

Le contexte de la R&D autour de l'énergie nucléaire

Bruno GILLET



www.enseignementsup-recherche.gouv.fr



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE, DE
L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE



Sommaire

1. Les acteurs du secteur nucléaire civil
2. Le contexte politique
3. Les grands enjeux de R&D du secteur nucléaire civil
4. Les budgets de la recherche du secteur nucléaire civil
5. Typologie de la recherche

1

Les acteurs du nucléaire civil

Réacteurs et cycle du combustible nucléaire en France

1

Entreposage U app.

Fabrication du combustible

MOX

UO_2 nat app + PuO_2 : 120 t/an

UO_2

UO_2 nat enrichi : 1000 t/an
 UO_2 recyc. enrichi (URE) : 150 t/an

Réacteurs REP

Plutonium : 10 t/an

Enrichissement

Conversion

Concentration

Retraitement

Entreposage MOX usés

120 t/an

Entreposage URE usés

150 t/an

Uranium naturel pur

Uranium recyclé

Combustibles UO_2 usés
1000 t/an

Déchets

Extraction du minerai

Uranium Naturel
8000 t/an

HA-MA VL
Stockage CIGEO

FA-MA VC
Stockage de surface

Stockage FA VL

UO_2 nat app. : 7000 t/an
 UO_2 recyc. app : 800 t/an

Uranium appauvri

Uranium enrichi

Les acteurs du nucléaire civil en France

Industriels

- EDF : Parc de réacteurs
- Areva : Concepteur de réacteurs et services
Usines du cycle du combustible
Assainissement/Démantèlement
- Andra : Stockage des déchets

Autorité administrative

ASN et son appui technique - IRSN

Formation et Recherche

Universités et Ecoles
CNRS
CEA
IRSN
BRGM
INSERM

2

Le contexte politique

Mix énergétique français en 2012

Consommation globale d'énergie primaire : 259 Mtep

Pétrole : 79 Mtep,

Gaz : 38 Mtep

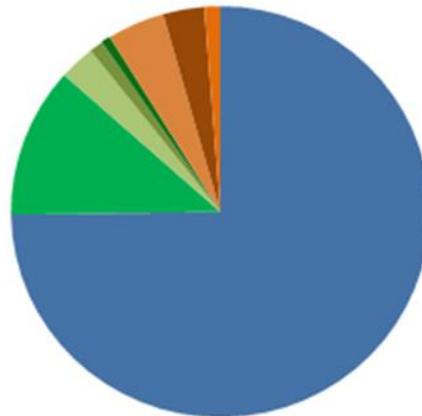
Charbon : 10,9 Mtep

Nucléaire : 111 Mtep

Energie renouvelable : 23 Mtep

127,9 Mtep

Production d'électricité en France (2012)



- Nucléaire (74,8%)
- Hydraulique (11,8%)
- Eolien (2,8%)
- Biomasse (1,1%)
- Photovoltaïque (0,7%)
- Gaz (4,4%)
- Charbon (3,2%)
- Fioul (1,2%)

Nucléaire : 74,8%

ENR : 16,4%

Source : RTE France

6 principes structurants et des objectifs :

1 - Maîtriser la demande en énergie

- 50 % consommation finale d'énergie d'ici 2050 (réf. 2012)

2 - Diversifier les sources d'approvisionnement énergétique

↗ 32% part des énergies renouvelables en 2030 (réf. 2012) soit :

40% production électrique

38% chaleur consommée

15% carburants

↘ 50 % part du nucléaire, puissance installée plafonnée à 63,2 GW

➡ contribuer à l'objectif européen - 40% émission GES en 2030
(réf. 1990)

3 – Associer les citoyens, les entreprises et les territoires

4 – Développer la recherche dans le domaine de l'énergie
Stratégie Nationale Recherche sur l'Energie (SNRE) à venir
MEDDE + MENESR

5 – Assurer des moyens de transport et de stockage de l'énergie

1 – Réduction des déchets à la source

- **Recyclage des combustibles usés (recyclage U et Pu)**
- **Poursuite de la R&D sur la séparation/transmutation**

➡ **Projet Astrid (démonstrateur réacteur RNR)
fin APD en 2019 et décision de construction > 2019**

2 – Stockage des déchets

➡ **Stockage en couche profonde pour les déchets HA-MA VL - CIGEO**
2015 : Dossier d'Orientation de sûreté (DOS)
2017 : Demande d'Autorisation de Création (DAC)
2025 : Début de l'exploitation pilote

➡ **Stockage des déchets FA-VL**
2015 : Scénarios de gestion des déchets graphite et bitume
2015 : Dossier de faisabilité du stockage SCR

3

Les grands enjeux de R&D du secteur nucléaire civil

- **Soutien aux installations existantes (réacteurs et usines du cycle) et futures installations (y compris export)**
- **Soutien à l'Andra : CIGEO et stockage FA-VL**
- **Soutien au développement des réacteurs de 4^{ème} génération**
- **Soutien à l'Assainissement/Démantèlement des installations**
- **Sûreté – radioprotection**
- **Développement et maintien des compétences**
- **Soutien à la formation par la recherche (attirer les meilleurs candidats)**

4

Les budgets de la recherche

4

Dépenses de R&D consacrées à la recherche nucléaire en France

en M€ courant	2010	2011	2012	2013
CEA	460	489	547	530
IRSN	82	97	103	90
CNRS	28	28	28	28
ANDRA	93	98	128	136
Total organismes publics	663	712	806	784
EDF (R&D interne)	158	169	180	186
Areva (R&D interne)	200	191	178	154
Total	1022	1072	1164	1124

→ NEEDS

Extrait RPT 2014 Cour des Comptes « coût de l'électronucléaire »

Financement : ~ 50% les industriels
~ 50% subventions récurrentes ministères + PIA

PIA 1

CEA

Réacteur expérimental RJH (Cadarache) : **248,4 M€**

Démonstrateur RNR Astrid (APS + APD) : **626,6 M€**

Andra : **75 M€**

Optimisation de la gestion des déchets de démantèlement

Valorisation de déchets métalliques très faiblement radioactifs

Mise au point de technologies innovantes de traitement de déchets

Recherche en matière de sûreté et de radioprotection RSNR : **50 M€**

PIA 2 : en cours

Contribution de la France au budget de l'UE: 16,5%**Evolution du budget annuel moyen du PCRDT**

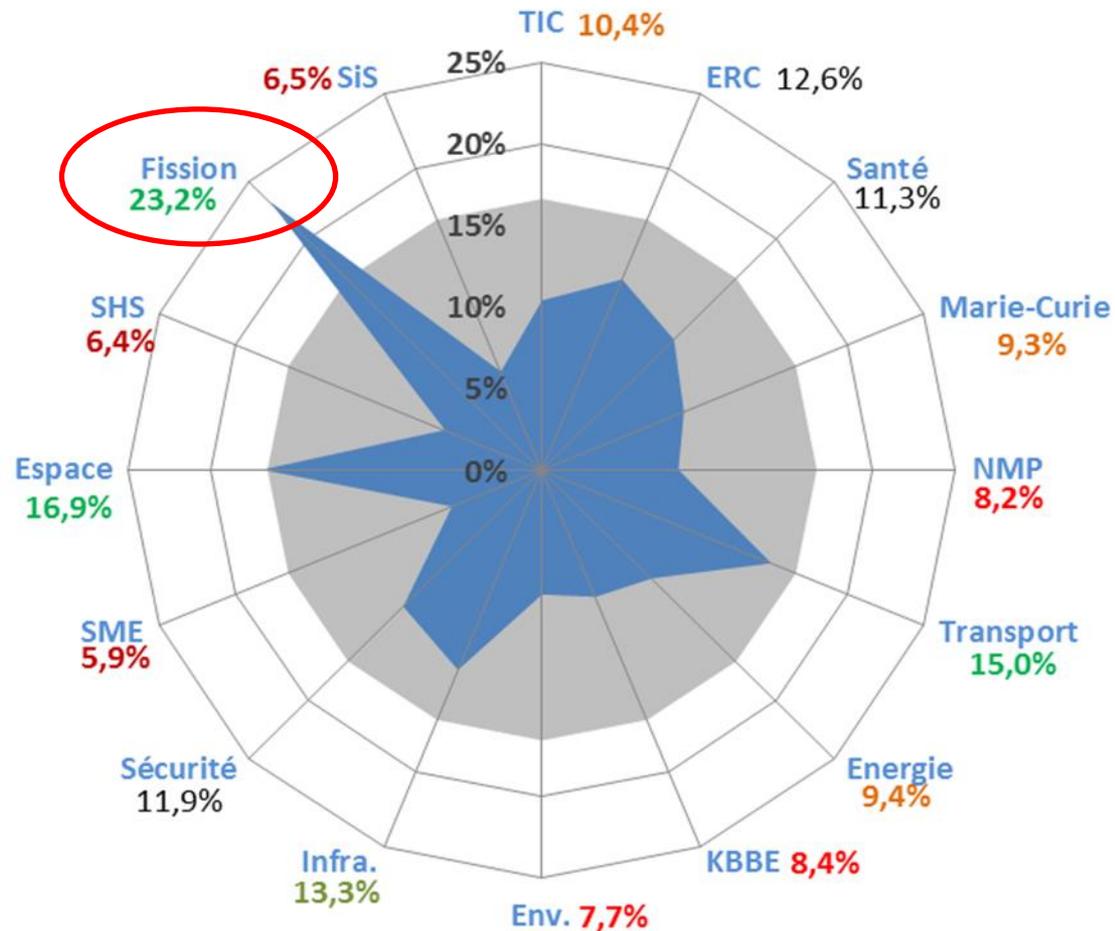
5^{ème} PCRDT (1999-2002): 3,2 Md€

6^{ème} PCRDT (2003-2006): 4 Md€

7^{ème} PCRDT (2007-2013): 6,4 Md€ (part française 1,06 G€)

- Sur le 7^{ème} PCRDT, les équipes françaises ont gagné en moyenne **723 M€/an!**
- Sur l'année 2013 (pire année en terme de part des financements captée), les équipes françaises ont gagné **766 M€!**

- Pour **chaque €** abondé par la France au budget du PCRDT (via le budget de l'UE), **moins de 0,7 €** retourne aux équipes françaises
- Sur la période, la France a ainsi « perdu » 344 M€/an de crédits RDI
- En 2013, la France a « perdu » **plus de 640 M€** de crédits RDI au bénéfice de ses partenaires (mais aussi compétiteurs) européens

Bilan 7^{ème} PCRD

Seuls les programmes Fission et Espace dépassent le seuil des 16,5%

5

Typologie de la recherche

4 grands types de recherche :

- Recherche fondamentale
- Recherche amont
- Recherche appliquée
- Ingénierie



NEEDS