



Perspectives allemandes et franco-allemandes pour la recherche et le développement énergétiques

Jean-Claude Perraudin

Conseiller énergie atomique et énergies alternatives

Ambassade de France en Allemagne

Thématiques

- 1 - La situation énergétique allemande : forces et faiblesses**
- 2 - La R&D : une contribution incontournable à l' « Energiewende »**
- 3 – Les atouts de la R&D allemande : organisation et budgets**
- 4 - La coopération franco-allemande en matière de R&D : des thématiques communes pour des mix différents**
- 5 - Conclusions**

La situation énergétique allemande : forces et faiblesses

Les fondements de la stratégie énergétique allemande : l' « Energiewende »

L'abandon du nucléaire en 2022

La sécurité d'approvisionnement

Le maintien du niveau de l'industrie allemande

La compétitivité du prix de l'énergie

Le développement des EnR

La préservation de l'environnement

Le respect des objectifs européens en matière d'émissions de GES

Des objectifs ambitieux et vertueux, mais contradictoires

L' « Energiewende » en difficulté : le spectre de l'échec

- **Aspects économiques**
 - Black-out électriques
 - Fragilisation de l'outil de production (microcoupures)
 - Délocalisation des entreprises
 - Faillites des entreprises
 - Perte de compétitivité du pays
- **Aspects sociaux**
 - Montée des prix de l'électricité
 - Montée de la précarité énergétique
 - Montée de l'autoconsommation individuelle
 - Rejet de la politique énergétique (nouvelles installations)
 - Création de chômage
- **Image à l'international**
 - Augmentation des émissions de CO₂
 - Non-respect des engagements vis-à-vis de l'UE

Les causes des difficultés : une législation abondante et peu cohérente

2000 : Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)

- Forte promotion des énergies renouvelables
- Tarif de rachat de l'électricité EnR garanti sur 20 ans
- Priorité aux EnR sur le réseau

2002 : Atomaustieg

- Programmation de la sortie du nucléaire
- Limitation de la durée totale d'exploitation des centrales
- Souplesse dans l'utilisation des quotas alloués

2010 : « Energiekonzept 2050 »

- Prolongation de la durée de vie des centrales (8 ou 14 ans)
- Taxe sur les combustibles en faveur des ENR

Mars 2011 : Fukushima

- Moratoire sur 8 centrales

Août 2011 : 13^{ème} amendement à la loi « Atomgesetz »

- Arrêt des 8 centrales (8,4 GW)
- Programmation de l'arrêt des 9 autres de 2015 à 2022 (12,1 GW)
- Paquet énergie-climat d'accompagnement

Juillet 2015 : Loi EEG 2

- Encadrement des aides aux EnR
- Limitation des exemptions aux industries électro-intensives

Les causes des difficultés : des incertitudes et des infrastructures inadaptées

- **Un parc de sources EnR exceptionnel en capacité brute**
- **Des prix de l'électricité illisibles**
 - Des **coûts** de production **faibles**
 - Des épisodes de **prix négatifs** qui augmentent la taxe EnR
 - Des **exemptions** pour les entreprises **mal comprises**
- **Des infrastructures peu compatibles avec les exigences de l' « Energiewende »**
 - Parc EnR développé autour de la **production** et non de **l'utilisation**
 - **Manque de rentabilité** des centrales thermiques
 - **Fermetures** des plus performantes, y compris sur le plan environnemental (ex : Irsching)
 - Rentabilité de la production à partir du **charbon** et du **lignite**
 - **Grille électrique** non prévue pour l'intégration des EnR
- **Des décisions dans l'attente**
 - **Retards pour le raccordement** des parcs éoliens off-shore (en résolution ?)
 - Difficultés de développement des lignes HT nord-sud (coût, acceptation)
- **Des contraintes difficiles à anticiper**
 - Incertitudes sur la **consommation** (natalité, efficacité énergétique)
 - Perspectives pour les **coûts** de l'énergie (gaz de schistes en provenance de Etats-Unis)

La difficile gestion de la fin du nucléaire

Les centrales du puissance

8 mises sous moratoire en mars 2011 puis arrêtées (8,4 GW)

9 seront arrêtées d'ici 2022 (12,1 GW - Prochaine : Grafenrheinfeld en mai 2015)

5 demandes de démantèlement déposées (Biblis 1 et 2 publiées en mai 2014)

Actions en justice

Violation des **droits de propriété** (E.ON, RWE, Vattenfal) : 15 Md€ demandés (estimation)

Taxe sur le combustible nucléaire : 2,2 Md€ accordés par le tribunal financier de Hambourg

Thématiques

Sûreté des centrales

(cas d'une panne mineure)

Démantèlement des centrales

(agendas, aspects sociaux, déchets, provisions)

Gestion des **déchets** nucléaires

(loi de juillet 2013, Gorleben, Konrad, Asse)

La R&D nucléaire

*(fission/fusion, **restrictions des thématiques**, présence UE)*

**La R&D énergétique :
une contribution incontournable
à l'avenir de l' « Energiewende »**

Les leviers d'action du gouvernement

Moyens

- La R&D** : développer les **nouvelles technologies**
- La réglementation** : prendre des dispositions contraignantes (et mal vues)
- La communication** : rechercher l'acceptation du public

Domaines d'action potentiels

- **La production d'électricité**
 - Gérer l'intermittence
 - Améliorer les **performances des EnR** (R&D)
 - Développer les capacités de substitution (loi, acceptation)
 - Limiter les **émissions de CO2** (R&D, acceptation)
- **La gestion de l'électricité produite**
 - Transporter l'électricité (loi, acceptation)
 - **Stocker l'énergie** en excès (R&D, loi)
 - Intégrer les **composantes** au réseau (R&D)
 - Intérêt de **l'électromobilité** (R&D, loi, acceptation)
- **La maîtrise de la consommation**
 - **Efficacité énergétique** (R&D)
 - Incitation à la modération (loi)
 - **Autoconsommation** (R&D, loi)

Production d'énergie

Eolien

Biomasse

Photovoltaïque (+)

La gestion et l'intégration des ressources électriques

Gestion de l'intermittence des ENR et souplesse des sources (+)

Stockage de l'énergie – hydrogène et batteries (+++)

Systèmes intelligents – réseaux et compteurs (+)

Intégration des ressources (++)

L'accompagnement

Efficacité énergétique (++)

Economies d'énergies (+)

Capture et stockage du CO2 (non)

Electromobilité (++)

Biocarburants (+)

Nucléaire

Sûreté (+)

Gestion des déchets (++)

Démantèlements des installations (+)

L'exemple du stockage de l'énergie : la R&D au secours de l' « Energiewende »

La réponse à l'intermittence des EnR

Technologies émergentes

- Utilisation de l'**hydrogène** (la plus prometteuse)
 - Electrolyse lors des pics de production EnR
 - Piles à combustible pour les transports (**électromobilité**)
 - **Injection directe** dans le réseau de gaz
 - Recombinaison avec du CO₂ pour injection de méthane (**Power-to-gas**)
 - Etudes amont en vue du « **Power-to-liquid** »
- Stockage dans des **batteries** gérées via des smart-grids
(modules dédiés, véhicules électriques, habitat)

Autres technologies

- Ressources **hydrauliques** : pompage-turbinage
(accords avec pays limitrophes : Suisse, Autriche, Norvège)
- Stockage **adiabatique** par air comprimé (Basse-Saxe)
- Stockage inertiel

La R&D pour le nucléaire

Des thématiques très encadrées

Sûreté des centrales existantes (jusqu'en 2022 ?)

Gestion des déchets

Démantèlements des installations

Fusion thermonucléaire

Des installations de recherche maintenues aujourd'hui

Réacteurs de fission : FRM II (Munich) – *BER II (Wannsee)*

Réacteurs de fusion : Stellarator W7-X (Greifswald) - Tokomak ASDEX (Garching)

Des thématiques exclues

Nouvelles installations nucléaires

Nouveaux concepts techniques

Nouvelles filières (réacteurs de 4^{ème} génération)

Des perspectives mitigées

Volonté de séparer la fission et la fusion

Baisse générale des crédits dédiés (Bund, Länder)

Réduction du nombre de contrats avec les industriels du secteur

Reports sur des technologies « duales »

Respect des engagements internationaux (ITER)

Baisse de l'expertise vis-à-vis des instances internationales (Euratom, AIEA, ENSREG)

Les atouts de la R&D allemande : organisation et budgets

Les dépenses de R&D (tous secteurs confondus)

Dépenses de R&D (public + privé) en 2012

Allemagne : 74,6 Md€ (soit 2,90 % du PIB)

France : 45,4 Md€ (soit 2,26 % du PIB)

Répartition

- Entreprises : ~ 66% (FR : ~ 52%)
- Gouvernement : ~ 30% (FR : ~ 48%)
- Institutions privées non commerciales : < 0,5%
- Diverses : ~ 4%

Contribution(*) du gouvernement aux :

Entreprises	2,3 Md€
Instances de recherche	9,2 Md€
Universités	10,7 Md€

Contribution(*) des entreprises aux :

Entreprises	46,4 Md€
Instances de recherche	1,1 Md€
Universités	1,9 Md€

Contributions(*) diverses aux :

Entreprises	1,7 Md€
Instances de recherche	0,6 Md€
Universités	0,6 Md€

(*) Estimations

Le financement fédéral de la recherche énergétique

Le programme-cadre 2011-2014

Volet recherche du paquet énergie du 6 juin 2011 principalement orienté sur :

- les technologies EnR
- Le stockage de l'énergie
- l'efficacité énergétique
- le nucléaire (dans l'optique de son arrêt)

Budget : **3,5 Md€** (+75% par rapport à la période précédente)

2,24 Md€ en subventions et 1,22 Md€ pour les salaires

Cing ministères directement impliqués sur ce budget

- BMW Industrie (901 M€)
 - BMBF Recherche (358 M€)
 - BMU Environnement (795 M€)
 - BMELV Agriculture (182 M€)
 - BMVBS Transports (associé par le programme NIP)
- (**hydrogène et pile à combustible** doté de 1,4 Md€ pour 2008-2016)

Des initiatives à **vocation transverse**

- « Stockage de l'énergie » lancée en 2011 (200 M€)
- « Réseaux électriques du futur » lancée en 2013 (150 M€)
- « Transition énergétique » plateforme nationale lancée en mars 2013 par Mme Wanka

Organisation de la recherche

Organismes extra-universitaires

Société Max-Planck (recherche fondamentale)

Personnels : 16900 Instituts : 80 Budget : 1,4 Md€

Communauté Helmholtz (grands instruments de recherche)

Personnels : 31700 Instituts : 18 Budget : 3,4 Md€

Société Fraunhofer (recherche appliquée et transferts technologiques)

Personnels : 18000 instituts : 60 Budget : 1,65 Md€

Société Leibnitz (ancrage régional)

Personnels : 16800 Instituts : 86 Budget : 1,4 Md€

Agences et fondations

Deutsche Forschungsgemeinschaft – DFG (agence de moyens)

Projcträger (gestionnaires de programmes de recherche des ministères fédéraux et régionaux)

Deutscher Akademischer Austausch Dienst – DAAD (office des échanges universitaires)

Fondations dont Alexander von Humbolt (financements des projets de recherche)

**La coopération franco-allemande :
des thématiques communes
pour des mix différents**

Une méthodologie déjà largement éprouvée

- Dans le cadre d'**accords bilatéraux** dédiés entre instituts de recherche (CEA, TUM, Helmholtz, FZJ, KIT, ...)
- Présentations de **réponses coordonnées** aux appels de la Commission européenne (FP7, Horizon 2020)
- **Echanges** d'étudiants et de chercheurs
- **Contrats** thématiques en tant que de besoin
- Suivi de **feuilles de routes** concertées

Une thématique omniprésente

- **Conseils des ministres** franco-allemands (22/01/2013 et 19/02/2014)
- **Sommets** franco-allemands sur la recherche (25/01/2013 et 08/01/2014)
- **Conférences** franco-allemandes sur l'énergie (02/07/2013 et 04/06/2014)
- Rencontres ministérielles **bilatérales**

Une coopération industrielle et technologique

- Mise en place d'une **plateforme technologique** pour développer les partenariats industriels et technologiques
- Mise en place d'une **structure de coopération** rassemblant l'ADEME et la DENA
- Renforcement de l'**OFAEnR** en vue du traitement de l'industrialisation des technologies des transitions énergétiques
- Intensification de la coopération entre **organismes de recherche** (CEA, IFP-EN, Helmholtz, Université technique de Munich)
- Accompagnement de l'**investissement** privé et local via des instruments financiers développés par la caisse des Dépôts et la KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau)

Des domaines d'actions prioritaires

- **Les réseaux de transport** de l'électricité
- **Le stockage de l'électricité** (plan scientifique, soutien du programme H2020)
- Développement des **technologies hydrogène et solaire** (synergies existantes)

Conclusions

Les faits

- L'arrêt des centrales nucléaires se poursuivra
- L'Allemagne dispose d'un parc EnR puissant mais mal adapté à ses besoins
- La situation énergétique est tendue et la trajectoire actuelle n'est pas tenable
- Seules la loi et la R&D pourront infléchir la tendance et répondre aux attentes
- La loi EEG 2.0 est accueillie avec réserves (actions des Länder) et son impact sera limité

Les perspectives

- Il y a une attente des nouvelles technologies
- Tous les acteurs en sont conscients, veulent contribuer et s'en donnent les moyens (Etat fédéral, Länder, industriels, instances de recherche)
- Les technologies pertinentes à moyen terme sont identifiées : (stockage de l'énergie, matériaux et efficacité énergétiques, réseaux)
- Il y a une véritable volonté de coopération franco-allemande sur ces sujets
- Les différences structurelles des moyens et de l'organisation de la R&D entre les deux pays compliquent le processus (ex : réseaux d'instituts, transferts de technologies, ...)
- Des actions franco-allemandes sont en cours (sommets franco-allemands de la recherche, accords bilatéraux, appels d'offres H2020)

Merci pour votre attention