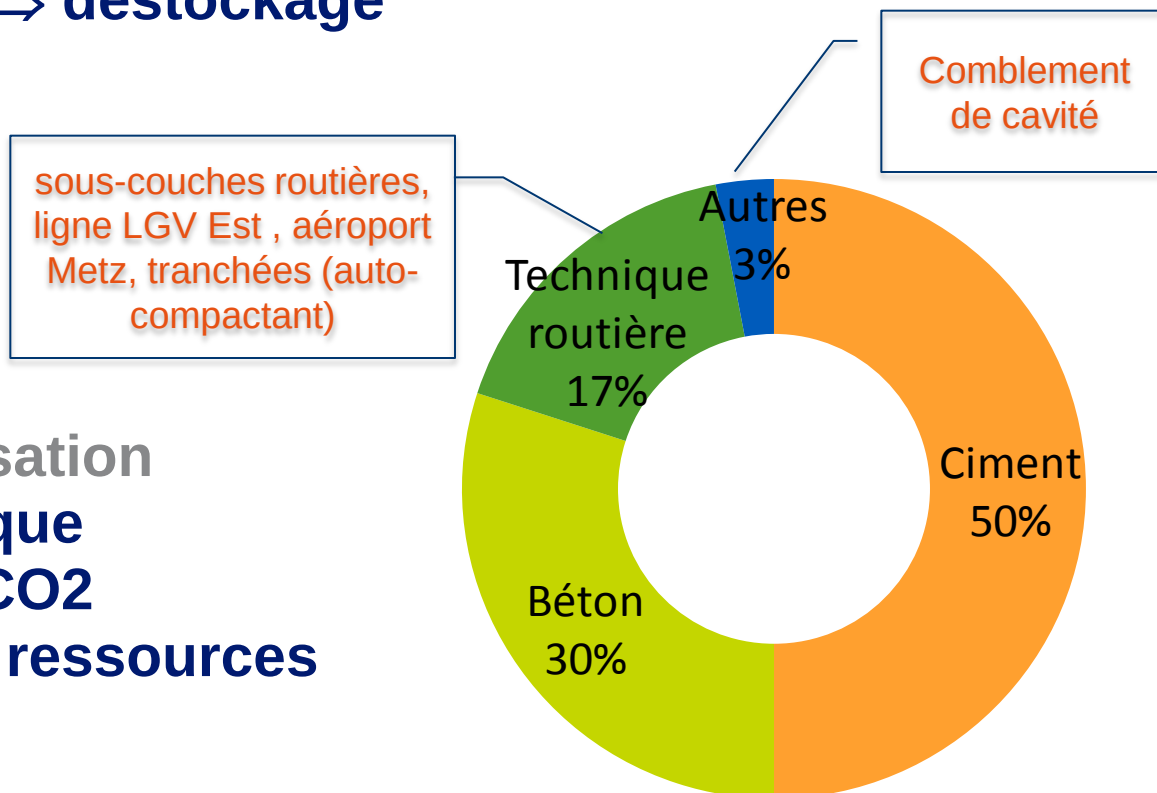
relatif aux activités professionnelles mettant en œuvre des matières premières contenant naturellement des radionucléides non utilisés en raison de leurs propriétés radioactives

VALORISATION

« Coproduit » naturel issu de la combustion du charbon pour la production d'électricité.

→ 600 kt produites, en moyenne, chaque année par EDF

→ 750 kt valorisées ⇒ déstockage



Filières de valorisation

- Gain économique
- Économie de CO2
- Économie des ressources naturelles

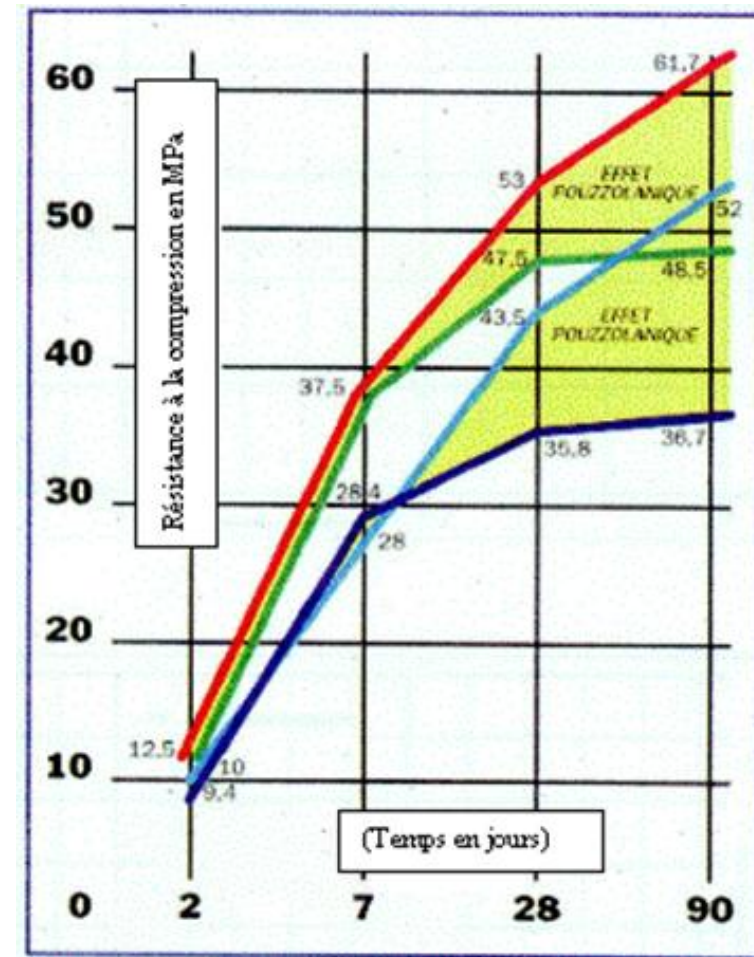
PERTINENCE DE LA VALORISATION

Filière ciment/béton :

- l'effet pouzzolanique a une cinétique lente
 - ↳ augmentation progressive des résistances
 - ↳ baisse de l'exothermie des bétons jeunes et donc des risques de fissurations précoces
 - ↳ diminution du rayon moyen des pores des bétons et donc une baisse de la diffusion d'agents extérieurs agressifs au sein des bétons.
- économies sur les ressources naturelles
- gains sur les émissions de CO₂

Cf.
Grenelle

- 100% Ciment
- 100% Ciment + 20% Cendres volantes (qui remplace le même volume de sable)
- 80% Ciment + 20% Matière inerte (Non broyé)
- 80% Ciment + 20% Cendres volantes



PERTINENCE DE LA VALORISATION

Technique routière et remblais

- **remblais, couches de forme et assises de chaussée**

- ↳ Aéroport de Metz
- ↳ Quai (port 2000 au Havre)
- ↳ Ligne LGV Est



Comblement de cavités

- **Coulis**, constitué de cendres+ciment (5% à 10%) + eau, maniable avec une résistance qui s'améliore avec le temps (doublement de la résistance mécanique entre 28j et 90j et entre 90j et 1 an.



Tranchées

- **auto-compactant**

- ↳ Réduction des temps de chantiers
- ↳ Moindre emprise au sol
- ↳ Coûts plus faibles

