

COORDONNER ACTEURS CENTRAUX ET LOCAUX POUR LA GESTION DES RISQUES D'INSTALLATIONS HYDRAULIQUES

COORDINATION OF CORPORATE AND FIELD DECISION MAKERS FOR RISK MANAGEMENT OF HYDROPOWER PLANTS

BEAUDOUIN F.
EDF R&D
6 quai Watier
78 401 CHATOU CEDEX
Tél. : 01 30 87 70 01
Fax : 01 30 87 82 13
francois.beaudouin@edf.fr

Résumé

Cette communication présente une démarche d'aide à la délibération permettant de coordonner divers acteurs participant au management des risques d'une entreprise. Cette démarche est illustrée sur une étude conduite à EDF pour les investissements de rénovation à forts enjeux des installations hydro-électriques. La complexité technique organisationnelle et humaine de cette problématique requiert de doter les décideurs aux niveaux local et central de l'entreprise de repères communs pour la prise de décision ; la mise en œuvre d'une aide à la décision et, s'agissant de la dimension organisationnelle, d'une aide à la coordination est indispensable. Le modèle de décision individuelle qui fonde en partie cette approche est rappelé : il incorpore un élément fondamental de modélisation de la dimension humaine généralement insuffisamment développée : l'attitude des décideurs et des parties prenantes face au risque, élément de l'acceptabilité du risque. Soulignons qu'en matière de management de risques, c'est précisément la prise de risque qui doit être optimisée. La phase de délibération est une étape au cours de laquelle le choix collectif est élaboré permettant de coordonner les différents acteurs centraux et locaux. Elle se structure en trois étapes qui sont décrites dans cette communication. L'approche est exposée sur la base d'une étude concrète réalisée à EDF. Cette démarche est aujourd'hui généralisée et fait l'objet de développements d'outils et de formations au sein de l'entreprise pour sa mise en œuvre. Un lien entre les sciences de la décision, l'économie du risque et les sciences du facteur humain est ainsi illustrée.

Summary

This paper presents an approach that enables to coordinate field and corporate decision makers that take part in risk management of a company. It is exemplified through a case study at EDF for important choices of refurbishments of hydropower plants. Technical, organisational and human are elements of complexity of the problem and require to provide field and corporate decision makers with shared decision-making elements : aids for decision making and for coordinating as far as organisational aspect is concerned, are thus required. This paper mentioned the individual decision making modelling that is partly the basis of this approach: the attitude towards risks a fundamental human aspects (risk acceptability of decision makers and stake holders) that is generally insufficiently specified is here explicitly embedded. Let us mention that as far as risk management is concerned, the very risk taking has indeed to be optimised. The deliberation phase is a step during which a collective choice is working out allowing to coordinate field and corporate decision makers. It falls into three steps. This approach is described on the basis of a study that has been carried out on a full scale at EDF. This quantitative approach is now applied on a larger scale ; it is endowed with tools and trainings in order to implement it within the company. A link between the sciences of decision making, the economics of risks and the sciences of the human factors is thus exemplified.

Introduction

Dans le domaine de la maintenance des installations hydrauliques, EDF a mis en œuvre une démarche d'aide à la décision qui permet d'arbitrer entre des dépenses de jouvence élevées et l'impérieuse nécessité de maîtriser les risques liés à la sûreté des installations.

En effet, les différentes alternatives envisageables requièrent généralement des investissements d'autant plus élevés qu'elles réduisent le risque résiduel de défaillance à un niveau très faible (défaillances de composants importants).

Les décideurs doivent alors se demander quel est le niveau de dépenses de jouvence auquel il convient de consentir (dépenses se montant à plusieurs millions d'Euros) tout en garantissant un niveau de sûreté excellent.

Cet arbitrage est d'autant plus délicat à mettre en œuvre que les modes d'organisation actuels des entreprises ont pour effet de déléguer certaines prises de décision au niveau d'acteurs locaux. Comment dans ces conditions prendre une décision encadrée qui soit conforme aux impératifs stratégiques et au système de valeurs de l'entreprise ? Cette question soulève alors le délicat

problème de la coordination d'acteurs dont les représentations et les jugements sur les risques peuvent être différents.

Nous décrivons en premier lieu les facteurs de complexité techniques, organisationnels et humains de la problématique qui motivent le recours à un modèle décisionnel élaboré intégrant certains aspects fondamentaux de la dimension humaine. Ce modèle décisionnel constitue lui-même le fondement d'un modèle plus complet permettant de conduire la phase de délibération entre décideurs aux niveaux local et central.

Problématique des investissements de rénovation

Une problématique technique complexe

Les investissements de rénovation d'une installation de production hydro-électrique reposent sur des arbitrages délicats : d'une part, l'efficacité des actions de rénovation que l'on veut comparer n'est pas certaine, laissant une composante plus ou moins réduite de risque résiduel ; d'autre part, ces actions doivent répondre à des objectifs parfois antagonistes par nature : maîtriser la sûreté et

maîtriser les dépenses et pertes économiques : se pose alors également la délicate question de l'arbitrage entre ces objectifs. Ajoutons enfin que la monétarisation de certains impacts (ex : amélioration du niveau de sûreté) pose également problème.

La démarche d'aide à la décision et de coordination que nous allons décrire s'inscrit dans un processus d'entreprise et plus spécifiquement celui de la production hydro-électrique : la phase amont de ce processus (cf. figure 1) est une étape d'émergence et d'identification des risques : au cours de cette étape préalable, des risques potentiels ou avérés sont identifiés conduisant à formuler la problématique : quels enjeux doit-on maîtriser ? Quelle maintenance préventive, quels remplacements envisager, quelles autres alternatives pour couvrir ces risques ? Un premier ensemble d'alternatives est alors identifié. Dans le cas de l'étude réalisée à EDF et illustrant la démarche, une analyse approfondie de la problématique suggère 16 alternatives à comparer dont l'alternative S0 (ne rien faire) qui est prise comme référence. Les autres alternatives se distinguent par des volumes de remplacements plus ou moins importants et donc des coûts de mise en œuvre très variables.

C'est en fonction de l'amplitude des enjeux considérés et de la complexité de la problématique que le management central de l'entreprise demande que soit mise en œuvre une démarche d'aide à la décision associant les acteurs de la décision au niveau local ainsi que l'expertise de l'entreprise.

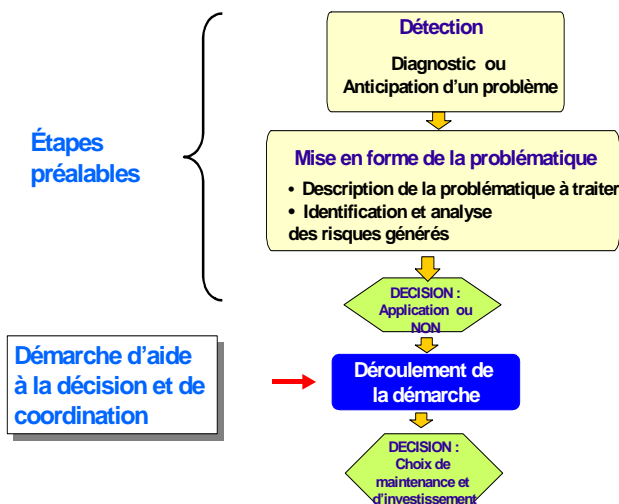


Figure 1 : démarche insérée dans un processus d'entreprise

Complexité de l'organisation et du rôle de l'homme

Dans quel environnement humain et organisationnel s'inscrit la problématique que nous venons de décrire ? Il nous faut en effet en saisir les caractéristiques fondamentales pour concevoir le système de décision global et comprendre comment il interagit avec l'organisation et les hommes qui en font partie.

La prise de décision est l'aboutissement d'un processus complexe associant des acteurs multiples aux rôles divers : experts, acteurs de la décision et décideur ultime.

Le rôle des experts peut être clairement entrevu : ils apportent tous les éléments techniques nécessaires à l'instruction de la décision et plus particulièrement à la quantification des risques (fiabilité des matériels, conditions d'exploitation, calcul d'impacts).

Par « décideur », nous considérons les parties prenantes de l'entreprise et par conséquent non seulement les personnes qui prennent part à la décision mais également celles qui sont exposées aux risques : en particulier, le personnel exécutant des opérations sur les installations.

Les « décideurs locaux » ont la responsabilité de l'exploitation sûre et performante d'une installation de production dans le respect de la réglementation. Ils sont également en charge de la

maintenance courante et de la gestion des écoulements (fonction d'exploitant). Les décideurs du niveau central avec délégations régionales partagent, quant à eux, certes les objectifs précédents de sûreté et de performance mais portent également la vision de long terme : leurs objectifs consistent à assurer la gestion efficiente des installations de production sur leur durée de vie. Ils mènent l'allocation budgétaire au niveau de l'ensemble du parc de production et ont la responsabilité des investissements de maintien du patrimoine (fonction de propriétaire).

Ainsi les qualificatifs « centraux » et « locaux » font davantage référence dans ce contexte à une notion fonctionnelle (fonction de propriétaire et d'exploitant) qu'à une notion géographique. La complexité de l'organisation tient ainsi à différents facteurs :

- les intérêts complémentaires des parties prenantes, décideurs locaux et centraux peuvent s'inscrire dans des temporalités différentes ;
- l'exposition aux risques peut être variable d'un acteur à l'autre ou d'un niveau à l'autre de sorte que l'appréciation du risque l'est aussi ;
- le système organisationnel met en œuvre des interactions entre les différents niveaux de décision notamment par le biais de délégations diverses : celles-ci sont motivées par la gestion au plus près des risques ;
- les impératifs budgétaires comme les risques de pertes purement économiques peuvent être diversement perçus et appréciés.

Remarquons ainsi que les décideurs sont à la fois acteurs et observateurs de ce système organisationnel.

La prise de décision doit s'inscrire dans un cadre de responsabilité clarifiée entre tous les niveaux de décision de l'entreprise locaux et centraux. Les facteurs énoncés ci-dessus posent évidemment un problème de coordination entre les différents niveaux de décision.

La nécessité d'éléments de représentation commune des risques

Bien évidemment et préalablement à toute élaboration de repères décisionnels, experts et décideurs doivent disposer d'une représentation commune du risque. Puisque nous adoptons une approche quantitative, il nous faut une représentation également quantitative des risques qui soit comprise par tous.

Représentation commune des dimensions du problème

La première étape de l'approche décisionnelle consiste en la formulation de la problématique : il est essentiel à ce niveau que tous les acteurs soient associés à cette réflexion qui conditionne la pertinence du traitement complet de la problématique : les objectifs et les enjeux doivent être partagés par chacun ; en l'occurrence, il s'agit de maîtriser la sûreté et les dépenses. Cette qualification est toutefois insuffisante. La formalisation de ces axes de signification doit se concrétiser *in fine* par la définition de variables de nature à permettre un traitement quantitatif ultérieur. S'agissant des deux enjeux « sûreté » et « pertes économiques », ceux-ci sont formalisés ainsi :

- l'axe « pertes économiques » X1 regroupe les dépenses de maintenance et de remplacements mais également les coûts potentiels de pertes de production et de dégâts matériels ;
- l'axe « sûreté » X2 s'exprime par la probabilité d'atteinte aux personnes sur une échelle de 0 à 100% : une valeur x de cet axe signifie l'atteinte à un tiers avec une probabilité x si la défaillance se produit.

Le choix de ces deux axes doit posséder certaines propriétés développées notamment par Keeney et Raiffa [1].

Des axes de signification sont ainsi établis et construits ou du moins validés avec les acteurs du problème à traiter. Ainsi d'emblée, la problématique et la manière de la traduire doivent être partagées par les acteurs et en premier lieu par les parties prenantes.

Représentation commune de la quantification du risque

Nous rappelons ici un élément complémentaire de représentation du risque tel qu'il a été présenté à différentes parties prenantes de la problématique. Considérons un risque comme une variable aléatoire à deux états dont la probabilité de réalisation est connue :

- si l'état de défaillance se produit, la dépense est Y : la probabilité de cet état P ;
- si l'état est normal, la dépense est de X ; la probabilité est de $1-P$.

L'investissement de jouvence peut être représenté ainsi à des fins didactiques : le montant X d'une parade donnée (i.e. investissement de rénovation) est engagé pour éviter une défaillance. Or cette parade n'a évidemment pas une efficacité parfaite : la probabilité de défaillance P et le coût Y auxquels cette défaillance conduit ne sont pas nuls. Il y a donc un risque résiduel de dépenser Y avec une probabilité P d'une part et donc une probabilité $1-P$ de ne dépenser que le montant de l'investissement X (cf. Figure 2), d'autre part.

Cette représentation permet aux différents acteurs de s'approprier des notions fondamentales communes sur le risque et en premier lieu la notion de risque résiduel.

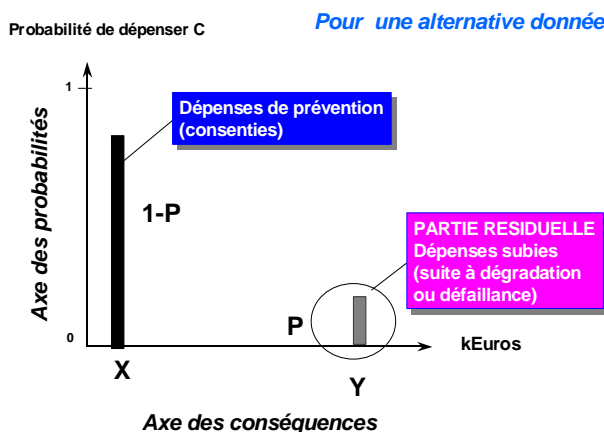


Figure 2 : représentation schématisée et simplifiée du risque

Quantifier des risques sur les divers enjeux

Pour chacune des alternatives ou des parades à comparer les risques doivent être représentés et quantifiés selon la représentation définie précédemment. Ils peuvent l'être sur plusieurs enjeux par exemple « sûreté de l'installation » et « pertes économiques » tels que décrits dans l'exemple. Une distribution de risques évidemment plus complexe que celle du modèle de représentation est en général obtenue : l'interprétation demeure naturellement la même.

La quantification des risques repose sur des méthodes de modélisation voire de simulation. En amont de la modélisation, la quantification des risques s'appuie sur des calculs de fiabilité des matériels et des systèmes ainsi que sur la connaissance des phénomènes de dégradation. Le traitement de cette étape essentielle qui conditionne la qualité des résultats finaux est un problème en soi que nous ne développerons pas dans ce cadre. Mentionnons simplement que le domaine de la Sûreté de Fonctionnement apporte aujourd'hui un large panel de méthodes pour traiter ce type de problématique.

Pour une alternative donnée

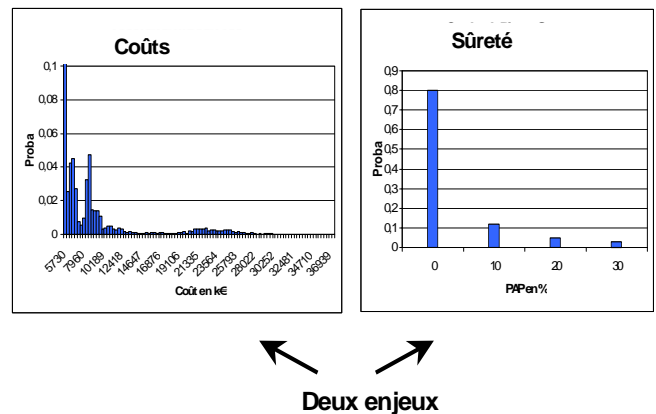


Figure 3 : risques sur les deux enjeux auxquels conduit une alternative donnée

Comment intervient l'attitude face au risque ?

Les actions de maîtrise des risques à l'instar de la maintenance préventive ont précisément pour objet d'agir sur le risque et sur sa répartition : une augmentation de l'investissement (déplacement de la partie noire vers la gauche sur la figure 4) a pour effet de mieux couvrir les risques et donc de réduire la probabilité de défaillance résiduelle voire de limiter également l'impact s'il s'agit de mesures de mitigation : la barre grise se déplace alors vers la gauche et le bas (cf. figure 4). Telle est la transformation du risque opérée par une parade ou une action de prévention.

La question de nature prescriptive pour l'entreprise consiste alors à déterminer quelle doit être l'intensité de la transformation du risque opérée par une action de prévention. Ainsi, la seule quantification du risque ne suffit pas à elle seule pour décider : en effet, deux questions conjointes se posent au décideur :

- quel niveau de risque résiduel doit-on accepter (partie grise) ?
- en corollaire, quel investissement consentir pour le réduire (partie noire) ?

Nous voulons rappeler ici, s'il en est besoin, que la réponse à cette question est éminemment subjective et que l'homme ne saurait être écarté de cette évaluation : celle-ci repose en premier lieu sur le jugement que tout un chacun porte sur les risques et leur acceptabilité. La représentation de la figure 4 fait entrer de plain-pied les acteurs du processus de décision dans la problématique du choix en situation de risque. Elle explicite l'interaction entre l'attitude face au risque et le risque accepté : si un sujet A souhaite une réduction forte du risque résiduel, il doit consentir à une dépense importante à engager ; il fait preuve d'aversion au risque (cf. figure 4). A l'opposé, un sujet C qui accepte une augmentation du risque résiduel engagera une dépense plus faible : dans ce cas, il manifeste de l'inclination pour le risque.

Il est cependant toujours possible de fixer un seuil sur le niveau de risque résiduel, telle est souvent la pratique adoptée : mais alors comment établir ce niveau de manière argumentée ? La problématique du choix n'est pas traitée pour autant, elle est alors simplement reportée au niveau plus ambitieux de la recherche d'une valeur de référence ou d'une valeur tutélaire.

C'est bien la prise de risque qu'il convient de maîtriser : ainsi formulée, la modélisation d'une composante fondamentale du facteur humain est convoquée d'emblée sous la forme de l'attitude individuelle face au risque.

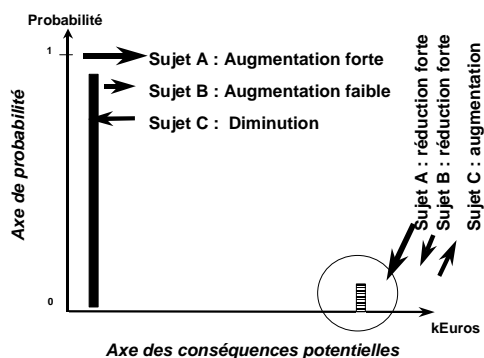


Figure 4 : de la quantification des risques au choix individuel

Le traitement de la décision individuelle

Comment le modèle décisionnel articule-t-il l'attitude individuelle face au risque, la quantification des risques et le choix d'une parade ? Avant d'envisager la phase de délibération centrale pour coordonner les acteurs du processus de décision, précisons en premier lieu, le modèle de décision individuelle qui en est le fondement. La Figure 5 en schématise le principe.

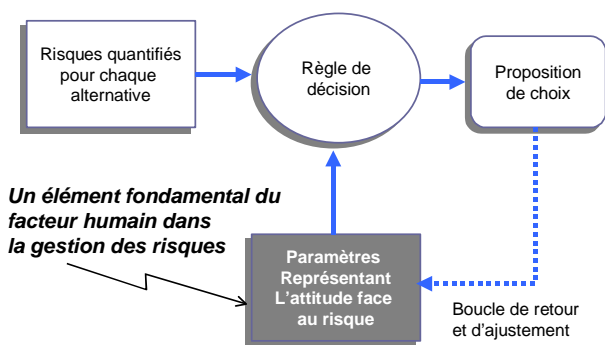


Figure 5 : de la quantification des risques au choix individuel

Modéliser et éliciter les préférences individuelles :

L'économie du risque et l'économie expérimentale nous apportent aujourd'hui des techniques opérationnelles pour modéliser et rendre compte des comportements individuels face au risque. En interviewant les différents acteurs dans des situations de risques comparables à celles qui concernent la problématique à traiter, il est possible de construire un système de préférences. Plus précisément, un protocole mis en point avec le GRID (Groupe de Recherche sur l'Information et la Décision) de l'ENSAM permet d'éliciter différentes composantes de ce système de préférences :

- le jugement de l'individu vis-à-vis de l'incertitude ou plus précisément de la répartition du risque ;
- le jugement de l'individu vis-à-vis de l'amplitude des conséquences potentielles ;
- les arbitrages que les individus opèrent entre les enjeux.

Très brièvement, le principe du protocole d'interviews consiste à demander à l'individu dont les préférences sont modélisées, de choisir entre des loteries ou pour d'autres étapes, de choisir entre des évolutions de loteries judicieusement spécifiées. Ces loteries sont dimensionnées pour représenter des risques parcourant les intervalles des deux axes de signification du problème posé $[X_{1min}, X_{1max}]$ et $[X_{2min}, X_{2max}]$ dont la définition a été construite en particulier avec les sujets interviewés (cf. supra).

Les préférences du décideur : un aspect fondamental de la dimension humaine

L'élicitation des jugements individuels sur les risques jouent deux rôles dans notre application :

- ils ont, d'une part, un rôle opératoire dans la mise en œuvre du modèle de décision individuelle ; ils permettent de déterminer les paramètres à incorporer dans la fonctionnelle de décision (cf. Figure 5) ;
- ils jouent, d'autre part, un rôle descriptif et synthétique : les courbes obtenues nous renseignent en effet sur l'intensité de l'aversion au risque exprimée par les individus interviewés et leur manière d'arbitrer entre les enjeux. Ces données synthétisent l'attitude face au risque sans toutefois en expliquer les raisons, ce n'est pas l'objet et l'ambition de ce modèle. Précisons toutefois, qu'il s'agit là d'un point d'entrée pour les sciences du facteur humain qui peuvent, entre autres, apporter des éléments explicatifs sur les comportements élicités.

Éléments d'interprétation des systèmes de préférences

Le management des risques pour être efficace requiert que les processus d'expertise et de prise de décision soient indépendants l'un vis-à-vis de l'autre, l'expertise demeurant toutefois une fonction ancillaire de la prise de décision : les experts ne prennent donc pas part à la prise de décision ; l'attitude face au risque des experts n'a pas été prise en compte à cet effet dans l'étude menée.

Sept décideurs ont été interviewés permettant d'obtenir sept systèmes de préférences individuelles : 3 sont des décideurs appartenant à des services centraux et 4 décideurs locaux en responsabilité d'installations ou de la maintenance de celles-ci.

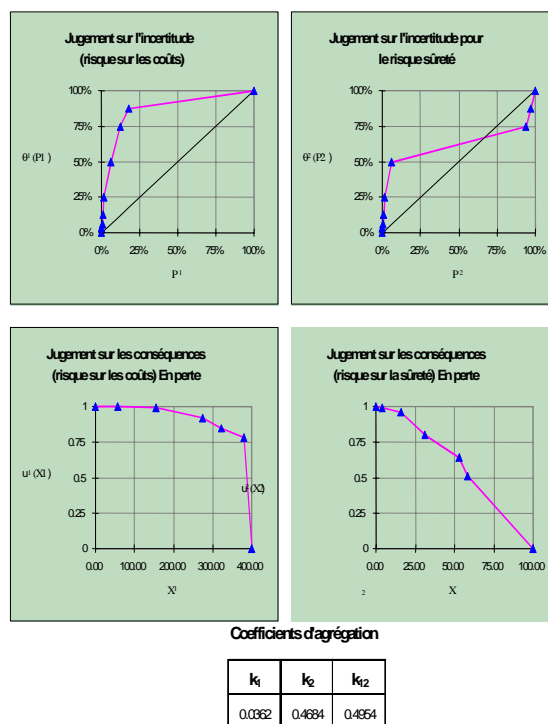


Figure 6 : exemple de système de préférences individuelles

Un exemple de système de préférences est donné Figure 6 pour un décideur donné. Les deux courbes de gauche modélisent l'attitude individuelle vis-à-vis des coûts, les deux courbes de droite modélisent quant à elles, l'attitude vis-à-vis de la sûreté. Il est important de souligner que ces courbes s'interprètent aisément : pour ne considérer que le premier déterminant des préférences (attitude vis-à-vis de la répartition du risque) la convexité plus ou moins prononcée nous renseigne sur l'intensité

de l'aversion au risque des acteurs de la décision. Par ailleurs, il est également intéressant de noter que cette aversion se manifeste différemment selon la nature du risque, en particulier selon qu'il s'agit d'un risque de dépenses ou d'un risque portant sur la sûreté. Ce point est capital car évidemment, il convient de demander à l'interviewé s'il adhère avec les tendances fondamentales que fait ressortir le modèle ; dans la quasi-totalité des cas, cette condition nécessaire (mais non suffisante de qualité de la modélisation) est remplie ; si l'interprétation du modèle de préférences ne coïncide pas avec ce qu'exprime directement l'individu, le modèle de préférences « controversé » ne peut être conservé ; si les conditions le permettent, le sujet doit être à nouveau interviewé.

Mentionnons qu'à ce stade de l'étude, ces éléments d'interprétation sur les préférences individuelles sont tout à fait utiles pour les différents acteurs de la décision et pour le management : ces systèmes de préférences ainsi révélés les uns et aux autres apportent une information mutuelle sur le niveau d'acceptation des risques consentis par les différents décideurs. Par ailleurs, si certains éléments sont distincts d'un individu à l'autre, d'autres éléments en revanche sont communs et portent la marque d'une culture partagée : il en va ainsi de la préoccupation de la sûreté et de l'aversion forte que les individus ont pour celle-ci.

Construction de la règle de décision et calcul des scores pour les choix individuels

Le traitement décisionnel de ce type de problématique a déjà fait l'objet de développements présentés dans diverses publications [4]. Il s'appuie dans le cas présent sur une généralisation [2] de la méthode séminale multi-attributs en univers risqué développée à l'origine par R. Keeney et H. Raiffa [1]. La règle de décision reposant sur ce modèle permet de calculer un score qui est fonction des deux enjeux considérés et qui traduit de manière synthétique le degré de satisfaction du décideur. Précisons que V porte sur le choix individuel : il est ainsi calculé pour un système de préférences donné.

$$V(X_1, X_2) = k_1 u_1(X_1) + k_2 u_2(X_2) + k_{12} u_1(X_1) \cdot u_2(X_2) \quad [1].$$

Où :

- u_1 est la fonction d'utilité partielle du décideur calculée pour la dimension X_1 modélisant l'enjeu des dépenses ; c'est en quelque sorte le degré de satisfaction du décideur pour le risque de dépenses dès lors que $u_1(X_1)$ incorpore les données de l'attitude face au risque du décideur pour X_1 (cf. courbes de gauche de la figure 4) ;
- u_2 est la fonction d'utilité partielle du décideur correspondant à l'enjeu « sûreté » (variable X_2). De même X_2 exprime le degré de satisfaction du décideur pour le risque sûreté (cf. courbes de droite de la figure 4) ;
- k_1 et k_2 , k_{12} sont les coefficients décrivant les arbitrages entre enjeux opérés par le décideur.

Ce modèle permet donc de classer et comparer des alternatives ou parades sur la base des préférences individuelles. Nous avons donc ici les éléments du modèle de décision individuelle dans le risque ; il nous faut donc maintenant construire une démarche permettant d'aboutir à une décision collective.

Comment aller vers une décision collective ?

Compléter le modèle de décision individuel pour aller vers la construction d'une décision collective

Le modèle décisionnel exposé à la Figure 5 ne conduit qu'à des choix individuels. La démarche que nous proposons consiste à construire avec les acteurs réunis, un choix collectif : elle se fonde évidemment des aspects techniques (quantification des risques)

mais aussi de certains éléments fondamentaux du facteur humain qui ont été repérés au cours des étapes précédentes.

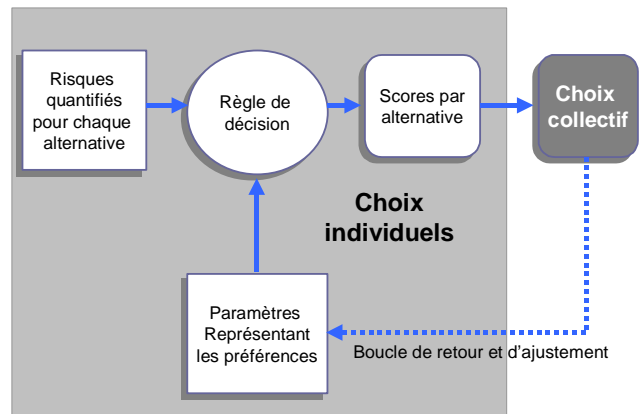


Figure 7 : la construction de la décision collective

L'élaboration du choix collectif s'inscrit dans une phase de délibération au cours de laquelle les décideurs locaux et centraux confrontent leurs choix et leurs systèmes de valeurs.

La démarche développée par EDF R&D que nous exposons maintenant, apportent des instruments quantitatifs mis à disposition des acteurs de la décision pour construire un choix argumenté ; elle se structure en trois étapes décrites ci-après.

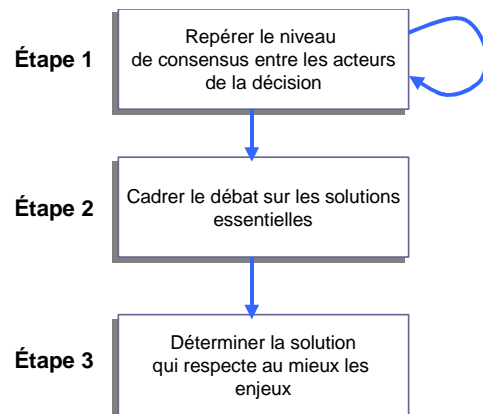


Figure 8 : les étapes de la construction de la décision collective

Première étape : y a-t-il convergence entre les individus ?

Dès lors que la construction de la décision passe par les préférences individuelles et plus particulièrement par les intentions stratégiques individuelles, il convient de s'interroger si les individus expriment des choix convergents ou divergents. Le modèle décisionnel est convoqué à cet effet mais dans une perspective purement ordinale : en fonction de chaque profil d'attitude vis-à-vis du risque, un classement est obtenu à partir des scores calculés $V(X_1, X_2)$ (cf. formule [1]).

La Figure 9 résume les résultats obtenus pour notre problématique : en abscisse figurent les alternatives dans l'ordre de préférences du plus grand nombre ; pour chaque profil de préférences, le classement range les alternatives de la première à la 16^{ème} place pour l'étude menée (nombre total d'alternatives de l'étude menée). Ce classement figure en ordonnée. La puissance de cette représentation graphique tient au fait que les décideurs peuvent d'emblée statuer sur le niveau de convergence d'une part, et pour quelles alternatives, d'autre part, il y a consensus ou non : en effet, si les courbes de classement sont proches les unes des autres, les individus manifestent une convergence de vue ; en revanche, un écart significatif entre les courbes est signe de divergence.

S'agissant de la problématique de rénovation traitée, les différents sujets ont pu constater leur convergence de vue sur les 9 premières alternatives : sur les alternatives classées dans les derniers rangs, les courbes accusent un évasement plus prononcé marquant une relative divergence entre les différents individus. Ce dernier point est cependant sans utilité pour l'obtention d'un choix collectif.

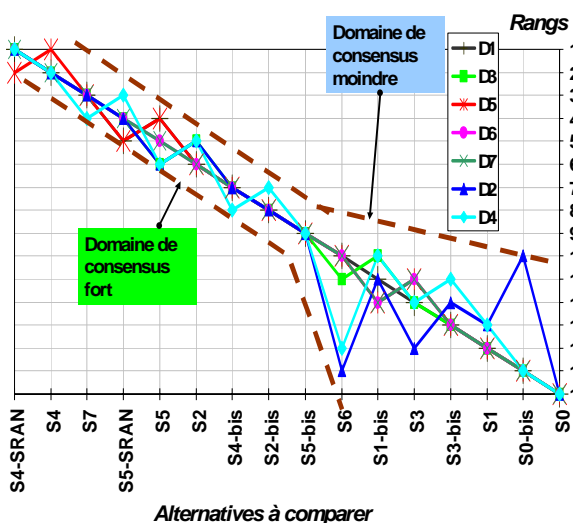


Figure 9 : étape 1 – analyse de la convergence et de la divergence entre les acteurs

Que faire si au stade de la délibération, les individus manifestent une divergence importante sur les alternatives préférées ? Il convient alors d'interroger méthodiquement tous les éléments qui concourent au choix final, tels que représentés par les différents liens de la Figure 7. Une importance variable peut également être donnée aux différents systèmes de préférences comme moyen de rapprochement.

Deuxième étape : identifier des alternatives candidates

Pourquoi faudrait-il identifier des alternatives candidates alors que l'étape précédente confirme que la quasi-totalité des systèmes de préférences des décideurs centraux comme des décideurs locaux place l'alternative S4-SRAN au premier rang ? La question qui est posée ici est celle de la robustesse du choix : en effet, on peut se demander si la première solution se détache vraiment des autres ou s'il ne faut pas considérer un ensemble plus important d'alternatives quasi-équivalentes à l'aune de l'index V que nous proposons (cf. formule [1]). Ce résultat est d'autant plus important que le modèle est nécessairement entaché d'incertitudes résultant à la fois de la quantification des risques et des paramètres des systèmes de préférences ; ainsi de petits écarts entre les scores peuvent ne pas être significatifs dans ce contexte.

Pour discriminer ces alternatives, on construit un index U dérivé de l'index V qui établit l'écart relatif du score d'une alternative rapporté à la différence entre la meilleure et la plus faible. Cet index accentue les écarts : de la même manière que précédemment, on peut donc dresser un graphique figurant cet index pour chaque décideur. Lorsque la pente est faible, les alternatives sont peu discriminées et sont considérées comme équivalentes pour le décideur considéré.

Dans le cas présent, la figure 10 met en évidence deux « ruptures » (cf. flèches en haut de la figure) désignant trois catégories d'alternatives. Seule la première catégorie est intéressante, celles des alternatives arrivant en tête et considérées comme proches {S4-SRAN, S4, S7, S5-SRAN, S5, S2}. Le modèle décisionnel permet donc de restreindre l'ensemble sur lequel la discussion entre décideurs peut se concentrer, ce qui est particulièrement utile en réunion de délibération.

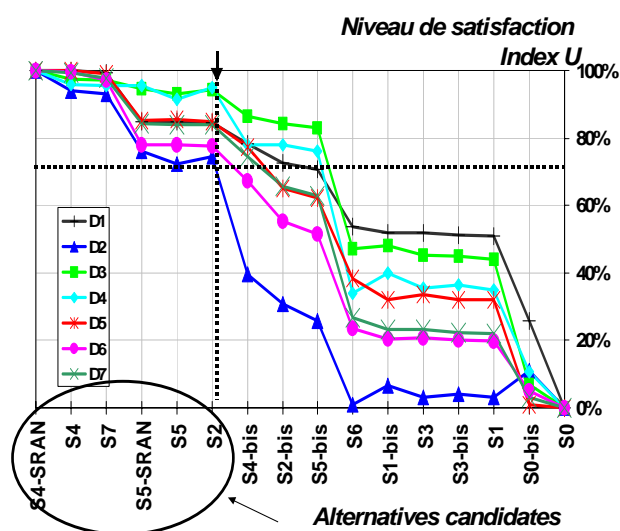


Figure 10 : étape 2 – identification des alternatives candidates

Troisième étape : quelle alternative choisir ?

La dernière étape a pour objet de désigner l'alternative qui répond au mieux à l'atteinte des enjeux identifiés. Pour la poursuite de la délibération, nous proposons de « synthétiser » en quelque sorte un système de préférences qui incorpore les éléments essentiels et partagés par les différents acteurs. Dans le cas présent, nous avons retenu :

- une aversion forte pour l'enjeu sûreté (1^{er} groupe de courbes de la Figure 6) ;
- une aversion moins forte pour les dépenses (2^{ème} groupe de courbes de la Figure 6)
- un arbitrage en faveur de la sûreté (coefficients k_i et k_{ij}).

Le choix de ce système de préférences peut être affiné par comparaisons et ajustements successifs avec les autres systèmes de préférences individuels. Ce choix constitue également un élément essentiel susceptible d'instaurer un échange argumenté entre les différents décideurs d'une part et une appropriation du système de valeurs, d'autre part.

L'arbitrage final consiste alors à mettre en balance d'une part le montant des investissements de rénovation et le risque tel qu'il est apprécié au travers d'un système de préférence représentatif du groupe, d'autre part. A cet effet, l'index I est calculé à partir du score V' de chaque alternative auquel a été défactué le coût de mise en œuvre de celle-ci. En d'autres termes, V' est calculé comme U mais sans tenir compte du coût de mise en œuvre des alternatives et en utilisant le système de préférences ci-dessus.

$$I = \frac{V'(X_1^i, X_2^i) - V'(X_1^0, X_2^0)}{V'(X_1^0, X_2^0)} \quad [2]$$

où : $V'(X_1^i, X_2^i)$ désigne le score V' pour l'alternative i et $V'(X_1^0, X_2^0)$ désigne le score V' pour l'alternative S₀ (« ne rien faire ») prise comme référence.

L'intérêt de cette formalisation est d'utiliser une approche qui s'apparente aux méthodes coûts-bénéfices auxquelles les décideurs sont généralement familiers : le « bénéfice » est dans ce cas non monétaire mais il incorpore, rappelons-le, le système de valeurs de l'entreprise tel que du moins le groupe l'appréhende. Ce bénéfice est donc à considérer comme un niveau de satisfaction appréciant la partie risquée de chacune des alternatives. Une troisième représentation est alors obtenue : l'abscisse désigne les alternatives telles que figurant sur les représentations précédentes : en ordonnée figure l'index I exprimant le bénéfice agrégé à partir du système de préférences du groupe, cette fois.

L'arbitrage ultime est le suivant (cf. figure 11) : la différence de coût de mise en œuvre entre l'alternative S4-SRAN et l'alternative S2 est significative, alors que la différence d'appréciation est

seulement de quelques pourcents. Les décideurs ont donc opté pour la solution S2 : cette conclusion appelle plusieurs commentaires :

- l'intérêt de l'approche exposée est clair : sans celle-ci, le choix aurait pu se porter sur S4-SRAN qui n'est pas nécessairement la solution la plus robuste du point de vue collectif et qui est sensiblement la plus onéreuse ;
- cette approche a permis d'économiser un montant considérable : la différence de coûts entre S4-SRAN et S2 ; elle conduit à une économie de 25% ;
- le modèle décisionnel met en contraste les éléments de connaissance (éléments techniques et décisionnels) et a permis de discriminer efficacement.

L'alternative « la plus sûre » n'est pas nécessairement celle qui est retenue surtout lorsque le gain sur l'index d'appréciation du risque est faible. Soulignons que cette acceptation d'un écart même faible n'est possible que parce que les décideurs ont conscience que cet index incorpore déjà une priorité pour la sûreté et une aversion forte pour celle-ci.

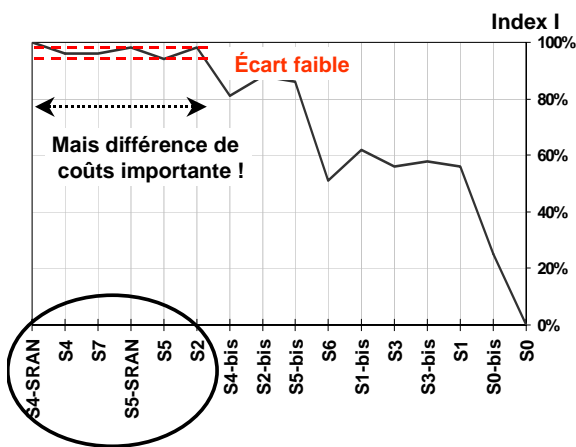


Figure 11 : étape 3 – rapport entre les coûts et l'indice de satisfaction

Une approche déployée dans l'entreprise

La démarche dans son ensemble, de la quantification des risques à l'élaboration du choix collectif, est maintenant mise en œuvre à EDF dans le domaine de la production hydro-électrique pour les décisions à forts enjeux de rénovation et de maintien des installations.

Une politique de formation des différents acteurs est mise en place pour que cette démarche soit déployée, relayée et pérennisée au sein de l'entreprise.

Différents outils ont été développés pour couvrir les étapes de modélisation de la démarche (quantification des risques, modélisation des préférences, aide à la délibération et à la coordination). Cette dernière étape plus particulièrement développée dans cette communication est, quant à elle, instrumentée par l'outil ACCORD (Aide au Calcul de scores pour la COordination des Décideurs) © EDF 2004.

Conclusion

La démarche que nous proposons permet d'intégrer efficacement le facteur humain dans la prise de décision : les modèles décisionnels n'évacuent pas la nécessaire part du discrétionnaire

qui doit s'exprimer : ils en reculent simplement les limites tout en explicitant les éléments de la prise de risque qui ne sont jamais réellement explicités.

Il convient de ne pas se méprendre quant au statut et à la portée du modèle décisionnel : il n'agit que comme une aide destinée à éclairer les décideurs d'entreprise et à les coordonner ; il ne saurait évidemment être une quelconque « machine à décider » : au contraire, il met en lumière des éléments techniques et humains de la prise de décision qui peuvent être occultés.

Ces éléments mis en évidence, la démarche de délibération est de nature à instaurer un véritable processus de révélation mutuelle au sein de l'organisation permettant de construire un choix collectif ; elle permet également aux divers acteurs de s'approprier le système de valeurs. Cette démarche participe de ce point de vue à la pénétration de la culture de risque dans les organisations.

L'approche exposée s'intègre dans le management des risques : comme sa mise en œuvre le prouve, celle-ci fait appel à des disciplines multiples : en premier lieu l'économie du risque et les sciences de la décision mais aussi la sûreté de fonctionnement et le facteur humain, pour ne citer que celles-ci.

Le lien avec les sciences du facteur humain est parfois moins clairement entrevu. Soulignons-en quelques aspects au travers de la démarche exposée. Au delà de son utilisation pour la prescription, la modélisation de l'attitude face au risque des acteurs de la décision est une information extrêmement utile, nous semble-t-il, pour la connaissance de l'organisation et de ses acteurs. S'il l'on exclut les biais de modélisation qui sont en général faibles, repérer des écarts significatifs d'attitude face au risque (i.e. par des écarts de convexité sur les courbes) peut aussi dans certains cas être vus comme un signal de nature à susciter le questionnement : que nous enseignent les comportements observés individuellement ou pris dans leur diversité à travers la modélisation des préférences ? Ne faut-il pas alors, selon les cas, convoquer les sciences du facteur humain, des organisations, de l'ergonomie pour mieux comprendre les écarts éventuels et en tenir compte dans le fonctionnement du système organisationnel ? Les champs d'actions qui en découlent, peuvent être évidemment très vastes : impact sur l'organisation, interaction entre l'homme et le système de production, etc. Une interaction entre ces disciplines et l'économie du risque est sans aucun doute à poursuivre et à approfondir.

Remerciements

L'auteur remercie F. Alessandroni, P. Bryla, P. Codron, C. Garreau, J. Lonchampt, ingénieurs à EDF qui ont conduit les phases d'analyses et de quantification des risques préalables à cette étude.

Références

- [1] Keeney R.L., Raiffa H, Decisions with Multiple Objectives - Preferences and Value Tradeoffs, Cambridge University Press, 1993.
- [2] Beaudouin F., Munier B., Serquin Y., Multiattribute utility theory : Towards amore general framework, proceedings of the ESReDA Seminar on Decision Analysis and Its Applications in Safety and Reliability, 1997.
- [3] Beaudouin F., Munier B., Serquin Y., Multiattribute Decision Making and GEneralized Expected Utility in Nuclear Power Plant Maintenance, M. Machina and B. Munier eds., Beliefs, Interactions and Preferences in Decision Making, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 341-357, 1999.
- [4] Beaudouin F., Meuwisse C., Risk management applied to quantitative evaluation of strategic spare parts stocks, proceedings de Lambda-Mu 13, 2002.