

## PROJET DE RECHERCHE – N°78 / CEA

---

### **« Modèles de gestion de risque pour les projets innovants en double inconnu (technique et marché) : évaluation et pilotage des concepts techniques génériques dans le domaine énergétique »**

Les projets innovants en R&D dans le domaine énergétique se caractérisent par un double inconnu : la transition énergétique exige l'exploration de types de marchés et d'usages radicalement nouveaux (que ni les analyses sociétales ni les politiques publiques ne permettent de cadrer) ; la technique n'est pas moins ouverte, les évolutions scientifiques et technologiques rendent possible l'exploration de concepts techniques en rupture (que les enjeux de durée de vie et d'investissement, associés traditionnellement au domaine énergétique, ne permettent plus d'exclure).

Ce type de contexte, au-delà des risques qu'il induit (exploration technique infructueuse, marchés évanescents,...), invite aussi à envisager des formes de succès différentes du simple couple {technologie ; marché} : dans ces situations d'innovation radicale, les succès sont souvent des « General purpose technologies » (Bresnahan and Trajtenberg 1995), i.e. des innovations qui impactent voire suscitent de nombreux marchés (et de nombreuses variantes techniques). L'identification ex post de ces GPT est relativement aisée (la machine à vapeur, le moteur électrique...) mais leur identification ex ante pose de nombreux problèmes : comment dire a priori d'un concept technique original, dont les marchés futurs et les développements techniques sont largement inconnus, s'il donnera lieu à une GPT ou non ? Telle est la difficulté de la gestion de risque des projets énergétiques radicalement innovante, i.e. en double inconnu (inconnu marché et inconnu technique).

Afin de proposer un modèle de gestion de risque adapté aux situations de double inconnu, le projet se propose de combiner deux perspectives :

- 1- les théories de la décision dans l'incertain (Savage 1972 ; Raïffa 1968) ont conduit au développement de la théorie des options réelles permettant de prendre en compte l'incertitude et la flexibilité des projets. L'endogénéisation de l'environnement permet de sophistication des modèles afin de rendre le décideur state maker (Richard and Trommetter 2001).
- 2- Ces approches probabilistes sont très utiles mais doivent cependant se cantonner à un nombre assez restreint d'états du monde probabilisables pour décrire le futur. Les théories de la conception contemporaines permettent à l'inverse de construire les structures de l'inconnu associées à une base de connaissance et à un concept technique (Hatchuel and Weil 2009), autrement dit une topologie des nombreux futurs possibles, à probabilité faible, et dont l'émergence serait liée à l'exploration du projet innovant lui-même.

Le projet conduira à élaborer un modèle couplant théorie de la décision dans l'incertain et théorie de la conception. Le modèle « couplé » ainsi construit doit permettre d'évaluer et d'aider au pilotage des portefeuilles de projets dont les marchés potentiels sont à probabilité faible mais en nombre élevé. Il permettra notamment de mieux évaluer et piloter des projets de concepts techniques génériques, jouant sur les interdépendances entre plusieurs marchés potentiels. Il conduira aussi à préciser les rôles possibles de la puissance publique dans le pilotage de portefeuilles de projets innovants (au niveau des agences ou au niveau des portefeuilles de recherche des instituts publics de recherche finalisée). Ainsi, le projet associera études de cas empiriques et élaboration d'un modèle de simulations, débouchant sur un nouveau modèle de gestion de risque des projets en double inconnu.

L'intérêt du projet est double :

Enrichissement des approches de type « options réelles » et théorie de la décision dans l'incertain : plusieurs travaux ont montré l'intérêt de tirer parti des interdépendances pour gérer les risques en situation d'incertitude (voir notamment les approches de type modularité et plateforme (Baldwin and Clark 2006 ; Gawer 2009) ; voir aussi les approches de type « try and learn » de Loch (Loch et al. 2001; Sommer et al. 2008)) ; dans cette perspective, les structures d'indépendance (et d'interdépendance) sont la variable critique pour la valorisation des projets revendiquant une certaine généricité. Or les modèles formels de la conception sont aujourd'hui les outils de références pour étudier les structures d'indépendance, tant en mathématique que dans le monde des artefacts (Hatchuel et al. 2012). Aussi le projet conduira-t-il à faire progresser les modèles de gestion de risque en intégrant les structures d'indépendance de l'inconnu.

Enrichissement des approches en économie de la conception : les théories de la conception contemporaines permettent l'élaboration de référentiels de l'inconnu particulièrement riches et robustes (Agogué et al. 2012) mais intègrent encore peu les raisonnements économiques associés. Plusieurs pistes sont aujourd'hui en cours d'exploration sur ce sujet (voir par exemple les travaux sur la valeur en conception (Sharif Ullah et al. 2011 ; Gillier and Hooge 2012)). En étudiant des modèles d'algorithmes glouton et de structures matroïdales sur des graphes de concept (Hassen 2012), le projet permettra de poser les bases d'une économie de la conception fondée sur les structures d'indépendance dans l'inconnu. Dans un premier temps le projet permettra notamment de mieux modéliser les raisonnements de conception associés à des concepts techniques génériques.

Le projet doit donner un modèle (voire des outils) aidant les membres du CFE, qu'ils soient organismes publics de recherche, industriels ou agences de financement, à sélectionner et piloter les projets de recherche dans le domaine énergétique afin de diminuer les risques liés à l'innovation et de répondre à des objectifs de développement durable. Cet intérêt se décline en trois points :

- Disposer de principes de gestion du portefeuille de R&D adaptés aux projets d'innovation radicale, en double inconnu (et à vocation de GPT) ; avec les caractéristiques suivantes :
  - critères de succès des projets à vocation GPT (spécifiques et distincts des critères de succès des projets de type market pull et technology push),
  - variables de pilotage de ces projets (types d'évaluations intermédiaires, types de ressources à affecter...),
  - modèle consistant permettant l'accumulation d'expériences et l'apprentissage régulier.
- Grâce à ce modèle : conduire des études comparatives avec les modalités de gestion et de pilotage des projets de R&D en double inconnu :
  - comparaison entre membres du CFE, notamment comparaison entre les stratégies de gestion de portefeuille d'acteurs associés à la puissance publique et celles d'acteurs privés,
  - comparaisons internationales (notamment possibilité de discuter les stratégies de gestion de portefeuille de la Fraunhofer Gesellschaft ou du Argonne Lab).
- Selon les acteurs :
  - pour les gestionnaires de projets innovants publics : possibilité de développer des critères de gestion du portefeuille de projets de R&D en double inconnu intégrant mieux de nouvelles « fonctionnalités » (au sens large, cf. économie des fonctionnalités, i.e. y compris des formes « d'externalités » ; notamment aspects sociétaux et environnementaux, critiques dans le domaine de l'énergie),
  - pour les agences : contribuer à l'élaboration d'outils d'aide à la formulation et au pilotage d'appels à projets.

La recherche sera validée par la participation à des colloques internationaux et à des publications scientifiques.

Deux colloques sont envisagés :

- ▶ organisation d'un séminaire international à vocation scientifique et académique sur le thème « évaluation des projets innovants en double inconnu dans le secteur énergétique ». Ce séminaire permettrait de diffuser les résultats dans la communauté internationale,
- ▶ organisation d'un séminaire avec les membres du CFE impliqués dans la gestion de portefeuilles de projets en double inconnu (responsables de R&D, responsables produits,...) : ce séminaire permettrait de mettre à l'épreuve et de sélectionner les critères de gestion de portefeuilles résultant du modèle général de gestion de risque en double inconnu.