



Société Française d'énergie nucléaire
Section Economie



Association des Economistes de l'Energie
Membre de l'International Association for Energy Economics (IAEE)

«Lecture du Rapport de la Cour des Comptes sur les coûts du nucléaire»

Mardi 28 février 2012 de 17h00 à 19h00

Université Paris-Dauphine
Salle Raymond Aron

Place du Maréchal de Lattre de Tassigny
75775 PARIS Cedex 16

www.fae.fr



Lecture du Rapport de la Cour des Comptes sur les coûts du nucléaire

Programme

▶ Accueil

- ◆ Christophe Bonnery, Président de l'AEE
- ◆ Jean-Guy Devézeaux, Président de la section Economie de la SFEN

▶ Lecture des points clés du Rapport de la Cour des Comptes

- ◆ Michèle Pappalardo, Rapporteuse Générale

▶ Le point de vue un économiste de l'énergie

- ◆ François Lévêque, Professeur d'économie à l'Ecole des Mines de Paris

▶ Questions réponses avec la salle

▶ Conclusions

- ◆ Patrice Geoffron, directeur du CGEMP



Lecture du Rapport de la Cour des Comptes sur les coûts du nucléaire

Programme

▶ Accueil

- ◆ Christophe Bonnery, Président de l'AEE
- ◆ Jean-Guy Devézeaux, Président de la section Economie de la SFEN

▶ Lecture des points clés du Rapport de la Cour des Comptes

- ◆ Michèle Pappalardo, Rapporteuse Générale

▶ Le point de vue un économiste de l'énergie

- ◆ François Lévêque, Professeur d'économie à l'Ecole des Mines de Paris

▶ Questions réponses avec la salle

▶ Conclusions

- ◆ Patrice Geoffron, directeur du CGEMP



www.ccomptes.fr

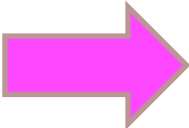
Les coûts de la filière électronucléaire

RAPPORT PUBLIC THÉMATIQUE

février 2012

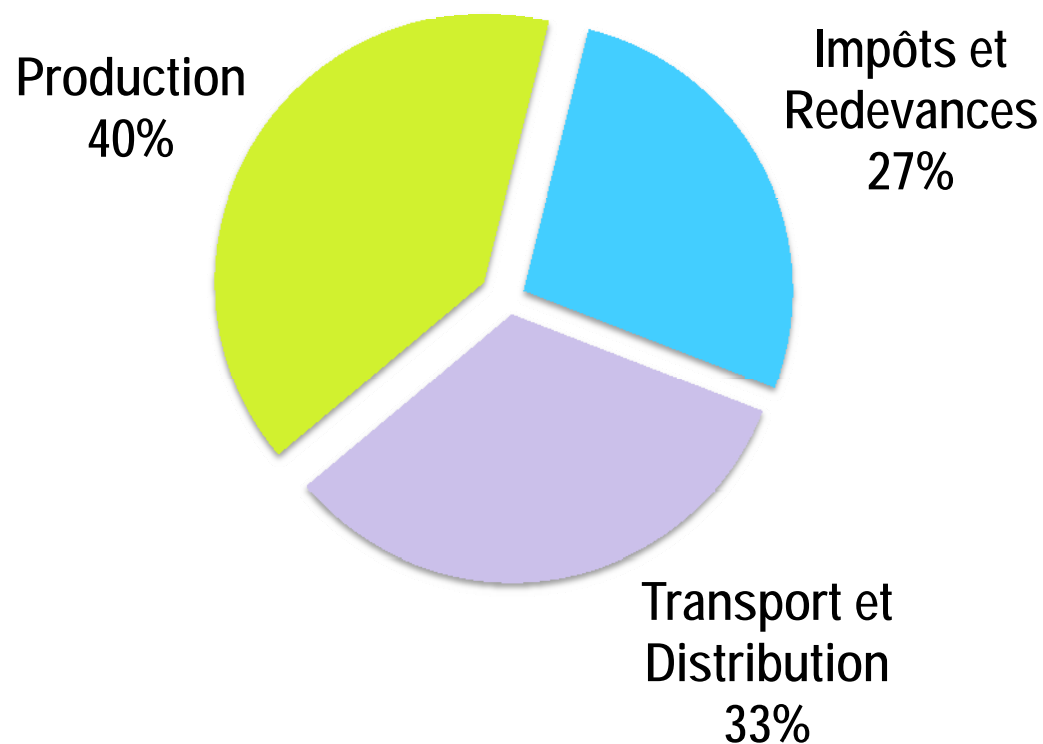


Objectif du rapport

- ❑ Réponse à la demande du Premier ministre du 17 mai 2011
 - ❑ Analyse de tous les éléments qui constituent le coût de production de l'électricité nucléaire en France
 - ❑ Les limites:
 - ✓ Pas les modes de financement: prix, tarif...
 - ✓ À production électronucléaire constante en volume
 - ✓ Pas de comparaison avec d'autres énergies
-  **une base de données argumentée**



Répartition actuelle des coûts et des impôts dans le tarif réglementé de l'électricité



Source : EDF

février 2012



Processus d'élaboration

□ Les méthodes de la Cour:

- ✓ Des sources, des documents, des comptes
- ✓ Contradiction
- ✓ Collégialité
- ✓ Publicité du rapport

□ Spécificités du rapport

- ✓ 15 rapporteurs
- ✓ 1 comité d'experts
- ✓ 8 mois : des délais très courts
- ✓ Auditions des ONG et des syndicats sur le questionnement



Conclusion 1: pas de coûts cachés

- ❑ Des coûts passés, présents et futurs
- ❑ Les coûts dans les comptes des exploitants
- ❑ Les coûts supportés par les crédits publics



Dépenses passées

	Exploitant	Montant Md€ 2010
Construction du parc de 1 ^{re} génération	EDF	6
Construction du parc de 2 ^e génération (58 réacteurs)	EDF	96
Cycle du combustible	AREVA	19
Recherche	EDF AREVA CEA Autres	55
Superphénix	EDF essentiellement	12
TOTAL		188



Coûts d'exploitation EDF en 2010

	Montant Md€ 2010
Combustible	2,13
Personnel d'EDF	2,68
Consommations externes	2,01
Impôts et taxes	1,12
Fonctions centrales	0,87
TOTAL	8,95

Charges et provisions futures

En Md€ de 2010		Charges brutes	Provisions
Démantèlement	EDF	20,9*	11,0
	AREVA	7,1	3,4
	CEA	3,4	2,9
	Total	31,9	17,3
Dernier cœur	EDF	3,8	1,9
Gestion du combustible utilisé	EDF	14,4	8,8
	CEA	0,4	0,3
	Total	14,8	9,1
Gestion des déchets ultimes	EDF	23	6,5
	AREVA	2,9	1,8
	CEA	2,4	1,2
	ANDRA	0,8	0,04
	Total	28,4	9,8
Autres	Total	0,05	0,03
TOTAL		79,4	38,4

** Y compris les réacteurs de première génération*

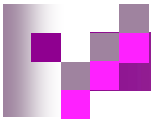
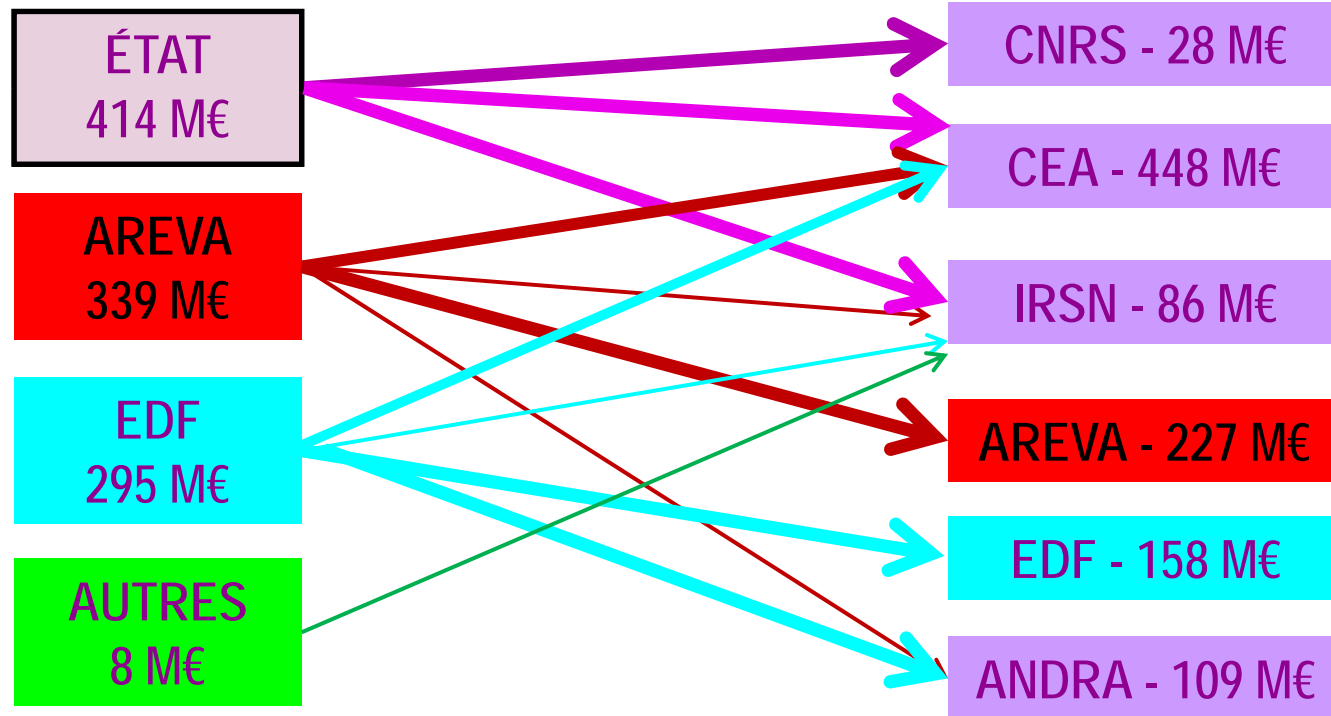


Schéma de financement de la recherche électronucléaire en 2010

Financements

Opérateurs de recherche



TOTAL 1 056 M€

1 056 M€



Conclusion 2: des incertitudes sur les charges futures

- ❑ Les charges de démantèlement
- ❑ Les coûts de gestion des combustibles usés
- ❑ Les coûts de gestion à long terme des déchets



Coût du démantèlement du parc actuel d'EDF (en Md€ de 2010)

Etudes internationales extrapolées au parc français de 58 réacteurs

France	Suède	Belgique	Japon	Etats Unis *	Royaume Uni	Allemagne *
18,4	20	24,4	38,9	27,3	46	25,8
				33,4		34,6
				34,2		44
						62

** Plusieurs études sont disponibles dans chacun de ces deux Etats*





Conclusion 3: une faible sensibilité du coût moyen à l'évolution des charges futures

- ❑ Sensibilité à un doublement des charges de démantèlement: + 5%
- ❑ Sensibilité au doublement du devis de stockage profond des déchets: +1%
- ❑ Sensibilité à une diminution du taux d'actualisation : +0,8%



Méthodes d'évaluation des coûts complets de production

En M€ de 2010	Coût comptable	Coût méthode Champsaur	Coût courant économique
Investissement de maintenance	1 747	1 747	1 747
Dépenses d'exploitation	10 084	9 295	10 084
Coût du capital	1 813	2 447	8 341
TOTAL	13 644	13 489	20 172
Coût/MWh produit	33,4€	33,1€	49,5€

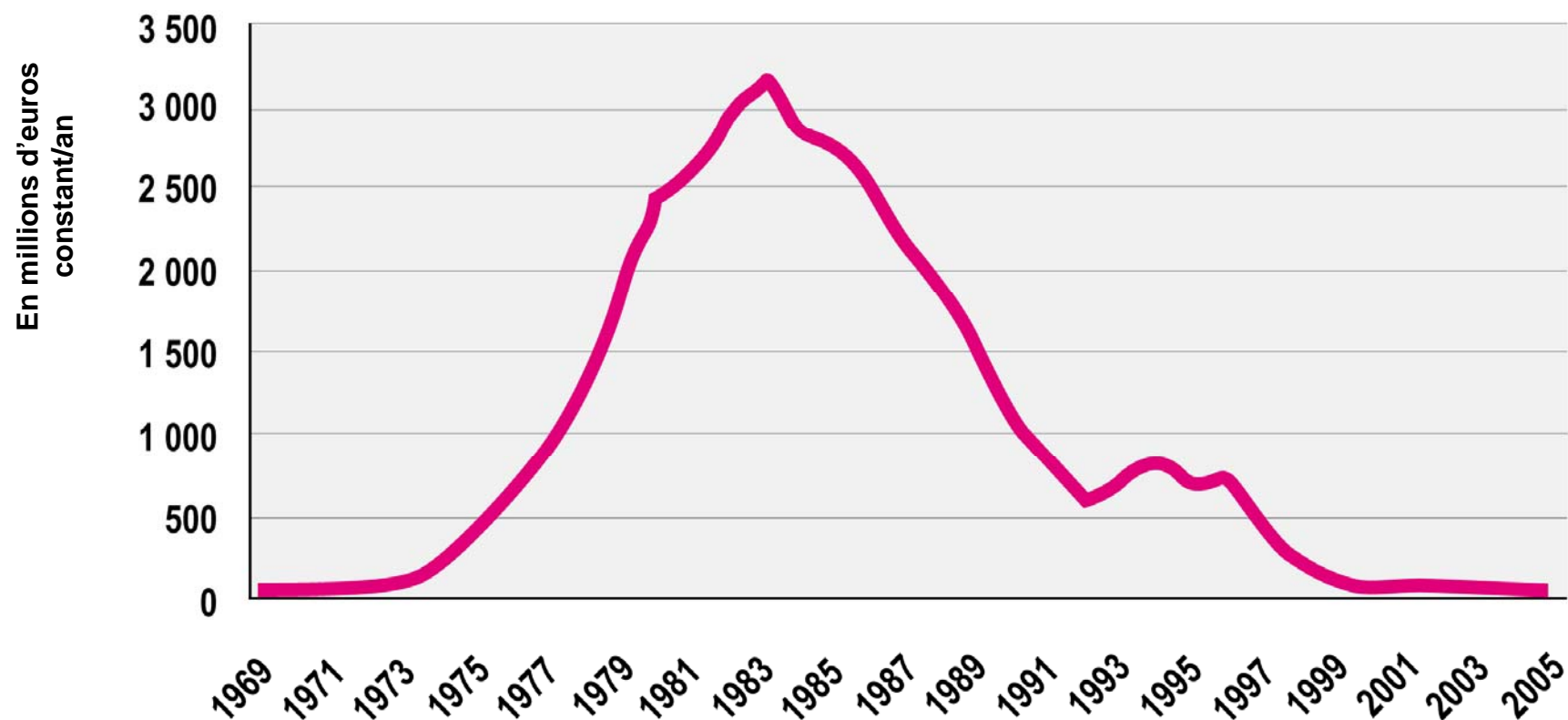


Conclusion 4 : importance stratégique de la durée de fonctionnement des réacteurs

- ❑ L'âge des réacteurs : 25 ans en 2010
- ❑ 22 réacteurs (30% de la puissance installée) auront 40 ans avant fin 2022
- ❑ Des conséquences sur les dépenses d'investissements de maintenance



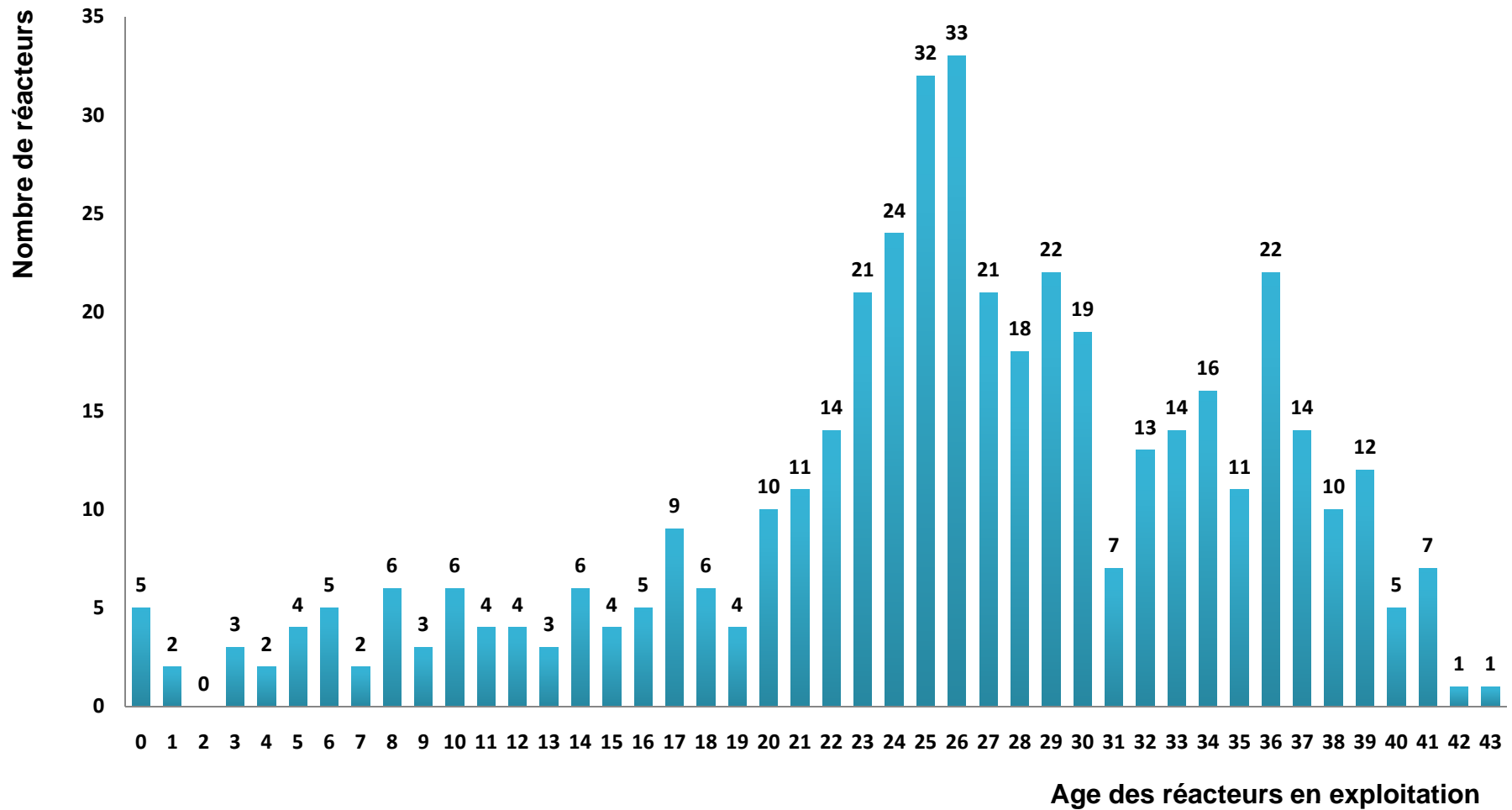
Chronique des coûts de construction du parc actuel de réacteurs



Source : EDF

février 2012

Âge des réacteurs en exploitation dans le monde



Source : World Nuclear Association

février 2012



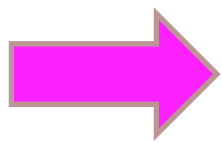
Dépenses annuelles d'investissement de maintenance

Coût annuel	Montant Md€ 2010
2003 - 2008	0,8
Moyenne 2008-2010	1,5
En 2010	1,75
En 2011	2,05
Moyenne 2011 - 2025 avec un programme de 50 Md€ avant impact Fukushima	3,4
Moyenne 2011 - 2025 avec un programme de 55 Md€ après impact Fukushima	3,7



Conclusion 5: une augmentation des coûts à court/moyen terme

- Augmentation des investissements annuels, donc du coût de production
- Le coût de l'EPR > coût actuel
- Investissements de remplacement ?
- Le programme de recherche pour la 4^{ème} génération



une stratégie claire et explicite



Les actifs dédiés

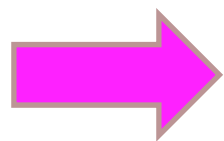
❑ Art 20 loi 28 juin 2006: couverture des provisions non liées au cycle d'exploitation

❑ Nombreuses dérogations:

- ✓ Report de la date de couverture totale: de 2012 à 2016
- ✓ Banalisation des dérogations sur les actifs croisés
- ✓ Rebudgétisation partielle : le cas du CEA

❑ Incertitudes sur rendement des portefeuilles

❑ Problème de gouvernance: CNEF



Ré-examiner le dispositif en période de crise financière

Portefeuilles au 31/12/2010

En M€ de 2010	EDF	AREVA	CEA	Total
Provisions à couvrir	17 910	5 456	4 453	27 819
Actifs dédiés	15 815	5 579	3 131	24 525
% couverture	88 %	102 %	70 %	88 %
<i>Dont actifs croisés</i>	<i>RTE 2 324</i>	<i>CEA 550 EDF 648</i>	<i>Etat 905 AREVA 2 295</i>	<i>6 722</i>
% couverture sans actifs croisés	75 %	80 %	0 %	64 %



Des coûts difficilement chiffrables

□ Les externalités à comparer avec les autres formes de production d'électricité

- ✓ Les impacts sur l'environnement: émissions de GES, rejets dans l'eau et l'air, consommation d'eau, paysage...
- ✓ Les impacts sur la santé humaine: population, salariés
- ✓ Les autres externalités: sécurité d'approvisionnement, économie, balance commerciale, emploi...

□ Risque nucléaire et assurances

- ✓ le risque nucléaire : une probabilité très faible, des conséquences catastrophiques
- ✓ responsabilité civile des exploitants: des plafonds très bas fixés par des conventions internationales
- ✓ L'Etat garant: une garantie actuellement gratuite pour les exploitants



Montants d'indemnisation prévus par les conventions de Paris/Bruxelles

Tranches	Montants prévus par les conventions en vigueur	Protocole 2004
Exploitants	91,5 M€	700 M€
Etat de l'exploitant	+ 109,8 M€ Soit au total: 201,3 M€	+ 500 M€ Soit au total: 1 200 M€
Etats parties à la convention	+ 143,7 M€ Soit au total: 345 M€	+ 300 M€ Soit au total: 1 500 M€

Lecture du Rapport de la Cour des Comptes sur les coûts du nucléaire

Programme

▶ Accueil

- ◆ Christophe Bonnery, Président de l'AEE
- ◆ Jean-Guy Devézeaux, Président de la section Economie de la SFEN

▶ Lecture des points clés du Rapport de la Cour des Comptes

- ◆ Michèle Pappalardo, Rapporteuse Générale

▶ Le point de vue un économiste de l'énergie

- ◆ François Lévêque, Professeur d'économie à l'Ecole des Mines de Paris

▶ Questions réponses avec la salle

▶ Conclusions

- ◆ Patrice Geoffron, directeur du CGEMP



Réactions d'économiste au rapport de la Cour des Comptes

François Lévêque, Mines ParisTech

Lecture du rapport de la Cour des Comptes sur les
coûts de la filière électronucléaire, conférence
organisée par l'AEE

Université Paris Dauphine, 28 février 2012

Un rapport d'une très grande qualité et utilité

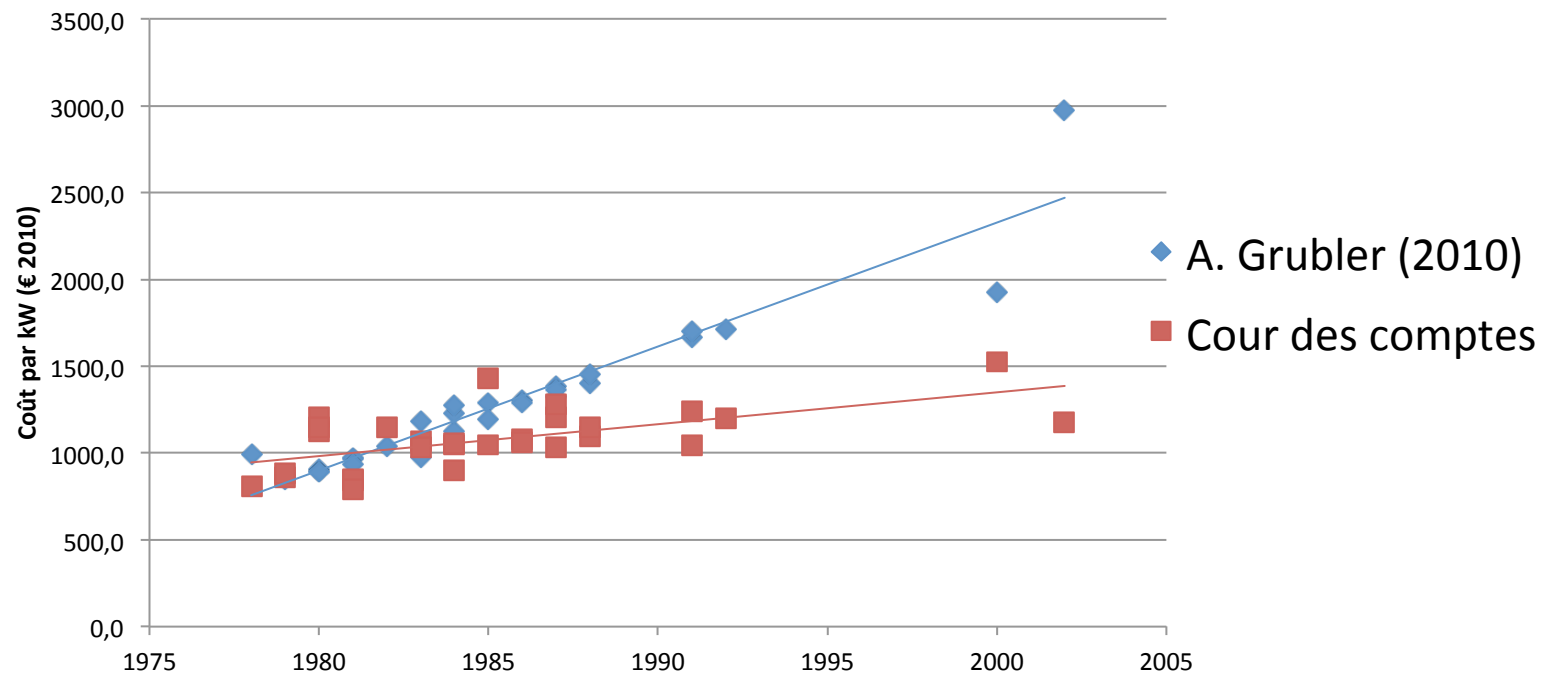
- Minutieux, complet et rigoureux dans l'analyse des coûts du passé, d'aujourd'hui et de demain
- Qui permet aux citoyens et à leurs élus de fonder leurs points de vue et de décider en connaissance de cause
- Et offre de nombreuses nouvelles données pour mener la réflexion et l'analyse économiques

Illustrations

- Quelle est l'importance des économies d'échelle et d'apprentissage pour la technologie nucléaire ?
- Quelle est la valeur économique du parc nucléaire ?
- Quelle analyse économique pour éclairer le choix public en matière de prolongation et de remplacement du parc ?

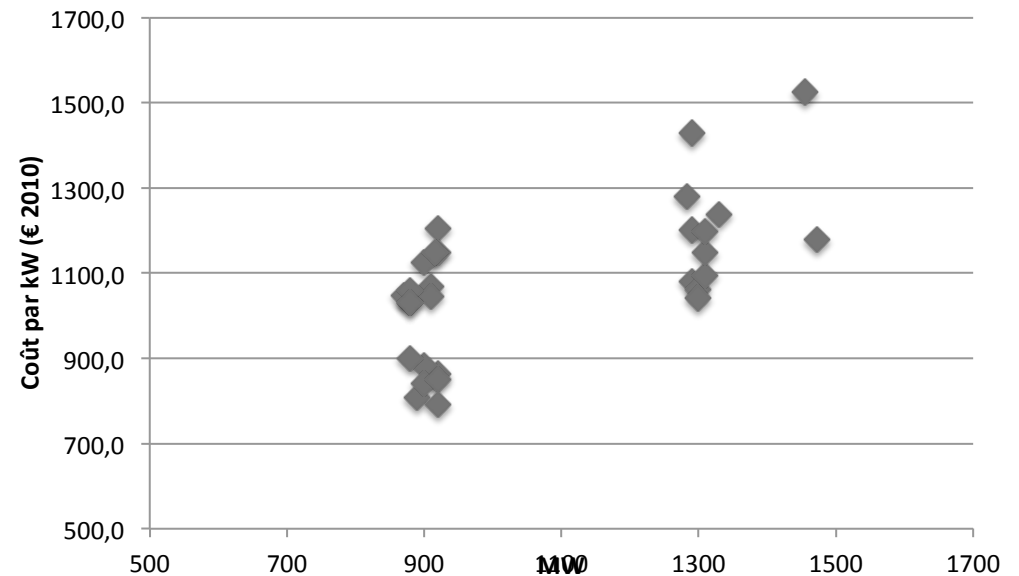
Une idée plus précise de la croissance des coûts de construction

On ne disposait pas auparavant des données sur les coûts de construction par réacteur (seulement de la chronique annuelle des investissements)



Et donc de leurs déterminants

Variables	Effet sur le coût
Effet site (nouvelle tranche sur un site existant)	-11%
Technologie palier P4 et P'4	+14%
palier N4	+25%
Effets d'apprentissage (nouvelle tranche d'un même palier)	NS



Pas d'économie de taille
apparente

L'évaluation problématique du coût du capital

- Dépenses d'investissement initial du parc actuel par EDF : 96 Md€2010 (n.b, sans les charges futures liées au démantèlement, ni les investissements de maintenance)
- Comment les rembourser et les rémunérer ?
- Le rapport présente, discute et détaille plusieurs méthodes
 - Coût comptable (pas de rémunération du capital)
 - Coût comptable complet de production (inclus l'inflation et les intérêts intercalaires)
 - Coût courant économique (reconstruction aujourd'hui à technologie constante)
 - Approche de la Commission Champsaur et de la CRE (rémunération du parc non amorti, inflation ignorée)

Le grand écart

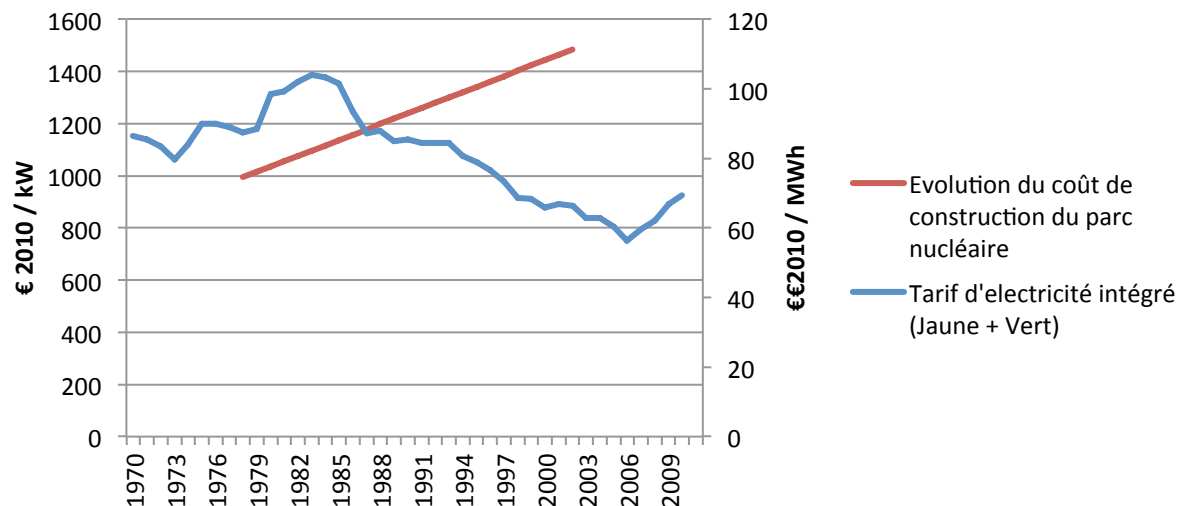
Méthode	Coût comptable	Champsaur/ CRE	C3P	CCE
Coût total annuel de production (Mds €2010)	13,6	13,5	16,2	20,1
Coût du MWh (€2010)	33,3	33,1	39,8	49,5
Dont coût d'utilisation des actifs €/MWh	4,4	6,0	16,3	22,4
Taux de rémunération du capital	0%	8,4%	7,8%	7,8%

Objectif, objectivité et controverse

- D'un point de vue économique (i) le choix de la méthode d'évaluation de coût (ou de tarif) dépend de l'objectif recherché (e.g., inciter à l'investissement, optimiser l'usage, favoriser le consommateur, rétribuer l'actionnaire, assurer l'équité intergénérationnelle, ...) (ii) le coût n'est pas une grandeur objective, mais dépend du temps, du lieu et de l'agent (« *Costing is not to assess the cost of 'something', but rather the cost of 'doing something'* », N. Curien, 2003)
- « *La Cour constate qu'il existe un débat sur le point de savoir si la loi NOME, dans le cadre de la fixation du tarif de l'ARENH, exclut de façon générale, comme semble l'indiquer la CRE, la prise en compte du renouvellement du parc historique, ou si elle exclut seulement, comme l'estime EDF, la prise en compte du surcoût qu'entraînerait un renouvellement du parc historique par des centrales de nouvelles générations (i.e., des EPR) : se plaçant hors du débat tarifaire, la Cour n'a pas à trancher sur cette controverse, dès lors qu'elle est sans rapport avec l'évaluation objective du coût économique [Souligné par nous] de production de l'électricité nucléaire à partir du parc historique existant, qui inclut évidemment comme pour n'importe qu'elle autre activité économique, le coût de reconstitution des capitaux initialement investis » Note de bas de page 228, annexe 15, p. 337.*

L'ignorance du coût de renouvellement

- L'analyse économique plaide en général en faveur de tarifs reflétant les coûts de développement
 - Regarder vers l'avenir plutôt que dans le rétroviseur
 - Envoyer les bons signaux aux usagers pour leurs décision de choix d'investissement (e.g., équipements, processus industriels, localisation)
- Le rapport de la Cour des comptes insiste à juste titre sur les investissements à venir et pointe l'écart entre le coût de l'EPR et celui du parc historique, mais ne s'interroge pas sur les conditions économiques incitatives à l'investissement
- L'écart entre le coûts croissant des technologies de production d'électricité et la diminution des tarifs de l'électricité n'est pas soutenable (EPR d'aujourd'hui : 3700 €/kW)



L'allongement de la durée de vie des réacteurs et leur remplacement

- Durée initiale d'amortissement, 30 ans; 40 ans depuis 2003
- Durée de fonctionnement prévue à la construction 40 ans; scénario privilégié dans la PPI 2009-2012, au-delà de 40 ans; durée envisageable aujourd'hui, 50 ans, voire 60 ans
- « *La durée de fonctionnement des centrales est une variable stratégique* »
 - Le rapport souligne le choix implicite déjà fait de faire durer le parc au-delà de 40 ans (e.g., remplacement non anticipé des 11 GW des 12 réacteurs construits avant 1980)
 - Le rapport note que la prolongation de la durée a un effet sur la rentabilité
 - Le rapport suggère de se préoccuper dès maintenant de la construction de moyens de production de remplacement
 - Sans se prononcer explicitement sur le choix des technologies (i.e., nucléaire/autres)

L'effet sur la rentabilité (une demi-page sans chiffre !)

- « [...] si on fait l'hypothèse que les coûts calculés sont couverts par des recettes (prix, tarifs, autres), il est évident que plus le nombre d'années de fonctionnement du parc augmente, plus les recettes rapportées par l'investissement initial s'accroissent et plus cet investissement est rentable pour son propriétaire » (VIII I C 4, p. 284)
- D'un point de vue économique, ce qui importe est :
 - de savoir si les coûts d'exploitation et les investissements de jouvence et de mise en conformité aux exigences de l'ASN post visite décennale sont inférieurs aux recettes espérées
 - de ne pas fermer un réacteur de façon anticipée (dès lors que l'autorité autorise sa prolongation et que l'opérateur décide qu'il vaut la peine de réaliser les nouveaux investissements pour continuer de l'opérer) car c'est une perte sèche pour l'économie (de l'ordre de 100 à 250 € Mds, voir Rapport Energies 2050, ou encore Lévêque et alii in *Energypolicyblog.com*)
 - sauf à considérer que la France connaîtra quasi-certainement un ou plusieurs accidents majeurs durant les années de prolongement (chiffre de l'IRSN de 70 Mds€ cité p. 242)

Comment préparer le remplacement du parc ?

- D'un point de vue économique, il convient de délier la question du choix de la technologie de remplacement de la question du rallongement de la durée de vie des réacteurs (cf. Suisse, Energy Concept allemand, USA)
- *« Si on envisage le remplacement d'une partie du parc, et a fortiori sa totalité, il importe d'anticiper ces renouvellements et d'en définir le rythme, notamment pour des raisons d'organisation de la filière industrielle » p.292*
- Mais comment anticiper la date de fermeture économique des réacteurs du fait des incertitudes sur les résultats des visites décennales ?
- Comment trouver le bon équilibre entre un rythme de remplacement rapide dicté par trop de prudence et une prise de risque trop grande fondée sur une vision trop optimiste de la bonne tenue des réacteurs au vieillissement ?

Conclusions

- La Cour des Comptes recommande d'actualiser régulièrement et d'approfondir le chiffrage qu'elle a réalisé sur la filière électronucléaire
- Les citoyens, les élus mais aussi les économistes ne peuvent que se réjouir à l'avance de ses nouveaux travaux