

Perception de l'énergie nucléaire et (ir)rationalité: une analyse sur données françaises

C. HUSSLER & P. RONDE

RÉSUMÉ

Cette contribution est consacrée à l'analyse à la fois théorique et empirique de la différence de perception du risque nucléaire entre experts et « profanes ». Comme nous le verrons avec la première partie consacrée aux apports de la littérature sur les risques majeurs, l'écart de perception n'est pas tant dû à un déficit de connaissance du non-expert comparé à l'expert qu'à un mode de pensée différent (qui peut se justifier). Dans le cas du nucléaire qui est notre champ d'étude, nous étayons l'hypothèse selon laquelle les experts peuvent aussi présenter un biais de rationalité dans leurs perceptions.

Dans la partie empirique de notre travail, nous reprenons les données individuelles de l'enquête française perception des risques par le public et par les experts (PERPLEX), que nous couplons à l'exploitation d'une enquête de prospective technologique, plus ancienne, afin de tester la robustesse de nos conclusions sur des indicateurs et des périodes différents. Nos résultats suggèrent qu'il n'existe pas de relation univoque entre type de population étudiée et type de rationalité mobilisée. Si la perception du nucléaire par les experts plaide plutôt en faveur d'une forme de rationalité plus analytique et moins émotionnelle de leur part, les experts peuvent cependant aussi souffrir de biais décisionnels, tout comme les profanes peuvent, sous certaines conditions, adopter des raisonnements analytiques.

Mots clés: nucléaire, perception des risques, biais cognitifs, rationalité, expertise.

JEL codes: D81- D83- Q42- Q58

Caroline Hussler:

BETA, Université de Strasbourg, 67085 Strasbourg Cedex, France, 03.90.24.21.81;

hussler@cournot.u-strasbg.fr

RECITS, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, 90010 Belfort Cedex, France, 03.84.58.38.02 ;

Patrick Ronde:

GRAICO, Université de Haute Alsace, 68093 Mulhouse Cedex, France, 03.89.33.74.66 ;

patrick.ronde@uha.fr

1. INTRODUCTION

L'utilisation civile de l'énergie nucléaire a fait l'objet de controverses importantes au niveau international et continue d'alimenter un débat qui dépasse le cadre habituel des discussions concernant les technologies à risque. En effet, alors que le recours à l'énergie nucléaire participe de la préservation de la qualité de l'air, préoccupation récurrente des sociétés développées contemporaines, son acceptation par le public semble mitigée. Les agents perçoivent bien les intérêts de cette énergie par rapport aux énergies fossiles notamment (pollution de l'air limitée du fait d'une moindre émission de gaz à effets de serre, préservation des ressources –fossiles-rares...), mais les nombreuses incertitudes (accidents nucléaires) et autres problèmes technologiques qui l'accompagnent (stockage des déchets radioactifs, passage à une nouvelle génération de générateur...) tempèrent néanmoins considérablement leur optimisme quant à cette énergie. Ainsi, d'après l'étude du CREDOC (citée par Etner [2006]) l'inquiétude face au risque nucléaire ne cesse d'augmenter ces dernières années et en 2005, 59% des personnes enquêtées jugent important le risque d'accident grave dans une centrale nucléaire française.

Dans ce contexte de défiance, le cas français apparaît particulièrement intéressant car le pays assure un leadership mondial sur la plupart des segments de la filière nucléaire civile. Ainsi, depuis la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, et en dépit des divergences qui ont pu opposer les deux principaux acteurs de l'histoire du nucléaire français, (Hecht [2004]) l'ambition commune de porter l'objet nucléaire comme symbole de l'identité nationale d'après guerre a porté le dynamisme industriel dans ce secteur. Aujourd'hui, le pays prend le pari de toujours plus développer cette filière en menant notamment une politique active de promotion du nucléaire dans le monde (comme en témoignent les accords récents de coopération signés par la France avec l'Inde et certains pays du Golfe persique). Ainsi en 2006 le nucléaire représente 16% de la production mondiale d'électricité dans le monde contre 78% en France (Clerici [2006]), la France se distinguant également par le nombre record de ses réacteurs nucléaires (59 unités soit le plus grand nombre d'Europe pour une puissance de 63GW). Cet investissement massif dans cette source d'énergie témoigne probablement également d'une seconde spécificité française, à savoir, un relatif attentisme de la part de la société civile qui semble être la "société qui laisse le plus de liberté de manœuvre à la technostructure nucléaire" (Héraud [2007]) (pendant que ses voisins allemands par exemple manifestent souvent et bruyamment leur rejet de cette énergie).

Pourtant, suite à quelques accidents (dont la catastrophe de Tchernobyl) l'image positive et la confiance dont bénéficiait le développement scientifique de cette énergie sont progressivement étiolées. Les centrales nucléaires jadis présentées comme les cathédrales des temps modernes (pour reprendre les mots du Commissariat à l'Energie Atomique lors de la construction de la toute nouvelle centrale de Marcoule, dans les années 70), suscitent de vives inquiétudes; elles matérialisent le danger (d'habitude invisible) de cette technologie. Les positions des opposants à cette forme d'énergie (bien qu'existantes depuis l'après guerre) se durcissent et trouvent peu à peu assises dans des comités d'experts indépendants.

Comment doit-on comprendre ces différences de jugement et d'évaluation face à cette énergie? Faut-il y voir une perception des spécialistes qui s'oppose à une perception du grand public? Doit-on y lire la manifestation d'une division entre

experts eux mêmes? Faut il au contraire y déceler une perception des experts plus exacte, ou moins biaisée que celle des profanes? Biaisée différemment?

Pour répondre à ces questions théoriquement et empiriquement, nous analysons dans la présente contribution, le type de rationalité à l'œuvre dans la construction des perceptions des agents (experts et profanes), afin de savoir si, in fine, il est possible de réconcilier ces points de vue, de limiter la controverse et ainsi de faciliter la prise de décision politique (quelle que soit sa direction) dans le domaine de l'énergie nucléaire. Comme nous le verrons avec la première partie consacrée aux apports de la littérature sur les risques majeurs, l'écart de perception n'est pas tant du à un déficit de connaissance du non-expert comparé à l'expert qu'à un mode de pensée différent (qui peut se justifier). Dans le cas du nucléaire qui est notre champ d'étude, nous étayons l'hypothèse selon laquelle les experts présentent aussi un biais de rationalité dans leurs perceptions.

Dans la partie empirique de notre travail, nous reprenons les données individuelles de l'enquête PERPLEX, qu'un partenariat avec l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) nous a permis d'utiliser, que nous couplons à l'exploitation d'une enquête de prospective technologique, plus ancienne mais aussi plus riche, afin de tester la robustesse de nos conclusions sur des indicateurs et des périodes différents. Concrètement nous testons tout d'abord s'il existe un lien entre le niveau d'expertise d'un agent et sa perception de l'énergie nucléaire, puis nous étudions si les avis des experts sont plus ou moins dispersés que ceux des profanes. Nos résultats suggèrent qu'il n'existe pas de relation univoque entre type de population étudiée et type de rationalité mobilisée. Si la perception du nucléaire par les experts plaide plutôt en faveur d'une forme de rationalité plus analytique et moins émotionnelle de leur part, les experts peuvent cependant aussi souffrir de biais décisionnels, tout comme les profanes peuvent, sous certaines conditions, adopter des raisonnements analytiques.

Dans le reste de cet article, nous commencerons par brosser le cadre théorique de notre travail en présentant les conclusions de la littérature sur la perception du risque, avant de poser nos hypothèses de travail. Dans une deuxième partie nous détaillerons les données et variables que nous mobilisons. La troisième partie sera l'occasion de présenter et discuter les principaux résultats avant de conclure sur les principaux apports de ce travail pour la compréhension et l'éventuelle résolution de la controverse engendrée par l'énergie nucléaire.

2. CONTEXTE THEORIQUE ET HYPOTHESES DE TRAVAIL

Selon la vision américaine de la *sound science*, les décideurs publics doivent se fier uniquement au jugement des experts quand ils sont confrontés à un problème ou à une controverse, afin de garantir l'objectivité et la neutralité des solutions proposées. On fait alors l'hypothèse que si experts et profanes divergent dans leurs positions, c'est du fait d'un manque de rationalité des profanes : les experts se fonderaient sur des faits alors que les profanes (le grand public) se laisseraient guider par leurs sentiments et leurs valeurs. En effet, il est avéré que les comportements des individus ne dépendent pas toujours des risques objectifs, c'est à dire de l'éventualité d'un accident: certains acceptent de s'exposer à des risques de probabilité élevée, alors qu'en même temps ils refusent de s'exposer à d'autres événements bien moins vraisemblables (cf. Viscusi [1990] et Liu et Hsieh [1995] pour une analyse de la

perception des risques par les fumeurs par exemple). La perception du risque par la population peut ainsi différer du (froid) calcul scientifique et ainsi être qualifiée d'irrationnelle.

On évoque aussi l'existence de biais cognitifs liés aux petits nombres et l'incapacité, pour les profanes, de raisonner en probabilité (Kahneman et Tversky [1981]) pour expliquer les différences de perception entre individus. Or, le nucléaire revêt des caractéristiques particulières en matière de risque par l'envergure et la gravité des conséquences potentielles, mais aussi par le côté invisible (et donc difficilement contrôlable) de la pollution radioactive et enfin par la très faible probabilité d'occurrence des dangers. Or, cette ambiguïté sur la probabilité d'accident a un impact direct sur la perception des individus de cette énergie. En effet, face à des risques de faible probabilité, les individus ont tendance soit à ignorer ces risques peu probables, soit à les surévaluer (cf Schade *et al.*, [2004]). Certains autres vont même jusqu'à complètement négliger le risque statistique d'incident et basent leur comportement sur la seule gravité potentielle des incidents, comme l'a démontré Guay (1995) dans le cas des infrastructures nucléaires, le comportement des individus apparaissant dans chacun de ces cas comme irrationnel.

De plus le profane peut souffrir d'une surestimation des informations détenues (Rabin, 1998). La littérature montre en effet que dans le cas d'événements importants mais rares, l'expérience passée de l'individu par rapport à ce risque est déterminant dans l'explication de ses croyances. Ainsi Tversky et Kahneman [1974] montrent que plus les agents peuvent se remémorer un événement aisément (car celui-ci est récent ou que les individus en ont été témoin et/ou victime), plus cet événement leur semble probable (c'est le biais de disponibilité). Inversement, une autre forme de biais existe: plus la dernière manifestation du risque est lointaine, plus les agents ont tendance à penser que sa probabilité d'occurrence dans un avenir proche est forte (*gambler's fallacy*)

D'une manière générale l'origine de la divergence entre experts et profanes réside donc selon ces approches dans le manque de capacités cognitives des profanes qui les empêche d'analyser rationnellement la situation. Toute la controverse nucléaire s'expliquerait alors par le différentiel de niveaux de connaissance et donc de capacité à raisonner entre individus, comme le confirment Furman et Erdur [1999] lorsqu'ils concluent qu'il existe un lien entre le niveau de connaissance d'un agent et son opinion sur les politiques de préservation de l'environnement.

La limite d'une approche aussi technicienne est de négliger le fait que le profane (qui est aussi citoyen et contribuable) exprime dans ses opinions ses préférences profondes et non pas uniquement son analyse des données objectives. Abondant dans ce sens, Forester (1994 :155) mentionne que « [...] too often we have ignored another issue : that people with whom planners work can be rational but not all-knowing ; rational but not unfeeling ; rational but not blind to their own history of suffering, risk, and loss, and of previous betrayal by supposedly well-meaning officials ». Dès lors, les non-experts ne peuvent plus simplement être catégorisés comme des acteurs inflexibles et irrationnels (Sjöberg, 2004)¹, et une autre explication doit être trouvée à la divergence de jugements entre individus. Ainsi,

¹ Un grand merci aux rapporteurs de la revue pour nous avoir suggéré ce point.

plutôt que d’invoquer l’irrationalité des profanes, ne peut-on pas rechercher une différence de nature entre la rationalité des experts et des profanes ? En effet si l’on se réfère aux travaux de Slovic *et al.* [2004], il apparaît que la rationalité est le produit d’un esprit analytique et d’un esprit expérientiel à la fois (cf tableau 1).

**Tableau 1: Two Modes of Thinking:
Comparison of the Experiential and Analytic Systems**
(Tiré de Slovic et al, [2004], p. 313)

Experiential System	Analytic System
Holistic	Analytic
Affective: pleasure-pain oriented	Logical: reason oriented (what is sensible)
Associationistic connections	Logical connections
Behaviour mediated by “vibes” from past experiences	Behaviour mediated by conscious appraisal of events
Encodes reality in concrete images, metaphors, and narratives	Encodes reality in abstract symbols, words and number
More rapid processing: oriented toward immediate action	Slower processing: oriented toward delayed action
Self-evidently valid: “experiencing is believing”	Requires justification via logic and evidence

Dans ce contexte, il est possible que la différence entre perception du risque par les experts et par les profanes vienne d’une capacité plus ou moins grande à mobiliser l’une ou l’autre de ces deux formes de rationalité (Epstein [1994]). C’est d’ailleurs ce que suggèrent les travaux récents en termes de perception des risques qui soulignent que celle-ci est à la fois un construit psychologique et social (Palmer, [1996]; Williams *et al.*, [1999]). Aussi, de manière simplifiée, on peut penser que l’expert recourt à une forme de rationalité plus analytique (du fait des compétences qui lui sont demandées dans le cadre de son activité professionnelle notamment), alors que le profane se laisserait davantage guider par sa rationalité expérientielle.

La présente contribution va plus loin et cherche, au contraire, à tester si les experts ne sont pas eux aussi victimes de rationalité expérientielle les poussant, contrairement aux profanes, à surévaluer les bienfaits du développement de la technologie nucléaire. En effet, les experts eux-mêmes peuvent être fortement et positivement influencés dans leur perception du risque nucléaire par le fait qu’ils sont impliqués dans des activités liées au nucléaire (par définition même de leur statut d’expert). Ainsi, dans le cas de la divergence de vision de l’économie entre les économistes et le grand public, par exemple, Blendon *et al.* [1997] et Caplan [2002] font état de l’existence (au moins pour partie) d’un *self serving bias* qui vient perturber l’objectivité des jugements des experts. Cette théorie psychologique, appliquée à divers domaines de la connaissance, essaie d’expliquer les différences de jugements entre individus par le fait que chacun a tendance à penser que les mesures et les choix bénéfiques pour son groupe d’appartenance le sont pour l’ensemble de la société. En effet, « *considerable empirical evidence shows that people tend to accept positive (as well as normative) beliefs slanted to serve their self-interest* » (Caplan [2002]). Donc, a priori, un expert compétent dans un domaine de recherche (tel que le nucléaire) est susceptible d’encourager un choix favorable à ce domaine en dépit de l’irrationalité

de cette décision. Il se peut donc que des experts fassent des erreurs de jugement en dépit de leur connaissance du sujet (Babcock et Loewenstein [1997]). Dans leur cas, cette implication dans la recherche sur le nucléaire crée un affect positif (Loewenstein et al. [2001]), c'est-à-dire une prédisposition de l'esprit favorable à cette technologie qui les occupe au quotidien, ce qui va limiter le risque perçu (Finucane et al. [2000]).

Dans la même veine, Sjöberg [2003] montre que les « stakeholders » - les personnes impliquées dans des activités liées au nucléaire - émettent des avis quant à la perception du risque nucléaire positivement corrélés à leur niveau d'implication dans ces activités, faisant ainsi écho aux résultats de Gould et al. [1998]. En d'autres termes, les personnes initiées (intéressées et impliquées dans le domaine que ce soit par le biais du militantisme dans une association pro ou anti nucléaire ou par le biais de recherche académique dans le domaine) ont des opinions beaucoup plus extrêmes que le profane – défini comme un individu non directement actif dans ce domaine. Donc, en plus de comparer les perceptions des différents individus, il semble intéressant d'étudier la dispersion de ces jugements, ce choix méthodologique étant de plus traditionnellement adopté dans la littérature sur le *self serving bias* (Dahl et Ransom, [1999]). Ce faisant, nous pourrions aussi aborder la question de l'homogénéité et de la convergence de la perception au sein des différentes communautés d'individus (qu'ils soient experts ou profanes) et entre ces mêmes communautés.

Finalement, la présente contribution cherche à tester deux explications alternatives et non mutuellement exclusives de la divergence de perceptions entre experts et profanes.

Hypothèse 1 :

Les experts mobilisent une rationalité plus analytique que les profanes, ces derniers raisonnant plus sur la base de leurs émotions.

versus

Hypothèse 2 :

Les experts souffrent de *self-serving bias* : leur perception est aussi guidée par leurs émotions et leurs intérêts et pas uniquement par la rationalité analytique.

Pour tester la validité respective de ces hypothèses, nous chercherons plus précisément à répondre empiriquement à deux questions:

- Existe-t-il un lien entre le niveau d'expertise d'un agent et sa perception de l'énergie nucléaire?

Dans le cas, où nos analyses empiriques ne devaient pas mettre en évidence de différence significative entre la perception par les experts d'une part et par les non-experts d'autre part des avantages et des inconvénients associés au nucléaire, nos hypothèses seraient toutes deux remises en question, puisque l'ensemble des individus adoptent alors vraisemblablement la même forme de raisonnement.

Au contraire, si les experts ont tendance à sous-estimer les dangers de la technologie nucléaire sur lesquels ils travaillent au quotidien, alors nous apportons des éléments de validation en faveur de l'hypothèse 2. De plus,

comme il a été montré que les différences de perception du risque peuvent être dues à une différence de définition du concept même de risque entre communautés des experts et des non-experts (Cohen, 1985) nous analyserons non seulement l'impact de l'expertise sur le jugement en matière de risque nucléaire, mais testerons aussi s'il existe un lien positif entre le niveau de connaissance et de compétence des individus dans le domaine nucléaire et leur perception des avantages associés à cette énergie - une implication dans le domaine nucléaire pouvant également créer un affect positif à l'origine d'une sur-estimation des avantages de cette technologie par les experts du domaine (dans le cas où l'hypothèse 2 serait vérifiée).

- Existe-t-il un lien entre le niveau d'expertise d'une population d'individus et la dispersion de la perception de l'énergie nucléaire par cette même population? En d'autres termes les avis des experts sont-ils plus ou moins variables que ceux des profanes?

Une variance de la perception des experts plus faible que celle des non-experts validerait l'hypothèse 1. En effet, si leur jugement est fondé sur des raisonnements et des éléments logiques, les experts devraient tous arriver à des conclusions et à des avis proches, contrairement aux non-experts, guidés par les diverses images et émotions qui les caractérisent individuellement. De plus, si l'avis des experts est plus analytique (hypothèse 1 toujours), les caractéristiques psycho-sociales de ces derniers ne devraient pas significativement influencer leur perception, ou tout du moins devraient moins influencer leur avis que celui des profanes, leurs jugements se basant exclusivement sur des éléments logiques. Enfin, la perception des non-experts devrait fortement dépendre de la confiance de ces derniers dans les institutions, un manque de confiance créant un affect négatif fort (une prédisposition d'esprit très défavorable), exacerbant la perception des risques par les non-experts (contrairement aux experts plus rationnels et ayant par conséquent des avis moins volatiles).

Dans le cas de l'hypothèse 2, on devrait plutôt observer une variance des jugements émis par les experts plus forte que celle des profanes du fait que les experts développent des perceptions plus extrêmes car plus biaisées en leur faveur.

Pour apporter des éléments de réponse à notre problématique et estimer le pouvoir explicatif de ces deux hypothèses, nous mènerons des travaux empiriques mobilisant deux bases de données françaises dont nous allons présenter et détailler les contenus dans la partie suivante.

3. DONNEES ET VARIABLES

Notre travail empirique repose sur l'utilisation de deux bases de données françaises. La première, très récente (puisque les entretiens ont été réalisées fin 2004) est le fruit du travail de l'IRSN dans le cadre du projet Perplex (perception des

risques par les experts et le public)². Nous n'exploitons dans ce projet qu'une partie de cette enquête puisque nous concentrons notre analyse sur les observations recueillies sur un des deux échantillons de l'enquête initiale, à savoir l'échantillon des institutionnels, et sur les questions relatives à la perception du risque nucléaire exclusivement.

La seconde enquête, plus ancienne, nous permet de tester la stabilité de nos résultats dans le temps mais aussi de disposer d'indicateurs de mesure de la perception du nucléaire alternatifs et complémentaires pour asseoir nos résultats. Il s'agit de l'enquête de prospective technologique Delphi réalisée en France en 1994³, et qui cherchait à connaître l'opinion d'experts quant à l'importance à donner à plus d'un millier d'avancées technologiques. A nouveau, pour la présente étude, nous nous concentrons sur l'analyse des réponses apportées sur les technologies nucléaires.

3.1 L'enquête Perplex

Dans l'enquête Perplex, le questionnaire utilisé par l'IRSN pour l'élaboration de son Baromètre⁴ relatif à la perception des risques (traditionnellement administré à plus de 1000 personnes tirées au hasard afin de créer un échantillon représentatif de la population française) a également été soumis à l'avis de quelques 970 experts travaillant au sein d'organismes français concernés par les questions environnementales et sanitaires et dont les activités professionnelles relèvent du domaine du risque: l'AFSA (risques nutritionnels et sanitaires des aliments), l'INERIS (conséquences des activités industrielles sur l'homme et l'environnement), l'INVS (état de santé de la population), l'INRA (recherche dans domaines de l'agriculture, de l'alimentaire, de l'environnement et de la santé) et l'IRSN (risques liés à la radioactivité)

Dans la présente contribution, nous faisons le choix de nous concentrer sur l'analyse des observations recueillies sur les questions relatives à la perception du risque nucléaire et sur cet échantillon des institutionnels exclusivement. En nous restreignant à l'étude de différences potentielles au sein de la communauté des institutionnels, nous souhaitons voir si, au sein d'un groupe d'individus régulièrement confrontés au risque et compétents en la matière, des différences de perception persistent. Nous souhaitons donc écarter les différences de perception directement imputables à des différences inter-individuelles flagrantes au niveau de la formation ou du type d'activité professionnelle de chacun (à l'origine d'une grande partie du décalage d'opinion selon les travaux de Savadori *et al.* [2004]).

Nous nous concentrons sur le risque nucléaire, mais tenterons de confronter nos résultats - obtenus sur la seule technologie nucléaire – aux conclusions d'études présentées dans la littérature et portant sur un ensemble plus large de technologies risquées, afin de savoir si le nucléaire présente des spécificités en termes de perception. Finalement, notre échantillon de travail comporte 770 réponses d'institutionnels, certaines observations incomplètes et/ou non exploitables de

² Nous tenons à remercier l'IRSN et plus particulièrement Marie-Hélène El Jammal, pour la mise à disposition de ces données. Pour plus de détails sur cette étude, voir IRSN PERPLEX [2006] et IRSN PERPLEX [2007].

³ Pour plus de détails sur cette étude, cf. Hussler et Rondé [2006].

⁴ IRSN Baromètre [2006].

l'échantillon initial ayant été exclues (quand les experts affirment ne pas avoir d'opinion sur une question posée, par exemple).

Variables expliquées

Si la perception du risque nucléaire constitue notre variable expliquée principale, la base Perplex nous offre la possibilité de traiter le risque nucléaire avec toute une richesse d'approches. En effet, nous pouvons distinguer la perception des *déchets nucléaires*, des *centrales nucléaires* et des *retombées radio-actives de Tchernobyl* (cf variables dépendantes dans le tableau 2 ci-après). Cette variété de problèmes nucléaires nous semble très pertinente pour notre analyse, puisque cela permet notamment de tester s'il existe une homogénéité de perception de l'ensemble des risques liés au nucléaire, ou au contraire si certaines spécificités peuvent être identifiées. Ainsi peut-on se demander si la perception des déchets nucléaires, qui n'ont encore donné lieu à aucune grosse catastrophe humaine ou environnementale, est proche ou non de la perception des retombées de Tchernobyl - qui renvoie, elle, à une réalité, à des images et à des faits concrets. On veut donc voir si, concernant les déchets, la faible connaissance du danger couplée à son caractère invisible (puisque les déchets sont cachés) revêt une importance particulière dans la perception qu'on en a. En effet, on peut envisager que, selon la situation de risque analysée, c'est-à-dire l'existence ou non de précédents ou de risques avérés, les institutionnels utilisent plus ou moins leur rationalité analytique ou expérientielle. De plus, la sûreté d'évacuation des déchets devant être assurée à un horizon temporel qui dépasse largement celui des préoccupations des individus (et impacte donc plutôt les générations futures), sa perception peut également s'en trouver complexifiée ou distordue (Etner, [2006]).

Variables indépendantes

La première variable explicative du jugement que nous retenons pour notre analyse est le niveau de confiance que les individus ont dans les autorités. En effet, dans le cadre de l'enquête Perplex, les individus sont appelés à faire part de leur ressenti par rapport au comportement des autorités en matière de protection des Français contre les risques (variable *confiance* du tableau ci-dessous) et en matière de crédibilité des informations divulguées (variable *vérité*). Or la littérature sur la perception des risques insiste sur la nécessité d'une forte confiance des individus dans le pouvoir politique pour que les perceptions des risques de chacun convergent vers le discours médiatisé (Slovic, 1999 ; Covello, 1992).

Nous faisons également le choix de mesurer l'impact de l'opinion émise quant à *l'argument le plus fort en faveur* du nucléaire, et *le plus fort en défaveur* du nucléaire, sur la perception du risque. La prise en compte de ces variables dans notre modèle nous permet de tester l'idée avancée dans la littérature selon laquelle les risques que les gens comprennent et dont ils croient pouvoir tirer un avantage direct sont perçus comme plus faibles que les autres (NEA, 2002). Cela est aussi l'occasion de voir si le type d'argument défavorable avancé par un individu joue un rôle explicatif dans la perception du risque, et finalement si les institutionnels font preuve d'un affect négatif dans le sens où dès lors que leur évaluation du nucléaire est défavorable, leur

perception du risque est plus élevée que lorsque leur positionnement affectif est moins défavorable.

Enfin, nous intégrons des variables socio-démographiques dans l'analyse. Tout d'abord une variable rendant compte du *sexe* des individus, car le jugement quant au risque nucléaire est très fortement lié au genre des personnes interrogées, les hommes ayant tendance à estimer plus faiblement les risques que leurs homologues féminins (Choi [2000] montre ainsi que les hommes d'origine coréenne ont une tendance à accepter le nucléaire 1.32 fois plus élevée que les femmes de ce pays). Ensuite, nous introduisons *l'âge* des experts en tant que variable « proxy » de l'expérience de ces derniers, les travaux de Perkins [1981] et Chaiken et Maheswaran [1994] ayant mis en évidence le rôle décisif que peut jouer l'expérience acquise par un expert sur son jugement. Nous observons aussi le pouvoir explicatif de la *formation* (niveau et nature) des individus sur la perception des risques.

Par ailleurs, nous testons si le statut de l'expert dans son organisation n'est pas susceptible d'influencer son jugement. Sur ce point, l'enquête Perplex nous permet de distinguer deux catégories d'experts : ceux dont l'activité est liée à la R&D (ingénieurs, techniciens, chercheurs) et ceux exerçant une activité d'une autre nature (juridique, commerciale...). Ces caractéristiques se retrouvent dans la variable *Domaine*. Il nous est aussi possible de savoir à quel type de risques les individus interrogés ont l'habitude d'être confrontés dans le cadre de leur travail (variable *Spécialité*), information qui peut s'avérer importante puisque la littérature avance que la perception des risques dépend souvent de la nature des risques à évaluer (Lewis [1990]), les risques accidentels et ponctuels se distinguant des risques permanents et chroniques. Enfin, une variable caractérisant le degré d'expertise des individus est intégrée, cette variable étant renseignée par les individus eux-mêmes auxquels il est demandé s'ils sont sollicités en tant qu'experts dans le cadre de leurs fonctions, participent à l'élaboration d'expertise sans être explicitement expert, assistent les experts, ou enfin n'ont jamais eu de relations directes avec un expert. Cette variable *Pratique* peut donc être utile pour vérifier l'hypothèse de *self serving bias*, puisqu'elle permet de voir si un degré d'expertise plus fort entraîne une sous-évaluation des risques et/ou une sur-évaluation des bienfaits de la technologie nucléaire.

Au-delà de ces caractéristiques individuelles, nous introduisons des variables décrivant l'environnement de travail de l'expert afin de tenir compte des travaux de Granovetter (1985) et Rabin (1998) qui montrent que les jugements émis sont fortement dépendants du contexte socio-professionnel dans lequel les experts effectuent leurs choix. Concrètement, notre base de données nous renseigne sur les organisations d'appartenance des experts interrogés, et nous créons deux modalités pour la variable *Organisme* : soit l'individu appartient à un organisme spécialisé dans le nucléaire, soit ce n'est pas le cas.

Ainsi, certaines réponses de l'enquête Perplex ont été utilisées de façon brute, alors que d'autres ont nécessité un recodage afin de répondre plus précisément aux objectifs spécifiques de notre travail. Au final, nous avons mobilisé les données et variables présentées dans le tableau 2.

Tableau 2: Les variables retenues pour l'analyse de PERPLEX

Variables		Indicateur et valeurs
Dépendantes	Risque déchets R1	=1 si l'expert considère que le risque lié aux déchets radioactifs est quasi nul pour les Français =2 si l'expert considère que ce risque est faible =3 si l'expert considère que ce risque est moyen =4 si l'expert considère que ce risque est élevé =5 si l'expert considère que ce risque est très élevé
	Risque centrales R1	=1 si l'expert considère que le risque lié aux centrales nucléaires est quasi nul pour les Français =2 si l'expert considère que ce risque est faible =3 si l'expert considère que ce risque est moyen =4 si l'expert considère que ce risque est élevé =5 si l'expert considère que ce risque est très élevé
	Risque retombées R1	=1 si l'expert considère que le risque lié aux retombées radioactives de l'accident de Tchernobyl est quasi nul pour les Français =2 si l'expert considère que ce risque est faible =3 si l'expert considère que ce risque est moyen =4 si l'expert considère que ce risque est élevé =5 si l'expert considère que ce risque est très élevé
Explicatives	Confiance déchets R2	=1 si l'expert n'a pas du tout confiance dans les autorités pour leurs actions dans le domaine des déchets radioactifs =2 si l'expert n'a pas vraiment confiance =3 si l'expert a plus ou moins confiance =4 si l'expert a assez confiance =5 si l'expert a tout à fait confiance
	Confiance centrales R2	=1 si l'expert n'a pas du tout confiance dans les autorités pour leurs actions dans le domaine des centrales nucléaires =2 si l'expert n'a pas vraiment confiance =3 si l'expert a plus ou moins confiance =4 si l'expert a assez confiance =5 si l'expert a tout à fait confiance
	Confiance retombées R2	=1 si l'expert n'a pas du tout confiance dans les autorités pour leurs actions dans le domaine des retombées radioactives de Tchernobyl =2 si l'expert n'a pas vraiment confiance =3 si l'expert a plus ou moins confiance =4 si l'expert a assez confiance =5 si l'expert a tout à fait confiance
	Vérité déchets R3	=1 si l'expert estime qu'on ne lui dit pas du tout la vérité sur les dangers des déchets radioactifs =2 si l'expert estime qu'on ne lui dit pas vraiment la vérité =3 si l'expert estime qu'on lui dit plus ou moins la vérité =4 si l'expert estime qu'on lui dit plutôt la vérité =5 si l'expert estime qu'on lui dit tout à fait la vérité
	Vérité centrales R3	=1 si l'expert estime qu'on ne lui dit pas du tout la vérité sur les dangers des centrales nucléaires =2 si l'expert estime qu'on ne lui dit pas vraiment la vérité =3 si l'expert estime qu'on lui dit plus ou moins la vérité =4 si l'expert estime qu'on lui dit plutôt la vérité =5 si l'expert estime qu'on lui dit tout à fait la vérité
	Vérité retombées R3	=1 si l'expert estime qu'on ne lui dit pas du tout la vérité sur les dangers des retombées de Tchernobyl =2 si l'expert estime qu'on ne lui dit pas vraiment la vérité =3 si l'expert estime qu'on lui dit plus ou moins la vérité =4 si l'expert estime qu'on lui dit plutôt la vérité =5 si l'expert estime qu'on lui dit tout à fait la vérité
	Argument le plus fort POUR le nucléaire	=1 l'indépendance énergétique =2 le coût du Kwt/heure =3 l'absence d'émission de gaz carbonique =4 la sûreté des installations =5 autre raison
	Argument le plus fort CONTRE le nucléaire	=1 le manque de transparence dans l'industrie nucléaire =2 l'accident de Tchernobyl =3 la vulnérabilité des installations nucléaires =4 les déchets nucléaires =5 autres
	Sexe	=1 si l'expert est un homme =2 si c'est une femme

Variables		Indicateur et valeurs
Explicatives	Age	=1 si l'expert a moins de 25 ans =2 si l'expert a entre 26 et 34 ans =3 si l'expert a entre 35 et 44 ans =4 si l'expert a entre 45 et 54 ans =5 si l'expert a plus de 55 ans
	Spécialité (type de risques analysés par l'expert)	=1 si l'expert est spécialisé dans les risques accidentels et ponctuels =2 si l'expert est spécialisé dans les risques permanents et chroniques =3 si l'expert traite les deux types de risques.
	Diplôme (niveau d'étude de l'expert)	=1 quand le diplôme d'étude le plus élevé de l'expert est de niveau inférieur ou égal au bac =2 quand le diplôme d'étude le plus élevé de l'expert est de niveau L ou bac+3 =3 quand le diplôme d'étude le plus élevé de l'expert est de niveau M ou bac+5 =4 quand le diplôme d'étude le plus élevé de l'expert est de niveau D ou doctorat
	Formation (nature des études suivies)	=0 quand l'expert a une formation dans le domaine des sciences fondamentales, des sciences de l'ingénieur et de la santé =1 quand l'expert a une formation en sciences humaines et sociales
	Organisme (organisme d'appartenance de l'expert)	=0 si l'individu appartient à l'IRSN =1 si l'individu appartient à l'AFSA, l'INERIS, l'INRA ou l'INVS
	Pratique (degré d'expertise)	=1 quand la personne interrogée est sollicitée en tant qu'expert dans le cadre de ses fonctions =2 quand la personne interrogée participe à l'élaboration d'expertise sans être explicitement expert =3 quand la personne interrogée assiste les experts =4 quand la personne interrogée n'a jamais eu de relations directes avec un expert
	Domaine (fonction actuellement exercée par l'expert)	=1 si l'expert exerce une fonction d'ordre scientifique ou technique =0 sinon (fonction juridique, commerciale, financière,...)

3.2 L'enquête Delphi

Cette enquête prospective datant de 1994 porte sur 1150 avancées technologiques futures qui font ou feront l'objet de recherches d'ici à 2020, et qui ont été soumises à un échantillon de 3388 experts pour avis. Les experts interrogés dans cette étude ont été désignés de manière *ad hoc* par une autorité supérieure issue de la collaboration entre le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MESR), la SOFRES et le laboratoire de sciences économiques BETA. Sur les 3388 experts sélectionnés, le premier tour de l'enquête a recueilli les réponses exploitables de 1253 experts, soit environ 37 % du fichier initial. Cependant, pour les besoins de la présente étude, nous choisissons de limiter notre échantillon d'analyse aux seules avancées technologiques fondées sur l'énergie nucléaire soit 9 avancées et 167 réponses/observations d'experts sur ces 9 sujets.

Variable dépendante

Dans cette enquête, chaque expert est amené à se prononcer sur l'importance des sujets technologiques qui lui sont soumis pour l'avenir de la société. L'expert sollicité doit donc émettre une opinion qui dépasse le cadre de son domaine scientifique, et réaliser une évaluation de l'utilité que la société pourrait retirer du développement de tel ou tel sujet technique. Pratiquement, il est demandé aux experts de faire abstraction de leurs souhaits personnels et d'évaluer sur une échelle de 1 (très importante) à 4 (nulle) la pertinence des sujets pour le développement social. C'est précisément *l'importance* accordée aux différents sujets qui constitue

notre variable d'observation de la perception des experts, et donc la variable dépendante que nous cherchons à expliquer.

Variables explicatives

La première variable explicative du jugement des experts que nous retenons pour notre analyse est le niveau de connaissance des experts sur les sujets qu'ils ont à évaluer. Dans le cadre de l'enquête Delphi, un expert reconnu dans son domaine scientifique et sélectionné pour exprimer son avis sur le paysage technologique souhaitable pour le futur, est interrogé sur l'ensemble des sujets appartenant à son domaine scientifique, et pas uniquement sur son sujet de spécialité. Ainsi les experts ayant répondu aux questions relatives à l'énergie nucléaire sont à l'origine de 167 observations c'est à dire 167 couples sujets technologiques/experts. Or, l'expert n'a pas nécessairement un niveau d'expertise élevé sur tous les sujets qui lui sont soumis, ce qui implique qu'un expert peut être profane sur un sujet et très compétent sur un autre. De ce fait, les experts sont amenés à auto-évaluer leur niveau de connaissance pour chacun des sujets sur lesquels ils doivent se prononcer. Une "très grande" connaissance du sujet implique que l'expert se consacre actuellement à la recherche sur ce sujet précis ; une "grande" connaissance signifie que l'expert s'est consacré dans le passé à cette recherche et qu'il continue de suivre de très près les travaux sur ce sujet grâce à des contacts avec des chercheurs ou à la lecture des publications qui paraissent sur ce sujet ; une connaissance "limitée" suggère que l'expert se contente d'une lecture d'articles de journaux de vulgarisation, de revues ou de contacts avec quelques spécialistes ; une connaissance "nulle" indique que l'expert n'a aucune notion du sujet. Dans la suite de ce travail, seuls les individus déclarant un niveau de connaissance très grand ou grand (connaissance= 1 ou 2) sur les avancées technologiques utilisant l'énergie nucléaire sont considérés comme des experts du nucléaire, les autres constituant alors notre échantillon des non-experts.

A côté de cet indicateur du niveau de connaissance des experts sur les sujets, nous introduisons parmi les variables explicatives de notre modèle de perception l'âge des experts. De plus, et comme dans l'analyse de la base Perplex, le statut de l'expert dans son organisation est également pris en compte. Sur ce point, l'enquête Delphi nous permet de distinguer deux catégories d'experts : ceux dont l'activité est liée à la R&D (ingénieurs, techniciens, chercheurs) et ceux exerçant une activité de nature commerciale ou de « consulting ». Quant aux variables décrivant l'environnement de travail de l'expert, notre deuxième base de données nous renseigne sur les organisations d'appartenance des experts interrogés (entreprises privées, monde universitaire ou agences et organismes publics de recherche) et sur la taille des organisations (variable effectif).

En plus des caractéristiques individuelles et institutionnelles des experts, nous introduisons les caractéristiques des sujets sur lesquels les experts sont amenés à se prononcer, pour comprendre leur perception. Nous avons en effet accès au degré de maturité technologique des sujets c'est à dire à leur niveau de développement technologique au moment de l'enquête. Nous choisissons d'intégrer cette maturité à notre modèle explicatif du jugement des experts car selon Sanbonmatsu *et al.* (1997), la valeur accordée à un objet est positivement dépendante de la quantité d'informations disponibles sur cet objet relativement à d'autres objets. Dès lors on

peut penser que plus une technologie est mature (proche de la phase de commercialisation), plus l'incertitude liée au sujet est faible et donc, plus les informations disponibles sont importantes et la perception du sujet robuste. Concrètement, trois niveaux de maturité sont envisagés. L'explication scientifique correspond au stade de développement le plus amont puisque le principe ou le phénomène est à ce niveau seulement expliqué scientifiquement, de manière théorique. En phase de mise au point, la recherche et le développement technique relatifs au sujet ont déjà abouti à une première réalisation (par exemple, la construction d'un prototype). Un sujet considéré comme étant au stade de la première application commerciale correspond à une avancée technologique dont la rentabilité est démontrée dans la pratique car un premier "objet" issu de cette avancée est commercialisé.

Finalement, nous retenons pour nos estimations économétriques les variables présentées dans le tableau 3.

Tableau 3: Les variables retenues pour l'analyse de l'enquête prospective DELPHI

Variables		Indicateur et valeurs
Dépendante	Imp (importance relative accordée au sujet)	IMP=1 si l'expert accorde au sujet une importance très grande IMP=2 si l'expert accorde au sujet une importance grande IMP=3 si l'expert accorde au sujet une importance limitée IMP=3 si l'expert considère le sujet comme étant d'importance limitée
Explicatives	Age	AGE=1 si l'expert a moins de 29 ans AGE=2 si l'expert a entre 30 et 39 ans AGE=3 si l'expert a entre 40 et 49 ans AGE=4 si l'expert a entre 50 et 59 ans AGE=5 si l'expert a entre 60 et 69 ans AGE=6 si l'expert a plus de 70 ans
	Org (organisation d'appartenance de l'expert)	ORG=1 si l'expert appartient à une entreprise privée ORG=2 si l'expert appartient à une organisation publique ORG=3 si l'expert est membre d'une université ORG=4 si l'expert appartient à une agence publique
	Eff (taille de l'organisation d'appartenance de l'expert)	EFF=1 si l'organisation compte moins de 10 personnes EFF=2 si l'organisation compte entre de 10 et 100 personnes EFF=3 si l'organisation compte entre de 100 et 500 personnes EFF=4 si l'organisation compte entre de 500 et 2000 personnes EFF=5 si l'organisation compte plus de 2000 personnes
	Emploi (type d'emploi exercé par l'expert)	EMPLOI=0 if l'expert exerce une activité de R&D EMPLOI=1 sinon
	Connaissance (niveau relatif de connaissance de l'expert)	CONN=1 si l'expert déclare un très grand niveau de connaissance sur le sujet CONN=2 si l'expert déclare un grand niveau de connaissance sur le sujet CONN=3 si l'expert déclare un niveau de connaissance limité sur le sujet
	Maturité (maturité de l'option technologique)	MAT=1 si le sujet est en phase d'explication scientifique MAT=2 si le sujet est en phase de développement MAT=3 si le sujet est en phase d'application commerciale

L'ensemble des variables issues (et/ou construites à partir) de ces deux bases de données nous permettent de mener deux types de travaux économétriques : des régressions de moindres carrés ordinaires tout d'abord, afin d'identifier les déterminants de la perception du nucléaire et d'ainsi comprendre l'origine de la différence de perception entre individus ; des tests de significativité des différences ensuite, afin de valider ou d'invalidier les différences comportementales entre experts et non-experts. Les résultats sont présentés dans la partie suivante.

4. RESULTATS ECONOMETRIQUES

Nous commencerons par présenter les résultats quant aux déterminants de la perception des risques nucléaires afin de voir si la perception des activités nucléaires forme un tout indissociable présentant des facteurs explicatifs communs ou si au contraire chaque risque nucléaire a ses propres déterminants. Dans un deuxième temps, nous examinerons les déterminants de la perception des avantages du nucléaire, grâce à l'enquête Delphi.

Ces deux premières étapes étant menées respectivement sur l'ensemble de l'échantillon des institutionnels de l'enquête Perplex, et sur l'ensemble des personnes interrogées dans le Delphi, nous présenterons ensuite des résultats obtenus sur des sous-échantillons d'experts « véritables » et de non-experts⁵.

4.1 Les déterminants de la perception des risques nucléaires

Tableau 4: Les déterminants de la perception des risques nucléaires

Base : Perplex

Echantillon : complet

Méthode : régression MCO

	Risque déchets	Risque centrales	Risque retombées
Organisme	0.086***	0.139***	0.139***
Sexe	0.047	0.005	0.065*
Age	-0.007	-0.016	-0.027
Confiance	-0.428***	-0.498***	-0.371***
Argument contre nucléaire	0.055*	0.028	-0.019
Argument pour nucléaire	0.025	-0.003	-0.020
Domaine	-0.063*	-0.009	-0.114***
Spécialité	0.028	-0.005	-0.025
Diplôme	-0.088**	-0.096***	-0.112***
Formation	0.074**	0.027	0.001
Pratique	0.052	0.092***	0.101***
R ²	0.291	0.359	0.286
F	28.283***	38.574***	27.587***
Nombre d'observations	770	770	770

*, **, *** indiquent que les estimateurs sont respectivement significatifs au seuil de 10, 5 et 1%.

⁵ Dans la suite de ce document nous ne parlons plus de profanes mais de non-experts. En effet, nous basons notre étude sur l'exploitation des avis d'une population d'individus pré-sélectionnés par une autorité extérieure sur la base de critères d'expertise et non sur des critères de représentativité de la population dans son ensemble. Par conséquent, quand bien même certains individus interrogés se déclarent incompetents dans le domaine du nucléaire, ils ne peuvent être considérés comme des profanes, dans la mesure où certaines de leurs caractéristiques individuelles et/ou professionnelles ont poussé les organisateurs des deux enquêtes à les assimiler à des experts (pour une discussion complémentaire sur la notion d'expertise, cf. Hussler et Rondé [2006]).

La lecture de ce premier tableau de résultats fait ressortir les résultats suivants:

- On constate tout d'abord des points communs parmi les déterminants de la perception du risque nucléaire, et ce, quel que soit le risque considéré. Ainsi voit on que l'organisme d'appartenance de la personne interrogée joue un rôle explicatif dans sa perception des risques. Plus précisément, les personnes salariées de l'IRSN (pour lesquelles organisme=0) ont tendance à considérer les risques nucléaires comme moins importants que leurs homologues qui ne travaillent pas sur la radioactivité (organisme=1).
- Deuxièmement, le degré de confiance que les individus accordent aux autorités en matière de protection contre les risques est le principal déterminant de leur perception. En fait, plus la confiance est limitée (voire nulle), plus le risque perçu est important, comme en témoigne le coefficient négatif et significatif de la variable confiance. On retrouve donc sur cet échantillon français les conclusions de la littérature internationale sur le rôle crucial de la confiance vis-à-vis des institutions dans la construction des opinions des individus confrontés à une situation risquée.
- Un troisième point commun dans ces trois régressions est l'influence négative du niveau de formation initiale des individus sur leur perception des risques. Plus les individus sont éduqués, moins ils considèrent l'énergie nucléaire comme risquée.
- Enfin, on peut noter que les « institutionnels » (experts de l'enquête Perplex) exerçant des fonctions scientifiques et techniques dans les organismes recensés ont tendance à considérer les déchets radioactifs et les retombées de Tchernobyl comme moins risquées que leurs collègues impliqués dans des fonctions juridiques, commerciales ou encore financières (comme en témoigne le coefficient significatif et négatif de la variable Domaine).

Si l'on se penche maintenant sur les différences existant entre ces trois types de risques nucléaires, il semble important de mentionner deux choses. Tout d'abord, les déterminants de la perception des risques liés aux *déchets nucléaires* sont plus nombreux, comme en témoigne le nombre plus important de variables significatives au seuil de 10% (6 pour les déchets contre 4 pour les centrales). Ce premier résultat suggère que l'avis émis quant au danger résultant des déchets radioactifs est plus volatile et moins homogène au sein de la communauté des institutionnels que l'avis de cette même population sur les dangers des centrales nucléaires et de Tchernobyl, puisque leurs caractéristiques individuelles expliquent leur évaluation du risque des déchets et non de celui de Tchernobyl. Ce résultat peut aussi en partie s'expliquer par la forte méconnaissance des Européens de la dangerosité des déchets (selon l'Eurobaromètre, 2006), ce qui rend leurs positions plus fragiles.

Par ailleurs, on remarque que l'opinion quant au facteur le plus fort en défaveur du nucléaire joue un rôle explicatif dans la perception du risque associé aux déchets, alors que ce n'est pas le cas pour les deux autres risques. Cette deuxième spécificité suggère que la perception du risque associé aux déchets est beaucoup plus marquée par les craintes des individus vis à vis du nucléaire que la perception des centrales et ou des retombées de Tchernobyl. Finalement, on a l'impression que la perception des risques liés aux déchets mobilise beaucoup plus la rationalité expérientielle des individus, alors que lorsqu'ils se prononcent sur les risques des centrales et des retombées de Tchernobyl, les institutionnels sont plus analytiques, plus logiques, moins passionnés, moins subjectifs dans leur raisonnement. Cela tendrait donc à

confirmer les conclusions de Zajonc (1980) selon lesquelles souvent les individus commencent par solliciter leur rationalité expérientielle sur un problème, la prise en compte de la dimension analytique nécessitant un minimum de temps et de réflexion sur les problèmes posés (20 ans et plusieurs rapports d'informations et d'expertise s'étant écoulés depuis l'accident de Tchernobyl).

Enfin, notons que plus les individus interrogés se considèrent comme des experts, moins ils perçoivent le risque associé aux centrales et aux retombées de Tchernobyl (comme le montre le signe positif associé à la variable pratique), alors que cette relation n'est pas statistiquement significative pour les déchets nucléaires. Ce résultat renforce l'idée d'une rationalité expérientielle plus marquée dans le cas des déchets, où les individus ne disposent pas de précédent alors que les risques des centrales et des retombées de Tchernobyl renvoient à une situation risquée qui s'est déjà produite, a certes forgé des émotions, des constructions mentales et des images fortes, mais a aussi donné lieu à la publication et la diffusion d'une masse d'informations (parfois contradictoires) permettant de stabiliser les opinions des individus et de leur apporter des éléments de logique pour tempérer les peurs initiales et limiter le « biais de disponibilité ».

Finalement, ce premier groupe de régressions confirme la littérature quant au rôle de la confiance, du niveau de formation et du contexte de travail sur la perception des risques nucléaires. Il montre aussi que les scientifiques travaillant sur le nucléaire au quotidien ont tendance à moins percevoir les dangers qui y sont associés, ce qui va plutôt dans le sens d'une validation de notre hypothèse de travail n°2.

Par ailleurs, il ressort qu'il est maladroit de parler de perception DU risque nucléaire, et qu'il serait préférable de considérer la perception DES risques, car l'évaluation de chaque famille de risques correspond à des déterminants différents. Enfin ces régressions apportent des éléments en faveur de l'idée selon laquelle la mise en œuvre d'une forme de rationalité analytique nécessite temps et information, et par conséquent n'est pas a priori exclue du potentiel comportemental des individus qui ne sont pas experts dans le domaine nucléaire.

Dans le paragraphe suivant, nous mobilisons notre deuxième base de données afin de tester la robustesse de ces premières conclusions d'une part, et de mener une étude plus approfondie de différences éventuelles de perception entre experts et non-experts d'autre part.

4.2 Les déterminants de la perception de l'importance du nucléaire pour l'avenir de la société

Tableau 5:

Les déterminants de la perception de l'importance du nucléaire pour la société

Base : Delphi

Echantillon : ensemble des individus ; sous-échantillon des experts du nucléaire (ayant un niveau de connaissance très grand et grand du sujet, soit 31 observations) et des non-experts (ayant un niveau de connaissance limité ou nul, soit 136 observations).

Méthode : régression MCO

	Importance de la technologie nucléaire		
	Ensemble de l'échantillon	Experts du nucléaire	Non-experts
Age	-0.249***	-0.218	-0.222**
Organisation	-0.209***	-0.358*	-0.131*
Effectif	0.082	0.110	0.064
Emploi	0.217**	-0.108	0.341***
Maturité	0.157**	-0.004	0.212**
Connaissance	0.128*	/	/
R2	0.136	0.319	0.173
F	4.159***	2.351**	5.378***
Nbre d'observ.	167	31	136

*, **, *** indiquent que les estimateurs sont respectivement significatifs au seuil de 10, 5 et 1%.

L'estimation réalisée sur l'ensemble des observations montre que :

- Plus les individus interrogés sont âgés, plus ils considèrent le nucléaire comme important pour la société à venir (coefficient négatif et significatif de la variable âge)
- Le type d'organisation dans lequel évolue les individus interrogés influence leur perception du nucléaire. On retrouve les conclusions obtenues ci-dessus sur les données plus récentes de l'enquête Perplex. Mais on peut aller un peu plus loin dans l'analyse et remarquer que les individus issus de l'entreprise ont tendance à percevoir le nucléaire comme une technologie moins importante pour le futur que leurs collègues issus d'organisations publiques. Ce résultat suggère ainsi que, dans l'enquête Perplex qui interroge seulement des institutionnels issus d'organisations publiques, les individus sur-estiment l'intérêt du nucléaire par rapport à un avis moyen d'experts issus du secteur public ET privé.
- Les individus n'exerçant pas d'activité de R&D considèrent le nucléaire comme moins important que leurs collègues techniciens et chercheurs, ce qui confirme, là encore, les résultats obtenus un peu plus haut sur la base des données de l'enquête Perplex quant à l'impact de la fonction exercée sur la perception des risques.
- Les individus interrogés dans l'enquête Delphi ont tendance à estimer que les avancées technologiques utilisant l'énergie nucléaire qui sont les plus mûres (d'ores et déjà en phase de développement ou d'application commerciale), sont moins importantes pour l'avenir de la société que celles qui sont à un stade de développement plus amont (en phase d'explication scientifique). Il semble donc que les recherches sur le nucléaire étaient, en 1994, perçues comme prometteuses pour le développement futur de la société.
- Enfin, on peut noter une relation positive et significative entre le niveau de connaissance d'un individu sur un sujet nucléaire et l'importance que ce dernier accorde à ce sujet. En d'autres termes, les individus qui se consacrent actuellement à des recherches sur une avancée technologique utilisant l'énergie nucléaire perçoivent cette future technologie comme des plus importantes.

Ce résultat apporte des arguments en faveur de notre hypothèse 2. En effet cette sur-valorisation de la technologie nucléaire par les individus qui travaillent précisément à son développement peut témoigner d'une forme de *self serving bias* dans le jugement des experts. Cependant, il est intéressant de préciser que ce coefficient et sa significativité sont bien moins importants que ceux que nous avons mis en évidence dans des études précédentes portant sur les déterminants de la perception des risques tous domaines technologiques confondus (Hussler et Rondé, 2007 ; Rondé et Hussler, 2007)

Si l'on se penche maintenant sur les points communs et les différences éventuelles entre les déterminants de l'opinion des experts et de celle des non-experts, on retrouve là aussi certains éléments identifiés dans la partie précédente. Ainsi voit on que la perception du nucléaire par les experts ne dépend, de façon robuste, ni du contexte du travail des dits experts, ni des caractéristiques psychologiques de ceux-ci, alors que l'âge et l'emploi influencent de façon déterminante la perception du nucléaire par les non-experts.

Ces différences plaident en faveur de notre hypothèse de travail n°1 : les experts, mobilisant une rationalité plus analytique pour formuler leurs opinions, affichent des avis plus homogènes et moins variables que leurs homologues profanes, dont le jugement est perturbé par des variables psycho-sociologiques.

Pour confirmer ou infirmer ces dernières impressions - obtenues sur la base de données déjà anciennes et portant sur la perception des avantages du nucléaire et non du risque associé à cette énergie - nous allons maintenant poursuivre notre recherche et tester l'existence de différences significatives entre opinions des experts et non-experts, mais sur la base des données plus récentes de l'enquête Perplex.

4.3 Les différences de perception entre experts et non-experts

Ce tableau témoigne de l'existence de différences significatives entre les perceptions du nucléaire par les experts et les non-experts. Différences tout d'abord quant aux arguments en faveur et en défaveur de la technologie nucléaire. On peut noter en effet qu'en moyenne les deux échantillons d'institutionnels ne sont d'accord ni sur l'argument le plus fort pour le nucléaire, ni sur l'argument le plus fort contre le nucléaire.

Les deux populations font également montre de différences en matière de perception du risque associé au nucléaire. Ainsi, on peut observer une tendance systématique des experts du nucléaire à sous-estimer les risques (déchets, centrales, retombées de Tchernobyl) par rapport à la perception des institutionnels non-experts (cf moyenne toujours plus faible chez les experts que chez les non-experts). De plus, les experts ont en moyenne beaucoup plus confiance dans les autorités et considèrent plus fréquemment que les non-experts qu'on leur dit la vérité. Ici, difficile de dire si ce phénomène est dû à un *self serving bias* de la part des experts - qui les amènerait à sous-estimer le risque du domaine qui constitue leur quotidien de travail -, ou au contraire à un affect négatif chez les non-experts - qui développeraient une défiance particulière vis-à-vis du nucléaire dès lors que leur première impression est défavorable.

Tableau 6:
Comparaison des positions moyennes des experts et non-experts face au nucléaire

Base : Perplex

Echantillon : sous-échantillon d'experts du nucléaire et de non-experts. Le sous-échantillon des experts du nucléaire renvoie à l'ensemble des réponses fournies par des institutionnels qui se déclarent être sollicités en tant qu'expert ou qui affirment participer à l'élaboration d'expertise (PRATIQUE=1 ou 2) et qui affirment que leur travail porte principalement sur les risques nucléaires (question S12 de l'enquête Perplex). Au total cet échantillon regroupe 113 individus. Les non-experts sont les institutionnels ne présentant pas les caractéristiques d'experts du nucléaire sus-citées. Cet échantillon regroupe 657 individus.

Méthode : Test de Student de significativité des différences

Variable	Statistiques descriptives	Experts	Non-experts
Risque déchets***	moyenne	2.186	2.711
	écart-type	0.807	1.034
Risque centrales***	moyenne	1.876	2.579
	écart-type	0.769	0.973
Risque retombées***	moyenne	1.752	2.464
	écart-type	0.648	0.987
Vérité déchets**	moyenne	3.01	2.796
	écart-type	1	1
Vérité centrales***	moyenne	3.292	2.983
	écart-type	0.989	1.064
Vérité retombées***	moyenne	3.141	2.333
	écart-type	1.051	1.111
Confiance déchets***	moyenne	3.787	3.185
	écart-type	0.849	1.60
Confiance centrales***	moyenne	4.053	3.471
	écart-type	0.729	1.019
Confiance retombées***	moyenne	3.212	2.450
	écart-type	1.153	1.217
Activité la plus risquée = nucléaire**	moyenne	0.009	0.064
	écart-type	0.094	0.244
Argument POUR le nucléaire***	moyenne	1.239	2.249
	écart-type	0.685	1.321
Argument CONTRE le nucléaire***	moyenne	2.345	2.705
	écart-type	1.230	1.251

(***) indique une différence significative au seuil de 1% et (**) au seuil de 5%, entre opinion des experts et opinion des non-experts.

En plus d'avoir des moyennes significativement différentes, les deux populations ont également des écart-types différents. Plus précisément, la variabilité des opinions des experts est systématiquement inférieure à celle des non-experts. Une fois encore, cette statistique tend à valider l'hypothèse 1, à savoir : de plus de rationalité analytique et moins de rationalité expérientielle de la part des experts du nucléaire, comparativement aux non-experts, d'où une plus grande uniformité de leurs avis.

Cependant, une analyse plus détaillée permet de voir que le risque associé aux retombées de Tchernobyl est celui qui est en moyenne le plus faible, et ce, aussi bien dans l'échantillon des experts du nucléaire que chez les autres. Il semblerait donc que les institutionnels interrogés dans la base Perplex aient en moyenne moins peur des conséquences de Tchernobyl que des risques liés aux centrales ou aux déchets. De plus, la variation par rapport à l'avis moyen est aussi la plus faible pour le risque des retombées, soulignant une plus grande harmonie des points de vue sur ce risque que sur les autres types de risques nucléaires. Dans le même temps, la confiance vis à vis des autorités est la plus faible et la plus dispersée en ce qui concerne les retombées de Tchernobyl.

Ainsi, en dépit d'un faible niveau de confiance, experts et non-experts perçoivent plus faiblement le risque associé à Tchernobyl que les autres risques générés par le nucléaire. Ces statistiques vont donc dans le sens d'une moins forte prise en compte des émotions dans l'élaboration des jugements sur ce risque nucléaire précis, et de la mise en œuvre d'une forme de rationalité plus analytique, ce qui vient confirmer les remarques avancées un peu plus haut en ce qui concerne le temps nécessaire à la construction d'une rationalité analytique.

La dernière partie de ce travail empirique cherche plus précisément à comparer les déterminants de la perception des risques respectivement chez les experts et les non-experts.

4.4 Les différences de déterminants dans la perception des risques par les experts et les non experts

La confrontation des résultats des deux colonnes du tableau précédent fait apparaître que l'avis des experts quant au risque potentiel des déchets nucléaires est beaucoup moins tributaire des caractéristiques professionnelles et personnelles des individus que celui des non experts (pour lesquels les variables sexe, organisme, spécialité et diplôme comptent). Ce phénomène renforce l'idée d'une plus grande homogénéité et objectivité de perception de la part des experts, illustration d'une forme de rationalité plus analytique que celle mise en œuvre par les non-experts.

De plus, il est très intéressant de noter que le coefficient associé à la variable « confiance dans les autorités » est plus faible chez les experts que chez les non-experts. Ceci signifie que la perception du risque chez les experts est moins tributaire que chez les non-experts de l'opinion qu'ils ont par ailleurs sur les actions politiques dans le domaine.

Tableau 7: Analyse comparative des déterminants de la perception des risques

Base : Perplex

Echantillon : sous-échantillon d'experts du nucléaire et de non-experts

Méthode : régression MCO

	Perception du risque déchets nucléaires	
	Non-experts	Experts
Organisme	0.070**	0.005
Sexe	0.070**	0.026
Age	-0.002	0.187**
Confiance déchets	-0.419***	-0.337***
Contre nucléaire	0.053*	0.062
Pour nucléaire	0,029	0.031
Domaine	-0.062	-0.141
Spécialité	0.063*	-0.109
Diplôme	-0.097**	0.081
Formation	0.066*	0.102
R ²	0.268	0.214
F	23.35***	2.834***
Nombre d'observations	657	113

*, **, *** indiquent que les estimateurs sont respectivement significatifs au seuil de 10, 5 et 1%.

En d'autres termes, les données de l'enquête Perplex semblent confirmer que les non-experts souffrent d'un affect négatif plus fort que les experts, dans le sens où dès lors qu'ils ont une opinion défavorable sur la technologie considérée (faible confiance ou argument spécifique contre le nucléaire), les dangers associés à cette technologie sont amplifiés et surestimés, limitant par là-même l'expression d'une rationalité analytique.

5. CONCLUSION

L'ambition initiale de la présente contribution était d'améliorer notre compréhension de la perception sociale de la filière nucléaire. Partant du constat d'un manque de convergence des points de vue dans le domaine du nucléaire, nous avons cherché à savoir si derrière ces divergences de perceptions se cachaient une dichotomie entre perception d'experts d'une part et perception de profanes, d'autre part. Puis nous nous sommes penchés sur l'origine possible de ces divergences de perceptions entre experts et profanes, et avons testé deux explications alternatives: soit la perception des experts est plus rationnelle et objective que celle des profanes, soit les experts souffrent eux-aussi de biais de perception qui les font s'éloigner

d'une analyse froide et rationnelle (qu'on attend pourtant d'eux) et les poussent à soutenir les technologies qu'ils connaissent.

Concrètement, nous avons tout d'abord mis en évidence un lien entre le niveau d'expertise d'un agent et sa perception de l'énergie nucléaire. Dans un second temps, nous avons étudié la dispersion des jugements au sein de la communauté des experts et des non-experts, pour évaluer l'homogénéité et la stabilité de leurs opinions respectives.

Au total, nos divers travaux économétriques montrent que le niveau d'expertise des individus, ainsi que leur implication dans des activités scientifiques et techniques, influencent fortement leur perception des risques et des avantages du nucléaire. Nous interprétons ces deux résultats comme des manifestations de *self serving bias* dans les jugements émis par les experts.

Néanmoins, les deux bases de données, collectées à plus de 10 ans d'intervalle, mettent aussi en évidence que la communauté des experts du nucléaire n'émet que peu d'avis extrêmes et affiche au contraire plutôt une perception plus homogène que la communauté des non-experts, ce qui plaide en faveur d'une rationalité plus analytique de la part des experts.

D'un autre côté, notre étude suggère aussi que le recours à une forme de rationalité analytique n'est pas le seul apanage des experts, mais est également possible chez les profanes sous réserve d'un minimum de temps et d'information.

Dès lors, on peut déduire de nos observations empiriques que le pluralisme semble nécessaire à la constitution des comités de réflexion ou d'évaluation, même si cela doit ralentir encore un processus de convergence des avis souvent long à obtenir. En effet, le seul recours à des experts ne semble pas nécessairement impliquer une plus grande rationalité des avis fournis, certains experts pouvant aussi souffrir de biais dans leurs jugements et certains profanes adoptant des positions que l'on ne peut qualifier d'irrationnelles. On est donc bien loin d'une frontière stricte entre l'opinion (farfelue) du public et la science des experts. Dès lors, l'adoption d'un nouveau modèle relationnel entre science et politique n'est plus seulement une affaire de démocratie, mais cela devient aussi une affaire de rigueur analytique (Stirling, 1999).

Ces conclusions, bien que basées sur des données issues du domaine nucléaire exclusivement, semblent généralisables à la prise de décision portant sur d'autres risques technologiques, puisque des travaux récents (Hussler et Rondé, 2007) concluent à la présence encore plus systématique de biais chez les experts s'exprimant sur des domaines technologiques autres que le nucléaire⁶. Au final, le renforcement de la variété dans la construction des panels d'experts (comme dans les exercices de prospective) apparaît comme une garantie de qualité de l'analyse qu'on pourra ensuite en tirer. Cette variété des points de vue, y compris à l'intérieur de la catégorie globale des « experts », est indispensable pour ajuster les positions, éviter les biais et permettre une meilleure compréhension des mécanismes de réflexion de chaque groupe d'experts.

⁶ Et notamment des domaines technologiques n'étant potentiellement source ni de dommages irréversibles ni de potentiel catastrophique, ni de caractère différé, contrairement au nucléaire (Chevassus-Au-Louis, 2000) .

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié du financement du Conseil Français de l'Energie dans le cadre du projet "perception des risques nucléaires et impacts socio-économiques" (CFE-42) et de la collaboration de l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Babcock L., Loewenstein G. [1997], "Explaining bargaining impasse: the role of self serving biases", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 11, p. 109-126.
- Blenron R., Benson J., Brodie M., Morin R., Alrman D., Gitterman D., Brossard M., James M. [1997], "Bridging the gap between the public's and economists' views of the economy", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 11, p. 105-188
- Caplan B. [2002], "Systematically biased beliefs about economics: robust evidence of judgmental anomalies from the survey of Americans and economists on the economy", *Economic Journal*, vol. 112, p. 433-458.
- Chaiken S., Maheswaran D. [1994], "Heuristic processing can bias systematic processing: Effects of source credibility, argument ambiguity and task importance on attitude judgment", *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 66, p. 460-473.
- Chevassus-Au-Louis B. [2000], "L'Analyse du risqué alimentaire: quels principes, quels modèles, quelles organisations pour demain?" *Conférence de l'OCDE sur la sécurité sanitaire des aliments issus d'OGM*, Edimbourg, 28 février-1^{er} mars.
- Choi Y.S. et al., [2000], "Public's perception and judgment on nuclear power", *Annals of Nuclear Energy*, 27, pp. 295-309
- Clerici A [2006], "A nuclear renaissance", *The World Energy Book*, issue 3 (November), London: World Energy Council, published by the petroleum Economist Ltd.
- Cohen B.L., [1985], "Criteria of technological acceptability", *Risk Analysis*, 5, p.1-2.
- Covello, V.T., [1983] "The perception of technological risks: a literature review", *Technological forecasting and social change*, 23, 285-297.
- Dahl G., Ransom M. [1999], "Does where you stand depend on where you sit?", *American Economic Review*, vol. 89, p. 703-727.
- Epstein S. [1994], "Integration of the cognitive and the psychodynamic unconscious", *American Psychologist*, 49, pp. 709-724.
- Etner J. [2006], "Les risques associés à l'énergie nucléaire et leurs perceptions", *Economies et Sociétés*, 10, 1535-1562.
- Finucane M., Alhakami A., Slovic P., Johnson SM., [2000], "The affect heuristic in judgments of risks and benefits", *Journal of Behavioral Decision making*, 13, pp. 1-17.

- Forester J. [1994], "Bridging interests and community: advocacy planning and the challenges of deliberative democracy", *Journal of American Planning Association*, 60(2), pp.153-158.
- Furman, A., Erdur, O. [1999], "Are good citizens environmentalists?" ; *Human Ecology*, 27(1), pp.181-188.
- Gould L.C., Gardner G.T., De Luca D.R., Tiemann A.R., Doob L.W et Stolwijk, JAJ [1988], *Perceptions of technological risks and benefits*, NY, Russel Sage Foundation.
- Granovetter M. [1985], "Economic Action And Social Structure: The Problem Of Embeddedness", in Granovetter M. et Swedberg R. eds *The Sociology Of Economic Life*, Boulder, Oxford.
- Guay P-Y [1995], Etude exploratoire de l'impact psychosocial d'un projet à risques environnementaux: le cas d'une installation nucléaire, *Etudes et matériaux document 6*, Département d'Etudes urbaines et touristiques, Université du Québec à Montréal, 105 p.
- Hecht G. [2004], *Le rayonnement de la France; Energie nucléaire, identité nationale après la seconde guerre mondiale*, La découverte, Paris.
- Héraud J-A. [2007], "Perception des risques, développement de la technoscience et communication", *Perception des risques nucléaires et impacts socio-économiques*, rapport final pour le Conseil Français de l'Energie.
- Hussler C., Rondé P. [2006], "Biais cognitifs et choix technologiques: une analyse des priorités des experts français ", *Economie et Prévision*, 175-176(4-5), pp. 65-78.
- IRSN PERPLEX [2006], *Experts et grand public: quelles perceptions face au risque?*, rapport final du contrat de recherche Perplex, juillet (www.irsn.org).
- IRSN PERPLEX [2007], *Experts et grand public: quelles perceptions face au risque?*, Synthèse du contrat de recherche Perplex, février (www.irsn.org).
- IRSN Baromètre [2006], *La perception des situations à risques par les Français*. Avril
- Kahneman D., Tversky A. [1981], "The framing of decisions and the psychology of choice", *Science*, vol. 211, p. 453-458.
- Liu, J.-T. et Hsieh, C.-R. [1995], "Risk Perception and Smoking Behavior: Empirical Evidence from Taiwan", *Journal of Risk and Uncertainty* 11, 139-157.
- Loewenstein G.F, Weber E.U, Hsee C.K, Welsh N, [2001], "Risk as feelings", *Psychological Bulletin*, 127, pp. 267-286.
- Nuclear Energy Agency, [2002], *Société et énergie nucléaire :vers une meilleure compréhension*, rapport de l'OCDE.
- Palmer C.G.S [1996], "Risk perception: an empirical study of the relationship between worldview and the risk construct", *Risk Analysis*, 16(5), pp. 717-723.
- Perkins D. [1981], *The mind's best work*, Cambridge, Harvard University Press.

- Rabin M. [1998], "Psychology and Economics", *Journal of Economic Literature*, vol. 36, p. 11-46.
- Rondé P., Hussler C. [2007], "Is academic judgment sound? Evidence from technological agenda settings by experts", *Science and Public Policy*, vol. 34(1), pp.15-22.
- Sanbonmatsu D.M., Kardes F.R., Posavac S.S., Houghton D.C. [1997], «Contextual influences on judgment based on limited information», *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, vol. 69, n°3, p. 251-264.
- Savadori, L., Savio, S., Nicotra, E., Rumiati, R., Finucane, M., Slovic, P. [2004], « Expert and public perception of risk from biotechnology », *Risk Analysis*, vol. 24, n°5, p. 1289-1299.
- Schade C., Kunreuther P., Kaas P. [2004], "Probability neglect and concern in insurance decisions with low probabilities and high stakes", Wharton School, University of Pennsylvania, mimeo.
- Sjöberg L. [2003], "Attitudes and risk perceptions of stakeholders in a nuclear waste siting issue", *Risk Analysis*, 23(4), pp. 739-749.
- Sjöberg L. [2004], "Local acceptance of a High-Level Nuclear Waste Repository", *Risk Analysis*, 24(3), pp. 737-749.
- Slovic P. [1987], "Perception of risk", *Science*, vol. 236, p. 280-285.
- Slovic P., [1999], "Trust, emotion, sex, politics and science: surveying the risk-assessment battlefield", *Risk Analysis*, 19(4), p. 689-701.
- Slovic P., Finucane, M., Peters E., MacGregor D., [2004], "Risk as analysis and risk as feelings: some thoughts about affect, reason, risk and rationality", *Risk Analysis*, 24(2), pp. 311-322.
- Tversky, A. and Kahneman, D. [1974], "Judgement under uncertainty: Heuristics and biases", *Science*, 185, 1124-1130.
- Viscusi, W. K. [1990], "Do Smokers Underestimate Risks?", *Journal of Political Economy*, 98(6), 1253-1269.
- Williams B., Brown S., Greenberg, M; [1999], "Determinants of perceptions of trust among residents surrounding the savannah river site", *Environment and Behaviour*.
- Zajonc R.N [1980], "Feeling and thinking: preferences need no inferences", *American Psychologist*, 35, pp. 151-175.