

LES CAHIERS
2011-06 **DE LA**
SÉCURITÉ INDUSTRIELLE

**PRATIQUES DE
LA DÉCISION
EN SITUATION
D'INCERTITUDE**

**APPROCHES DE
L'INCERTITUDE**

**ÉQUIPES DU
PROGRAMME 2008
DE LA FonCSI**

LA *Fondation pour une Culture de Sécurité Industrielle* (FonCSI) est une Fondation de Recherche reconnue d'utilité publique par décret en date du 18 avril 2005. Elle a pour ambitions de :

- ▷ contribuer à l'amélioration de la sécurité dans les entreprises industrielles de toutes tailles, de tous secteurs d'activité ;
- ▷ rechercher, pour une meilleure compréhension mutuelle et en vue de l'élaboration d'un compromis durable entre les entreprises à risques et la société civile, les conditions et la pratique d'un débat ouvert prenant en compte les différentes dimensions du risque ;
- ▷ favoriser l'acculturation de l'ensemble des acteurs de la société aux problèmes des risques et de la sécurité.

Pour atteindre ces objectifs, la Fondation favorise le rapprochement entre les chercheurs de toutes disciplines et les différents partenaires autour de la question de la sécurité industrielle : entreprises, collectivités, organisations syndicales, associations. Elle incite également à dépasser les clivages disciplinaires habituels et à favoriser, pour l'ensemble des questions, les croisements entre les sciences de l'ingénieur et les sciences humaines et sociales.

Les travaux présentés dans ce rapport sont issus d'un programme de recherche financé par la FonCSI. Éric Marsden (FonCSI), en accord avec les auteurs, a coordonné l'organisation rédactionnelle de ce document. Les propos tenus ici n'engagent cependant que leurs auteurs.

Fondation pour une Culture de Sécurité Industrielle

Fondation de recherche, reconnue d'utilité publique

<http://www.FonCSI.org/>

6 allée Émile Monso — BP 34038
31029 Toulouse cedex 4
France

Téléphone : +33 534 32 32 00
Twitter : @LaFonCSI
Courriel : contact@FonCSI.org

Title Points of view on uncertainty and its impact on decision-making practice

Keywords uncertainty, risk, decision-making, case studies

Authors Researchers in FonCSI's 2008 research programme on decision-making under uncertainty

Publication date September 2011

In 2008, the FonCSI published a Call for Proposals aiming better to understand how people concerned by hazardous activities relate to and cope with uncertainty. The aim is to understand how people handle uncertainty, how they manage to act despite ambiguity while studying problems, making decisions, taking stands on issues, how people create the conditions which make it possible to move forward in uncertain contexts.

Six research teams were selected for funding. They concern a range of scientific disciplines – psychology, sociology, management, industrial engineering, nuclear engineering – and a variety of case studies: risk management practices around French Seveso facilities, the preparation and management of an avian flu pandemic, group decision-making in hospitals, and the development of medicines in the pharmaceutical domain.

This document constitutes a first result of this work, providing a **characterization of the types of uncertainty** encountered in their various field studies, and proposing some first hypotheses as to their impact on decision-making practice:

- ▷ what are the sources of uncertainty, and how can they be classified?
- ▷ how do people handle and cope with them?
- ▷ what are the potential consequences on people's actions and the decisions they make (or that they avoid taking, or that they postpone)?

This document will be followed by others describing the way in which people in the field cope with the uncertainty and ambiguity they encounter, and relating these observations to the literature on sensemaking processes and individual and group decision-making.



About the authors

Each chapter of this document has been written by one of the research teams funded by the FonCSI in its Call for Proposals *Decision-making practice under uncertainty*, which was launched in 2008. The primary authors are Saina Hassanzadeh (FonCSI & École des Mines d'Albi), Emmanuel Martinais (ENTPE), Véronique Steyer (ESCP-Europe & Paris-Ouest University), Stéphanie Tillement (École des Mines de Nantes) and Thomas Reverdy (Grenoble-INP).



To cite this document

AO2008 (2011). *Points of view on uncertainty and its impact on decision-making practice*. Number 2011-06 of the *Cahiers de la Sécurité Industrielle*, Foundation for an Industrial Safety Culture, Toulouse, France (ISSN 2100-3874). Available at <http://www.FonCSI.org/en/>.

Titre Approches de l'incertitude et son impact sur la décision
Mots-clefs incertitude, risque, pratiques, caractérisation, études de cas
Auteurs Équipes du programme 2008 de la FonCSI
Date de publication septembre 2011

La FonCSI a lancé en 2008 un appel à propositions scientifiques visant à mieux comprendre comment les acteurs concernés par les activités à risque appréhendent les incertitudes, comment ils s'en accommodent. Il s'agit de déterminer comment, lors de l'examen de problèmes, la prise de décisions ou la prise de position, les gens font pour intervenir malgré les incertitudes ; comment ils procèdent pour créer des conditions rendant possible l'action dans des environnements incertains.

Six équipes de recherche ont été retenues pour financement. Elles relèvent de disciplines scientifiques variées – psychologie, sociologie, gestion, génie industriel et ingénierie nucléaire – et s'intéressent à des sujets ou des terrains d'étude divers : la prévention des risques dans les installations Seveso, la gestion d'une pandémie grippale, les décisions en groupe en milieu hospitalier, le développement de médicaments dans le secteur pharmaceutique.

Ce document est un premier résultat de ces travaux, caractérisant les **types d'incertitude rencontrés** sur les différents terrains d'étude et formulant des hypothèses quant à leur rapport avec la décision :

- ▷ quelles sources d'incertitudes, et comment les caractériser ?
- ▷ comment les acteurs les appréhendent-ils ?
- ▷ quelles conséquences possibles sur l'action des gens et sur les décisions qu'ils prennent (ou qu'ils évitent de prendre, ou qu'ils reportent) ?

Ce cahier sera suivi d'autres documents décrivant la manière dont les gens sur le terrain font face à l'incertitude et l'ambiguïté constatées, et mettant ces observations en regard de la littérature sur les processus de fabrication de sens et de prise de décision individuelle et collective.



À propos des auteurs

Chaque chapitre de ce document a été rédigé par l'une des équipes de recherche financées par la FonCSI dans le cadre de son programme de recherches *Pratiques de la décision en situation d'incertitude*, lancé en 2008. Les principaux auteurs sont Saïna Hassanzadeh (FonCSI & École des Mines d'Albi), Emmanuel Martinais (ENTPE), Véronique Steyer (ESCP-Europe & Université Paris-Ouest), Stéphanie Tillement (École des Mines de Nantes) et Thomas Reverdy (Grenoble-INP).



Pour citer ce document

AO2008, (2011). *Approches de l'incertitude et son impact sur la décision*. Numéro 2011-06 des *Cahiers de la Sécurité Industrielle*, Fondation pour une Culture de Sécurité Industrielle, Toulouse, France (ISSN 2100-3874). Disponible à l'adresse <http://www.FonCSI.org/fr/>.

Table des matières

Introduction	1
1 Incertitude : de quoi parle-t-on ? Application aux décisions dans les projets de développement pharmaceutique	5
1.1 Introduction	5
1.2 Problématique	6
1.3 L'incertitude au travers de l'histoire	9
1.4 Lien indissociable entre l'objectif et le subjectif dans la compréhension de l'incertitude	12
1.5 Caractérisation de l'incertitude	13
1.6 Typologie de facteurs d'incertitude	17
1.7 Conclusions	20
2 Incertitudes et prévention des risques industriels	21
2.1 Introduction	21
2.2 Les incertitudes révélées par les activités de régulation	22
2.3 Les techniques de la décision en incertitude	30
2.4 L'incertitude comme ressource de pouvoir	34
2.5 Conclusion	38
3 Autour de la pandémie grippale : un système d'incertitudes de natures, de sources et d'effets variés	41
3.1 Contexte et questions de recherche	41
3.2 Une grande entreprise face au A(H1N1) : comment les gestionnaires du risque font-ils face à l'incertitude ?	43
3.3 Discussion	49
4 Prise en compte de l'incertitude dans le pilotage des projets de modernisation	53
4.1 Introduction	53
4.2 Qualifier les incertitudes	55
4.3 Incertitudes, action et décision en sécurité : le cas des projets de modernisation	61
4.4 Gestion de l'incertitude dans les projets de modernisation	65
4.5 Conclusion	67
Bibliographie	69

Introduction

Contexte

Les personnes impliquées dans la gestion des activités à risques (exploitants de sites industriels, autorités de contrôle, compagnies d'assurance, organisations syndicales), et plus généralement concernées par la présence de ces activités (collectivités territoriales, associations, *etc.*) sont confrontées à des **incertitudes** de différentes natures. Ces incertitudes concernent la nature des dangers induits par ces activités industrielles, en particulier lorsque des innovations technologiques ont été introduites : on pense par exemple au débat sur les nanotechnologies. Elles concernent aussi l'impact de changements d'organisation chez les exploitants ou les autorités de tutelle, que ces évolutions soient provoquées par la recherche d'une meilleure productivité, par de nouvelles exigences réglementaires, par de nouvelles attentes des parties prenantes.

Différentes stratégies sont mises en place pour gérer cette incertitude. S'agissant d'incertitudes portant sur un événement redouté (puissance d'un éventuel séisme, tensions générées sur la structure d'un avion lors d'un orage), les concepteurs caractérisent l'aléa sous forme de distribution de probabilités, décident d'un événement de référence (crue centennale, par exemple), puis « sur-dimensionnent » l'installation en se fixant des *marges de sécurité* par rapport à l'événement de référence.

Lorsque les incertitudes peuvent conduire à des effets aussi bien positifs que négatifs — pensons au risque financier — les gestionnaires caractérisent également le phénomène aléatoire sous forme de distributions de probabilités et se fixent un événement de référence (la pire évolution du marché sur les 100 derniers jours, par exemple). Ils calculent ensuite le *value at risk*, ou quantité qu'ils seraient susceptibles de perdre si cette mauvaise évolution devait se produire ; les autorités de tutelle des banques leur imposent de disposer de réserves suffisantes pour affronter ces événements exceptionnels.

Des accidents récents montrent que ces approches peuvent être prises en défaut, quand un séisme plus important que prévu survient, ou que l'interdépendance entre risques pesant sur différents actifs est sous-estimée, conduisant à des phénomènes de baisse de cours en cascade.

Comment font alors les personnes responsables de la gestion des risques (en tant que concepteurs, exploitants, contrôleurs) pour faire face à leurs incertitudes sur la pertinence des moyens qu'ils mettent en place ou qu'ils prescrivent ? Comment intègrent-ils la pression de la société en matière de précaution et les inquiétudes des parties prenantes avec lesquelles ils sont en contact ? Quel impact sur leurs décisions (les « micro-décisions » quotidiennes aussi bien que les grands arbitrages), sur leurs relations avec des collègues, des personnes d'autres métiers, sur leur façon de parler de leur travail ? Comment les élus locaux, représentants d'associations, riverains appréhendent cette incertitude, et quel est l'impact sur les questions posées, les pressions exercées à différents niveaux ?

La FonCSI a lancé en 2008 un appel à propositions scientifiques visant à mieux comprendre comment, en pratique, les acteurs à divers titres concernés par les activités à risque appréhendent et intègrent les incertitudes et, surtout, comment ils s'en accommodent. Il s'agit de déterminer comment, lors de l'examen de problèmes, la prise de décisions, la prise de position, les gens font pour intervenir malgré les incertitudes ; comment ils procèdent pour créer des conditions rendant possible l'action dans des environnements incertains.

Six équipes de recherche (françaises mais aussi européennes) ont été retenues pour financement. Elles relèvent de disciplines scientifiques variées — psychologie, sociologie, gestion, génie industriel et ingénierie nucléaire — et s'intéressent à des sujets ou des terrains d'étude également variés : la prévention des risques dans les installations Seveso, la gestion d'une pandémie grippale, les décisions en groupe en milieu hospitalier, le développement de médicaments dans le secteur pharmaceutique.

Objectifs du document

Ce document est le premier résultat des travaux des chercheurs financés par la FonCSI dans le cadre de son programme sur les *Pratiques de la décision en situation d'incertitude*. Il vise à permettre aux chercheurs de caractériser les types d'incertitude auxquels ils sont confrontés sur leurs terrains ou sujets d'étude et à formuler des hypothèses quant à leur rapport avec la décision :

- ▷ quelles sources d'incertitudes, et comment les caractériser ?
- ▷ comment les acteurs les appréhendent-ils ?
- ▷ quelles conséquences possibles sur l'action des gens et sur les décisions qu'ils prennent (ou qu'ils évitent de prendre, ou qu'ils reportent) ?

Ce document sera suivi d'autres rapports produits par les équipes de recherche, intégrant en particulier davantage de détails issus de leurs observations de terrain.

Structure du document

Chaque équipe de recherche a rédigé un chapitre décrivant la façon dont elle conçoit l'incertitude, et des situations de terrain où ces questions sont soulevées.

1. Le premier chapitre concerne la **décision non-urgente dans le processus de développement de médicaments**. Les chercheurs détaillent les particularités du secteur amont de la chimie pharmaceutique, où les projets de R&D s'étalent sur des périodes allant jusqu'à 15 ans entre l'identification d'une molécule potentiellement intéressante et sa mise sur la marché, avec des coûts de développement très importants et un taux de « réussite » des projets très faible. Il s'agit d'étudier les différents jalons dits « go/no go » de poursuite ou d'arrêt des projets, décisions à forts enjeux prises par un groupe de personnes, sans contexte d'urgence.

Ce chapitre comprend une **analyse détaillée de la notion d'incertitude et ses liens avec la décision** au travers de l'histoire, ainsi que différentes définitions utilisées en économie, psychologie, sociologie, intelligence artificielle et gestion de projet. Il conclut en proposant la définition adoptée par cette équipe, en détaillant les générateurs d'incertitude liés au sujet (individuels et collectifs), ceux liés à l'objet observé et impliqué dans la décision, et ceux liés au contexte d'observation et de prise de décision.

2. Le second chapitre concerne les **activités de régulation des installations Seveso¹**, et consiste à analyser les interactions entre les différents « mondes » que constituent les activités quotidiennes de production de sécurité sur les installations, le travail technique d'analyse des risques conduit par des experts industriels et contrôlé par des représentants de la police des installations classées, le rôle des élus locaux préoccupés à la fois par la protection des riverains et par le maintien de marges de manœuvre concernant le développement de leur territoire. Les auteurs arguent que les activités de modélisation du risque industriel (création de scénarios accidentels, quantification du niveau de risque) engendrent davantage d'incertitudes (état de non-connaissance) qu'elles n'en réduisent. Ils examinent la façon dont ces incertitudes impactent les choix en matière de prévention, qui doivent être acceptables socialement et politiquement. Enfin, les acteurs montrent que les exploitants et la police des installations classées exploitent cette incertitude comme ressource de pouvoir, qui leur fournit des marges de manœuvre utiles à leur activité quotidienne.
3. Le troisième projet concerne la manière dont une entreprise s'est préparée à la **pandémie grippale A(H1N1) au printemps 2009**, suivant l'évolution depuis les premiers signes inquiétants, les messages officiels alarmants, au « dégonflement » lorsque le virus s'est montré moins redoutable que prévu. Les auteurs mettent au jour un système complexe d'incertitudes de différentes natures et origines, dépassant les incertitudes liées au phénomène physique et se nourrissant des interprétations des différents acteurs concernés ainsi que du contexte organisationnel. Les gens ne restent pas passifs face à ce « **nuage d'incertitudes** », mais **en modifient l'équilibre par leurs actions**.
4. Le quatrième projet concerne la **prise en compte de l'incertitude dans le pilotage des projets de modernisation** d'installations industrielles. Ces projets s'appuient sur

¹ Usines ayant des activités industrielles à risque d'accident majeur.

un existant, supposé connu et maîtrisé, mais qui en pratique est parfois à l'origine de surprises lorsqu'il est intégré dans le nouveau système « hybride ». Les chercheurs examinent la manière dont cette incertitude peut se révéler au fur et mesure de la conduite du projet, et l'apport possible des mécanismes d'« épreuve » en cours de projet, ainsi que le rôle des lanceurs d'alerte, pour signaler de façon précoce une dérive par rapport au plan initial.

5. Le cinquième projet concerne la **prise de décision en groupe dans les établissements de soins**. Il s'agit d'examiner le travail de chirurgiens ou de médecins urgentistes qui sont amenés à travailler ensemble dans un contexte incertain, et qui doivent prendre des décisions à fort enjeux pour la santé des malades, souvent relativement urgentes et nécessitant des arbitrages complexes.
6. Le dernier projet concerne la **prise en compte de l'incertitude dans les analyses probabilistes de sûreté**, telles qu'utilisées en particulier pour évaluer le risque nucléaire. Il explique la différence entre incertitude d'origine *aléatoire* (liée aux limites des instruments de mesure, ou aux phénomènes physiques aléatoires, par exemple) et d'origine *épistémique* (manque de connaissances). Les chercheurs expliquent comment l'incertitude peut être modélisée dans les différentes étapes du processus d'analyse de risque, allant de l'identification des dangers et la construction de scénarios accidentels, la quantification des probabilités d'occurrence des événements initiateurs d'accident et la disponibilité des mesures de prévention et de protection en place, la propagation des incertitudes par des techniques stochastiques, puis la manière de présenter l'incertitude finale aux décideurs.

Le travail de ces deux dernières équipes, étant rédigé en langue anglaise, n'est pas intégré au présent Cahier, mais fera prochainement l'objet de publications spécifiques.

Incertitude : de quoi parle-t-on ?

Application aux décisions dans les projets de développement pharmaceutique

Saïna Hassanzadeh	Doctorante FonCSI / École des Mines d'Albi Carmaux
Didier Gourc	École des Mines d'Albi Carmaux
Sophie Bougaret	Manageos
François Marmier	École des Mines d'Albi Carmaux

1.1 Introduction

Dans un certain nombre de circonstances de la vie, nous devons agir dans des domaines où l'incertitude règne. Dans ces circonstances, la tâche redoutable à accomplir consiste à prévoir un avenir incertain et à programmer nos actions en conséquence [Damasio 1994].

À titre individuel et personnel, un récent témoignage montre l'impact émotionnel de l'incertitude : une passagère, en larme, coincée dans un aéroport à cause du nuage de cendres du volcan Islandais confie : « Là, franchement ça devient stressant, que ça soit au niveau des enfants, de nous... et puis c'est surtout l'incertitude. »¹ L'incertitude s'invite aussi au cinéma, apportant sa charge affective. François Truffaut fait dire à son personnage : « Ce n'est pas l'amour qui dérange la vie, mais l'incertitude d'amour. Je suis sans espoir. »² Quels sont les impacts de l'incertitude ici : celui qui nous amène les larmes aux yeux, celui qui fait battre nos cœurs ou celui qui nous donne le goût de l'aventure ?

À titre collectif, le terme incertitude agit sur de nombreux domaines. La science n'est pas épargnée. Aucun médecin ne se risque à donner un pronostic vital de manière certaine. Aucun volcanologue ne se hasarderait à prévoir la prochaine date d'éruption de l'Etna. Aucun écologiste ne peut mesurer aujourd'hui les conséquences exhaustives de l'explosion de la plateforme *Deepwater Horizon* de BP. Aucun astrophysicien ne peut affirmer, avec certitude, la présence d'eau sur Jupiter. En robotique, l'imprécision des données sensorielles liées à l'imprécision des capteurs constitue une des sources d'incertitude. En politique, malgré l'existence des sondages, le résultat d'une élection reste imprévisible. En finance, il est difficile de prévoir l'évolution de valeur du dollar du fait de sa volatilité. En droit, malgré des enquêtes qui durent des années, les preuves sont imprécises et incomplètes et la culpabilité de l'accusé est souvent mise en doute [Tversky et Kahneman 1974]. L'activité agricole s'exerce dans un contexte où l'incertitude existe toujours : prévisions climatiques, situations de pénurie, appropriation de terre, évolution des prix agro-alimentaires et effets à long terme des OGM, par exemple.

Malgré l'implication de l'incertitude dans tous ces domaines, il n'existe pas une appréhension commune de ce concept. Notre objectif dans ce chapitre est d'arriver à une compréhension de l'incertitude : définir le terme, le caractériser, clarifier sa relation avec le risque, mesurer ses effets et proposer une typologie de facteurs d'incertitude.

Le champ d'analyse des pratiques effectives que nous avons retenu est celui de la décision de poursuite ou de l'arrêt de projets de développement de nouveau médicament. Une telle

¹ Informations 20 heures, France 2, samedi 24/04/2010

² Muriel dans *Les deux anglaises et le continent*, François Truffaut, 1971

décision se déroule dans un contexte incertain. Nous illustrons les enjeux de ces incertitudes dans l'industrie pharmaceutique et nous développons des exemples concrets conformément à la typologie proposée.

La méthode de travail comprend de deux parties :

- ▷ une **étude bibliographique** qui comprend un rappel étymologique sur l'incertitude, un regard historique sur la façon dont elle a été perçue et prise en compte par l'humain à travers le temps, un balayage des définitions dans le champ sémantique de la langue française ainsi qu'une synthèse des définitions académiques de l'incertitude en mettant en évidence son lien avec le risque ;
- ▷ une **confrontation avec le terrain** d'application par des entretiens de différents acteurs impliqués dans l'industrie pharmaceutique.

1.2 Problématique

Le projet de recherche proposé traite de l'analyse des pratiques de décision collective, dans un contexte d'incertitude, en situation de non-urgence, mais avec un danger potentiel à long terme. Analysons les trois composantes de cette problématique.

Aujourd'hui, les décisions concernant les projets ne sont pas prises individuellement, elles se déroulent au sein d'un **comité d'experts**. Les projets de thèse sont soutenus devant un jury collectif. La future admission d'un chercheur au sein d'une équipe se statue collectivement. Le sort d'un projet pharmaceutique de même, est conclu par un comité d'experts. Le contexte est souvent incertain et l'ensemble des choix ainsi que leurs conséquences ne sont pas figés et peuvent ainsi être soumis à de nombreux changements que nous ne pouvons pas prévoir à présent.

L'aspect de **non-urgence** dépend du temps restant jusqu'à l'obligation de décider. Le fait que les décisions concernent un avenir lointain implique deux conséquences : un degré d'urgence moindre (nous avons l'impression d'avoir le temps pour décider), et un degré d'incertitude plus élevé.

La description de la problématique de cette étude se déroulera en deux parties. Premièrement, nous expliquons les éléments généraux de la problématique qui peuvent aussi être constatés dans d'autres domaines que l'industrie pharmaceutique : la décision collective, face à l'incertitude, dans une situation de non-urgence. Nous décrivons chacun de ces trois éléments et nous éclaircissons en quoi la combinaison de ces trois éléments constitue une problématique pour les processus de décision. Deuxièmement, nous analysons les spécificités de l'industrie pharmaceutique qui exacerbent la difficulté de la pratique de décisions. Ces éléments sont soit liés au marché et aux évolutions de la société, soit à la nature des projets de développement de nouveaux médicaments.

1.2.1 Éléments généraux du sujet

La prise de décision est un ensemble de processus cognitifs visant à choisir une option parmi un ensemble de choix. Le décideur effectue son choix en comparant les conséquences des différentes options. Dans le cas de notre étude, les dimensions qui caractérisent le contexte d'un tel choix, sont les suivantes :

1. **L'incertitude** : la balance bénéfique/risque des différentes options est d'autant plus sujette à discussion lorsqu'on se trouve en situation inconnue. Le manque de connaissance des choix possibles et/ou de leurs conséquences entraîne l'incertitude chez le décideur, ce qui met en danger l'efficacité et la rapidité de décision. Ce réflexe de reporter la décision dans l'attente d'une nouvelle information réductrice de l'incertitude est très souvent observé afin d'orienter le choix vers une option.
2. l'aspect **non-urgent** : la décision à prendre ne semble pas présenter de degré d'urgence apparent, mais un danger potentiel pourrait apparaître à long terme. D'où l'originalité de ce travail, car plusieurs travaux de recherche sont menés sur le thème du risque et de l'incertitude dans une situation d'urgence tel que l'on peut rencontrer dans le cas d'une crise économique [Sinclair 1985; Lee et al. 2008], politique [McDermott et al. 2002], humanitaire [Charles et al. 2010] et surtout en médecine d'urgence [Sklar et al. 1991; Green 2008; Kuhn et al. 2009]. Par ailleurs, les phénomènes du risque latent et non menaçant sont relativement peu étudiés. Les choix d'investissements, de renouvellement d'équipement,

de modernisation d'unité, la mise en place de nouveaux dispositifs de sécurité sont autant de situations qui peuvent relever de ces décisions sans degré d'urgence. Il est tout à fait possible de surseoir à la décision et de différer dans l'attente d'éléments plus probants dans un contexte de prise de risque.

3. la nature **collective** : la décision collective est le résultat d'un débat d'experts. La personnalité de chacun, son mode de raisonnement, son goût pour le risque ou son caractère prudent et précautionneux, son intérêt personnel et son degré d'implication dans la suite de projet constituent autant de possibilités d'influences sur le collectif et contribuent à des interactions entre les décideurs ce qui complexifie le processus décisionnel.

L'industrie pharmaceutique nous offre la globalité de ces éléments, lorsqu'il s'agit des décisions de développement de nouveau médicament en R&D.

1.2.2 Éléments spécifiques du domaine d'application

Nous étudions d'abord les changements majeurs dans l'industrie pharmaceutique ainsi que les différentes pressions externes qu'elle subit. Puis, nous nous penchons sur les complexités et les spécificités des projets pharmaceutiques.

Spécificités de l'industrie pharmaceutique

L'industrie pharmaceutique est un secteur d'activité qui a pour vocation de rechercher, développer, fabriquer et vendre des médicaments, que ceux-ci soient destinés à des traitements préventifs ou curatifs [Gourc et Bougaret 2000].

La santé publique est l'enjeu le plus important de cette industrie. Cela implique des aspects réglementaires importants et contraignants [Gourc 2000]. Les autorités de santé sont devenues plus exigeantes. En Europe, elles ont ainsi diminué de moitié le nombre d'autorisations de mise sur le marché entre 1992 et 2008. Elles attendent des nouveaux médicaments qu'ils délivrent un service réellement innovant, ce qui n'était pas toujours le cas durant ces dernières années [Bohineust 2010].

De plus, les pressions croissantes sur les finances publiques se traduisent par une pression sur les coûts des soins, même aux USA, où la médecine privée est dominante [Sykes 1997]. Les médicaments génériques en sont un autre exemple.

Ce secteur industriel est très fragmenté, puisqu'aucune société pharmaceutique ne détient plus de 10% du chiffre d'affaires mondial, en 2000 [Gourc et Bougaret 2000]. Et malgré les énormes fusions et acquisitions qui font régulièrement la une des journaux financiers, le premier groupe mondial, Pfizer, ne détient toujours que 6,4% du marché mondial [Leem 2008].

L'arrivée des nouvelles technologies, telles que les biotechnologies et les nanotechnologies constituent autant d'innovation, mais aussi des nouvelles sources d'incertitude pour l'industrie pharmaceutique. Un bref regard sur l'histoire de la pharmacie montre en quoi l'apport de la recherche a changé les pratiques du secteur.

Avant la fin du XIX^{ème} siècle, les pharmaciens fabriquaient eux-mêmes leurs médicaments à partir de diverses substances végétales, voire minérales, en utilisant des recettes recueillies dans les livres de la pharmacopée. La fin du XIX^{ème} siècle correspond à la découverte de principes actifs majeurs telles la pénicilline, l'aspirine et les premiers vaccins. La recherche thérapeutique est en plein essor et donne naissance à l'industrie pharmaceutique, avec le développement des médicaments de synthèse issus de la chimie. À cette époque, le paradigme du développement de nouveau médicament était un chimiste, une semaine, une molécule.

La révolution de la chimie a été suivie par celle des ordinateurs et des robots qui ont modifié à leur tour le mode de fabrication des médicaments. Aujourd'hui, un chimiste avec un ordinateur et un robot est capable de produire 100 000 molécules en une semaine [Sykes 1997].

La troisième révolution est celle de la science des organismes vivants. La biotechnologie est considérée comme l'avenir de la pharmacie : 50% des médicaments sont aujourd'hui développés dans cet univers [Bohineust 2010]. La biotech est incontournable dans la découverte de nouvelles molécules, mais d'une culture différente de la culture chimique d'origine des laboratoires.

Tous ces résultats portés par les évolutions des technologies, permettent de multiplier le nombre de choix en un temps bien réduit et nous offrent bien sûr de nouvelles possibilités,

mais ne facilitent pas forcément le choix. Parallèlement, la pression réglementaire s'est accrue : l'observation clinique de quelques malades suffisait à démontrer l'intérêt thérapeutique d'une molécule il y a cinquante ans, alors que plusieurs milliers de patients sont aujourd'hui requis pour obtenir l'autorisation de mise sur le marché.

Le dernier point que nous souhaitons aborder au sujet de diverses pressions sur l'industrie pharmaceutique concerne les associations des malades. Avec Internet et les technologies collaboratives, le patient est devenu acteur de sa propre santé. Il dispose de davantage d'informations, mais aussi de désinformations. À titre d'exemple, les groupes de Sida ont obligé les compagnies pharmaceutiques à justifier des décisions de passage ou non au développement de diverses molécules [Sykes 1997].

L'industrie pharmaceutique est donc soumise à différentes sortes de pression. L'accroissement de sa responsabilité proportionnelle est corrélé à l'augmentation de l'intérêt de l'individu pour sa propre santé, dans des pays de plus en plus développés.

Spécificités des projets de nouveau médicament

Un projet de développement pharmaceutique est un processus d'acquisition de connaissances, permettant à une molécule chimique ou à une entité biologique issue de la recherche et présumée active sur des cellules vivantes, de devenir un médicament. Elle obtient ainsi une autorisation d'être commercialisée par le dépôt et l'acceptation d'un dossier volumineux qui garantit les critères de sécurité, efficacité et qualité [Gourc et Bougaret 2000].

investissements
R&D importants

Les projets de développement de nouveaux médicaments durent en moyenne 13,5 ans et ont un coût supérieur à 873 M\$ [Paul et al. 2010]. En France, le budget total consacré à la recherche est certes inférieur, en valeur absolue, à celui de l'automobile, mais il représente 12,3% du chiffre d'affaires des entreprises du médicament, et seulement 4,2% pour l'automobile. Ce budget représente 4,6 milliards d'euros en 2006 [Leem 2008], et ne cesse d'augmenter : « Dans le monde, en 1980, les 30 principaux laboratoires pharmaceutiques avaient investi 2 milliards de dollars en R&D. En 2008, l'ensemble du secteur a investi 65 milliards » [Bohineust 2010].

projets très risqués

Ces projets sont donc très longs, très coûteux, mais aussi très risqués, puisqu'ils présentent un taux d'abandon, dit taux d'attrition, et de mortalité très élevé [Gourc 2000]. Sur 100 molécules issues de la recherche, seulement 10 molécules seront enregistrées, et sur ces 10 molécules, seulement 3 auront un retour sur investissement. Le taux d'abandon est de 97% [Sykes 1997]. Les statistiques récentes n'annoncent pas des résultats beaucoup plus encourageants : 96% d'abandon [Paul et al. 2010]. Les raisons de cette attrition sont principalement le manque d'efficacité versus placebo ou versus concurrents, la mauvaise biodisponibilité et la toxicité [Kennedy 1998].

La figure 1.1 illustre les différentes phases de développement d'un médicament. Les premières lignes indiquent les noms de ces étapes, avec une image illustrant le type d'étude et de test réalisé en chaque étape. La première ligne chiffrée montre le nombre de molécules à développer à cette étape pour espérer lancer un médicament sur le marché à la fin du processus. Ensuite, sont précisés, respectivement, le coût en million de dollars et la durée, en années, de chaque phase. Enfin, sur la dernière ligne est indiqué le coût total à investir sur la série de molécules testées pour un seul lancement commercial.

Du fait de ces enjeux, entre chaque phase, se situent des jalons décisionnels qui permettent de décider de la poursuite, de l'arrêt (dit « *Go/No Go* »), de l'accélération ou de la mise en attente de projet. Ces décisions sont prises en fonction de la connaissance de certaines informations principalement liées aux résultats d'études.

Plus le processus est précoce, plus l'incertitude est grande, car on ne sait presque rien sur la molécule au départ et les enjeux de la décision sont différents suivant cette maturité. On peut distinguer trois périodes :

- ▷ En recherche, dans les premières phases du schéma de la figure 1.1 (Target-to-hit, Hit-to-lead, Lead optimization), de nombreuses molécules sont testées en parallèle. L'enjeu de la décision est alors de choisir la (les) meilleure(s) molécule(s), sur la base d'une analyse multicritère préalablement définie.
- ▷ Les deux phases qui suivent, phase préclinique et phase 1, correspondent aux décisions les plus délicates : il n'y a plus qu'une ou deux molécules en jeu, il s'agit de décisions Go/No Go, basées sur des résultats d'études menées sur des animaux ou sur très peu de sujets humains. Les résultats obtenus chez des espèces animales ne sont pas forcément prédictifs de ce qui va se passer chez l'homme. Cette incertitude est génératrice de doute.

- ▷ Enfin, les phases 2 et 3 représentent des sommes considérables qui peuvent faire peur d'engager le projet dans un processus ultérieur. Cependant, les informations sont généralement bien pauvres par rapport à ce qui est nécessaire pour prendre une décision dans des conditions optimales. L'environnement est caractérisé par un degré d'inconnu. De plus, la santé humaine et les investigations importantes sont mises en jeu et il est important de prendre une décision pour espérer obtenir un résultat dix ans plus tard.

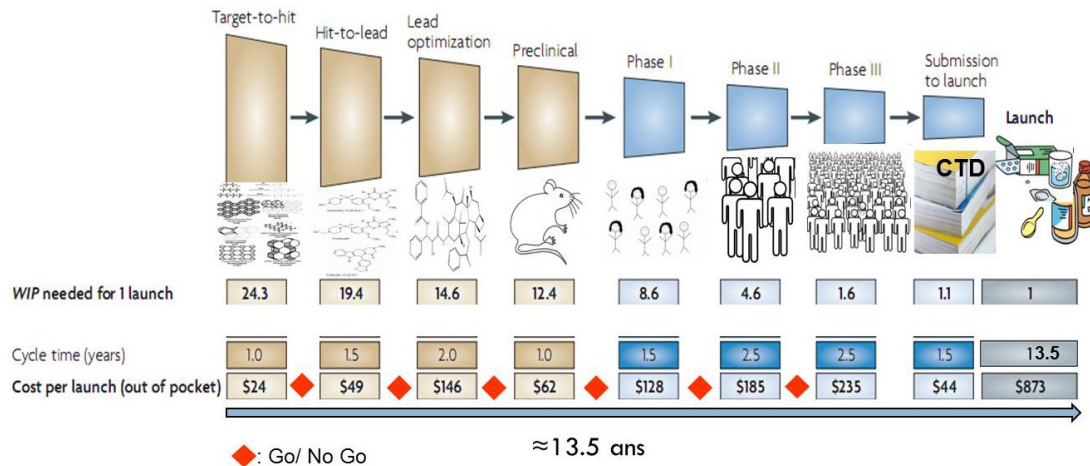


FIGURE 1.1 – Les différentes phases d'un projet de développement d'un nouveau médicament (adaptée de [Paul et al. 2010])

Les principaux effets de l'incertitude dans ce processus de décision sont de deux natures : le retard dans les décisions et le recyclage des décisions. Le retard dans la décision s'explique par la tentation que l'on peut avoir à attendre des nouveaux résultats visant à confirmer les premiers, réduisant ainsi le risque de conclure à tort. Le recyclage de la décision se définit comme la remise en cause de celle-ci, du fait de la survenue des résultats sensiblement contradictoires avec ceux qui précèdent. En effet, cette contradiction, si elle n'est pas expliquée, engendre nécessairement un doute susceptible d'aller jusqu'à la remise en cause de la décision précédente.

Le contexte dans lequel se trouve la firme, peut lui-même influencer les décisions relatives au Go/No Go du projet, voire la capacité à décider sans regret. Premier exemple : le débit du pipeline représente le nombre de molécules du portefeuille qui sont développées en parallèle ; les décideurs sont tentés d'être plus sélectifs lorsqu'il y a beaucoup de molécules et plus laxistes lorsqu'il y en a peu. Le deuxième exemple provient de la pression induite par les actionnaires : que ce soit le risque d'une fusion-acquisition, invalidant l'intérêt potentiel de la molécule, ou la chute du cours de l'action boursière de la firme, s'il est décidé d'arrêter le projet en phase deux ou trois. Les enjeux financiers de ces phases sont tels qu'ils influent sur les perspectives de rentabilité de l'entreprise.

1.3 L'incertitude au travers de l'histoire

L'esprit humain a horreur du vide [Elster 2008]. Le point commun de différentes réactions de l'homme vis-à-vis de l'incertitude réside en son effort pour la diminuer. Bien entendu les motivations, ainsi que les moyens sont différents, selon la période.

Dans un premier temps, un bref regard de la préhistoire à nos jours nous permettra d'évoquer les évolutions et les changements de la perception et du traitement de l'incertitude chez l'homme. Puis, nous nous concentrons sur deux courants majeurs de pensée qui s'opposent au cours de l'histoire.

1.3.1 De la préhistoire à nos jours

Au cours du temps on peut identifier quatre problématiques majeures de l'évolution des préoccupations de l'homme : survivre, vivre, questionnement sur son existence et ses connaissances.

À l'époque de la préhistoire, le traitement de l'incertitude était une question vitale pour nos ancêtres *Homo sapiens*. Ils vivaient dans un environnement de guerres et de prédateurs. Les chimpanzés vivent encore dans cet environnement. L'instinct de survie est alors le premier outil de décision face à l'incertitude. L'évolution a choisi le cerveau comme l'organe de la gestion de l'incertitude pour survivre aux conditions précaires.

À l'époque de l'antiquité, la gestion de l'incertitude ne se résumait pas à la survie de l'homme. L'humain commence à se poser des questions moins vitales, il cherche à expliquer les phénomènes naturels afin de mieux connaître son environnement pour vivre mieux. Ensuite, il commence à gérer ses incertitudes portant sur sa propre existence. Dans ces temps anciens, le **mythe** a sans doute été la première tentative de réduction de l'incertitude [Bronner 1997]. La sorcellerie, par la prévision qu'elle donnait, était un moyen d'orienter les décisions et d'agir en conséquence. La **religion** à son tour, en apportant des réponses aux premiers questionnements métaphysiques de l'homme, a fourni un récit pour créer la certitude. La logique a proposé des règles de raisonnement pour diminuer l'incertitude. Les mathématiques ont été utilisées pour créer la certitude : l'arpentage et la comptabilité en sont deux exemples.

Après avoir survécu et commencé à mieux connaître son environnement physique, trouvé ou inventé certaines réponses à son existence, les questions se révèlent d'un autre niveau. L'homme commence à remettre en cause cette fois ses propres connaissances.

Les philosophes antiques commencent à distinguer la subjectivité et l'objectivité, au travers de l'illusion dans la subjectivité et de l'apport de la raison dans l'objectivité :

- ▷ Socrate (V^{ème} siècle av. J.-C.) affirme que croire certain l'incertain est en réalité la pire des erreurs. Il dit aussi que sa sagesse était limitée à la prise de conscience de sa propre ignorance.
- ▷ Platon (427 av. J.C., 346 av. J.C.) s'interroge sur une certaine illusion du savoir : une certitude immédiate (ou opinion) que l'on devrait distinguer de la vérité, en cela qu'elle puisse en avoir les apparences externes sans l'être tout à fait.
- ▷ Carnéade (219 av. J.C., 128 av. J.C.), philosophe sceptique, remet en cause la connaissance acquise même par la raison. Car, il y a des représentations fausses qui ne nous permettent pas une connaissance certaine. Cette critique de la certitude a comme conséquence une suspension de jugement en ne croyant à rien (Cicero). Ainsi donc émerge la notion de subjectivité avec la mise en évidence du rôle de nos représentations dans nos jugements.

Après l'épanouissement de plusieurs courants de pensée en Grèce antique, le Moyen Âge fait ombre à la philosophie et fait une place importante à la religion, en Europe. Pendant cette période obscure, l'homme admet la dominance des croyances religieuses comme référence de la vérité. En Asie, Ghazali (1058–1111), philosophe iranien, auteur de *L'Incohérence des philosophes*, évoque des éléments de doute sur la validité des connaissances. Mais, n'ayant pas trouvé des réponses qui le satisfassent, il finit par démissionner de son poste à l'université et se confie à la religion islamique : « La connaissance est d'une nature complètement subjective. Elle n'est ni le fruit de l'intelligence pure, ni de la dogmatique. Elle appartient au cœur comme l'organe supérieur aux autres organes. » [Jabre 1958, p. 26].

Durant la renaissance, en Europe, l'histoire de la certitude est marquée profondément par le philosophe français René Descartes (1596–1650). La grande ambition de Descartes était d'atteindre la certitude absolue. Dans son ouvrage *Les méditations sur la philosophie première*, il s'interroge : « sur quoi notre pensée peut-elle se fonder pour s'assurer la certitude de ses connaissances ? » La certitude mathématique est sa réponse ; il ne reconnaît ainsi que les connaissances démontrables mathématiquement. Cette approche établit un cadre pour les méthodes scientifiques et privilégiera les approches rationnelles dans les siècles qui suivront. Ainsi, dans certains milieux, le raisonnement cartésien règne toujours comme le seul mode de raisonnement valide en science.

Parallèlement et malgré la puissance du rationnel cartésien, Blaise Pascal (1623–1662), l'auteur des *Pensées*, lui-même un grand mathématicien et un des développeurs du concept de calcul de la probabilité, reconnaît les limites de la raison dans son fameux pari : « Dieu est où il n'est

pas ! Mais de quel côté pencherons-nous ? La raison ne peut rien déterminer... donc quel parti prendre ? » Ainsi pour Pascal, le rationnel trouve ses limites à la frontière de la métaphysique. Plus tard, Emmanuel Kant (1724-1804) critiquera à son tour la raison pure [Kant 1781] :

“ *L'opinion est une créance consciente d'être insuffisante subjectivement tout autant qu'objectivement. Si la créance n'est suffisante que subjectivement et est en même temps tenue pour objectivement insuffisante, elle s'appelle croyance. Enfin, la créance qui est suffisante aussi bien subjectivement qu'objectivement s'appelle le savoir. La suffisance subjective s'appelle conviction (pour moi-même), la suffisance objective s'appelle certitude (pour chacun). Je ne m'arrêterai pas à clarifier des concepts aussi aisément compréhensibles.* ”

Pour notre part, nous préférons compléter cette définition d'une illustration synthétisée dans le tableau 1.1. Lorsque nous n'avons pas suffisamment d'éléments, ni subjectivement ni objectivement, pour croire quelque chose, il s'agit de l'opinion. Lorsque ces éléments sont suffisants subjectivement et pas objectivement, il s'agit de la croyance. Lorsque ces éléments sont suffisants subjectivement et objectivement, il s'agit du savoir. Le tableau 1.1 montre les trois modes de créance décrits par Kant. Nous y ajoutons une quatrième ligne qui est en effet un manque de créance, c'est-à-dire lorsque objectivement nous avons suffisamment d'éléments pour croire, mais que subjectivement nous ne sommes pas convaincus. Nous qualifions ce cas d'**irrésolution**. Ce dernier cas est notamment important dans l'étude de processus de décision. Nous reviendrons sur ces notions.

irrésolution

Subjectivement	Objectivement	Créance
-	-	Opinion
+	-	Croyance
+	+	Savoir
-	+	Irrésolution

TABLE 1.1 – Les différents modes de créance selon Kant

Ainsi, une première synthèse apparaît entre la thèse du rationnel objectif et l'antithèse de l'irrationnel subjectif. La certitude se trouve, grâce à Kant, être composée de manière équitable de savoir et de conviction. Il met toutefois en garde contre les illusions et les opinions, issues selon lui d'une insuffisance de créance.

Les fondamentaux philosophiques de l'incertitude sont ici énoncés, pour autant ils seront complétés par l'introduction de la notion de l'incomplétude de la connaissance :

- ▷ Pierre-Simon Laplace (1749-1827), qui se place du côté de Descartes affirme que « Une intelligence qui, à un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la compose embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus léger atome, rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir, comme le passé, serait présent à ses yeux » [Laplace 1840, p. 32-33].
- ▷ Carl Von Clausewitz (1780-1831), un officier et théoricien militaire prussien traite de l'incertitude sur les champs de bataille. Il perçoit la guerre comme intrinsèquement instable, incertaine, complexe et ambiguë. Il utilise le terme « brouillard de guerre » (*the fog of war*) pour désigner l'incertitude et l'ambiguïté des opérations militaires. Le terme comprend la connaissance inexacte des commandants militaires sur les capacités des ennemis, de l'environnement et de leur propre force. Pour cette condition, l'utilisation militaire contemporaine des États-Unis offre l'acronyme VUCA³, auquel tout le monde préfère l'élégance succincte du brouillard [Hofmann et Lehmann 2007].

connaissance infinie
d'après Laplace

On constate ainsi que lorsque l'incertitude est liée à des domaines applicatifs, physique ou militaire, les termes de la certitude et de la connaissance sont fortement reliés. Pour autant, les philosophes continueront de penser que la connaissance parfaite ne garantit pas la certitude :

³ Volatility, Uncertainty, Complexity and Ambiguity

- ▷ Bertrand Arthur William Russell (1872–1970), dont la préoccupation principale est de découvrir la connaissance certaine, s'interroge : « Existe-t-il au monde une connaissance dont la certitude soit telle qu'aucun homme raisonnable ne puisse la mettre en doute ? » [Russell 1912].
- ▷ Ludwig Wittgenstein (1889–1951), dans son ouvrage *De la certitude*, remet en question la certitude au travers d'exemples : « Je sais que je suis un être humain », « Je sais que ceci est un arbre », « Je rêve », « C'est un coup du sort étrange : tous les hommes dont on a ouvert le crâne avaient un cerveau. »

incomplétude
d'après Gödel

Kurt Gödel (1906–1978), mathématicien austro-américain dans ses théorèmes d'incomplétude, évoque les notions de l'indécidabilité et l'incohérence :

1. Dans n'importe quelle théorie récursivement axiomatisable, cohérente et capable de « formaliser l'arithmétique », on peut construire un énoncé arithmétique indécidable (qui ne peut être ni prouvé ni réfuté dans cette théorie). Autrement dit, on doit introduire d'autres axiomes (davantage d'information) pour pouvoir décider de la vérité ou la fausseté.
2. Si T est une théorie cohérente (sans contradiction) qui satisfait des hypothèses analogues, la cohérence de T , qui peut s'exprimer dans la théorie T , n'est pas démontrable dans T [Gödel 1931].

George Lennox Sharman Shackle (1903–1992), économiste anglais, dans les années 1950, tente de formaliser la notion de **degré de surprise potentielle** causée par un événement. Il pose aussi les bases de la théorie des possibilités, car, l'occurrence d'un événement est d'autant plus surprenante que cet événement est peu possible. Cette théorie est une modélisation de l'incertitude due au caractère incomplet de la connaissance [Shackle 1961].

informations
contrefactuelles

David Kellogg Lewis (1941–2001), philosophe américain, dans le cadre de sa théorie des informations contrefactuelles, propose la relation de possibilité comparative, qui exprime le fait qu'un événement est plus conforme qu'un autre à ce que l'on sait du monde réel [Lewis 1973].

théorie des
possibilités

L'économiste Shackle et le philosophe Lewis sont ainsi à l'origine de la **théorie des possibilités**, établie par Zadeh en 1978 et développée par Dubois en 1988 [Dubois et Prade 1988].

L'homme a toujours voulu acquérir la connaissance et réduire l'incertitude. Mais l'incertitude, n'a pas toujours été perçue de manière négative, contrairement au risque. Dans ce sens, Alain Séjourné affirme : « Sans l'incertitude l'aventure n'existerait pas ». Ainsi, même si les dangers sont caractérisés par la volatilité, par l'incertitude, par la complexité et l'ambiguïté, ces mêmes dangers créent le leadership des opportunités en termes de vision, de compréhension, de clarté et d'agilité [Johansen 2007, p. 45].

1.4 Lien indissociable entre l'objectif et le subjectif dans la compréhension de l'incertitude

À travers notre approche historique, nous avons constaté deux tendances principales : l'approche des Cartésiens qui essaient de tout expliquer raisonnablement au travers des lois mathématiques et physiques et celle des Kantiens qui reconnaissent les limites de la raison. Dans le club des Cartésiens, Aristote, Laplace sont parmi les philosophes les plus influents. Cette citation de Descartes résume l'idée principale de ce groupe : « Tous les phénomènes doivent pouvoir s'expliquer par des raisons mathématiques, c'est-à-dire par des figures et des mouvements conformément à des lois » [Descartes 1637]. Les Cartésiens admettent une approche purement objective de l'acquisition de la connaissance. Ils ne s'intéressent pas au sujet. Tous les sujets sont supposés se comporter d'une façon *logique*. Ils cherchent souvent à expliquer les événements du passé ou du présent et rarement de l'avenir. Au 19^{ème} siècle, ces réflexions seront mises en cause. Le raisonnement par analogie, qualifié par Descartes comme une forme mineure de raisonnement, retrouve sa place et ses applications en psychologie, par exemple, comme un moyen de comprendre et d'expliquer le comportement humain ou en Intelligence Artificielle, il est alors la base des systèmes de raisonnement à partir de cas.

À l'époque de Descartes, l'exigence de la raison et rien que de la raison était une réaction compréhensible aux mille ans d'ignorance de la raison au Moyen Âge. Le club des Kantiens est tout aussi fourni, en effet. La critique de Descartes n'est pas l'apanage de Kant ; d'autres auteurs tels Damasio ont vu les limites de ce raisonnement purement rationnel, dans le traitement de l'incertitude. *L'erreur de Descartes*, a été expliquée par Antonio R. Damasio et Marcel

Blanc, en 1994. Dans un ouvrage du même nom, les auteurs expliquent la raison des émotions et offrent une légitimité à d'autres moyens de réduction d'incertitude que la raison pure, comme l'intuition, en tant que la cognition rapide [Damasio 1994] ou la foi.

En Grèce antique, certains philosophes formaient déjà cette deuxième tendance : Socrate, Platon et Carnéade. Plus récemment, d'autres penseurs ont appliqué le paradigme kantien : Simon, Tversky, Kahneman, Berthoz, tous reconnaissent les limites de la perception, de l'attention, de la mémoire et du raisonnement humain. Ils prennent en compte d'autres facteurs qui jouent des rôles non-négligeables dans le raisonnement humain, comme les préférences, les croyances, les convictions et les émotions du sujet.

Dans cette perspective, Simon nous rappelle [Simon 1959, p. 273] les limites de notre système visuel :

“ Chaque organisme humain vit dans un environnement qui produit des millions de bits de nouvelles informations chaque seconde, mais le goulot d'étranglement de l'appareil de perception n'admet certainement pas plus de 1000 bits par seconde et probablement moins. ”

Il faut noter que ce paradigme kantien n'oppose pas véritablement, le rationnel et l'irrationnel comme deux approches de réduction de l'incertitude, mais les considère comme complémentaires dans ce cadre. Ainsi, [Damasio 1994] affirme :

“ Je n'ai clairement jamais souhaité opposer émotion et raison ; je vois plutôt dans l'émotion quelque chose qui, au moins, assiste la raison et, au mieux, entretient un dialogue avec elle. Je n'ai jamais non plus opposé émotion et cognition, puisque je considère l'émotion comme livrant des informations cognitives, directement ou par le biais des sentiments. ”

Les auteurs de cette pensée prennent en compte les limites mais aussi les heuristiques de raisonnement du sujet, mais également d'autres mécanismes qui y contribuent ou qui l'influencent. Ils se penchent souvent sur la compréhension des réactions de l'homme vis-à-vis de l'avenir.

1.5 Caractérisation de l'incertitude

Cette section est composée de quatre étapes : 1) une étude étymologique du mot incertitude, dont la racine nous indique les idées qui se cachent derrière ce mot, ainsi que les liens avec d'autres mots ayant la même racine, sans avoir à première vue de lien, 2) un panorama des définitions de dictionnaires qui nous montrent les significations évoquées par le terme d'incertitude, 3) des définitions académiques désignant les objets d'études scientifiques de différents points de vue, 4) une proposition de définition qui résume selon nous l'essentiel sur ce sujet.

Étymologie : l'incertitude, même racine que la décision

DEFINITION



L'incertitude, dite *incertaineté* au XVI^{ème} siècle, prend sa racine du latin *certitudo*, qui vient du latin *certus*, qui est le participe passé adjectivé de *cernere*, qui signifie discerner, décider. *Cernere* vient du latin *cerno*, qui lui-même vient de l'indo-européen commun *(s)ker* qui veut dire couper. Ce qui l'apparente au grec ancien *krino*, qui veut dire trancher. Si nous faisons la même démarche pour le mot décision, nous arrivons au latin *decisio*, qui est l'action de trancher.

Il est frappant de constater que l'incertitude et la décision, qui sont deux concepts fortement liés dans la pratique, proviennent de la même racine qui veut dire couper, trancher. Notons que cette racine révèle la pénibilité de l'action de décider (il n'est jamais agréable de trancher quelque-chose). Robert Merle représente « l'incertitude : ce n'est que nourrir, l'une après l'autre, deux certitudes contradictoires ». Et Claparède, dans la citation suivante, incarne bien cette pénibilité pour la décision « Toute décision est un drame qui consiste dans le sacrifice d'un désir sur l'autel d'un autre désir. ».

1.5.1 Balayage de définitions de l'incertitude dans les dictionnaires

Tout comme les philosophes, les dictionnaires montrent l'ambivalence subjectif/objectif dans leurs définitions de l'incertitude, selon deux axes :

1. En mettant en avant les définitions à partir de **caractéristiques de l'objet** :
 - ▷ Qualité de ce qui est incertain : *L'incertitude des anciennes histoires, L'incertitude du temps, l'état du temps variable* [Littré 1863].
 - ▷ Caractère d'imprécision d'une mesure, d'une conclusion, Caractère imprécis, vague d'une perception, d'une image, Caractère imprévisible du résultat d'une action, d'une évolution : *L'incertitude d'une recherche* [TLFi 1992],
 - ▷ Caractère de ce qui est incertain : L'incertitude de son avenir [Larousse 2011].
2. Mais aussi à partir de **l'état du sujet** :
 - ▷ État d'une personne incertaine de ce qui arrive ou doit arriver, État d'une personne indécise sur ce qu'elle fera : *Confus dans son incertitude* [Littré 1863] ;
 - ▷ Impossibilité dans laquelle est une personne de connaître ou de prévoir un fait, un événement qui la concerne ; sentiment de précarité qui en résulte : *L'incertitude au sein de la patrie* [TLFi 1992].
 - ▷ État de quelqu'un qui ne sait quel parti prendre, ou état plus ou moins préoccupant de quelqu'un qui est dans l'attente d'une chose incertaine : *Être dans une profonde incertitude et incapable de se décider* [Larousse 2011].

D'un côté, nous constatons un objet incertain, imprécis, vague, imprévisible et douteux et de l'autre côté, un sujet incertain, indécis, confus, embarrassé, hésitant, irrésolu et perplexe qui veut connaître et prévoir.

1.5.2 Risque et incertitude : synthèse de définitions académiques de l'incertitude

En 1907, Irving Fisher, économiste américain introduit la notion de risque en économie, il propose une réduction de chaque gain espéré en fonction de son risque [Buchanan et O'Connell 2006].

En 1921, Frank Knight, économiste américain distingue la notion de *risque*, dont on connaît la probabilité, de la notion d'*incertitude*, dont on ne peut pas calculer la probabilité [Knight 1921]. Dès lors, la définition de Knight fait référence dans plusieurs domaines. Cependant, certains chercheurs remettent en cause cette distinction reposant sur la connaissance d'une probabilité, car « elle suppose que les gens attribuent des probabilités numériques à chaque événement concevable ». [Friedman 1976].

En 1937, John Maynard Keynes, économiste anglais, fidèle à la définition de Knight, définit l'incertitude comme un état des acteurs dans lequel il est impossible d'attribuer des probabilités raisonnables et précises aux résultats attendus de leur choix. Keynes perçoit l'incertitude comme inhérente à la vie économique, comme une règle du jeu. Si les règles sont connues, nous sommes en mesure de calculer les résultats possibles et les risques qui en découlent. Si les règles ne sont pas connues, nous sommes dans une situation d'incertitude. Par conséquent, une situation incertaine est une situation dans laquelle il n'est pas possible de calculer les probabilités associées aux risques. Le risque est donc perçu comme moins menaçant que l'incertitude. D'après les travaux de Keynes, il est possible de dire que les risques – contrairement à l'incertitude – sont calculables et contrôlables [Perminova et al. 2008]. Le risque définit comme un fait ou une situation imaginable, implique certaines connaissances, et donc la calculabilité et la contrôlabilité, tandis que l'incertitude par définition, implique qu'il n'y a aucune certitude quant à l'état des choses [Perminova et al. 2008].

En 1967, James D. Thompson, sociologue américain, définit l'incertitude comme l'incapacité d'agir de façon déterministe [Thompson 1967].

En 1967, George L. Head, économiste américain indique que selon Knight, l'incertitude est un état de l'environnement du décideur tel qu'il estime qu'il est impossible d'assigner une probabilité quelconque aux résultats possibles d'un événement. Head, en adoptant une approche psychologique, décrit l'incertitude comme un état mental caractérisé par un manque conscient de connaissances sur les effets d'un événement. L'environnement externe n'est alors

pas la seule source d'incertitude. L'incertitude est la réaction mentale d'un humain face à l'environnement extérieur. Ce qui est donc une vision proche de la pensée de Keynes. En ce sens, l'incertitude existe dans l'esprit (mind) de la personne qui doute [Head 1967].

En 1973, Jay R. Galbraith, expert en design d'organisation, définit l'incertitude comme l'absence d'information et plus spécifiquement, la différence entre la quantité de renseignements requis pour effectuer une tâche et la quantité d'informations dont l'organisation dispose [Galbraith 1973]. En 2002, Michel Thiry, en Management de Projet, définit l'incertitude de la même manière, par la différence entre les données dont on a besoin et les données dont on dispose [Thiry 2002].

En 1978, Pfeffer, professeur en Comportement Organisationnel, définit l'incertitude comme le manque de connaissances et le manque de compréhension des relations de cause à effet [Pfeffer et Salancik 1978; Wall et al. 2002].

En 1990, Bouchon-Meunier, en Intelligence Artificielle, définit l'incertitude comme un doute sur la validité d'une information provenant soit d'une fiabilité relative de l'intermédiaire d'observation : peu sûr de lui ou susceptible de commettre une erreur (*Je crois que la voiture était blanche*), soit d'une intention de donner des informations erronées, soit d'une difficulté dans l'obtention ou la vérification de l'information [Bouchon-Meunier 1990].

En 1997, Lipshitz et Strauss, en Comportement Organisationnel, définissent l'incertitude comme un sentiment de doute qui bloque ou retarde l'action [Lipshitz et Strauss 1997].

En 2001, en se basant sur la définition de Knight, le sociologue Callon explique que le risque désigne un danger bien identifié, associé à l'occurrence d'un événement parfaitement descriptible, dont on ne sait pas s'il se produira mais dont on sait qu'il est susceptible de se produire [Callon et al. 2001].

En 2005, George Klir, informaticien tchèque considère l'incertitude comme une carence d'information est ainsi il considère l'information comme une capacité pour réduire l'incertitude [Klir 2005].

En 2006, Lotfi Zadeh, mathématicien iranien, définit l'incertitude comme une propriété de l'information.

En 2006, Didier Dubois, mathématicien français, propose une formalisation d'un problème de décision dans un contexte incertain :

- ▷ S : ensemble d'états possibles du monde : $s \in S$
- ▷ D : ensemble de décisions (actions) : $d \in D$
- ▷ X : ensemble de conséquences possibles : $x \in X$

Une décision est une application $d: S \rightarrow X$, $d(s) = x$ conséquence de la décision d dans l'état s (cas déterministe). Une connaissance partielle sur l'état du monde implique de l'incertitude chez le décideur. Un éventail de situations d'incertitude, suivant le type d'information dont on dispose, se situent entre les situations extrêmes suivantes :

- ▷ le risque : une situation d'incertain probabilisé : il existe une unique distribution de probabilité P sur (S, X) et cette probabilité est connue de manière objective ;
- ▷ l'incertain total, caractérisé par l'absence de toute information sur les événements.

Entre deux cas extrêmes, il existe différentes situations présentant des niveaux d'incertitude différents, suivant que l'on a plus ou moins d'information sur la probabilité des événements.

[Perminova et al. 2008], en Management de projet, définissent l'incertitude comme un contexte des risques, en tant qu'événements ayant un impact négatif sur les résultats du projet, ou des opportunités, en tant que des événements qui ont un impact bénéfique sur le projet. Cette définition souligne la double nature de l'incertitude qui présente potentiellement des influences positives et négatives sur les résultats du projet.

1.5.3 Bilan

Les économistes sont les premiers à s'intéresser à ce sujet. Ils ont défini l'incertitude via la probabilité qu'ils peuvent calculer et mesurer. Ils cherchent donc à maîtriser les situations. Une façon non-formelle de distinguer le risque et l'incertitude pour eux, est de dire que les banques et les assurances garantissent les risques mais pas les incertitudes. Les psychologues se sont plutôt intéressés aux états mentaux de l'homme face à l'incertitude, ainsi qu'à la façon dont il réagit dans un contexte incertain. Les mathématiciens se sont penchés sur les attributs de l'information incertaine et ont essayé de modéliser le traitement d'une telle information.

Les acteurs en Management de Projet ont quant à eux une approche pragmatique. Ils ont défini l'incertitude en mettant l'accent sur le manque d'information pour décider et diriger. Ainsi, ils tentent de tirer avantage de situations incertaines. Dans cette perspective, l'incertitude et le risque n'ont pas forcément un impact négatif sur les entreprises ; ils peuvent aussi créer des opportunités. Ainsi les organisations devraient-elles être proactives à l'égard de leur environnement, plutôt que réactives [Weick 1977; Chapman et Ward 2000].

La relation entre le risque et l'incertitude fait toujours débat. Nous restons fidèles à la nuance introduite par Didier Dubois. En effet, le risque et l'incertitude représentent, tous les deux, la même chose bien qu'à des degrés différents. Ils désignent un événement dont la survenance n'est pas sûre. Mais le risque est identifiable, descriptible, imaginable et contrôlable. On sait donc de quel événement on parle et on connaît la probabilité d'occurrence. Cela correspond alors au niveau minimal de l'incertitude. Un degré plus élevé d'incertitude correspond au cas où on connaît l'événement, mais pas sa probabilité, qui est de ce fait incontrôlable. Dans un cas d'incertitude radicale, on ne sait pas à quoi il faut s'attendre ; l'événement n'est pas identifiable. *Le réchauffement climatique en offre des exemples : les effets lointains et indirects de l'échauffement climatique sont susceptibles de prendre des formes dont nous n'avons aujourd'hui aucune idée* [Elster 2008].

Pour conclure, l'incertitude devient un risque avec le temps lorsqu'elle n'est pas gérée [Bougaret 2002]. Et un risque devient une certitude si on ne le gère pas non plus.

1.5.4 Notre définition

Le regard historique, l'étymologie, les dictionnaires et les études académiques nous fournissent un ensemble d'éléments, selon nous, indispensables à la définition de l'incertitude et pourtant jamais réunis à notre connaissance.

Nous pensons que ni une situation isolée, ni une personne prise indépendamment de son contexte ne peuvent être qualifiées d'incertaines. Une même situation peut être incertaine pour une personne et pas pour une autre. L'incertitude implique autant la contribution du sujet, qui observe, que de l'objet, qui est observé. Le terme sujet est utilisé pour désigner l'acteur, le décideur, l'agent décisionnel ou un ensemble d'acteurs et le terme objet indique la source des options ou des choix pour le sujet. Par exemple, un projet peut être un objet dont l'état offre des informations et des choix au sujet qui doit décider de sa suite.

Comme nous pouvons l'observer sur la figure 1.2, le sujet et l'objet appartiennent à un contexte dans lequel la décision se déroule. L'environnement organisationnel est un exemple de contexte.

En prenant en compte ces trois éléments clés, nous proposons cette définition :

L'incertitude



L'incertitude est un manque conscient de connaissance d'un sujet, relative à un objet, non encore parfaitement défini, dans un contexte nécessitant une décision/action.

La figure 1.2 illustre cette définition. Les flèches expriment les tentatives d'acquisition de connaissances, de la part du sujet, au moyen d'observations, d'expérimentations, de recherche d'information, ainsi que les résultats envoyés (émis) par l'objet vers le sujet. Les résultats provenant de l'objet, interprétés par le sujet conduisent finalement à une ou plusieurs actions / décisions du sujet. Ce processus peut être répété tant que le sujet n'est pas satisfait de son état de connaissances ou de ses actions/décisions.

Pour caractériser l'incertitude, nous avons mis l'accent sur deux points :

- ▷ le manque de connaissance ;

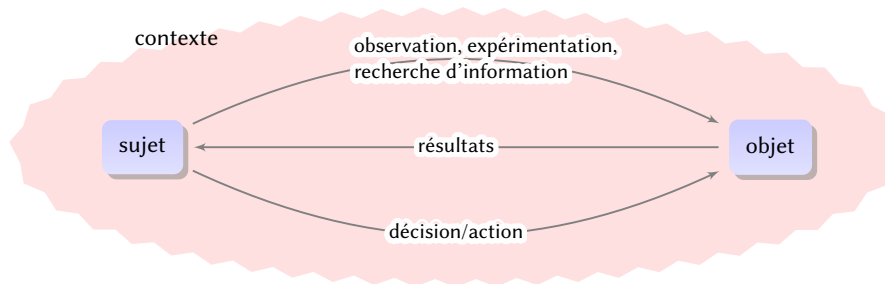


FIGURE 1.2 – Éléments clés de la définition proposée pour l'incertitude

▷ le contexte nécessitant une action/décision.

Si le sujet connaît parfaitement l'état actuel et futur de l'objet, ainsi que toutes les options d'action que l'objet lui offre, il ne sera pas confronté à l'incertitude. Cela ne veut pas dire que la décision sera facile à prendre, mais le décideur connaît exactement ses gains et ses pertes relatifs à chaque option.

Le manque de connaissance, comme le rappelle bien Bronner, tant que le sujet n'est pas concerné, ne suffit pas à caractériser un état de l'incertitude. Cette carence doit être accompagnée d'un caractère anxiogène qui est dû à un besoin d'agir lié au contexte. En effet, il peut exister plusieurs objets peu ou pas connus par le sujet, qui ne le dérangent pourtant pas [Bronner 1997]. D'après nous, ce caractère anxiogène provient du fait que le sujet est dans un contexte qui nécessite une action / décision et un tel contexte est indispensable pour qualifier l'incertitude.

1.6 Typologie de facteurs d'incertitude

Nous proposons une typologie de l'incertitude en fonction de ses générateurs, des sources d'incertitude pouvant provenir du sujet, de l'objet ou du contexte.

Nous détaillons chacune de ces trois catégories en donnant des définitions générales et des exemples constatés en industrie pharmaceutique. Nous supposons que ce regard pourrait être applicable à d'autres domaines, dans lesquels la décision est collective et l'incertitude règne. Un générateur est un agent causal qui est directement ou indirectement une source d'incertitude.

1.6.1 Générateurs d'incertitude liés au sujet

Les générateurs liés au sujet sont divisés en deux sous-catégories : individuels et collectifs. La personnalité du sujet fait que chaque sujet réagit d'une manière différente. Des propriétés de la personnalité du sujet peuvent produire de l'incertitude. Mais les générateurs individuels de l'incertitude ne se limitent pas à la personnalité du sujet. Ses expériences, ses savoirs et ses savoir-faire y jouent aussi un rôle notable.

Lorsque le sujet fait partie d'un groupe, il est en relation permanente avec les autres membres du groupe. Ces interactions et ces échanges modifient le comportement du sujet et lui donne plus ou moins de connaissance ou de doute.

Générateurs individuels

Les générateurs individuels sont soit des propriétés psychologiques du sujet, soit un manque de compétences et d'expériences qui génère de l'incertitude :

- ▷ **doute** : état de l'esprit qui s'interroge [TLFi 1992], dans une forme de remise en cause. *Un chercheur peut douter des conclusions d'une étude, du fait des résultats « border-line ».*
- ▷ **hésitation** : manque d'assurance, de fermeté [TLFi 1992]. *Incapacité d'un comité de pilotage à communiquer la décision, du fait qu'il n'en est pas convaincu.*
- ▷ **scepticisme** : attitude, disposition d'esprit d'une personne portée à l'incrédulité ou à la défiance envers les opinions et les valeurs reçues [TLFi 1992]. *Il y a des personnalités sceptiques, par nature, qui remettent en cause les résultats peu concluants.*

- ▷ **irrésolution** : trait de personnalité d'un individu inapte à la décision, quel que soit le contexte. *Personne qui, dans le comité de pilotage, ne prendra jamais parti.*
- ▷ **indécision** : état mental d'une personne qui éprouve des difficultés à se déterminer. *Personne qui, dans le comité de pilotage, compte-tenu de résultats divergents sur le projet, aura du mal à statuer de la suite de ce projet.*
- ▷ **pessimisme** : disposition d'esprit qui consiste à ne voir que le mauvais côté des choses, à trouver que tout va ou va aller mal [TLFi 1992]. *Personne n'ayant tendance qu'à amplifier les résultats négatifs et leurs conséquences sur la suite de projet.*
- ▷ **aversion au risque** : une peur excessive du risque dont le résultat est une méfiance immodérée et démesurée qui paralyse la décision. Dans ce cas la prime de risque sera l'écart entre les objectifs attendus et les résultats réels lors d'une possible prise de risque. Ainsi, la prise de risque est vue comme une menace. *Personne prenant systématiquement parti pour un principe de précaution dans le résultat de projet.*
- ▷ **fonction de regret** : propension à remettre en cause la décision qu'on vient de prendre, en préférant après coup, l'option non retenue dans la décision. *Remise en cause d'un protocole ou d'un choix a posteriori, quand une étude montre des résultats négatifs.*
- ▷ **manque de confiance en soi** : manque d'assurance que l'on peut avoir en ses ressources propres ou en sa destinée [TLFi 1992]. *Absence de conviction sur ce qui doit être fait compte tenu d'une perception négative de soi, sur les capacités à évaluer le projet.*

Nous remarquons que d'autres facteurs individuels comme la perception, le mode de raisonnement, les préférences, les croyances, les convictions et les émotions peuvent amplifier l'incertitude. Mais, nous les distinguons notamment des générateurs cités, car ils peuvent jouer un rôle dual, c'est-à-dire qu'ils sont aussi bien en mesure d'augmenter que de diminuer l'incertitude. Leur cas mérite ainsi d'être étudié séparément.

Générateurs collectifs

Les générateurs collectifs sont liés aux interactions entre les individus qui ont un impact sur la prise de position de l'individu et peuvent induire une augmentation de l'incertitude :

- ▷ **débats contradictoires** (effets classes) : la confrontation des avis divergents. *La confrontation de résultats divergents, qui montrent une activité border-line, déclenche des débats contradictoires entre les décideurs : activités prouvées chez la souris mais pas chez le rat.*
- ▷ **influences d'expertises** : l'influence de l'avis d'un expert. *Un expert externe au comité, qui connaît bien cette classe de produits et qui peut influencer par sa compétence, l'interprétation de résultats, voire avoir un avis opposé aux décideurs internes.*
- ▷ **relation subordonné entre individus** : influence d'un supérieur hiérarchique sur l'avis de ses collaborateurs. *Présence d'un collaborateur influant est susceptible de faire modifier l'avis de ses collègues, du fait de sa position hiérarchique, par exemple.*
- ▷ **divergence culturelle** : existence de sous-groupes ayant des visions différentes de la stratégie de l'entreprise. *Dans un comité de pilotage, deux groupes de personnes s'opposent, par habitude. L'évaluation des projets risque d'en être perturbée car, les personnes, appartenant au groupe X, veulent être solidaires entre elles, au lieu de regarder, objectivement, le résultat de projet.*
- ▷ **effets de groupe** : modèle de conduite prescrit à un individu, lié aux exigences du statut et des attentes du groupe. *Personne, sans conviction sur le résultat de projet, qui va adopter le résultat de la majorité, pour faire comme tout le monde, sans être convaincu au fond d'elle-même de la pertinence de cette évaluation.*

1.6.2 Générateurs d'incertitude liés à l'objet

Les générateurs d'incertitude liés à l'objet sont des propriétés de l'information caractérisant l'objet, qui ne sont pourtant pas suffisantes pour connaître l'état ou le comportement de ce dernier :

- ▷ **absence** : le manque d'information. *Au début du projet, on ne sait rien sur la molécule.*
- ▷ **incomplétude** : des informations partielles sur certaines caractéristiques du système. Elles peuvent être dues à l'impossibilité d'obtenir certains renseignements, à un problème au moment de la captation de la connaissance ou à l'existence d'informations générales sur l'état d'un système, habituellement vraies, soumises à des exceptions que l'on ne peut pas énumérer ou prévoir [Bouchon-Meunier 1990]. *Ça marche chez l'animal, ça va marcher chez l'homme ?*
- ▷ **ambiguïté** : l'existence des interprétations multiples et conflictuelles, entraînant la confusion et le manque de compréhension [Thiry 2002]. *Un récepteur $\gamma 3$ est présent uniquement sur une population génétiquement très particulière. L'efficacité de la molécule anti- $\gamma 3$ pourrait-elle être démontrée sur la population générale ?*
- ▷ **contradiction** : l'existence des informations contradictoires. *Les mêmes doses, sont efficaces chez le rat et pas chez la souris.*
- ▷ **multidisciplinarité** : l'information qui touche à la fois plusieurs domaines, entraînant des difficultés de compréhension. *L'insolubilité totale de la molécule a des impacts en galénique, analytique, cinétique et clinique.*
- ▷ **volatilité** : la propension à la variabilité d'une valeur dans le temps. *L'instabilité sur certaines conditions expérimentales, mais cela dépend des lots de produits finis.*

1.6.3 Générateurs d'incertitude liés au contexte

Les générateurs liés au contexte sont des variables de l'environnement, dans lequel la décision se déroule. Les connaissances de ces variables ont un impact sur la décision. D'où cette méconnaissance génère de l'incertitude.

Générateurs intrinsèques à l'entreprise

Les générateurs intrinsèques sont des facteurs internes influant la décision, tant sa préparation que sa mise en œuvre. Ces facteurs agissent sur les processus de décision, en amont et en aval à la décision :

- ▷ **organisation de l'information** : des facteurs susceptibles de défavoriser la circulation et la communication de l'information au sein d'une organisation. La collecte, la mémorisation, l'archivage et l'organisation peu efficace de l'information [Gourc et Bougaret 2000]. *Une information trop synthétique agrégeant des données fondamentales ne permet pas de prendre des décisions pertinentes. À l'inverse, les données pertinentes diluées, dans un trop gros dossier de projet, réduisent la lisibilité de l'information.*
- ▷ **facteurs hiérarchiques** : caractéristiques de l'organisation hiérarchique susceptibles d'avoir un impact sur la lisibilité de la décision. *Dans une entreprise, ayant de nombreuses couches hiérarchiques et de nombreux comités de pilotage, dans ses projets, la décision peut se perdre, dans les méandres de la hiérarchie et les informations peuvent se diluer de telle sorte que le comité décideur ne dispose pas des informations nécessaires pour décider.*

Générateurs extrinsèques à l'entreprise

Les générateurs extrinsèques à l'entreprise sont des facteurs contextuels, extérieurs à l'entreprise qui peuvent avoir une influence sur l'avenir de l'entreprise :

- ▷ **évolutions des réglementations** : *L'absence de détection d'un nouveau texte réglementaire de l'EMA⁴ ou de la FDA⁵ peut rendre caduque les décisions de validation des plans de développement.*

⁴ L'agence européenne des médicaments

⁵ Food and Drug Administration, l'autorité américaine responsable de l'autorisation des mises sur marché des médicaments

- ▷ **menace de fusion-acquisition** : le regroupement potentiel de deux sociétés rend très instable l'entreprise. *Les rumeurs de fusion-acquisition entre deux groupes rendent totalement incertain l'avenir professionnel du décideur, ce qui ne donne pas la sérénité nécessaire à la décision.*
- ▷ **pression des actionnaires** : la gouvernance de l'entreprise à capitaux financés par la bourse doit des comptes à ses actionnaires, notamment sur la valorisation et la performance de portefeuille de projet. *La décision d'arrêter un projet dans les phases tardives (3 par exemple), est considérée comme un profit warning par les actionnaires qui sanctionnent alors l'entreprise. Cette décision peut donc être différée, par crainte de voir chuter les cours de l'action.*
- ▷ **évolution du marché** : la pression concurrentielle amène autant d'information nouvelle et quelques fois inattendue entre projets concurrents. *Un concurrent peut avancer son développement dans l'ombre et l'information de ses résultats cliniques demeure cachée, ce qui rend toujours difficile d'évaluer l'efficacité clinique de notre produit versus celle du concurrent et à la fin de la rentabilité de projet.*
- ▷ **contexte juridique et partenariat** : de nombreux projets sont développés en partenariat entre plusieurs entreprises et les contrats passés sont de nature à influencer les décisions voire à masquer l'information. *Une big pharma signe un contrat avec une petite entreprise de biotechnologie et paye régulièrement des sommes considérables au passage des jalons Go/No Go. Si la biotechnologie a une santé financière faible, la big pharma prend un risque à poursuivre le développement. Le futur de projet reste très incertain dans ce contexte.*

Selon nous, avoir cette vision tri-axiale des générateurs de l'incertitude est indispensable à la compréhension et au traitement de l'incertitude dans les cas pratiques.

1.7 Conclusions

Nous avons posé les bases du concept d'incertitude relative aux décisions dans les projets de R&D.

L'étude étymologique de l'incertitude nous révèle que la racine étymologique de la décision et de l'incertitude est commune : trancher, couper. L'analyse du champ sémantique de l'incertitude nous a permis d'observer que toutes les définitions de l'incertitude portent une ambivalence entre le sujet qui la ressent et l'objet qui est regardé. Cette ambivalence est aussi constatée chez les philosophes, car, nous remarquons deux grands courants de pensée concernant la gestion de l'incertitude : la tendance cartésienne qui est centrée sur l'objet avec un processus de réduction de l'incertitude très rationnel et l'approche kantienne qui préfère y ajouter quelques paramètres psychologiques réduisant l'incertitude, en tenant compte de l'irrationnel et l'émotionnel du sujet.

Notre définition tient compte de toutes ces considérations historiques, sémantiques, philosophiques mais aussi pratiques. En prenant en compte trois éléments clés, nous proposons cette définition : l'incertitude est un manque conscient de connaissance d'un sujet, relative à un objet, non encore parfaitement défini, dans un contexte nécessitant une action/décision.

Nous avons ensuite proposé une typologie de l'incertitude fondée sur ce triptyque : sujet, objet, contexte. Cette typologie comprend un certain nombre de générateurs d'incertitude suivant ces trois axes. Des illustrations dans l'industrie pharmaceutique, le champ d'application de notre recherche, sont aussi présentées.

Les perspectives de ce travail de recherche consistent à étudier et modéliser le processus de décision face à l'incertitude. Celui-ci s'attachera à réduire l'incertitude tant sur les aspects subjectifs, que sur les aspects objectifs, tout en prenant en compte le contexte de la décision.

Incertitudes et prévention des risques industriels

Emmanuel Martinais EVS-RIVES, ENTPE, UMR CNRS 5600, Université de Lyon
Fanny Girin Doctorante FonCSI / Université de Provence

2.1 Introduction

Ces dernières années, les travaux de sciences humaines et sociales consacrés aux « risques collectifs » ont diversement appréhendé la question de l'incertitude. Une partie l'a mobilisée comme une propriété intrinsèque du risque susceptible d'agir sur les conditions d'émergence, de définition et de prise en charge des problèmes. Diverses recherches ont ainsi considéré la production de sécurité (en milieu industriel notamment), la prévention ou la gestion de crises comme des situations où l'incertitude est toujours en mesure de conditionner les interventions et les décisions des agents sociaux [Gilbert 1992; Borraz et al. 2005]. Une autre partie des travaux sur les risques a mobilisé l'incertitude à des fins de catégorisation, pour différencier les situations étudiées en fonction des comportements que ces mêmes agents sociaux adoptent face au danger. Cette deuxième approche s'est beaucoup inspirée des recherches en économie qui, depuis l'œuvre fondatrice de Frank Knight [Knight 1921], distinguent les « situations de risque », pour lesquelles il est possible d'associer une distribution de probabilité à une variable aléatoire, et les « situations d'incertitude » où tel n'est pas le cas [Moatti et Lochard 1987]. Transposée dans les univers de la sociologie ou de la science politique, cette partition définit deux formes possibles de relation au danger : dans un cas (celui de la situation à risque), la menace peut être saisie par un dispositif instrumental de mesure et figurée dans un espace de calcul ; dans l'autre (situation d'incertitude), la menace échappe durablement à toute forme de saisie de type scientifique ou technique.

Un exemple parlant de cette définition du risque et de l'incertitude est donné par Michel Callon, Pierre Lascoumes et Yannick Barthe dans leur ouvrage consacré à la « démocratie technique » [Callon et al. 2001]. Ces auteurs associent en effet le risque à des situations où la science et la technique sont en mesure d'établir la liste des événements possibles et de décrire précisément chacun d'entre eux. Dans ce schéma, le risque correspond à des situations parfaitement codifiées « où l'exploration des mondes possibles ou, si l'on préfère, l'établissement des scénarios envisageables, a été menée à terme, mettant en évidence la possibilité d'événements dommageables pour certains groupes. On connaît parfaitement ces événements et les conditions requises pour qu'ils se produisent, même si l'on ne sait pas s'ils se produiront vraiment, même si l'on ne connaît que leur probabilité d'occurrence » [Callon et al. 2001, p. 39]. À l'inverse, les situations d'incertitude se caractérisent par l'absence de connaissance sur les phénomènes à prendre en compte. Le savoir fait défaut et les conséquences des décisions qui sont susceptibles d'être prises ne peuvent être anticipées : « les options envisageables ne sont pas connues de manière suffisamment précise ; la description de la constitution des mondes possibles se heurte à des noyaux d'ignorance qui résistent ; quant aux comportements et interactions des entités qui les composent, ils demeurent énigmatiques » [Callon et al. 2001, p. 40]. Cette approche du risque et de l'incertitude permet d'envisager la définition des problèmes comme un terrain d'affrontement entre les savoirs spécialisés et profanes ou comme un enjeu de lutte entre les acteurs concernés [Jouzel et al. 2005]. Elle définit également la prévention

comme un travail spécifique qui vise à convertir les incertitudes en risques, en produisant de la connaissance sur les phénomènes qu'il s'agit de neutraliser. Le risque se présente alors souvent comme une situation de danger débarrassée de ses incertitudes.

Notre contribution repose sur une troisième approche du risque et de l'incertitude, différente des deux premières. Elle ne consiste pas à envisager ces deux notions dans leur rapport de consubstantialité. Elle n'entend pas non plus les considérer comme deux entités distinctes visant à décrire deux états possibles du monde face à un danger donné. En fait, la posture adoptée ici s'apparente davantage aux travaux qui cherchent à relier l'incertitude à la pratique des acteurs [Chalas et al. 2009; de Terssac et al. 2009]. Elle consiste à dire que l'incertitude, définie comme un état de non connaissance, est constitutive des situations à risques dans la mesure où elle est générée et révélée par les activités de régulation.

L'incertitude, définie comme un état de non-connaissance, est constitutive des situations à risques, puisqu'elle est générée et révélée par les activités de régulation

Plus précisément, nous souhaitons montrer que, de façon paradoxale, les opérations de mesure et de figuration qui fondent la plupart des mesures de prévention des risques industriels engendrent davantage d'incertitudes qu'elles n'en réduisent. Après avoir montré comment les outils de connaissance produisent de l'inconnu en cherchant à décrire et qualifier les situations de risques, nous verrons qu'en matière de sécurité industrielle les incertitudes ne se limitent pas au domaine de la mesure et de l'évaluation, mais qu'elles sont aussi très présentes dès lors qu'il s'agit de transcrire ces données en dispositifs de prévention acceptables socialement et politiquement. Dans un deuxième temps, nous montrerons que, contrairement à certaines idées

reçues, les incertitudes ainsi produites n'agissent pas nécessairement comme des facteurs limitants. Les acteurs s'en accommodent très bien et disposent d'une panoplie de moyens très efficaces pour les absorber. Enfin, nous verrons que si ces incertitudes peuvent être malgré tout pensées comme des contraintes par les acteurs, elles constituent au bout du compte des ressources de pouvoir pour un certain nombre d'entre eux.

2.2 Les incertitudes révélées par les activités de régulation

La prévention des risques industriels est d'abord affaire de connaissance. Qu'il s'agisse d'assurer la sécurité des opérateurs au travail, de veiller à la bonne marche des installations ou de protéger le voisinage d'un éventuel accident, la prévention repose toujours sur une évaluation préalable de la situation considérée. Pour être pris en charge et traité, le risque doit nécessairement être qualifié, catégorisé, mesuré et figuré. Il en va ainsi dans le domaine de la sécurité industrielle comme dans la plupart des secteurs d'activité soumis à des exigences réglementaires de prévention : aucune décision n'est réellement envisageable sans un diagnostic préliminaire à caractère scientifique ou technique [Demortain 2009]. Ces *analyses de risques* se présentent en général comme le moyen de décider dans les meilleures conditions possibles, c'est-à-dire en connaissance de causes. Elles ont notamment pour objectif d'ériger en fait tangible ce qui, sans elles, resterait confiné dans le domaine de la virtualité. Par la production de données chiffrées, de figures et de cartes, elles donnent une consistance aux phénomènes accidentels qu'il s'agit de prévenir et, par cette mise en visibilité des dangers potentiels, elles fournissent des orientations utiles pour l'action.

Mais aussi détaillées soient-elles, ces opérations de mesure et de figuration n'épuisent jamais vraiment la liste des incertitudes qu'elles ont pourtant vocation à réduire. On observe en particulier que plus les spécialistes de la sécurité industrielle cherchent à connaître les situations accidentelles, plus ils cherchent à les représenter avec précision et finesse, plus ils s'exposent à l'inconnu et aux **limites de leur savoir**. Le monde des phénomènes accidentels est en effet beaucoup trop vaste pour être exploré dans sa totalité, quels que soient d'ailleurs les moyens engagés par les acteurs de la prévention. En matière de risques industriels, la connaissance finit toujours par buter sur des problèmes qu'elle contribue à faire émerger. La quête du savoir est donc un processus jamais vraiment achevé qui permet seulement d'atteindre des états de connaissance partielle, toujours plus ou moins ouverts sur l'inconnu.

2.2.1 La portée limitée des analyses de risques

L'évaluation du risque industriel permet en général d'identifier et de quantifier les phénomènes accidentels qui permettront ensuite de dimensionner les mesures correctives. Ce diagnostic préalable implique dans un premier temps de qualifier et catégoriser les événements redoutés : que peut-il bien arriver qui pourrait menacer l'intégrité physique des opérateurs au travail ou l'environnement immédiat du site de production ? dans quelles conditions et avec quelles conséquences ?

Le problème est que ce type d'inventaire ne peut jamais prétendre à l'exhaustivité. Il est en effet extrêmement difficile d'imaginer toutes les situations d'atteintes potentielles et de prévoir exactement leurs caractéristiques de forme et d'intensité. Cette imprévisibilité vient en partie de la diversité des causes possibles : une réaction chimique mal contrôlée, une mauvaise manipulation, l'avarie d'un système de détection, l'usure d'une canalisation ou d'une pièce quelconque, un acte de malveillance, un séisme, un aléa climatique comme la foudre, la chute d'une grue dans un coup de vent, ou bien la conjonction aléatoire de plusieurs de ces événements. La relative imprévisibilité des situations accidentelles vient également de ce que certains phénomènes ne sont tout simplement pas imaginables tant qu'ils n'ont pas été observés et référencés. L'histoire de la sécurité industrielle recèle ainsi d'exemples d'événements qui ne sont envisagés qu'à partir du moment où ils se sont produits au moins une fois¹. Ce qui fait dire à certains spécialistes que « *les accidents ont toujours beaucoup plus d'imagination que ceux qui cherchent à les prévoir*². » Et ce d'autant plus qu'une même défaillance peut produire des effets très variables selon le type d'installation, la façon dont elle est exploitée, la quantité et l'état des produits en jeu, les conditions météorologiques du moment, etc.

L'univers des accidents est donc constitué de bien trop de possibilités pour pouvoir être tout entier contenu dans une démarche d'évaluation qui consiste à fixer une image parlante et crédible des risques en présence. C'est pourquoi le travail de qualification et de catégorisation des phénomènes redoutés nécessite d'utiliser des dispositifs simplificateurs qui, seuls, permettent d'y voir clair dans cette infinité de possibles. Le « scénario », d'usage courant dans les analyses de risques, fait partie de ces outils grâce auxquels les acteurs de la prévention réussissent à imposer au désordre du monde l'ordre d'une lecture possible. Son principe est simple : il s'agit en fait de démêler l'écheveau des causes et conséquences possibles pour les agencer, sous forme de séquences d'événements, dans des récits d'accidents que l'expérience et les connaissances disponibles rendent plausibles. Le scénario permet ainsi de composer une multitude d'« histoires », à partir d'un événement dit « redouté central » (ERC dans le langage indigène) sur lequel s'articulent deux arborescences d'événements intermédiaires. La première (dite « arbre des causes ») est située en amont : elle décrit les causes antérieures, leurs combinaisons et enchaînements possibles. La seconde (dite « arbre des conséquences ») est située en aval : elle s'intéresse aux conséquences de l'événement redouté central, une fois qu'il s'est produit (cf. figure 2.1).

La scénarisation est très utile dans une démarche d'évaluation parce qu'elle rend possible la description d'un très grand nombre de situations à risques. Pour envisager une potentialité accidentelle, il suffit en effet de suivre, en partant de la gauche, les chemins qui relient un ou plusieurs événements initiateurs (Ein) à un événement majeur (EM), correspondant à l'étape ultime de réalisation du phénomène. Par exemple : la perte de contrôle d'un véhicule de maintenance provoque la chute d'un objet depuis une passerelle (Ein) qui, en tombant, produit un choc sur une canalisation de gaz inflammable (EI). Le choc cause la rupture de la canalisation et une fuite de gaz (ERC), lequel s'enflamme au bout de quelques secondes au contact de l'air (ERS), déclenche un incendie qui gagne rapidement l'ensemble de l'atelier (PhD) et produit l'explosion en chaîne des stockages de gaz liquéfiés situés à proximité (EM)³.

Mais si le scénario est un bon moyen de se saisir du monde des phénomènes accidentels pour penser la prévention [Martinais 2009], il n'est en revanche d'aucune utilité pour former des certitudes sur les risques en présence, leurs caractéristiques de forme et d'intensité. Le scénario n'est pas un outil de prévision. Sa fonction n'est pas de décrire ce qui pourrait vraiment advenir, mais seulement de produire des images crédibles des dangers qui menacent la sécurité des personnels et du voisinage. Il définit des conjectures, il donne à considérer des éventualités, il permet au mieux de définir les contours des problèmes à résoudre. Mais il n'affirme rien de

absence
d'exhaustivité

scénario accidentel

¹ Le BLEVE, qui se produit pour la première fois à Feyzin en 1966, est certainement le plus célèbre de ces exemples.

² D'après un ancien ingénieur sécurité environnement ayant fait toute sa carrière chez Rhône-Poulenc puis Rhodia.

³ Dans le langage des spécialistes de la sécurité industrielle, EI désigne un « événement intermédiaire », ERS un « événement redouté secondaire » et PhD un « phénomène dangereux ».

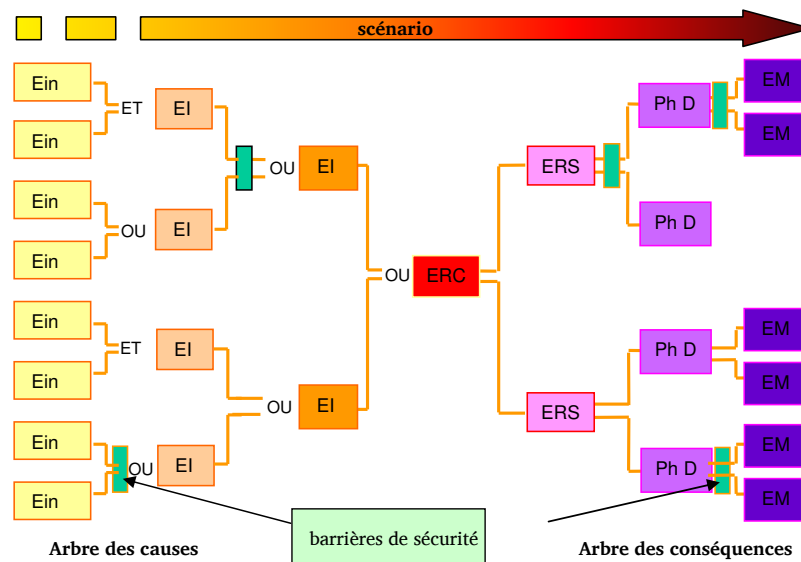


FIGURE 2.1 – Le principe d'écriture de scénario dit du « nœud papillon »

certain. Ce que montrent d'ailleurs très bien les études *a posteriori*, comme celle conduite récemment par l'*Institut pour une culture de sécurité industrielle* (ICSI) dans le cadre d'un groupe de travail sur les études de dangers. Dans le rapport, les spécialistes⁴ observent ainsi que les accidents, lorsqu'ils se produisent, relèvent le plus souvent de **mécanismes non prévus**, c'est-à-dire non étudiés lors de l'analyse de risques : « Sur un site industriel particulier, on a identifié, au cours d'études de sécurité, plus de 500 scénarios et on a observé plusieurs quasi-accidents dont aucun ne correspondait précisément aux scénarios décrits » [ICSI 2009, p. 27]. On le voit bien à travers ce constat : si le scénario est d'une aide précieuse pour penser le risque, il ne permet en aucun cas de le définir précisément. Le scénario n'élimine donc pas l'incertitude, loin de là.

On peut même dire que le scénario génère ses propres incertitudes, s'agissant par exemple de la mesure des phénomènes redoutés. Car l'outil ne se limite pas à la production d'un récit parlant de la situation à risques. Il participe aussi du travail de **quantification** des possibilités accidentelles étudiées, dans les études de dangers notamment. Le problème est que ces opérations de mesure n'ont rien d'évident : elles exigent des données que les acteurs de la prévention ne sont pas toujours en mesure de produire dans de bonnes conditions, faute de temps, de moyens ou de connaissances appropriées. Prenons l'exemple du calcul de la probabilité qui, avec l'intensité, la gravité et la cinétique, constituent désormais le système de mesures des risques industriels⁵. En général, cette valeur est obtenue en combinant les fréquences d'occurrence⁶ des événements intermédiaires par lesquels l'accident doit passer pour se réaliser complètement et les niveaux de disponibilité des barrières situées sur ce même chemin. Le calcul nécessite donc de connaître le temps de retour de tous les événements mobilisés ce qui, pour diverses raisons, est rarement possible. Certains sont mal connus ou très peu référencés. D'autres ne sont même pas quantifiables en termes de fréquence d'occurrence : c'est le cas par exemple des événements initiateurs liés à des manipulations hasardeuses telle la chute d'un objet depuis une passerelle que nous évoquons plus haut. De la même manière, les niveaux de disponibilité des barrières sont extrêmement difficiles à définir avec précision et relèvent le plus souvent, selon les propres termes des spécialistes, « d'estimations au doigt mouillé ».

⁴ Le groupe de travail est composé de représentants industriels, de fédérations patronales du secteur, de syndicats, d'associations de riverains et d'experts de la sécurité industrielle.

⁵ Ce nouveau système de mesure a été défini à l'occasion de la réforme de la prévention des risques industriels qui a fait suite à la catastrophe d'AZF de 2001. Pour les spécialistes de ces questions, son avènement marque la fin d'une époque caractérisée par le passage d'une approche déterministe des risques industriels à une approche beaucoup plus probabiliste [Martinais et Chantelaue 2009].

⁶ Dans le domaine qui nous intéresse ici, la notion de probabilité ne doit pas être entendue au sens mathématique du terme (valeur entre 0 et 1). En réalité, elle exprime un nombre d'occurrences sur une période de référence (souvent l'année). Affecter une probabilité de 10^{-2} à un type d'accident sur un type d'installation donné signifie donc que ce type d'accident se produit une fois tous les 100 ans d'exploitation de ce type d'installation.

Le calcul de l'intensité est un autre révélateur des limites de l'analyse des risques. Là encore, la mesure doit composer avec quantité d'inconnues. Ce que montre très bien le rapport de l'ICSI mentionné plus haut, qui fait la liste des difficultés liées aux modélisations servant à délimiter les effets des phénomènes accidentels sur les populations exposées. À partir d'un exemple simple (une explosion suite à une fuite de gaz), les experts ayant participé au groupe de travail n'identifient pas moins de quatre sources d'incertitudes : le débit de la fuite qui est fonction de différents paramètres non déductibles du scénario (pression dans le tuyau, formes et dimensions de l'orifice) ; la dispersion du gaz qui, selon la qualité des modèles utilisés, s'effectue dans des formes très variables ; le moment et la localisation du point d'allumage du nuage de gaz formé par la fuite qui, bien qu'influant fortement sur les propriétés dévastatrices de l'explosion, résultent de choix plus ou moins aléatoires ; et enfin, la propagation de l'onde de choc qui, bien que très sensible au relief du terrain, est souvent définie à partir de méthodes valables uniquement sur des surfaces planes, sans relief ni obstacle [ICSI 2009, p. 27].

Le système de mesure « PIGC », défini par l'arrêté du 29 septembre 2005

DEFINITION

La *probabilité* d'un phénomène accidentel dépend de la façon dont il est scénarisé. Cette valeur est obtenue par intégration des fréquences d'occurrence de tous les événements intermédiaires qui se succèdent sur le chemin considéré et des niveaux de fiabilité des dispositifs de sécurité (on parle alors de « barrières ») susceptibles d'empêcher la réalisation complète de l'événement ou de contenir ses effets dévastateurs.

L'*intensité* d'un phénomène accidentel est représentative des effets produits sur le voisinage de l'installation, exprimés en termes de « dangers significatifs », de « dangers graves » et de « dangers très graves » pour la vie humaine. Ces atteintes sont définies à partir de trois seuils qui ont l'avantage d'être bien documentés par les études scientifiques actuellement disponibles sur le sujet : le seuil des effets irréversibles, le seuil des premiers effets létaux et le seuil des effets létaux significatifs.

La *gravité* est fonction de l'intensité du phénomène et de la quantité de personnes potentiellement exposées à ses effets. Elle est obtenue par report sur une carte des zones d'effets de l'accident (irréversibles, létaux et létaux significatifs) puis comptabilisation du nombre d'individus présents dans chaque zone. La réglementation définit ainsi cinq niveaux décroissants de gravité, selon l'intensité de l'effet et la quantité d'individus concernés : désastreux, catastrophique, important, sérieux et modéré.

La *cinétique* définit la vitesse de réalisation du phénomène accidentel. Deux cas sont possibles : 1) la cinétique est définie comme lente lorsque la réalisation complète de l'événement laisse le temps d'évacuer la totalité des personnes exposées ; 2) elle est rapide dans le cas contraire.

On pourrait ainsi multiplier les exemples attestant des limites de l'analyse des risques et des difficultés rencontrées par les acteurs de la prévention pour mesurer correctement les phénomènes qu'ils étudient. Car l'incertitude ne surgit pas uniquement dans les calculs de probabilité et d'intensité que l'on vient d'évoquer. Elle est aussi révélée par la définition des valeurs de **gravité**, laquelle butte souvent sur l'impossibilité de dénombrer les personnes exposées dans le voisinage des installations considérées⁷. De la même manière, l'attribution d'une valeur de **cinétique** à un phénomène dangereux est souvent un exercice périlleux, qui nécessite de composer avec de multiples incertitudes. C'est ce que nous allons montrer maintenant à propos des opérations de figuration et de mise en carte des risques.

gravité des
conséquences

⁷ L'obtention de ce chiffre est très compliquée, pour au moins deux raisons. La première est que les données du recensement, présentées par « îlots », ne permettent pas de comptabiliser les personnes résidant dans les zones étudiées (qui se jouent, en général, des découpages administratifs). La seconde raison est que le nombre de personnes dans le voisinage d'une usine varie en permanence, selon l'heure de la journée et les rythmes d'occupation de l'espace.

2.2.2 Les difficultés liées à la figuration des risques

Au moment du vote de la loi de 2003 et de l'écriture des textes d'application correspondants, le probabilisme est présenté comme un moyen de rendre la prévention des risques industriels beaucoup plus performante [Bonnaud et Martinais 2008]. À l'époque, les promoteurs de cette réforme (essentiellement des industriels et des experts de la sécurité industrielle) défendent l'idée selon laquelle la probabilité garantit une **représentation plus réaliste du risque** et de façon liée, des mesures de protection plus robustes et efficaces. L'argument consiste à dire que le système de mesure PIGC (probabilité, intensité, gravité, cinétique) incite à **mieux décrire le fonctionnement des unités industrielles**, à exposer davantage les systèmes internes de sécurité et donc, à augmenter les possibilités de contrôle et les exigences en matière de prévention [Martinais 2010]. Aujourd'hui, avec quelques années de recul, on constate que si la représentation des risques industriels est effectivement plus signifiante, elle n'a pas pour autant gagné en précision. En effet, l'utilisation des valeurs PIGC conduit les spécialistes de la sécurité industrielle à aller un peu plus loin dans la connaissance, à approfondir et fouiller davantage les analyses de risques. Mais en repoussant ainsi les limites de leur savoir, ils découvrent progressivement des horizons d'incertitude dont ils ne soupçonnaient même pas l'existence auparavant.

L'utilisation qui est faite des valeurs de cinétique dans l'élaboration des plans de prévention des risques technologiques (PPRT) illustre bien la nature de ce problème. Dans la procédure PPRT, la cinétique intervient au moment d'intégrer les données de l'étude de dangers pour produire les zonages d'aléas (cf. figure 2.2). La réglementation prévoit en effet deux tris successifs des phénomènes dangereux décrits et mesurés par les industriels (notés « hiérarchisation » 1 et 2 dans le logigramme présenté ci-après). Le premier vise à écarter les accidents qui ne justifient pas de mesure de maîtrise de l'urbanisation, parce que jugés trop improbables (au sens de leur valeur de probabilité) et trop irréalistes (au sens des dispositifs de sécurité existants)⁸. Le second tri, qui intervient après délimitation du périmètre d'étude, permet de séparer les phénomènes à cinétique rapide qui justifient des interventions sur l'urbanisation existante (expropriations, délaissements⁹, mesures de protection du bâti, etc.) et les phénomènes à cinétique lente qui n'entrent que dans le calcul des zones destinées à contraindre l'urbanisation future.

Les principes de figuration décrits ici obligent donc les acteurs de la prévention à se poser la question de la cinétique pour tous les phénomènes dangereux supports des PPRT. Pour certains événements, la réponse est immédiate. Tel accident, qui se réalise systématiquement en l'espace de quelques secondes, ne peut pas être classé autrement que comme rapide. Tel autre, qui nécessite plusieurs heures pour s'accomplir, peut sans aucun doute être défini comme lent dans la mesure où le voisinage de l'usine n'est constitué que de quelques habitations qui pourront être évacuées en quelques instants. En revanche, il existe quantité de situations où la réponse à la question posée est beaucoup plus incertaine : c'est le cas par exemple lorsque l'accident considéré est un BLEVE ou un boil over¹⁰ (deux types de phénomènes aux effets particulièrement dévastateurs) et que l'installation à l'origine du plan se trouve en pleine ville. Dans ce cas de figure, la mesure du phénomène déclenche une cascade de questions qui ne trouvent pas toujours de réponse : combien de personnes sont concernées ? Toutes ces personnes sont-elles facilement déplaçables ? Sont-elles prévenues de la conduite à tenir en cas d'accident ? Agiront-elles conformément aux consignes ? Des plans d'évacuation ont-ils été prévus ? Sont-ils dimensionnés pour ce type d'événement ? Les services de secours sont-ils suffisamment performants et entraînés pour procéder à l'évacuation dans de bonnes condi-

⁸ Les phénomènes dangereux exclus du champ du PPRT à l'occasion de ce premier tri servent à dimensionner les plans particuliers d'intervention (PPI), c'est-à-dire les plans de secours déclenchés par les préfets en cas d'accident grave.

⁹ Délaissement et expropriation sont des outils fonciers prévus par le code de l'urbanisme. Le premier permet aux personnes habitant dans une zone exposée à un danger donné de se soustraire à cette situation en demandant le rachat de leur bien immobilier par la collectivité. Le second, plus contraignant, permet à la collectivité de déclarer d'utilité publique l'expropriation de tout ou partie d'un quartier d'habitations pour cause d'exposition à un risque inacceptable. Les propriétaires concernés, obligés d'abandonner leur domicile, sont alors indemnisés à hauteur des pertes qu'ils subissent. Pour une présentation complète des possibilités d'action offertes par le PPRT, voir le guide méthodologique publié en 2005 par le ministère de l'écologie et actualisé en 2007 (en ligne : www.developpement-durable.gouv.fr).

¹⁰ Le BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) peut être défini comme la vaporisation explosive d'un réservoir de gaz liquéfié. Le Boil over est un phénomène de moussage brutal suite à la transformation en vapeur d'eau du liquide contenu dans un réservoir en feu. Le phénomène est à l'origine de violentes projections de combustible, du bouillonnement du contenu du bac, de l'extension des flammes et de la formation d'une boule de feu.

tions ? Les infrastructures sont-elles configurées pour permettre l'intervention des secours et la circulation des populations déplacées ?

Ce cas de figure, qui vaut partout où des stockages d'hydrocarbure cohabitent avec des zones résidentielles densément occupées, montre bien comment l'exercice de la cinétique conduit inévitablement les acteurs de la prévention à se confronter aux limites de leur savoir. Parmi les spécialistes de la sécurité industrielle, personne n'est aujourd'hui en mesure de répondre « à coup sûr » à toutes les questions qu'il faut se poser pour estimer le temps d'évacuation des populations dans de telles conditions et décider si le phénomène doit être classé lent ou rapide. Les paramètres à prendre en compte sont beaucoup trop nombreux et les inconnues sont partout prêtes à surgir pour déjouer les estimations que certains se risquent parfois à produire. Là encore, d'autres exemples pourraient venir conforter le constat que nous faisons ici de dispositifs de mesure et de figuration qui, cherchant la précision, le réalisme et l'exhaustivité, produisent des incertitudes trop nombreuses ou trop « nouvelles » pour être convenablement réduites¹¹.

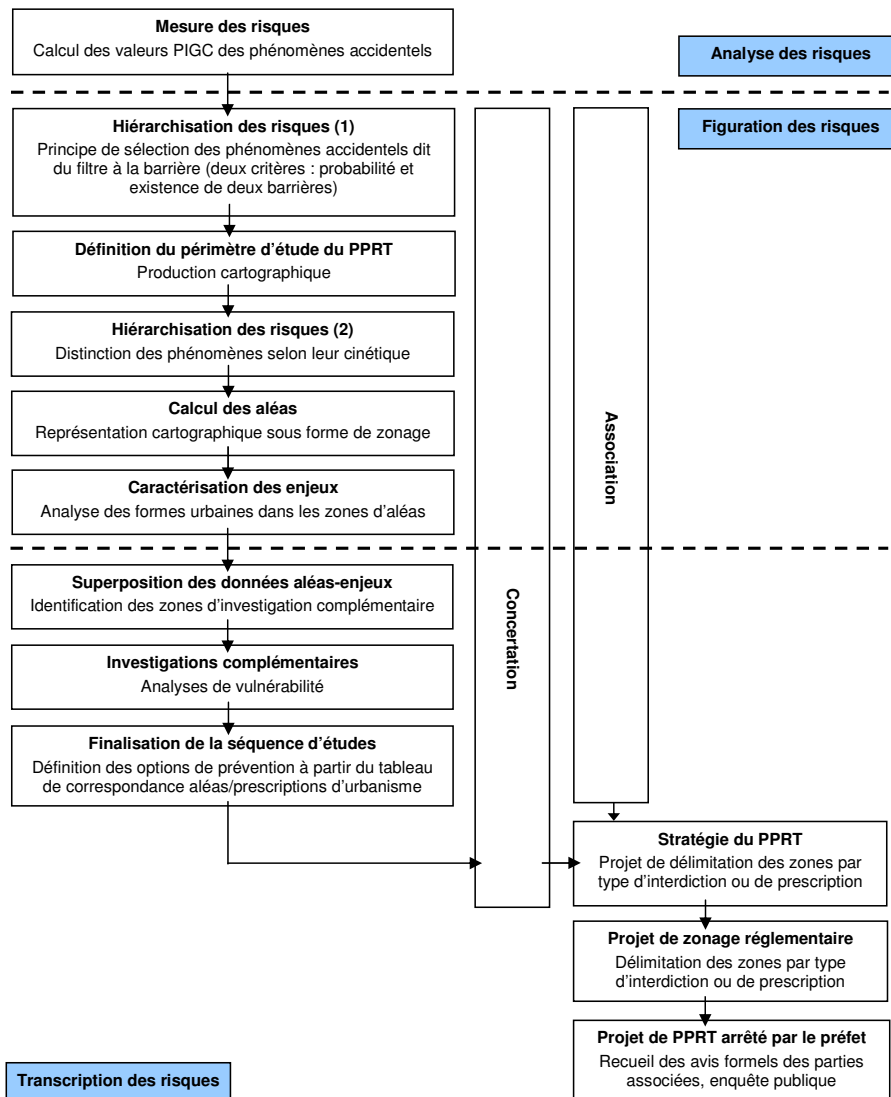


FIGURE 2.2 – Un aperçu de la procédure PPRT (d'après le guide de décembre 2005)

¹¹ Sauf à engager, dans une sorte de processus sans fin, de nouvelles recherches ou de nouveaux développements technologiques.

2.2.3 Les problèmes de la transcription et de la médiatisation des risques

Le tableau que nous avons commencé à brosser ne serait pas tout à fait complet si nous n'évoquions pas, après les incertitudes liées à l'analyse et à la figuration des risques, celles qui caractérisent les opérations de *transcription* et de *médiatisation*. La *transcription* peut se définir comme le processus de traduction qui permet de convertir la mesure (ou la figure représentative des risques en présence) en actions préventives. Dans le cas du PPRT, cette traduction correspond à la transformation des cartes d'aléas et enjeux en prescriptions d'urbanisme. Elle conduit notamment à associer les caractéristiques des risques à prévenir, les zonages correspondants et les mesures d'urbanisme constitutives du PPRT (expropriation, délaissement, interdiction de construire, protection du bâti, réglementation des usages, etc.). La *médiatisation*, quant à elle, a partie liée avec la *transcription* : elle consiste à afficher et publiciser auprès d'un public de destinataires plus ou moins large les mesures de prévention et/ou de protection qui découlent des opérations de mesure et figuration.

Pour illustrer les problèmes rencontrés par les acteurs de la prévention à ce stade de leurs interventions, restons dans le cadre du PPRT et intéressons-nous aux *investigations complémentaires* qui prolongent le travail de caractérisation des aléas et enjeux (cf. figure 2.2). Ces études ont pour objectif d'évaluer la sensibilité des habitations et de leurs occupants aux diverses agressions qu'ils pourraient subir si les phénomènes dangereux supports des mesures de maîtrise de l'urbanisation devaient se produire. Elles doivent notamment permettre d'apprécier l'adéquation des mesures projetées avec les caractéristiques techniques du bâti concerné¹² et déterminer si des mesures de protection sont en mesure de réduire la situation de vulnérabilité des personnes exposées. Le problème est que ce travail spécifique mobilise un domaine d'expertise qui, en dépit des avancées réalisées ces dernières années¹³, reste globalement à explorer et à défricher. Aujourd'hui, la plupart des acteurs de la prévention témoigne à ce sujet d'un déficit patent de connaissances, de savoir-faire et d'équipement, compte tenu notamment du caractère *a priori* non limitatif des paramètres à prendre en compte pour évaluer la sensibilité d'un bâtiment, d'un îlot, d'un quartier ou d'une commune à des aléas technologiques de nature et d'intensité variable. Les problèmes engendrés par ces investigations complémentaires sont donc de résolution complexe et suscitent des réponses variables qui font souvent débat dès lors qu'une décision ferme et définitive doit être prise.

Sur le registre de la *transcription* et de la *médiatisation*, les acteurs de la prévention sont également confrontés à l'imprévisibilité des effets produits par leurs actions. En matière de risques industriels, l'acceptabilité sociale et politique des décisions est toujours très incertaine. Elle l'est d'autant plus que les mesures projetées sont contraignantes (en termes d'occupation de l'espace, d'usage et d'aménagement) et coûteuses (sur un plan strictement financier). Actuellement, nombreux sont les PPRT en cours d'élaboration qui suscitent des questions de cet ordre. C'est le cas dans le sud de l'agglomération lyonnaise où la définition des zones d'aléas conduit les services instructeurs à envisager des mesures lourdes de conséquences, pour les activités industrielles comme pour les communes en charge du développement local. Cela concerne les secteurs d'expropriation et de délaissement qui, selon certaines projections, pourraient toucher plusieurs quartiers d'habitations situés à proximité des usines (soit plusieurs centaines de logements). Mais cela concerne également les mesures de protection contre les bris de vitre qui, en l'état actuel des zones d'aléas, s'imposeraient sur de très vastes secteurs des communes de Pierre-Bénite, Saint-Fons, Irigny et Feyzin (cf. figure 2.3¹⁴). Dans ce cas précis, l'incertitude vient de la réaction des principaux intéressés, en l'occurrence des propriétaires n'ayant pas nécessairement l'envie ni les moyens d'engager de tels travaux, y compris pour des motifs de sécurité. C'est pourquoi les acteurs de la prévention envisagent l'affichage et la médiatisation de ces mesures potentiellement impopulaires avec beaucoup de prudence. Certains craignent notamment de s'exposer à des dynamiques incontrôlables susceptibles de remettre en cause leur travail ou de déboucher sur des situations de blocage irrémédiable. C'est le cas, par exemple, des services instructeurs qui ont la charge d'élaborer ces PPRT à « enjeux », ou bien des collectivités locales qui se préparent à les mettre en œuvre. Aujourd'hui, l'avancement des PPRT est en grande partie subordonné à des incertitudes de ce type : les industriels accepteront-ils de prendre en charge leur part du financement des

¹² Il s'agit ainsi d'éviter, en cas de risques toxiques, de prescrire l'expropriation de logements qui offrent des possibilités de confinement à leurs habitants.

¹³ Voir notamment les trois compléments techniques au guide PPRT publiés sur le sujet en 2008, qui proposent un certain nombre d'outils pour caractériser et réduire la vulnérabilité du bâti face aux trois grands types de phénomènes dangereux (thermiques, toxiques, surpression).

¹⁴ Les secteurs visés par ces mesures de protection contre les effets des explosions correspondent à la zone verte sur la carte, soit plusieurs milliers de logements concernés.

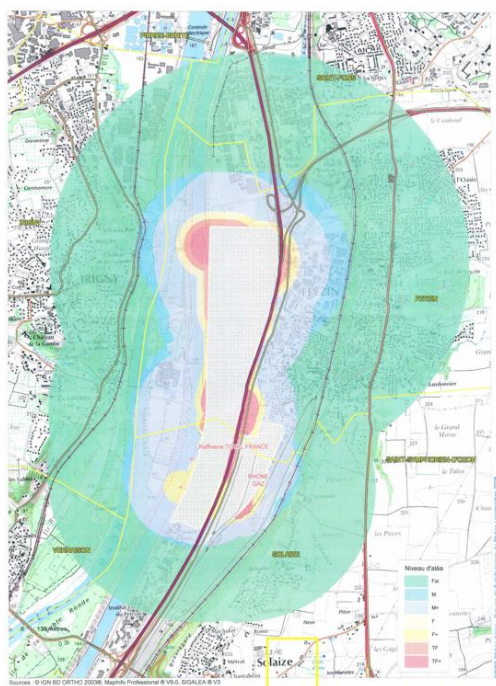


FIGURE 2.3 – Aléas suppression, PPRT de Feyzin (source : DREAL Rhône-Alpes)

mesures projetées ou auront-ils davantage intérêt à délocaliser leur production ? Jusqu'où les collectivités locales sont prêtes à s'engager en matière de délaissement et d'expropriation ? Dans quelle mesure les interventions sur le bâti sont-elles économiquement supportables par les propriétaires des logements concernés ? Les difficultés à anticiper les réactions de tous ces acteurs expliquent d'ailleurs en grande partie les retards accumulés ces derniers mois. Dans le Rhône notamment, le préfet a longtemps retardé la prescription des PPRT les plus compliqués, faute de certitudes sur l'engagement des parties prenantes et le soutien du ministère. Ce qu'explique ce représentant de la DREAL Rhône-Alpes, interrogé en juillet 2008 :

“ Le périmètre a été acté et on était à peu près d'accord sur la prescription. Le projet est donc parti en préfecture, à la signature du préfet. Et il y est toujours. Alors pourquoi ? Parce que le préfet a bien compris que le PPRT est quelque chose de compliqué. Il veut donc avoir l'aval du niveau national, pour être sûr que le ministère ne le lâchera pas en cours de route quand tout sera lancé et qu'on sera dans une situation inextricable. Une première réunion avait été programmée avec le secrétaire général de la préfecture et le DPPR, mais elle n'a pas eu lieu. Et cette réunion, elle a finalement eu lieu le 20 juin 2008, donc tout récemment, avec le préfet et le directeur de cabinet du ministre de l'écologie, pour acter le fait que... Est-ce qu'on y va ou est-ce qu'on n'y va pas, en gros. Et la conclusion de cette réunion a été : il faut y aller.¹⁵ ”

Au final, on peut dire avec ce dernier exemple que l'incertitude accompagne en permanence les acteurs de la prévention. Elle participe des opérations de qualification et de mesure des risques. Elle marque de sa présence le travail de figuration, dans le cadre des études de dangers et des PPRT notamment. Enfin, elle agit fortement sur les activités de transcription et de médiatisation qui conduisent à la définition des mesures préventives et à leur exécution. Le renforcement permanent des démarches d'évaluation et des appareillages méthodologiques n'y fait rien : la prévention des risques industriels continue de former un monde très incertain. Les acteurs concernés n'ont donc pas d'autres choix que de composer avec ces incertitudes, notamment lorsqu'ils sont en situation de décider. Comment s'y prennent-ils concrètement ? C'est ce que nous souhaitons montrer dans la deuxième partie.

¹⁵ Les PPRT en question ont finalement été prescrits en janvier 2009.

2.3 Les techniques de la décision en incertitude

En matière de risques industriels, force est de constater que l'incertitude n'entrave pas l'action. Bien qu'omniprésente, elle n'empêche pas les acteurs de la prévention de travailler et de prendre des décisions en permanence. Le quotidien des opérateurs en usine est ainsi fait d'innombrables interventions qui reposent sur des informations plus ou moins fiables. De même, les personnels des services sécurité et maintenance n'attendent pas d'être certains des données qu'ils manipulent pour traduire les résultats de leurs analyses en mesures tangibles et en actions concrètes. L'incertitude n'est pas non plus un obstacle insurmontable lorsque les services de l'État doivent valider les études de dangers pour préparer des arrêtés d'autorisation ou instruire des PPRT. Toutes les observations de terrain le montrent : lorsqu'ils ne savent pas (ou pas précisément), les acteurs de la prévention ont d'autres ressources que les instruments de mesure et les outils de connaissance pour prendre des décisions. Ces ressources sont formées de divers procédés ou « techniques » qui, dans l'action, permettent de compenser les défaillances des appareillages méthodologiques classiques.

l'arbitraire

Le premier de ces procédés est très fréquemment utilisé, même si les spécialistes se défendent d'en abuser. Il s'agit du *choix arbitraire* qui est un moyen très efficace de décider en l'absence de certitude sur la marche à suivre pour résoudre un problème donné. Un exemple parlant est donné par cet ingénieur HSE, à propos de mesures compensatoires qu'il doit définir après un accident. Dans la situation décrite, l'arbitraire intervient au moment de clore la liste des prescriptions possibles pour décider du « bon » niveau de sécurité nécessaire au redémarrage de l'installation :

“ Un ingénieur sécurité d'un établissement du sud de Lyon: *Après un accident, quel qu'il soit, il y a toute une batterie d'analyses : analyse des causes, analyse en termes de procédé et analyse de tous les dysfonctionnements possibles. Donc l'appareil est arrêté bien sûr et il y a une partie "état des lieux". Il faut trouver les causes, comprendre les dysfonctionnements. C'est par des réunions, par des réunions "sécurité des procédés". Après on essaye de lister tout ce qui n'a pas été, on met des actions en place. On définit ce qu'il faut impérativement avoir résolu avant de redémarrer. Donc l'appareil peut rester arrêté deux ou trois mois. Là, on dit : "Il faut une double sécurité ici. Là, il faut ci, il faut ça. Il faut faire une consigne. Il faut faire de la formation de tous les gens sur ce type d'appareil". On met les actions en place et après, sur le redémarrage, c'est moi qui signe. C'est là où, vis-à-vis de l'opérateur, il faut que je sois convaincu que c'est ça qu'il faut faire. Pas plus, pas moins. Et après on le fait. Et une fois qu'on a fait ça, on se dit : "On a fait ce qu'il fallait, donc on peut redémarrer". Et c'est là où, effectivement, si on est angoissé, on peut toujours trouver le double à faire, le triple, pour être sûr que... Donc il faut bien, à un moment, se dire : "On fait ça. Et quand on aura fait ça, on sera en sécurité".* ”

Le choix de cet ingénieur sécurité peut être qualifié d'arbitraire dans la mesure où il ne repose pas sur une mesure ou un calcul, mais sur une intime conviction qui fait appel à la façon dont il perçoit et se représente son environnement de travail. Son jugement n'est pas de nature technique. Il n'est pas non plus d'ordre scientifique. Il repose avant tout sur des connaissances et des savoir-faire empiriques. Ce qu'il sait des circonstances de l'accident et du fonctionnement de l'installation lui suffit pour prendre sa décision et se convaincre d'avoir fait un choix convenable qu'il saura médiatiser auprès des personnels concernés. Dans le quotidien des ateliers de production, une bonne partie des décisions se prend ainsi, sur la base d'impressions, de sensations, d'intuitions, c'est-à-dire de savoirs empiriques qui ne sont pas toujours formalisés. Les analyses de risques qui, on l'a vu, nécessitent de décider en permanence (quel accident retenir ? quels événements intermédiaires ? quels initiateurs ? quelles caractéristiques ? etc.), fournissent également quantité d'exemples de ces jugements qui ne peuvent se justifier autrement que par l'obligation de choisir entre diverses options possibles. Toutes les décisions ne peuvent pas résulter d'un calcul, faute de temps, de moyen, de connaissance. Il faut donc faire parler l'expérience et faire confiance aux approches plus qualitatives. Dans certaines circonstances, les acteurs de la prévention n'ont tout simplement pas la possibilité de faire autrement.

La *convention* est un autre procédé qui permet de décider en incertitude. Cette deuxième technique consiste à s'accorder, de façon plus ou moins volontaire, sur une façon de résoudre un problème donné. Le déficit de connaissance (ou le manque de certitude) est alors compensé par l'accord qui lie les différentes parties concernées par la décision à prendre. Une fois établies et reconnues de façon unanime, les conventions sont très utiles pour traiter les problèmes

génériques que les acteurs de la prévention croisent dans leurs interventions : autoriser l'exécution de travaux de maintenance dans telles circonstances, fixer l'indice de fiabilité de telle barrière dans telles conditions d'exploitation, définir la surface de section de telle canalisation rompue par l'explosion de tel appareil, déterminer le taux de remplissage de tel stockage, etc. Elles évitent des recherches de causalité trop longues et permettent des choix systématiques, sans discussion. Les conventions régissent ainsi nombre de décisions, dans tous les domaines de production de la sécurité. Il en existe de très locales, qui valent entre opérateurs d'un même atelier ou entre responsables de la sécurité et exploitants au sein d'une même usine. D'autres engagent les représentants industriels et les inspecteurs des installations classées en charge du suivi de l'établissement et valent dans le registre du contrôle, de la validation des études de dangers et l'élaboration des PPRT. Aujourd'hui par exemple, la fiabilité des barrières fait souvent l'objet de tels accords entre exploitants et services de l'État. Ainsi cet inspecteur des installations classées :

“ *Quand on fait des études de dangers, on retombe toujours sur le même débat : qu'est-ce qu'une barrière technique ? Qu'est-ce que l'indépendance de la barrière ? ... Ce sont des débats qui sont finalement très pointus, parfois subjectifs. Parfois, on accepte quelque chose ici et on le refuse ailleurs. Ce n'est pas toujours simple. Mais il n'y a que comme ça qu'on peut progresser et conclure de manière franche.* ”

Il existe des conventions qui couvrent des domaines d'application plus vastes, à l'échelle des groupes, des branches ou des secteurs (chimie, pétrochimie, raffinage, etc.). Il en existe également au niveau national, élaborées par des groupes de travail *ad hoc*, qui s'appliquent à tous les établissements d'un même régime. Certaines font même l'objet de circulaires ou d'instructions techniques, acquérant ainsi le statut particulier de directive réglementaire. La circulaire du 31 juillet 2007¹⁶ donne ainsi un caractère légal à diverses conventions qui, depuis l'avènement du système de mesure PIGC, régissent l'analyse et la prise en compte de certains phénomènes dangereux, tels le BLEVE ou le boil over [Martinais et Chantelauve 2009].

Pour rendre décidable les situations les plus incertaines, les acteurs de la prévention ont aussi l'habitude de recourir aux *approches majorantes*. Cette autre technique de la décision en incertitude revient à fonder les interventions sur des hypothèses raisonnablement défavorables, en considérant qu'une protection conçue pour parer au pire doit valoir dans la plupart des situations ordinaires. Ce principe de prudence est d'application courante dans les usines, où les professionnels de la sécurité sont très souvent contraints d'agir sur la base d'informations partielles et imprécises. Il vaut également dans les autres espaces de décision de la prévention des risques industriels, dans le cadre des études de dangers et des procédures de maîtrise de l'urbanisation notamment. L'élaboration des PPRT recèle ainsi de situations dans lesquelles les services instructeurs préfèrent « viser au plus large » pour être sûr d'atteindre les objectifs qu'ils poursuivent. Cela concerne par exemple la cinétique des phénomènes dangereux qui intervient dans le calcul des aléas. Faute de certitude sur les valeurs qui doivent être attribuées à certains scénarios, les services de l'État ont en effet tendance à privilégier la solution qui offre le plus de garanties sur le plan de la prévention, c'est-à-dire le classement de tous les phénomènes en cinétique rapide. Ce qu'explique ce représentant de la DREAL Rhône-Alpes, à propos des PPRT du sud de l'agglomération lyonnaise :

“ *Pour le secteur du sud de Lyon, il a fallu qu'on fasse le tri entre les phénomènes dangereux à cinétique rapide et les phénomènes dangereux à cinétique lente. Ce qu'il faut savoir, c'est qu'un phénomène dangereux possiblement lent ne sera défini comme tel qu'à partir du moment où tout le monde dit : « Oui, on sait évacuer tout le monde avant la réalisation complète de l'accident ». Dans ce cas, c'est surtout l'avis des services de secours qui compte, sites PC et autres. Pour le moment, ces gens-là répondent plutôt non. Qu'ils ne savent pas faire. Donc on aura plutôt tendance à classer tous les phénomènes dangereux en cinétique rapide. Ce que l'on avait déjà fait dans la carte d'aléas, par précaution.* ”

De la même manière, la modélisation des phénomènes dangereux peut être envisagée comme un moyen de pallier les faiblesses de l'analyse des risques. C'est le cas lorsque les acteurs de la prévention préconisent l'utilisation des modèles 2D pour définir les valeurs d'intensité des événements qu'ils mesurent. Car contrairement aux versions plus récentes qui travaillent avec

raisonnement au
pire cas

¹⁶ Relative à l'évaluation des risques et des distances d'effets autour des dépôts de liquides inflammables et des dépôts de gaz inflammables liquéfiés.

la dimension verticale (éléments de relief et obstacles), les modèles en deux dimensions ont tendance à produire des estimations nettement supérieures aux distances d'effets observées « en vrai¹⁷ ».

Plus rudimentaires, les modèles 2D conduisent à « majorer » les valeurs d'intensité des phénomènes dangereux. Du point de vue de la décision, l'outil est donc plus avantageux que les versions plus récentes, dans la mesure où il permet d'absorber une bonne partie des incertitudes engendrées par l'analyse de risques et de se prémunir contre d'éventuels oublis ou erreurs d'interprétation. Un représentant des services de l'État, qui contribue actuellement à l'élaboration des PPRT du sud de Lyon, explicite ce point de vue inattendu qui consiste à privilégier l'outil le moins performant sur le plan de la connaissance parce qu'il est la condition d'une décision plus « sûre » :

“ Un inspecteur des installations classées de la DREAL Rhône-Alpes: *Aujourd'hui, il y a un truc qui nous gêne beaucoup, c'est l'utilisation de la modélisation 3D. Sur le sud de Lyon, on a actuellement une proposition d'un industriel de modéliser en 3D une de ses unités qui présente un très fort potentiel. Évidemment, on obtient des choses assez spectaculaires en termes de distances d'effets. Du coup, ça réduit beaucoup les périmètres PPRT, par rapport à la 2D. En interne, on s'en est beaucoup ému. Le ministère, qu'on a averti, s'en est beaucoup ému aussi. Tout comme notre directeur. Du coup, on est en train de voir comment on pourrait éviter ces choses un peu aberrantes qu'on obtient aujourd'hui. Non pas que la modélisation 3D soit la pire des choses, parce que bon, c'est plutôt le sens du progrès. Mais on n'est pas certain aujourd'hui de ne pas passer à côté de quelque chose en utilisant un modèle 3D. L'avantage du 2D, c'est qu'on sait qu'on est raisonnablement majorant, qu'on prend en compte toutes les situations et que même si on oubliait quelque chose, il s'intégrerait dans le résultat final.* ”

L'utilisation des modèles 3D continue de faire débat. Parmi les défenseurs de cette innovation, on trouve un certain nombre d'industriels qui revendiquent leur usage au motif que l'outil produit des **estimations plus réalistes** et conduit à des mesures préventives plus supportables sur le plan économique, s'agissant de la taille des secteurs d'expropriation et de délaissement notamment. Pour autant, l'administration ne semble pas disposée à se priver d'une ressource qui peut s'avérer très utile dès lors qu'il s'agit de décider en incertitude. Les services de l'État craignent en particulier de devoir faire face, en cas de généralisation de la modélisation 3D, à des situations nettement moins décidables parce que plus incertaines quant au « bon » dimensionnement des mesures préventives. Pour le moment, le débat n'est toujours pas tranché. Des études sont en cours qui devraient conduire à un arbitrage de l'autorité réglementaire au cours des prochains mois¹⁸.

intervention divine

Parmi les techniques de la décision en situation d'incertitude, il faut enfin citer la possibilité de recourir à une *autorité supérieure* pour certifier un jugement qui ne serait pas suffisamment assuré s'il devait uniquement se fonder sur les connaissances disponibles. Dans la pratique, cette figure de l'autorité supérieure prend des formes distinctes. Il peut s'agir de données statistiques provenant d'un organisme expert réputé et reconnu par la profession. Les bases recensant les événements accidentels survenus dans l'industrie chimique et pétrolière jouent également ce rôle de certification. L'accidentologie est ainsi fréquemment mobilisée pour accréditer des raisonnements et faciliter des prises de décision. Dans les études de dangers par exemple, une bonne partie des choix effectués par les industriels et validés par les autorités de contrôle se réfère explicitement aux retours d'expérience, tels qu'ils sont consignés dans les bases de données et ouvrages de référence. Pour définir ces orientations et les médiatiser, les acteurs de la prévention peuvent aussi compter sur les dires d'expert et les tierce-expertises. Un représentant de la DREAL Rhône-Alpes nous explique comment ces deux autres formes d'autorité supérieure sont mobilisées pour garantir des décisions importantes :

“ Un inspecteur des installations classées du Rhône: *Globalement, on demande moins de tierce-expertises qu'avant. Sauf sur certains sujets pointus. Sur certains sujets difficiles, on continue de les demander, parce que... C'est un aspect un peu particulier de la tierce-expertise... Il ne faut pas le* ”

¹⁷ Ces données issues du retour d'expérience sont depuis longtemps consignées dans des bases de données *ad hoc*, telle Aria du bureau d'analyse des risques et pollutions industriels (BARPI) du ministère de l'écologie qui répertorie plus de 30 000 accidents industriels. Cette base est disponible en ligne (www.aria.developpement-durable.gouv.fr).

¹⁸ La société Arkéma, qui gère un établissement au sud de Lyon, finance actuellement une étude en soufflerie visant à confirmer le paramétrage de son modèle 3D et les résultats obtenus en termes de distances d'effets. Selon les acteurs que nous avons interrogés à ce sujet, les conclusions de cette étude, réalisée par un laboratoire de l'École centrale de Lyon, devraient conditionner l'arbitrage du ministère de l'écologie.

cache, hein ? C'est que vis-à-vis de l'extérieur, la tierce-expertise permet de dire que ce n'est pas que l'exploitant et l'administration qui a des moyens limités qui regardent les études de dangers. Ça permet de dire qu'il y a quand même quelqu'un, un tiers-expert, qui l'a regardée par ailleurs et qui a validé un certain nombre de choix. C'est l'aspect un peu formel de la chose. Un industriel qui nous présente une étude de dangers qui réduit ses distances d'un facteur 10, on demandera une tierce-expertise, même si on sait qu'elle n'apportera pas grand-chose. Dans ce cas-là, le tiers-expert est utile parce qu'en validant les choix, il nous permet de dire à tout le monde : « Regardez, ce n'est pas seulement l'exploitant qui a décidé de réduire, il y a aussi quelqu'un d'autre, extérieur, un expert, qui a validé ». Cet aspect-là est très important.

tierce expertise

La préparation des cartes d'aléas du PPRT de Saint-Fons illustre bien ce procédé qui consiste à s'appuyer sur les conclusions d'un tiers-expert pour assurer le bien-fondé d'une décision incertaine. L'exemple se rapporte à l'exclusion d'un scénario de BLEVE engendré par un stockage de chlorure de vinyle monomère (CVM). Le BLEVE d'une sphère de CVM figure parmi les accidents les plus graves de l'industrie chimique. Ses effets sont dévastateurs et se matérialisent sur de grandes distances (plusieurs kilomètres). Il s'agit d'un phénomène « dimensionnant », dans la mesure où sa prise en compte dans le calcul des aléas conditionne en grande partie le contenu des mesures foncières. En l'occurrence, son intégration au PPRT de Saint-Fons conduirait à des secteurs d'expropriation et de délaissement bien trop étendus pour être « supportables » par la collectivité. Conscients de cette difficulté, les services de l'État ont alors cherché, avec le concours de l'industriel, une solution permettant de justifier l'exclusion de ce scénario « dimensionnant ». Après discussion, ils ont considéré que les dispositifs de sécurité existants et un certain nombre d'autres à mettre en place pourraient être de nature à rendre l'accident suffisamment improbable pour justifier son retrait du PPRT. Cependant, aucune donnée ne peut garantir la certitude de cet argument. Compte tenu des connaissances disponibles, personne ne peut affirmer sans risquer de se tromper qu'avec toutes les sécurités existantes et prévues l'accident n'arrivera jamais. C'est tout simplement impossible. Seul le recours à un tiers-expert permet, dans ces conditions, de prendre cette décision en la rendant socialement et politiquement acceptable :

“ Un inspecteur des installations classées du Rhône: *Pour la sphère de CVM, on a demandé une tierce-expertise pour savoir si on valide le choix qui a été fait, pour tracer les cartes d'aléas, d'exclure le phénomène de BLEVE. C'est un choix important, parce que ça change radicalement la carte d'aléas. Apparemment, l'expert ne remet pas en cause ce choix. Mais il a fait quelques observations. Donc il va falloir examiner la chose. C'est un point important dans la mesure où si on devait revenir en arrière, on augmenterait de manière sensible la taille des zones à risques. Pour l'instant, le tiers-expert n'a pas dit non, donc on devrait pouvoir valider le choix d'exclure. [...] D'ailleurs, si on a demandé une tierce-expertise, c'était bien pour nous aider à valider ce choix-là. Parce que là, on est clairement au-delà de ... c'est quelque chose d'un peu délicat et si on exclut, c'est que ça doit être validé par une tierce-expertise.*

Ce dernier exemple confirme une fois de plus l'étendue des moyens à disposition des acteurs de la prévention pour décider en incertitude. Dans l'action, ils ne sont jamais démunis pour compenser les limites de leurs savoirs ou les défaillances des instruments de connaissance qu'ils manipulent. Même lorsque les informations les plus élémentaires font défaut, ils ont toujours la possibilité de prendre des décisions en mobilisant, dans des combinaisons variables, les diverses techniques que nous venons d'évoquer. Le manque d'informations fiables ou les états de non connaissance ne sont donc pas vraiment des obstacles susceptibles d'entraver l'action. Ils le sont d'autant moins que l'incertitude peut aussi, dans certaines circonstances, constituer une ressource importante pour les acteurs de la décision.

agir malgré l'incertitude

2.4 L'incertitude comme ressource de pouvoir

Si l'incertitude agit comme un instrument de pouvoir, c'est avant tout parce qu'elle offre à certains acteurs l'opportunité de contrôler les paramètres des décisions qu'ils ont à prendre. Cette caractéristique de l'incertitude, déjà mise en évidence par ailleurs [Borraz et Salomon 2009], opère très bien dans le domaine des risques industriels. Elle crée en effet des marges de manœuvre qui n'existeraient pas s'il était possible de décider à coup sûr, c'est-à-dire si la figuration des risques, puis les opérations de transcription et médiatisation, découlaient mécaniquement des valeurs définies par les analyses de risques. C'est bien parce qu'elle impose un choix là où une information fiable ne laisserait aucune latitude que l'incertitude engage le décideur sur la piste de plusieurs options possibles pour lui donner finalement l'occasion d'ajuster son choix aux objectifs qu'il souhaite atteindre. Il peut ainsi jouer sur la définition des problèmes qui justifient son intervention autant que sur leurs modes de résolution.

2.4.1 Incertitudes et configuration des problèmes

L'élaboration des études de dangers illustre parfaitement la façon dont l'incertitude permet aux décideurs de conformer la définition des problèmes aux intérêts qu'ils défendent. Dans ce cas précis, tout se joue dans l'écriture des scénarios et la sélection des phénomènes dangereux supports de l'étude. On a vu un peu plus haut que l'analyse des risques fonctionne comme un dispositif simplificateur qui réduit progressivement la complexité des situations à risques jusqu'à les rendre décidables. Ce travail de simplification repose sur plusieurs tris successifs. Le premier intervient au tout début de l'étude : il permet de composer, parmi tous les possibles identifiés dans les groupes de travail *ad hoc*¹⁹, les scénarios qui seront détaillés et mesurés à l'occasion d'une analyse préalable. Le second tri conduit à identifier, dans la masse des scénarios étudiés, les phénomènes dangereux les plus critiques²⁰. Ces derniers sont ensuite soumis à un examen plus approfondi (analyse détaillée), qui permet *in fine* de distinguer tous ceux qui feront l'objet de simples mesures correctives des quelques-uns qui nécessiteront une intervention plus lourde, dans le cadre des procédures de maîtrise de l'urbanisation notamment. Par ce procédé de filtrages successifs, la situation à risques est progressivement réduite, jusqu'à former des objets manipulables par les décideurs :

“ Un inspecteur de la DREAL Rhône-Alpes: *J'ai actuellement en évaluation l'étude de dangers d'un atelier de fabrication d'un produit dangereux sur Pont-de-Claix. L'industriel me chiffre pas moins de 833 scénarios. Sur un seul atelier! 833 scénarios d'accidents! Alors sur ces 833, on n'en retient qu'une partie pour l'analyse détaillée, parce qu'il y a un système d'entonnoir, de filtre. Au final, on en sort 60 puis 19. Donc on voit bien qu'on arrive à des chiffres un peu plus manipulables. Prescrire des mesures de prévention sur 19 cas, ok, c'est à la portée de l'inspecteur. Prescrire des mesures de prévention en envisageant 833 scénarios, moi ça peut m'occuper jusqu'à la retraite.* ”

À l'occasion de ce travail de sélection, l'industriel est invité à dire ce qui fait vraiment problème, c'est-à-dire à énoncer les risques que la poursuite de son intérêt (le fonctionnement de son activité) fait peser sur les autres intérêts en jeu (la sécurité des opérateurs et des riverains). Comme évoqué dans le précédent extrait, l'inspecteur attend de l'exploitant qu'il définisse, étape après étape, les caractéristiques de la situation sur laquelle devront ensuite se pencher l'ensemble des acteurs de la prévention des risques industriels. Il revient alors aux responsables industriels de l'étude de dangers de faire le tri dans la multiplicité des causes et conséquences possibles en séparant les entités intéressantes pour les décisions à venir de celles qui ne le sont pas (ou qui le sont moins).

Bien sûr, ces choix doivent être convenablement justifiés pour être considérés comme valides par les services d'inspection qui supervisent ce travail. Mais à partir du moment où de nombreuses incertitudes subsistent quant aux caractéristiques de forme des phénomènes dangereux étudiés, les industriels ont toujours la possibilité d'ajuster ces décisions aux contraintes qui pèsent sur la démarche d'analyse des risques. Par exemple, c'est bien parce qu'il n'est pas possible de prévoir avec certitude l'origine d'un phénomène dangereux que les responsables

¹⁹ Bien qu'elle soit de la responsabilité exclusive du directeur de l'établissement concerné, l'étude de dangers est en général le produit d'un travail collectif qui mobilise un grand nombre d'acteurs industriels : le service sécurité de l'usine chargé de superviser le travail ; un bureau d'étude spécialisé qui procède aux analyses et aux calculs ; et enfin, le personnel d'exécution et de maintenance qui est consulté par le biais de groupes de travail pour faire valoir son expérience et aider à l'identification des causes accidentelles possibles.

²⁰ La criticité est une fonction de la probabilité et de la gravité. Sont donc qualifiés de « critiques » tous les phénomènes accidentels dont le niveau combiné de gravité et de probabilité est jugé inacceptable en l'état et donc, justiciable d'un traitement curatif et/ou préventif.

des études de dangers peuvent finalement opter pour tel événement initiateur plutôt que pour tel autre²¹. De même, l'imprécision des calculs de probabilité est une invitation à positionner les valeurs finalement retenues en fonction de considérations qui ne sont pas nécessairement d'ordre technique. On observe ainsi que le cadre légal et la structure scientifique des études de dangers n'empêchent pas la prise en compte d'enjeux divers, liés à l'histoire et la configuration du site industriel concerné, à la nature des relations sociales au sein de l'usine ou à la situation économique de l'entreprise. Par exemple, un établissement en difficulté sur le plan financier peut être fortement incité à ne pas rechercher l'exhaustivité des causes, pour réduire d'autant les possibilités d'intervention et les coûts afférents, ou travailler, toujours dans une logique d'économie, à rendre invisible certains phénomènes dangereux qui pourraient *in fine* s'avérer trop pénalisants en termes d'investissements de sécurité. Plus généralement, les analyses de terrain montrent que les options retenues tiennent toujours compte, dans une plus ou moins grande mesure, des contraintes qui pèsent sur les activités industrielles [Momber 2009]. Selon les cas, ces contraintes s'expriment en termes d'image, de capacités budgétaires, de rentabilité des installations, de disponibilité des personnels vis-à-vis des questions de sécurité, de rapports sociaux conflictuels, de hiérarchisation différenciée des efforts de recherche ou bien encore, de ressources documentaires potentiellement mobilisables pour procéder aux analyses²².

Ces quelques exemples montrent bien comment les incertitudes liées à la mesure et à la figuration des phénomènes dangereux sont l'occasion, pour les industriels et les autorités de contrôle, de produire une image de la situation à risques fortement imprégnée des logiques et des intérêts qui les animent. C'est pourquoi l'incertitude agit précisément comme une ressource de pouvoir. Et ce d'autant plus qu'en matière de risques industriels, la décision administrative bénéficie d'un régime de faveur discrétionnaire qui la dispense d'avoir à produire publiquement et à discuter les fondements de ses positions [Bonnaud et Martinais 2010]. L'étude de dangers fonctionne comme un « **cercle fermé** » dans lequel les non-spécialistes ne sont pas invités à prendre la parole, en tout cas pas avant que les experts industriels et étatiques ne tombent d'accord sur une manière précise de poser et de résoudre les problèmes. Bien qu'agissant sur un registre symbolique, cet univers restreint de la décision a pour principal effet de tenir à distance (sinon d'exclure) des lieux où se préparent les décisions tous les acteurs qui n'ont pas formellement participé à l'élaboration de l'étude de dangers et qui, dans ces conditions, ne peuvent pas revendiquer une filiation avec les choix préalables qu'elle a contribué à entériner.

“ Un inspecteur des installations classées en charge d'un PPRT en cours d'élaboration: *Dans les procédures d'autorisation ou de maîtrise de l'urbanisation, la première partie de l'histoire est écrite uniquement par la DRIRE et l'exploitant. Il y a en effet à ce moment-là un aspect très technique qui fait que les autres parties prenantes ne sont pas vraiment invitées à entrer dans les débats. C'est plus tard qu'elles sont amenées à réagir sur nos propositions.* ”

Partant de ce constat, on peut dire que l'incertitude confère aux auteurs des études de dangers la maîtrise du monde des phénomènes accidentels en même temps que celle de l'espace dans lequel ces mêmes phénomènes doivent être appréhendés pour être traduits en mesures de sécurité. Elle instaure de fait une **asymétrie** entre d'un côté les acteurs industriels et étatiques (qui imposent au collectif une configuration particulière de la réalité) et de l'autre, tous ceux qui n'ont d'autre choix que d'adhérer à cette configuration pour pouvoir ensuite discuter des mesures de prévention (y compris sur un mode contestataire). Cet effet d'imposition exclut de fait toute possibilité de proposer au débat des configurations concurrentes et confine la situation d'échange dans un cadre fixé par les seuls acteurs industriels et étatiques. Ce qu'explique cet inspecteur de la DREAL Rhône-Alpes à propos des zonages et prescriptions défendus par les services de l'État lors de l'élaboration des PPRT :

La décision administrative bénéficie d'un régime de faveur discrétionnaire qui la dispense d'avoir à discuter les fondements de ses positions

²¹ À partir du moment où, bien sûr, les deux options se justifient autant l'une que l'autre d'un point de vue réglementaire (ce qui est souvent le cas).

²² Sur ce dernier point, on constate par exemple que Rhodia et Total, deux des principaux industriels du secteur, emploient des méthodes très différentes pour caractériser les phénomènes dangereux dans leurs études de dangers : alors que le premier fait surtout porter l'analyse sur la partie amont de l'événement redouté central, le second travaille uniquement sur l'aval. Justifiées de part et d'autre par la qualité des données mises à disposition par la profession de référence (la chimie pour Rhodia, le raffinage pour Total), ces orientations méthodologiques conduisent au final les deux entreprises à mettre en forme les problèmes de façon assez dissemblable.

« Aujourd'hui, le PPRT est quand même un dispositif très État. C'est un dispositif dans lequel c'est l'État qui définit les zonages, qui définit tout un tas de limites sur la carte. Pour cela, l'inspecteur doit utiliser l'étude de dangers préparée par l'exploitant. Alors il y a beaucoup d'informations à exploiter pour celui qui lit le dossier et qui doit définir les zones d'aléas. Mais en même temps, c'est un pouvoir énorme parce que quand on dit « Selon la DRIRE, la limite des secteurs d'expropriation passe là », qui est-ce qui peut vraiment s'opposer à ce genre d'affirmation ? Avec quels arguments ? Je ne vois pas comment quelqu'un pourrait faire pour arriver à dire le contraire. Ou alors en déployant une énergie considérable ! Il faudrait qu'il finance des contre-expertises ou des trucs comme ça. Heureusement, ça n'arrive jamais ! »

Entre parenthèses, ce dernier commentaire permet de mesurer le coût exorbitant d'une opposition argumentée aux dires des spécialistes de la sécurité industrielle qui revendiquent une filiation explicite avec n'importe quelle étude de dangers. Il montre également comment les informations contenues dans ce type de document peuvent être utilement mobilisées pour imposer un point de vue sur la situation à risques et préconiser des solutions préparées en amont, en fonction de considérations qui échappent aux autres parties prenantes, élus locaux, associations et riverains.

2.4.2 Incertitudes et acceptabilité des décisions

Si l'incertitude est en mesure de garantir aux industriels et inspecteurs des installations classées la maîtrise des procédures autant que celle des décisions, il faut bien voir que ce pouvoir contribue le plus souvent à l'acceptabilité sociale et politique des mesures de réduction des risques à la source et de maîtrise de l'urbanisation. L'exemple du BLEVE de la sphère de CVM, évoqué un peu plus haut, illustre bien cette idée. Car l'exclusion de ce phénomène dangereux du champ du PPRT est avant tout pensée comme un moyen de proportionner les mesures foncières au contexte local, afin de les rendre socialement et économiquement supportables. Le but recherché est d'obtenir des secteurs de délaissement et d'expropriation « raisonnables », c'est-à-dire susceptibles d'être suivis d'effets une fois le plan approuvé. Dans ce cas, l'enjeu est de définir un PPRT applicable qui pourra à terme jouer son rôle, c'est-à-dire conduire à l'exécution de mesures efficaces sur un registre préventif. L'incertitude ne doit donc pas uniquement s'envisager comme un moyen de détourner les décisions au profit d'un nombre limité d'acteurs dominants. Il faut également la considérer comme une ressource qui permet à ces mêmes acteurs de produire des normes secondaires d'application indispensables à la mise en œuvre des politiques de prévention des risques industriels²³.

On l'a vu, l'incertitude crée des leviers qui sont très utiles aux acteurs de la prévention pour ajuster la portée des mesures qu'ils définissent et réguler les actions de prévention en fonction du contexte local, des opportunités qu'elle génère ou au contraire, des contraintes qu'elle impose. En particulier, la description des phénomènes dangereux et leur mesure sont des paramètres de la décision qu'il est toujours possible de conformer aux intérêts en présence, selon que les acteurs de la prévention souhaitent privilégier telle ou telle orientation en matière de prévention. Ce levier peut d'ailleurs être actionné du côté des industriels comme du côté des services de l'État, selon des intentionnalités qui ne sont pas nécessairement compatibles²⁴. L'enjeu pour les différents protagonistes consiste alors à se mettre d'accord sur la position du curseur qui permet de concilier au mieux les positions défendues par chacun.

De leur côté, les industriels ont tendance à défendre une conception de la sécurité bornée par les limites indépassables du *techniquement faisable* et de l'*économiquement possible*. Pour un exploitant, quel qu'il soit, le renforcement des systèmes techniques et organisationnels de réduction des risques n'est envisageable qu'à partir du moment où il ne remet pas en cause la bonne marche de l'atelier et la rentabilité de sa production. Dans cette optique, les implications financières de l'étude de dangers sont très souvent déterminantes. Selon les résultats de l'analyse des risques et les coûts associés, il peut ainsi avoir avantage à présenter les phénomènes dangereux jugés trop pénalisants de telle manière qu'ils ne résistent aux tris successifs

²³ Sur la contribution des normes secondaires d'application à la mise en œuvre des politiques publiques, cf. Lascombes, 1990.

²⁴ Le fait de partager une position dominante sur le secteur de la prévention ne signifie pas que les industriels et les services de l'État poursuivent systématiquement les mêmes objectifs en matière de sécurité. En l'occurrence, des divergences de vue existent qui s'expriment notamment dans le travail d'analyse des risques, au moment de faire les choix qui orientent la mise en forme des problèmes et conditionnent ensuite l'essentiel des mesures de prévention. De ce point de vue, on peut dire que l'étude de dangers est à la fois le terrain sur lequel se jouent les grandes orientations de l'action publique et le moment où s'élaborent les arrangements qui guideront la définition de la plupart des mesures de prévention, dans toutes les procédures de la prévention des risques industriels.

de l'analyse des risques. Pour cela, il peut tenter de modifier leurs caractéristiques, par l'ajout volontaire de nouvelles barrières, la redéfinition de leur paramétrage ou la révision de certains modes de calcul²⁵.

“ Un représentant industriel d'une plate-forme chimique de la région Rhône-Alpes: *Maintenant que la prévention peut passer par des mesures d'expropriation ou de délaissement, on ne raisonne plus pareil. Parce qu'on a des cas où le seuil des effets létaux significatifs nous amène à tracer des zones d'aléas qui impactent la moitié de la ville. Si derrière il faut exproprier, c'est gênant. On cherche donc à retravailler sur le terme source. On essaye de voir quels sont les scénarios qui conditionnent cette mesure d'expropriation et dans quelle mesure on ne peut pas les exclure du calcul de l'aléa, en ajoutant par exemple des barrières de sécurité, un détecteur, une vanne, etc. On étudie à quelles conditions cette exclusion peut être envisagée, si on sait le faire techniquement, ce que ça coûte et si c'est supportable pour l'entreprise.* ”

De son côté, l'inspecteur doit veiller à la conformité réglementaire du travail réalisé par l'industriel, juger du bien-fondé de ses choix, estimer la recevabilité de ses arguments (surtout lorsqu'ils justifient une exclusion) et apprécier la capacité des barrières projetées à effectivement réduire les risques dans les proportions annoncées. Ce travail d'évaluation, qui s'accompagne en général de visites d'inspection *in situ*, doit toujours s'envisager dans une logique de renforcement de la sécurité. Pour l'inspecteur, il s'agit en effet de pousser l'industriel à exposer le plus clairement possible son système interne de sécurité, faire en sorte qu'il se pose les « bonnes questions » et l'inciter à faire le maximum sur le plan de la réduction des risques à la source.

“ Un inspecteur des installations classées: *Le document est étudié par les inspecteurs et fournit des points de dialogue avec l'exploitant concernant le choix des phénomènes, l'estimation de l'intensité, les conditions de modélisation, les seuils de toxicité, la probabilité, son estimation, le choix des phénomènes à faible probabilité qui pourront être exclus du PPRT. Pour faire l'évaluation, on a une grille de lecture qui fait 5 ou 6 pages et qui permet de vérifier que le séisme a bien été traité, que le vent est envisagé avec une vitesse de 3 m/s conformément aux textes, toutes sortes de questions qu'on doit examiner. Il faut aussi vérifier que l'agrégation des phénomènes (c'est un problème important de savoir si on prend toutes sortes de petits phénomènes ou seulement les gros) a été traitée de manière logique et non de manière biaisée pour passer à travers telle ou telle contrainte. Parce qu'il y a moyen. Un industriel qui réfléchit bien peut arriver à influencer les zones d'effets selon la façon dont il présente les choses dans son étude de dangers. Nous, ce qu'on veut, c'est que le travail soit fait honnêtement, de manière conventionnelle, comparable d'un site à un autre et ainsi de suite. Il n'y a pas de vérité, dans ces choses-là.* ”

Cette description du travail d'évaluation de l'inspecteur fait apparaître l'étude de dangers comme un espace de dialogue et d'échange entre l'exploitant et les services de l'État, un espace fermé dans lequel se « bricole » la plupart des décisions relatives à la mise en sécurité des installations à risques. Cette particularité n'est pas toujours très visible. Ces dernières années, elle est cependant plus facile à observer parce que la révision des études de dangers coïncide avec l'élaboration des PPRT et que la superposition des deux procédures donne lieu à des ajustements permanents. On en a vu de bons exemples avec le BLEVE de la sphère de CVM et la modélisation 3D. Pour procéder à ces arrangements, l'inspecteur cale en général ses interventions sur un objectif conçu en termes de distance. Concrètement, il vise une taille de zonage dans un intervalle entre une limite supérieure (au-delà de laquelle il considère les prescriptions d'urbanisme comme socialement irrecevables) et une limite inférieure (associée à la zone géographique dans laquelle rien ne doit pouvoir s'opposer à la mise en sécurité du voisinage). Bien qu'elle soit difficile à matérialiser, cette borne inférieure correspond à la bande autour de l'usine dans laquelle le niveau d'exposition des habitants est trop fort pour que l'inspecteur puisse raisonnablement (c'est-à-dire avec certitude) écarter l'éventualité d'un accident aux effets graves ou très graves, quel que soit le niveau de sécurité atteint par l'industriel. En pratique, la définition de cet intervalle ne résulte pas d'un calcul. Il est plutôt le produit d'un raisonnement qui tient de l'expérience de l'inspecteur, de ce qu'il sait de l'usine, de ses dangers, de son fonctionnement et de ses ressources, de ce qu'il perçoit de l'environnement social et des rapports de force qui structurent les relations entre les acteurs de la prévention. Bien que peu fondé techniquement, ce raisonnement sert néanmoins de

²⁵ Sur ce dernier point, on pense notamment à la promotion des modèles tridimensionnels pour estimer les distances d'effets des phénomènes de dispersion atmosphérique de substances toxiques.

guide à l'inspecteur dans ses échanges avec l'industriel et polarise la discussion sur un certain nombre de phénomènes dangereux dont il va tenter de négocier le retrait, en suggérant notamment la mise en place de nouveaux dispositifs de sécurité. Ainsi cet exemple parlant qui concerne une installation chimique du sud de l'agglomération lyonnaise :

“ Un inspecteur de la DREAL Rhône-Alpes: *Ce qu'on a demandé à l'exploitant, c'est qu'il s'arrange pour mettre en œuvre les bonnes mesures pour éliminer les phénomènes dangereux pour être en dessous de 1 200 mètres. Bon, c'est limite réglementaire, mais ça a le mérite d'être concret et de ramener l'objectif dans le domaine du raisonnable puisqu'on sait bien que sur certains secteurs, le PPRT sera très difficile à mettre en œuvre. En gros, les 1200 mètres ça permet d'avoir un PPRT réalisable. Réaliste. C'est-à-dire qui a des chances d'arriver à son terme. Parce qu'on ne peut pas imaginer exproprier des villes entières. C'est le problème. Alors, cet objectif, on l'a un peu défini en dialogue. C'est-à-dire qu'il y a quand même eu des discussions avec l'exploitant : qu'est-ce qui pourrait être fait pour arriver à cet objectif? Cela étant, si ça a été défini comme ça, c'est qu'on voyait bien qu'il y avait une possibilité, que l'exploitant pouvait y arriver.* ”

À la lecture de ce dernier extrait, on voit bien comment le principe de réalité – réduire dans une proportion raisonnable les coûts afférents à la mise en œuvre du PPRT, concernant notamment les secteurs d'expropriation et de délaissement qui pourront être proposés aux acteurs locaux – agit sur le contenu même de l'étude de dangers. C'est-à-dire que le résultat escompté (la forme préconçue du zonage d'urbanisme) détermine la description qui est faite de la situation à risque et plus largement, la mise en forme du problème qui sera ensuite soumis à la décision collective. L'étude de dangers s'impose alors comme un véritable instrument de pilotage de l'action publique selon un principe d'interpénétration de l'expertise et de la décision qui transgresse les frontières habituelles entre évaluation des risques et gestion des risques [Galland 2007]. La finalité du document n'est donc pas de produire une représentation exacte de la situation à risques, mais plutôt de « faire croire » à l'existence d'un risque dont la nature est en partie déterminée par la décision que les services de l'État et les industriels entendent imposer à l'ensemble des acteurs concernés.

Au final, on notera que si l'étude de dangers joue ce rôle décisif dans la conduite de l'action publique, c'est avant tout parce qu'elle engendre de multiples incertitudes qui constituent autant de leviers pour conformer les actions de prévention aux contextes locaux. Encore une fois, si les analyses de risques ne produisaient que des certitudes, les marges de manœuvre seraient beaucoup plus limitées. C'est pourquoi les carences des instruments de connaissance ne sont pas perçues comme des freins à la décision, mais bien comme des ressources susceptibles de contribuer au renforcement de la sécurité industrielle. Les incertitudes produites par les opérations de mesure, de figuration et de transcription sont finalement très utiles aux acteurs de la prévention. Elles sont même essentielles à la définition de mesures de prévention qui soient socialement et politiquement acceptables.

2.5 Conclusion

Dans le champ des *risk studies*, les travaux qui s'intéressent aux rapports entre décision et incertitudes ont tendance à postuler qu'une situation n'est décidable qu'à partir du moment où elle a été débarrassée de ses incertitudes. Le modèle qui vient à l'appui de cette idée est toujours à peu près le même : il consiste à penser que l'incertitude est génératrice de controverse et que les situations controversées sont potentiellement indécidables. L'observation des acteurs de la sécurité industrielle dans leurs tâches quotidiennes nous invite à penser le contraire. Il ressort en effet de nos analyses que **la régulation des risques industriels profite largement des situations d'incertitude qu'elle contribue à produire**. Dans certains cas, il arrive même que la prévention ne soit possible que parce que les informations font globalement défaut. En effet, si les acteurs devaient toujours décider en connaissance de cause, sans latitude possible, ils seraient parfois contraints de prendre des décisions inappropriées et donc, inapplicables. L'incertitude, en créant des **marges de manœuvre** et des espaces de liberté, permet justement d'**éviter ces situations critiques**.

En matière de risques industriels, le statut de l'incertitude est finalement très ambivalent. D'un côté, sa présence ne cesse de justifier des développements technologiques et des études toujours plus sophistiquées sur le plan scientifique. De l'autre, elle reste un formidable ressort de pouvoir qui assure aux spécialistes de la sécurité industrielle la maîtrise du monde des phénomènes accidentels autant que celle des procédures de prévention. En pratique, l'incertitude est donc autant un problème à résoudre qu'une activité stratégique générant des ressources

utiles pour l'action. Cette ambivalence n'a cependant rien de très original ni de très nouveau. Elle témoigne simplement des « rapports imaginaires entre la science et la décision » déjà décrits par ailleurs [Godard 1997]. C'est-à-dire que les décideurs n'ont de cesse d'invoquer la validation scientifique pour légitimer autant l'objet de leurs interventions que le choix des moyens qu'ils se donnent, alors que dans la pratique ces mêmes décideurs recourent en permanence à des « techniques » qui n'ont rien de scientifique pour suppléer aux défaillances des appareillages méthodologiques sur lesquels ils sont censés fonder leurs décisions.

Autour de la pandémie grippale : un système d'incertitudes de natures, de sources et d'effets variés

Véronique Steyer Doctorante ESCP-Europe & Université Paris-Ouest
Hervé Laroche ESCP-Europe

3.1 Contexte et questions de recherche

3.1.1 Le risque de pandémie : une construction proposée aux entreprises par les pouvoirs publics

De quoi parle-t-on lorsque l'on parle du « risque de pandémie grippale » ? On peut penser à l'émergence d'une nouvelle souche de A(H1N1) en avril 2009 au Mexique, mais les événements liés à ce virus spécifique ne suffisent pas à rendre compte de cet objet. Derrière ce mot se cache un sujet d'inquiétude et de nombreuses controverses qui occupent les autorités internationales, nationales et les experts depuis plus de 10 ans. [Gilbert et al. 2009] identifient ainsi une première alerte dès 1994 (Webster) et soulignent les nombreux débats et controverses qui ont accompagné et accompagnent encore le développement de cette préoccupation. De nombreuses questions restent ainsi ouvertes : la survenue d'une pandémie de grippe est statistiquement, historiquement probable, mais quelle souche, à quel moment, issue de quel mode d'hybridation ou de mutation, la déclencherà ? De quelles capacités de contrôle disposera-t-on, quels moyens sanitaires et médicaux seront utiles, efficaces, disponibles ? La définition même du problème posé par cette menace pandémique varie du problème de santé, au maintien de l'ordre public, jusqu'à la sauvegarde des fondamentaux de notre société grâce à un effort visant la continuité des services publics et du secteur économique.

un problème aux contours flous

Trop d'incertitudes semblent entourer le sujet, trop de « possibilité[s] de surprises majeures, de « blancs » dans la connaissance, de bouleversements dans les références, de bifurcations irréversibles dans les phénomènes, de cristallisation soudaine, de phénomènes extrêmes. » [Godard et al. 2002, p. 200]. La menace en devient alors « *a priori* difficilement assimilable à un risque au sens classique », tel que le définit par exemple [Ewald 1986] : « un problème dont on pourrait identifier la ou les causes, déterminer les probabilités d'occurrence, évaluer les dommages, etc. » [Gilbert et al. 2009, p. 198].



Pourtant la pandémie grippale est dans la ligne de mire des autorités publiques françaises depuis plusieurs années, et on pourrait considérer que le processus de « mise en risque » a eu lieu, au sens de [Borraz et Guiraudon 2008, p. 17], pour qui « le risque est le résultat d'un processus qui voit des incertitudes converties en autant de dimensions qui peuvent faire l'objet d'une action », dans une visée organisationnelle de recouvrer une capacité de décision et de contrôle [Power 2007], d'acquérir une maîtrise sur des éléments hors de portée du contrôle systématique.

Pour ce faire, les organisations utilisent des « technologies » [Ewald 1986]. La plus connue est probablement celle qui nous vient de la théorie de la décision, et de deux économistes des années 1920 : Frank Knight et John Maynard Keynes, comme le rappelle [Godard et al. 2002].

Cette vision oppose le risque et l'incertitude sur la base des probabilités. Le « risque » est ici constitué du couple [événement + probabilité d'occurrence de cet événement]. L'« incertitude » est alors définie comme l'incapacité à définir des probabilités objectives ou à déterminer une liste complète de résultats possibles de l'action. Cependant d'autres techniques sont envisageables. Borraz rappelle que, aux outils statistiques, on a ensuite ajouté les démarches scientifiques ou techniques, concourant à cet objectif de caractérisation et de contrôle [Borraz et Guiraudon 2008, p. 14]. Clarke identifie, quant à lui, ainsi les « calculs coût-bénéfices », les « algorithmes de pertes et profits » ou toute autre méthode qui contient une estimation explicite des probabilités futures [Clarke 1999, p. 11]. Allant dans le même sens, d'autres, tels que Dean ou Weir, ont regroupé sous le terme de « risque » toutes les techniques qui permettent d'établir des « prédictions calculées » (« *calculated predictions* ») – qu'elles soient ou non statistiques [O'Malley 2008].

En ce qui concerne la pandémie, on peut noter que peu de statistiques circulent sur l'occurrence d'une pandémie dans un futur proche. Ce manque est contourné par l'affirmation de la catastrophe, l'incertitude étant déplacée sur la date de survenance. Ainsi, un membre de l'équipe du délégué interministériel à la lutte contre la grippe aviaire et la pandémie grippale à propos du risque de pandémie grippale lors d'un colloque en octobre 2008 expliquait-il que « La mèche est allumée, mais nous ne connaissons pas sa longueur ». « La question ne semble plus être de savoir s'il y aura ou non une pandémie grippale, mais quand celle-ci surviendra » [Gilbert et al. 2009, p. 197].

La technologie retenue par les pouvoirs publics français pour apprivoiser le risque de pandémie est **l'approche par scénarios**. Les chiffres n'en sont pas absents. Ils servent à caractériser, en précisant des niveaux d'absentéisme selon les phases des vagues pandémiques, les scénarios de base qui sous-tendent le plan gouvernemental de lutte contre la Grippe Aviaire (première version en 2004), élargi par la suite à tout type de pandémie grippale.

Dans le cas de la pandémie grippale, nous sommes donc face à un acteur, les pouvoirs publics, qui tente de réduire en risque la pandémie, par l'élaboration d'un plan national :

“ [Les incertitudes] semblent suffisamment pouvoir être restreintes (identification d'une cause principale, déroulement d'un scénario de survenue de la pandémie, « plan de défense », etc.) pour que, malgré certaines limites, la pandémie grippale puisse être assimilée à un risque, s'inscrire donc dans le domaine de ce qui semble gérable, administrable à l'échelle des organisations. [Gilbert et al. 2009, p. 207]. ”

Au fur et à mesure des révisions successives, ce plan national a progressivement intégré la préparation du secteur économique dans ses objectifs, jusqu'à reconnaître les entreprises comme un acteur incontournable de la réponse à l'épidémie. En effet, la pandémie grippale, au-delà du nombre anticipé des victimes directes, pourtant en lui-même considérable, c'est aussi la menace d'une désorganisation économique et sociale. Les entreprises sont alors directement concernées : lieux de contamination, elles peuvent ainsi être considérées comme des agents de l'épidémie. Elles sont aussi des « victimes » potentielles des désordres occasionnés. Elles sont enfin des « sauveteuses » dans la mesure où le maintien de leurs capacités productives est nécessaire pour limiter la désorganisation économique et sociale. Or, face au déclenchement d'une pandémie, les entreprises devront faire face tout à la fois aux perturbations causées par la pandémie dans le fonctionnement de l'organisation (*personnel indisponible*) et aux perturbations de son environnement (*rupture d'approvisionnements*). Pour les entreprises industrielles, l'enjeu de continuité d'activité sera d'autant plus grave que les conséquences potentielles d'un tel événement sur la sécurité pourraient être majeures. D'autant plus que les effets d'un accident industriel survenant dans un contexte ainsi gravement perturbé seraient considérablement amplifiés.

Pour surmonter les incertitudes que poserait le secteur économique en cas de pandémie, le plan national prône une préparation en deux parties connexes : l'une, attachée à la protection des personnes, prévoit une réflexion sur l'adaptation des conditions de travail et le recours en cas de besoin à des équipements de protection personnelle, notamment des masques chirurgicaux ou FFP2 ; l'autre se focalise sur la continuité des opérations des entreprises, en prônant la mise en place de Plan de Continuité d'Activité.

3.1.2 Un processus de mise en risque difficile à achever au sein des entreprises

Les pouvoirs publics se sont donc efforcés de réduire les incertitudes autour de la pandémie, poussant les entreprises à décliner la préparation nationale au niveau de leur organisation. Pourtant, notre constat en 2008, avant même l'émergence du A(H1N1), était que l'objet « pandémie », au-delà de cette revendication de contrôle, semblait vouloir échapper aux démarches des gestionnaires du risque en entreprise et des fonctionnaires qui les accompagnaient. Transposer au niveau de l'organisation la technologie proposée, les Plans de Continuité d'Activité, se révélait plus complexe que prévu. À l'usage, la construction du risque de pandémie et les solutions poussées par les pouvoirs publics apparaissaient finalement « moins solides » qu'à première vue :

“ C'est un système où quand vous poussez le raisonnement, tout s'effrite. [...] ¹

La pandémie, c'est comme la scissiparité, c'est un sujet qui s'autoalimente, c'est assez effrayant parfois. [...]

On génère de l'incertitude : qu'achète-t-on ? En quelle quantité ? Quand ? [Il y a des] questions également sur la qualité de certaines mesures barrières. On ajoute de l'incertitude. ”

Ce changement de niveau, cette application concrète d'une technologie de réduction de l'incertitude au niveau d'une organisation semble donc amener à rouvrir la boîte de Pandore. Or une étude effectuée par le Cabinet March en collaboration avec la fondation PRIMO permettait d'estimer en 2008 à 10 à 12% la proportion d'entreprises en cours de préparation : Fallait-il voir dans la réticence des entreprises une difficulté à transformer les incertitudes en risque ?

Il nous semble par conséquent intéressant de nous interroger sur les aspects suivants : comment les acteurs s'arrangent-ils avec cette incertitude pour décider et pour agir, c'est-à-dire mobiliser et orienter la préparation de leur entreprise ? Comment adaptent-ils la technologie proposée par les pouvoirs publics ? Comment achèvent-ils, et orientent-ils de ce fait, le processus de mise en risque initié par le gouvernement et les autorités internationales ?

Notre recherche était donc guidée au départ par la volonté de décrire au sein d'une organisation ce processus de « mise en risque ». Ce qui nous intéresse, c'est **la manière dont les acteurs transforment l'incertitude pour agir**. L'actualité a renforcé l'enjeu de notre question : L'émergence du A(H1N1) a confronté les acteurs à une situation où l'incertitude a atteint un niveau paroxysmique. Comment les acteurs ont-ils fait face ? Qu'est-ce que cela peut nous apprendre sur l'action en situation d'incertitude ?

3.2 Une grande entreprise face au A(H1N1) : comment les gestionnaires du risque font-ils face à l'incertitude ?

3.2.1 Recueil et analyse des données

Nous avons suivi des gestionnaires pris dans l'événement au sein d'une grande entreprise, que nous nommerons LGE. Il s'agit d'un grand groupe international, disposant d'environ 150 sites dans une centaine de pays, et dont le siège social se trouve en France. Cette entreprise se prépare depuis fin 2004 à la menace d'une pandémie grippale, à l'origine pour faire face au risque engendré par le développement de la grippe aviaire [virus A(H5N1)]. Pour ce faire, une structure transversale a été créée en 2005, rassemblant notamment des représentants de la Direction Health, Safety, Environment (HSE) Groupe, des RH, de la Production, de la R&D, des SI, de la Sécurité, etc. Cette structure a donné naissance à la cellule de gestion de crise du groupe en avril 2009, sous la conduite de la Direction HSE Groupe qui en a constitué le cœur. La réaction de cette cellule a été documentée lors d'une observation entre le 30 avril et mi-juillet 2009. L'un des auteurs a maintenu une présence continue au sein de la direction HSE Groupe pendant cette période, tenant un journal des événements. Il a filmé les réunions de la cellule et réalisé 40 entretiens formels, entre début juin et mi-juillet, qui ont été enregistrés et retranscrits. Il a également eu accès aux documents internes de l'entreprise relatifs à la préparation à une « pandémie grippale ». Cette première période de recueil de données a été complétée début octobre par un échange entre l'équipe de recherche et quatre membres de la direction autour d'un retour sur l'observation réalisée. Des entretiens informels de « suivi » ont eu lieu entre septembre et décembre 2009 auprès d'un des membres de l'équipe.

¹ Ces trois verbatims sont issus d'une étude exploratoire sur la préparation des entreprises à la pandémie grippale effectuée en 2008.

Pour répondre à nos questions, nous avons analysé ces données de deux manières. Tout d'abord, nous avons construit un récit retraçant la réaction de l'équipe HSE entre le 24 avril et décembre 2009. Pour nous assurer de la fidélité de ce récit par rapport aux ressentis des acteurs, l'un d'eux a été invité à le relire. Il l'a trouvé fidèle à son expérience. Nous avons ensuite codé 20 entretiens pour caractériser les incertitudes perçues par les acteurs.

3.2.2 Résultats de l'analyse

Une version résumée du récit est exposée dans un premier temps pour introduire le contexte et le déroulement dans le temps des événements. Dans une deuxième partie, nous présenterons les résultats de notre codage. Enfin, dans une troisième partie, nous discuterons ces résultats dans une perspective politique puis dynamique.

Déroulé historique

24 au 30 avril. Le 24 avril 2009, la filiale mexicaine prévient la Direction Centrale HSE de l'existence d'une épidémie de grippe inquiétante. Sans hésitation, l'entreprise se mobilise, s'attendant à un scénario « grippe aviaire ». Pour la direction HSE qui prend la tête de la cellule de crise, l'enjeu est de convaincre et de mobiliser les autres acteurs du groupe. Il s'agit pour elle de répondre à son rôle fonctionnel et de montrer son professionnalisme alors qu'une réorganisation des fonctions centrales est en réflexion depuis quelques mois au sein du groupe.

4 au 7 mai. Deuxième semaine après l'alerte. Des signaux contradictoires affluent : la grippe semble moins sévère que prévue, mais les autorités françaises et internationales continuent à agir dans une logique de « grippe aviaire ». La direction HSE continue donc à mobiliser l'entreprise, tout en oscillant dans le discours entre l'affirmation de la catastrophe qui arrive (« La 2^{ème} vague sera plus mortelle ») et le recadrage en « bon exercice ». La logique de prévention est mise en avant. L'enjeu est désormais de mobiliser dans la durée, de ne pas donner non plus le sentiment de sur-réagir pour ne pas perdre en crédibilité au sein de l'entreprise. Mais le curseur est difficile à ajuster ! Comment savoir et prévoir, là où les experts eux-mêmes sont incapables de dire ce qui va se passer ?

11 mai au 10 juin. Plusieurs pays européens sont touchés. Les acteurs attendent la promulgation de la phase 6 OMS. Dans les discours, la possibilité de la catastrophe se maintient : on parle de la possibilité d'une recombinaison entre A(H1N1) et A(H5N1). Bien que des questions opérationnelles occupent encore l'équipe, les réunions de la cellule de crise sont progressivement espacées. Pour le pilote de la cellule, le dispositif conçu pour la grippe aviaire a été respecté et le relâchement des efforts correspond à l'atteinte d'un état de préparation suffisant. Les mesures prises par la cellule semblent par ailleurs plus difficilement comprises et acceptées par les autres acteurs de l'entreprise.

11 juin à août. L'OMS annonce enfin le passage en phase 6 le 11 juin, mais le décalage est tel entre la situation et les mesures envisagées dans les plans, que les acteurs ne savent plus ce que cela signifie réellement. Pour l'équipe HSE, il s'agit d'être prêt à « gérer la réaction [du] public interne. [...] Montrer qu'on est en état de vigilance et qu'on maîtrise un petit peu ce qui se passe ». Mais les problématiques propres à l'entreprise LGE, où un plan de départ volontaire a été annoncé, rattrapent à partir de juillet la direction HSE.

Septembre à décembre. Les quelques cas recensés en France dans l'entreprise sont loin de la vague attendue. Les acteurs expliquent avoir été confrontés à « une urgence, pas une crise ». Au sein de l'entreprise, toute l'attention se focalise sur la réorganisation qui se profile.

Au-delà des incertitudes liées au phénomène physique (caractéristiques du virus, mutations, recombinaisons), on voit apparaître dans ce récit d'autres sources d'incertitudes : contradictions des acteurs de référence, écarts entre ce qui avait été planifié et ce qui se déroule. Par ailleurs, des enjeux propres aux positionnements des acteurs au sein de leur organisation (volonté d'assumer les responsabilités liées à leur rôle fonctionnel, réorganisation se profilant à l'horizon) sont à considérer.

Notre codage plus systématique de 20 entretiens va nous permettre à présent de préciser les « formes » d'incertitudes perçues par les acteurs, et les enjeux qu'ils prennent en compte lorsqu'ils doivent agir. Nous les avons organisés autour de trois « cercles » : le premier cercle tournant autour de l'objet « pandémie » en lui-même, le deuxième lié aux sources d'information dont disposent les acteurs, le troisième en lien avec l'organisation comme lieu d'action.

3.2.3 Premier cercle : quel est cet objet, ce virus, cet événement ?

Le premier cercle d'incertitudes tourne autour de l'épidémie de grippe qui se développe à partir des cas détectés au Mexique. Les incertitudes concernent le virus, l'épidémie, les conséquences de cette épidémie. Elles ont pour résultat de rendre difficile la catégorisation de la situation et impossible la prévision de son développement futur.

L'incertitude provient alors ce que l'on ne sait pas, ce que l'on ne connaît pas, qui est trop complexe ou qui ne fait pas sens. Ainsi, on ne connaît que peu le virus de la grippe et les ressorts de ses mutations. La virulence du virus ne peut être connue qu'*a posteriori*, en étudiant les cas passés, et la gravité de la maladie qui en résulte est fonction de l'interaction avec l'environnement du malade. L'arrêt des tests systématiques de toutes les personnes présentant des symptômes grippaux suspects complique encore la définition de la situation pour les acteurs : « On ne sait plus trop, les gens ne faisant plus le test, on ne sait plus trop s'ils ont la grippe ». Enfin, l'expérience n'est pas une ressource mobilisable pour les acteurs : « C'est peut-être parce que c'est la première fois aussi qu'on est confronté à ce genre de situation. »

Il y a également ce que l'on n'arrive pas à toucher, à saisir, à appréhender, à mesurer. L'événement semble abstrait², la pandémie s'étend, mais reste insaisissable pour les acteurs « sur le terrain » : « on a affaire à quelque chose d'impalpable ». Elle est difficile à circonscrire :

“ *Ce n'est pas un accident violent dont assez rapidement vous avez, comment dirais-je, tracé les limites. Explosion, accident, etc. C'est quelque chose qui se diffuse, c'est quelque chose qui est vivant, c'est quelque chose qui est très difficile à mesurer...* ”

Les moyens de mesure modernes donnent pourtant l'impression de la suivre au jour le jour, presque heure par heure, à la trace, mais l'observateur attentif sent bien le caractère quelque peu trompeur et illusoire des cartes mondiales qui tentent de retracer sa trajectoire. Les acteurs ont conscience des failles des outils : l'absence de cas en Afrique semble, par exemple, plus tenir au manque de moyens d'y suivre le cheminement du virus qu'à une réelle absence du virus sur le continent ; certains pays ne reportent pas ou plus systématiquement leurs cas. Pourtant, les chiffres officiels restent le point d'ancrage. Ceci est cohérent avec la « philosophie » des techniques du risque, où la quantification et la mesure, le calcul rationnel et la modélisation sont centrales [Power 2004].

indicateurs
imparfaits

Il y a enfin la **dimension temporelle**, qui s'inscrit au cœur de la difficulté : l'événement continue d'évoluer, le virus continue de se diffuser, mais le savoir ne se crée qu'*a posteriori* :

“ *Tout ça pour dire que la particularité de cette crise c'est justement cette non... cette difficile appréhension de ce que sera demain...* ”

Les acteurs en charge de la gestion de la pandémie ont ainsi une vision floue et parfois contradictoire de la menace à laquelle ils pourraient avoir affaire, de sa dynamique et de ses caractéristiques (*auront-ils à faire face à une vague déferlante ou à une montée progressive ?*).

menace mouvante

“ *L'objectif sera de s'adapter à une situation qui vraisemblablement évoluera assez vite, donc il faudra effectivement être prêts au moins pour savoir ce que l'on fait. [...]*
La pandémie va arriver progressivement, elle ne va pas se pointer un jour à la porte, « toc toc toc c'est moi, je vous saute tous dessus » ; non, il va y avoir une montée en puissance. ”

Sera-t-on capable à un moment de caractériser de manière durable le virus ?

“ *Non non, c'est une sale bête mais il ne mutera pas, nous le savons maintenant. [...]*
On sait très bien que les virus de grippe sont des virus imprévisibles et que ce qu'on observe aujourd'hui, ce n'est pas nécessairement ce qu'on observera demain. ”

Les incertitudes de ce premier cercle, liées à l'objet « pandémie grippale », ne sont pas nouvelles. [Neustadt et Fineberg 1978, pp. 99–100] qualifiaient déjà en 1978 la grippe de « maladie glissante » en lui attribuant cinq caractéristiques : un virus capricieux ; un vaccin qui offre une protection partielle et limitée dans le temps ; une maladie, la « grippe », à laquelle on attribue beaucoup d'effets, souvent liés à d'autres maladies (visible par exemple dans le terme de « grippe intestinale », alors que la gastro-entérite n'a généralement pas de rapport avec le

² Les verbatims ci-après sont issus de l'analyse des entretiens effectués avec les membres de LGE.

virus de la grippe) ; une confusion renforcée par des symptômes communs à plusieurs maladies ; une confusion entre virus de la grippe et symptômes grippaux liés à d'autres causes qui rend problématique la mesure de son impact.

Ce premier cercle correspond au premier type d'incertitudes identifiées par [Borraz et Guiraudon 2008, pp. 15-16], celui des « incertitudes scientifiques ou techniques », formes traditionnellement reconnues, liées à un défaut de connaissances : ce que l'on ne sait pas.

3.2.4 Deuxième cercle : autorités, médias, autres entreprises, à qui se fier ?

Un deuxième cercle d'incertitudes concerne les sources d'information, les références : l'Organisation Mondiale de la Santé (l'OMS) et les gouvernements, les experts et les médias. Tous sont reconnus comme sources d'information sur la situation, de recommandations d'actions. Mais cette image est mise à mal notamment par des contradictions (internes et externes) entre ces sources, un manque perçu de précision, des éléments qui remettent en cause leur indépendance. Par exemple, le décalage progressif des prévisions finit par décrédibiliser les autorités qui s'y risquent :

“ En septembre, où effectivement, les différentes autorités compétentes avaient un peu dit « si ce n'est pas avant l'été ce sera à la rentrée », donc là on suivait ça de près. Après, on a entendu, [...] « ce sera en période hivernale, novembre », et puis maintenant, « peut-être au moins de janvier, après les fêtes, les gens seront fatigués » [ironique]. ”

La répétition en boucle des informations semble aussi affaiblir la fiabilité de l'information :

“ C'est qu'à force d'avoir des médias qui te répètent toujours les mêmes messages, tu sais plus ce qui est vrai du faux. ”

Quant aux autres entreprises, elles sont généralement présentées comme une source secondaire :

“ Mais aujourd'hui, on a une connaissance suffisante, me semble-t-il, pour prendre une décision sans aller voir ce que font les autres, quoi. ”

Au final, contrairement au rôle qui leur ait attribué, ces sources d'information semblent donc introduire elles-aussi du flou et de l'incertitude, qui se surajoute aux incertitudes du premier cercle. Pour [Borraz et Guiraudon 2008, p.15-16], ces incertitudes pourraient être qualifiées de « sociales ». Elles seraient liées à « l'impossibilité de prévoir, d'anticiper ou de comprendre le comportement d'un acteur », dans la lignée des travaux de [Crozier et Friedberg 1977]. Pour les acteurs, cela signifie être confronté à des questions telles que : Comment savoir quelle(s) source(s) considérer comme fiable(s) ? Comment donner du sens aux contradictions de deux sources reconnues ?

3.2.5 Troisième cercle : agir dans l'organisation

Les deux premiers cercles d'incertitudes se rapportent à l'objet « pandémie » et au contexte général. Chacun a probablement pu expérimenter de tels questionnements en essayant de faire sens des événements qui ont découlé de l'alerte mexicaine.

À cela s'ajoute un cercle d'incertitudes qui prend naissance au sein même de l'organisation. Pour plus de clarté, nous présenterons ce cercle en deux parties, en insistant dans un premier temps sur les incertitudes découlant de la volonté d'action organisationnelle et dans un deuxième temps sur l'impact de l'existant au sein de l'organisation. Cette distinction est cependant simplificatrice, puisque l'action est influencée par le contexte organisationnel existant, qui lui-même se modifie dans l'action.

L'organisation en prise avec la pandémie : que faut-il faire ?

La tentative même de l'organisation de « gérer le risque », d'agir pour maîtriser l'objet pandémie et ses conséquences possibles dans ses opérations et son environnement peut générer des incertitudes supplémentaires. La préparation se heurte en effet à la complexité inhérente à la grande entreprise : de nombreuses interdépendances existent au sein de l'organisation et avec son environnement ; ajoutée à l'imprévisibilité du virus grippal et de la dynamique de la pandémie, la prévision de tous les cas, toutes les conséquences devient impossible. Pour surmonter ces difficultés et rendre possible la préparation, une certaine simplification de la situation est mise en avant : c'est ce qu'offre la focalisation sur certains scénarios types, caractérisée par un indicateur dominant, le pourcentage d'absentéisme parmi les salariés de l'entreprise. La création de scénarios est alors la technologie du risque utilisée pour réduire l'incertitude en dimensions « gérables ».

Mais cette application doit faire l'objet d'un certain compromis entre les acteurs. Nous avons détaillé dans le premier cercle les incertitudes entourant l'objet (caractéristiques, évolution, dynamique, etc.). Ces incertitudes impactent les représentations que les acteurs se font d'une « bonne préparation ». Se pose alors les questions : jusqu'où est-il possible / utile de se préparer ? Quelles ressources engager ? Quel statut donner à ce qui a été fait ?

“ *Bon, tout ça, plus on aura réfléchi, phosphoré avant et plus facile ce sera à mettre en œuvre après. Donc après, voilà, le problème est la gestion de crise, et quand t'as pas tout pensé — de toutes façons tu penses jamais à tout, je te rassure — tu peux prévoir 40 milliards de cas ; ce sera celui que t'as pas vu qui sortira.* ”

À cela s'ajoute souvent une incertitude sociale qui porte sur les comportements qu'adopteront les collaborateurs, les partenaires, les individus en situation. On retrouve la crainte du « facteur humain », de la « panique » face au virus mortel.

Les représentations de la menace étant floues et parfois contradictoires, elles ouvrent le champ à des interprétations parfois divergentes, donnant ainsi naissance à de l'ambiguïté quant à ce qu'il faut faire. La fin de la préparation est donc l'objet d'un choix plus ou moins conscient des acteurs, de ne pas pousser la préparation plus loin, de considérer que ce qui a été fait est suffisant. L'incertitude concernant la qualité de la préparation, ses limites quant à la capacité de l'entreprise d'y faire face doivent être gommées ou à défaut acceptées. La préparation se cristallise alors :

“ *Et on attend la suite, si suite il y a... on est prêts !* ”

Une partie des incertitudes du troisième cercle se rapporte donc à l'action, à « ce qu'il faut faire pour se préparer », à la définition de la « bonne préparation », du « bon niveau » de préparation.

Ces questions s'intensifient lorsque la pression de l'événement se fait sentir. L'évolution de la situation peut déstabiliser cette affirmation. L'adéquation entre la préparation (fondée sur certaines attentes et représentations de la menace) et ce que les gestionnaires décident de faire à un moment donné demande à être renégo-ciée, justifiée continuellement.

Ainsi, le décalage entre les efforts de préparation (les scénarios qui se sont cristallisés) et ce qui se passe sur le terrain crée du flou. Une certaine « vision idéale » de la gestion de crise (rapidité, application militaire, homogénéité) prônée dans les plans, s'inscrit en décalage avec les difficultés et les caractéristiques de la situation (situations locales variées, cinétique « lente » du développement de l'épidémie). On retrouve ainsi l'impact de la complexité de l'organisation (structure de décisions incertaines, *reporting* imparfait des sites vers les fonctions centrales, etc.) ainsi qu'une tension classique entre centralisation et décentralisation. Les messages contradictoires entre application stricte et adaptation locale ont pour résultat des réactions variées, alors que certaines mesures prises (*mettre en place des thermomètres à l'entrée des sites*) augmentent le flou en créant de multiples questions (que faire des cas « positifs » et des « faux positifs » ?). Certaines incertitudes qui ont été gommées pour « fermer la préparation » réapparaissent en situations concrètes, alors que d'autres se révèlent sans objet (par exemple, *l'information des représentants du personnel, sujet d'inquiétude pour les RH, se fera naturellement au détour d'une réunion*).

Dans cette détermination de la « bonne action », les gestionnaires du risque sont ébranlés par le silence du top management, qui ne s'exprime pas clairement sur les objectifs de l'action.

messages
contradictaires

“ *Le groupe doit définir ce qu'il veut en termes de protection. Aujourd'hui, je suis désolée je suis incapable de te le dire [quel est l'objectif...] J'ai de vagues idées, bien sûr [elle cite des éléments logistiques, dans son domaine, mais ne peut pas citer les objectifs globaux].* ”

La définition de la « bonne action », qu'elle soit préparation ou réaction, doit donc faire avec la complexité de l'organisation, qui la rend difficile à concevoir et à piloter, et avec la multiplication des interprétations des acteurs sur ce qu'il convient de faire, qui naît des incertitudes se rapportant à l'objet et de la complexité de l'organisation. Alors que la situation concrète précise les limites de l'action de l'organisation, cette dernière renforce par ailleurs dans une certaine mesure l'incertitude.

La pandémie : une préoccupation parmi d'autres

Pour les gestionnaires du risque, la préparation et la gestion de la pandémie se fait au milieu d'autres sujets d'attention. De nombreux processus sont à l'œuvre simultanément. Certains modes de divisions du travail et de coordination sont privilégiés [Mintzberg 1982]. Aux différentes fonctions sont associées des rôles, des responsabilités, des scripts d'action qui déterminent autant d'attentes que les acteurs développent les uns envers les autres. Des routines existent, en lien avec une culture organisationnelle qui guide la définition de la bonne manière de faire les choses. On trouve aussi des rapports de force (et de faiblesse) qui constituent le « déjà-là » [Lascoumes 1994], cité par [Gilbert et al. 2009].

Or, dans l'entreprise que nous observons, le paysage organisationnel est marqué au moment de l'arrivée de la pandémie par une période de turbulence : « L'entreprise est en train de redéfinir son *business model* ». Le changement devrait être profond et une réorganisation des fonctions centrales, dont la direction HSE qui est responsable de la gestion de la pandémie, a été annoncée. Un plan de départ volontaire est envisagé. Ces événements internes créent des incertitudes spécifiques au contexte organisationnel des acteurs observés, qui ont l'impression de perdre leurs repères, de ne plus connaître les règles du jeu :

“ *Avant, on connaissait les dirigeants, on était dans un système de relations personnelles. [...] Il y avait une connaissance de qui faisait quoi et de ce que cela représentait.* ”

Ce flou les impacte personnellement. Ils sont mis face à la nécessité de redémontrer l'utilité de leur fonction, reconquérir leur territoire de responsabilité :

“ *On ne sait pas demain déjà quelles seront les missions [...] Qu'est-ce qu'on apporte ?* ”

Sans réellement savoir de quelles ressources ils disposeront dans le futur :

“ *Quelle va être la latitude de remplacer [les gens qui vont partir] ?* ”

Cette situation crée un cercle d'incertitudes supplémentaire, lié à l'organisation en elle-même, mais qui touche simultanément les acteurs :

“ *Il y a une incertitude par rapport à ce que les gens vont devenir, une incertitude par rapport à l'évolution de la crise elle-même. Tu as deux incertitudes, deux grandes incertitudes qui se télescopent, quoi. [...] Elles interfèrent probablement assez fortement l'une sur l'autre.* ”

La perspective de la réorganisation qui s'annonce exacerbe les enjeux internes auxquels sont confrontés les gestionnaires du risque. Tout d'abord, le caractère ambigu des événements interroge leur crédibilité et le rôle qu'ils revendiquent au sein de l'organisation.

Pour tenir ce rôle, ils doivent démontrer leur maîtrise et mettre en scène leurs actions aux yeux des autres membres de l'organisation : « montrer qu'on est en état de vigilance et qu'on maîtrise un peu ce qui se passe ».

Cependant, plus la catastrophe annoncée tarde à arriver, plus il devient difficile de justifier ce qui a été fait aux yeux des autres acteurs de l'entreprise.

“ *Cela a l'air de se ralentir, il va falloir mobiliser dans la durée. Ne pas mettre trop de pression sinon on risque une perte de crédibilité.* ”

Enfin, la sur-réaction est un enjeu pour ces gestionnaires, qui après une crise sont susceptibles de devoir rendre des comptes et font l'objet d'imputation de responsabilité [Brown 2004; Boin et al. 2008; Boudès et Laroche 2009] :

« [Il y aura un] impact négatif (financier) si on se prépare pour rien. »

Nous retrouvons donc dans le troisième cercle une conjugaison d'« incertitudes scientifiques ou techniques » (par exemple, *l'impossibilité de prévoir toutes les conséquences de la pandémie sur l'organisation*) et d'« incertitudes sociales » [Borraz et Guiraudon 2008].

Définir la « bonne action » demande alors d'intégrer la détermination de la « bonne mesure » : il ne suffit pas de prendre en compte les aspects « techniques » de la gestion de la pandémie, d'autres enjeux plus larges doivent être considérés. Pour ces praticiens, agir « trop » remettrait en cause leur crédibilité s'il ne se passait rien, agir « trop peu » signifierait prendre le risque de ne pas être à la hauteur de leur mission.

Cela fait écho à l'évolution du concept de « risque » tel que présenté par [Motet 2010] : dans sa version la plus récente, il laisse une place à l'incertitude touchant l'atteinte des objectifs, en soulignant la difficulté de déterminer clairement les objectifs à poursuivre lorsqu'un collectif est concerné.

3.3 Discussion

3.3.1 Ouvrir la boîte noire de l'incertitude

Notre analyse met en lumière que la boîte noire de l'« incertitude », une fois ouverte, fait apparaître un système complexe d'incertitudes de différentes natures et origines, qui ne peut être réduit aux seuls aspects liés à l'objet explicite de la décision considérée par les acteurs. Elles dépassent les incertitudes liées au phénomène physique et se nourrissent de la multiplicité des interprétations que les acteurs portent sur les événements, des incertitudes sociales et de la dynamique du phénomène qui se déploie, mais aussi du contexte organisationnel dans lequel les acteurs s'inscrivent.

Comme le souligne [Borraz et Guiraudon 2008, p. 15-16], l'incertitude « traditionnelle » (le défaut de connaissance) et l'incertitude sociale sont souvent difficilement séparables dans les études de cas concrets et au contraire « se combinent et se renforcent mutuellement ». En effet, il semble que des boucles se créent, connectent différentes incertitudes, qui entrent alors en résonance, dans un phénomène d'amplification. On déduit de ce cas l'importance du contexte organisationnel de la décision en situation d'incertitude. Car l'incertitude pertinente ne peut être clairement séparée, isolée de processus et d'enjeux, de relations entre acteurs qui s'inscrivent à plus long terme.

3.3.2 Des gestionnaires du risque face à l'incertitude

On remarque de plus que les acteurs ne semblent pas rester passifs face à ce système d'incertitudes, mais en modifient l'équilibre par leurs actions.

Ainsi, les choix faits pendant la préparation puis sa cristallisation dans l'affirmation « On est prêt » reflètent une action de fermeture, d'absorption de l'incertitude.

Pourtant, de manière simultanée, ils maintiennent d'autres questions ouvertes, telles que la possibilité de la recombinaison, de la mutation, de la 2^{ème} vague. Dans les discours, ils mettent en avant l'incertitude liée à la non-prévisibilité de l'attitude des acteurs externes : quelle sera l'acceptation sociale des morts qui pourraient découler « de ce que l'on ne fait pas » ? Ils jouent alors sur la peur de se voir attribuer en tant qu'entreprise une responsabilité si l'on n'agit pas, en s'appuyant sur la position traditionnelle du département HSE, qui est de traduire au sein de l'organisation ce qui est attendu réglementairement de l'entreprise en termes de mesures de sécurité.

« Ce virus est capable d'évoluer de façon suffisamment importante pour que justement, on soit amené à revoir le taux de mortalité. Mais si c'est le cas, admettons qu'on relâche [...] les éléments de prévention et qu'on se dise : on verra bien ! Et bien, on verra bien mais est-ce qu'on accepte qu'il y ait effectivement une recrudescence d'une mortalité qu'on estimait peu importante jusqu'à maintenant ? »

Nous retrouvons donc au niveau de ces gestionnaires du risque au sein de l'organisation ce que [Gilbert et al. 2009] montrent au niveau macro : un « double mouvement d'expansion et de réduction des incertitudes » autour de cet objet pandémie.

Une lecture politique : des acteurs gérant un portefeuille de risques ?

Pour interpréter leur observation, [Gilbert et al. 2009, p. 198] posent l'hypothèse que :

“ Il n'y a pas d'incertitude en soi, son amplification ou sa réduction s'expliquant largement par les concurrences auxquelles se livrent les acteurs pour définir les problèmes, les « cadrer » [Goffman 1974] et ainsi conserver ou conquérir des positions, maintenir ou modifier les compromis qui stabilisent leurs relations. ”

Dans notre cas, les acteurs HSE sont « propriétaires » au sein de leur organisation de ce problème « pandémie ». C'est eux qui ont piloté depuis quelques années la préparation. Des doutes trop affirmés sur la qualité et l'utilité de la préparation qu'ils pilotent reviendraient à mettre en cause d'eux-mêmes leur **légitimité interne**. La fermeture de l'incertitude sur la nécessité, l'utilité, la qualité de la préparation affirme ici leur maîtrise, nécessaire pour maintenir solidement leur position de « propriétaire du problème » (puisqu'ils ont la solution).

acteurs défendant
leur légitimité

Parallèlement, le déclenchement en avril 2009 de l'épidémie mexicaine leur offre l'opportunité de justifier le coût de cette préparation, de « montrer leur maîtrise », d'affirmer leur position, ce qui vient à point nommé étant donné les enjeux internes qu'ils doivent affronter. Ils ont donc tout intérêt à prendre au sérieux l'alerte, et à souligner le caractère potentiellement catastrophique de l'événement. Face au développement de la situation, où rien n'arrive, le **maintien de certaines incertitudes ouvertes** (la possibilité, la proximité de la catastrophe) est une issue provisoire pour **garder cette position dominante**.

On pourrait aussi voir dans cet attachement à la possibilité de la catastrophe se déployer l'ombre d'un phénomène de spirale d'engagement [Joule et Beauvois 2002] : plus les acteurs ont réagi fortement au départ, plus les ressources « dépensées » sont importantes, plus il devient difficile de faire demi-tour et de reconnaître que la catastrophe annoncée n'arrivera pas.

On pourrait enfin avancer que les acteurs doivent trouver un certain équilibre entre ouverture et fermeture des incertitudes. Trop d'incertitudes finiraient en effet par remettre en cause les solutions qu'ils soutiennent. La question de la « bonne mesure » dans l'action, de l'équilibre à trouver, entre ouverture et fermeture des risques, prendrait alors sens dans la position relative de l'acteur par rapport à un ensemble d'incertitudes, un ensemble d'enjeux et de questions ouvertes au sein de l'organisation.

En poussant plus loin, on serait alors tenté de voir l'acteur organisationnel au centre de ce « système d'incertitudes », lié à l'enchevêtrement du flux d'événements et des multiples enjeux dans lesquels il est pris. Il peut en réduire certaines, il n'en maîtrise pas d'autres.

De ce système d'incertitudes, il extrait un portefeuille de « risques » constitué des incertitudes qu'il a « réduites », en leur appliquant l'une ou l'autre des technologies du risque. En initiant ce mouvement de réduction, l'acteur revendique une certaine maîtrise sur les risques qui sont ainsi créés. Cette idée de « portefeuille de risques » extrait d'un « système d'incertitudes » nous séduit parce qu'elle souligne les interactions qu'ils existent entre les différents éléments.

Ainsi, cela souligne l'importance pour l'acteur de gérer les risques qu'il prend en charge de manière concomitante : en effet, les positions qu'il prend sur un aspect (la mise en risque qu'il opère sur la pandémie et les conclusions ou actions qu'il en tire) peuvent l'exposer sur un autre aspect (par exemple *son risque personnel dans une recherche de responsabilité si les actions mises en place sur le risque précédent se révèlent inadéquates*).

Réduire une incertitude en risque (définir l'objet pandémie et la meilleure façon de le gérer par la mise au point de scénarios) ouvre donc d'autres incertitudes (par exemple, des incertitudes seront créées par le décalage entre ces scénarios imaginés *a priori* et le déroulement de la situation concrète).

L'équilibre pour l'acteur doit aussi se faire entre revendication de contrôle (contenu du portefeuille de risques) et affirmation d'une impuissance protectrice (les incertitudes que l'on ne transforme pas en risques) en lien avec la définition des missions de sa fonction et/ou profession. Le développement du « *risk management of everything* », dénoncé par [Power 2004], reviendrait à un élargissement du portefeuille de risques à gérer, en lien avec une obligation de contrôle plus large pour les acteurs.

Une lecture dynamique : toutes les incertitudes se valent-elles ?

Notre analyse des entretiens nous a permis d'ouvrir la boîte noire de l'incertitude et de dévoiler le système complexe d'incertitudes de différentes natures et de différentes sources qui la compose. Nous avons pu voir que les acteurs semblaient ne pas être passifs mais parfois user de leur capacité à ouvrir ou à fermer l'incertitude.

En relisant le court récit présenté précédemment, il apparaît également que les différents « cercles » d'incertitudes ne capturent pas de la même façon l'attention des acteurs selon les périodes.

Ainsi, la première semaine, l'entreprise se mobilise vite et fort. Si beaucoup d'incertitudes liées à l'objet pandémie en lui-même (ce que nous avons appelé le premier cercle) sont présentes, ni le cadrage de la situation (« pandémie grippale sérieuse »), ni les actions à engager (réactiver les cellules de crise et les PCA) ne semblent causer de doutes aux acteurs.

Les acteurs exploitent leur capacité à ouvrir ou fermer l'incertitude

À partir de la deuxième semaine, les connaissances sur le virus se développent, et font apparaître un virus « moins grave » que prévu. Les incertitudes du premier cercle diminuent, bien que la menace de mutation existe toujours. Pourtant, assez paradoxalement, les acteurs semblent avoir plus de difficultés à agir. Le doute, le flou s'infiltré dans l'écart croissant entre les plans et la réaction des autorités de références (OMS, gouvernement français) et leur perception de la situation, des événements. Il continuera à grandir les semaines suivantes, remettant progressivement en cause les sources d'information et les institutions (OMS, gouvernement), et questionnant la validité des actions passées et futures. Les deux autres cercles d'incertitudes, liées aux sources d'information et à l'organisation elle-même, prennent de l'ampleur. Le dernier cercle, celui de l'organisation, semble prendre véritablement le dessus à partir du moment où il ne semble plus rien se passer de grave « à l'extérieur » (à partir de fin juin) : il n'y a plus rien « à faire » si ce n'est justifier les moyens dépensés au regard du non-événement.

On remarque que les différents types d'incertitudes n'ont pas le même impact sur l'action. L'incertitude liée à l'objet ne semble pas la plus bloquante. Par contre, la contradiction entre sources d'informations, entre références ou entre intérêts divergents et irréconciliables, semble plus déstabilisante pour les acteurs.

L'étude du processus de sensemaking (de construction du sens) des acteurs, c'est-à-dire la manière dont ils répondent aux questions : « que se passe-t-il maintenant ? » et « que dois-je faire ? » [Weick et al. 2005], permet d'éclairer ces différences. Pour ces auteurs, l'action et la construction de sens sont liées de manière récursive. Le processus de construction du sens est continu.

Le processus de construction du sens répond à un critère de plausibilité et non d'exactitude : l'acteur s'arrête à un sens plausible et non « vrai ». L'incertitude n'est donc pas en soi un problème pour l'action. Au contraire, lorsque les indices manquent, l'acteur peut agir pour tester le cadre envisagé ou découvrir d'autres indices permettant d'élaborer d'autres pistes.

Ce qui est un problème, en revanche, est l'*ambiguïté*, lorsque plusieurs sens possibles entrent en conflit : c'est ce qui se passe lorsque les institutions de référence des acteurs offrent des éléments d'interprétation contradictoires. L'action se bloque non pas lorsque le cadre d'interprétation des acteurs est « erroné » mais lorsque le processus de sensemaking n'arrive pas à déboucher sur un cadre unique, au moins momentanément. Pour Weick, cela peut mener à un effondrement du sens qui à son tour débouche sur l'effondrement de l'organisation [Weick 1993].

Ce cadre permet aussi de porter un autre regard sur les mouvements d'ouverture ou de fermeture d'incertitudes précédemment décrits. Ces mouvements peuvent être reliés aux éléments avec lesquels les acteurs font sens de ce qui se passe. Parmi ces éléments, on peut distinguer ce qui vient des institutions : dans notre cas, on peut repérer notamment le gouvernement français, l'OMS et les éléments liés à la fonction des acteurs. [Weber et Glynn 2006] expliquent que ces éléments institutionnels constituent la matière première que les acteurs utilisent pour faire sens de la situation.

Si les acteurs ne remettent pas en question le mode de gestion de la pandémie (PCA et masques), cela peut être lié au fait que les institutions de référence (OMS, gouvernement français) ne le font pas non plus. Par contre, ces dernières maintiennent longtemps la possibilité de la catastrophe, notamment en agitant le spectre de la mutation, opinion sur laquelle s'alignent nos gestionnaires de risque.

C'est la pression des autres acteurs de l'entreprise, c'est-à-dire les enjeux internes, qui vont finalement les amener à nuancer leurs jugements, à trouver un compromis entre deux positions qui s'éloignent (pour [Weber et Glynn 2006], c'est un processus de révision qui s'enclenche). La question de la « bonne mesure » de l'action se pose alors, quand deux positions difficilement conciliables doivent être ménagées simultanément.

La perspective du **sensemaking** nous amène donc à pousser plus loin la réflexion sur la différenciation des incertitudes : toutes ne semblent pas être équivalentes pour l'action. Certaines peuvent être plus faciles que d'autres à surmonter. Plus que le défaut de connaissance, c'est la contradiction et l'ambiguïté qui bloquent les acteurs et constituent un véritable défi.

Elle amène également à replacer les acteurs dans une position plus vulnérable et dépendante que la posture précédente : les incertitudes que les acteurs peuvent laisser ouvertes semblent cadrées par l'existence d'une « faille » dans les éléments qui servent à construire le sens ; le jeu interne est contraint par ce qu'il est possible de penser.

Elle met enfin en avant le caractère continu de ce processus de sensemaking, échafaudage constamment construit et reconstruit par les acteurs, un bricolage sensible aux messages contradictoires.

Prise en compte de l'incertitude dans le pilotage des projets de modernisation

Stéphanie Tillement Laboratoire LEMNA, École des Mines de Nantes
Thomas Reverdy Laboratoire PACTE, Grenoble-INP

4.1 Introduction

Dans le domaine des choix technologiques et scientifiques, la reconnaissance des limites des connaissances a conduit à la définition du « principe de précaution » :

“ *le principe selon lequel l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable.* ”

Ainsi défini, le principe de précaution a donné une légitimité à l'expression de doutes et inquiétudes en amont des décisions technologiques majeures. Si le principe de précaution est repris aujourd'hui, c'est parce que, par le passé, des choix techniques avaient été posés avec une confiance excessive dans la capacité des connaissances existantes à renseigner ces choix. Avec le principe de précaution, l'expression de soupçons, d'hypothèses fondées sur des raisonnements plausibles, même s'ils ne sont pas complètement vérifiés, peut conduire à remettre en question une décision, un choix... Derrière un soupçon, il y a toujours des éléments de connaissance.

Ce principe met en valeur le fait qu'il existe toujours une part d'inconnu quant aux conséquences d'une décision, un inconnu d'autant plus important que la décision est novatrice. Cet inconnu n'est pas nécessairement nommé, car le nommer, l'envisager, est déjà une étape dans la connaissance.

Il existe une gradation de la connaissance par rapport à un projet novateur ou une situation nouvelle : de l'inconnu à la connaissance validée, en passant par les soupçons, les hypothèses, les conjectures, les épreuves... sachant que la connaissance validée n'est jamais non plus une complète certitude dans la mesure où elle est toujours falsifiable par des expériences à venir. Quand il y a l'expression d'un soupçon, nous considérons qu'il y a déjà un embryon de connaissance.

Dans ce contexte, où se situe l'incertitude ? Dans la mesure où l'on ne peut jamais reconnaître une certitude absolue, l'incertitude est toujours là. Les doutes exprimés rappellent son existence, mais elle est bien plus large que les doutes et soupçons, dont on a vu qu'ils sont déjà des éléments de connaissance, faute d'être des certitudes.

Nous considérons l'incertitude de la façon la plus extensive possible : c'est l'inconnu, qu'il soit désigné ou non par nos soupçons, et qui est d'autant plus vaste que les actes ou les phénomènes sont nouveaux et peu connus. Aussi, quand nous exprimons des soupçons, nous n'accroissons pas l'incertitude mais nous la réduisons, car nous nous engageons dans un processus de connaissance. Les soupçons peuvent être considérés comme des connaissances partielles qui participent à la décision : ce sont des « incertitudes explicitées ». On peut dire

que ces « incertitudes explicitées » réduisent les incertitudes restantes, les « incertitudes non connues », dont nous ne connaissons pas la limite *a priori*. Les actes novateurs ou les situations inédites sont susceptibles d'accroître l'incertitude en général, et donc les « incertitudes explicitées » autant que les « incertitudes non connues ».

« Agir dans l'incertitude » signifie donc agir tout en reconnaissant la fragilité et la limite des savoirs dès que l'on pose des actes novateurs ou que l'on fait face à des situations inédites. Dans le processus de décision, il s'agit de donner toute leur place aux soupçons et aux doutes. La reconnaissance de l'incertitude peut conduire à l'inaction, mais aussi à un effort redoublé de production de connaissances pour une meilleure compréhension des phénomènes et des conséquences, afin de lever l'« absence de certitude ». Elle peut également conduire à choisir des solutions alternatives qui ne comportent pas le même niveau de « non-connaissance » parce que moins novatrices, mieux connues et maîtrisées.

Notre intention ici est de nous interroger sur la prise en compte de l'incertitude dans le cas de **projets industriels**. Dans la mesure où ces projets sont novateurs, ils comprennent une part d'incertitude irréductible. Cette incertitude irréductible porte sur le projet autant que sur le contexte du projet, les conditions permettant au projet d'atteindre les objectifs attendus. La précaution se justifie dans la mesure où le projet comprend des choix techniques qui peuvent entraîner des dommages dans les phases de réalisation ou de fonctionnement.

Une recherche précédente, sur des projets de modernisation de systèmes ferroviaires, a attiré notre attention sur le rapport à l'incertitude dans le pilotage de projet. Les projets de modernisation ont pour spécificité de s'appuyer sur un « existant ». Notre retour d'expérience montre que cet « existant » est initialement supposé connu et maîtrisé, alors que, au cours du projet, et surtout en fin de projet, il peut se révéler différent de ce qui avait été anticipé, dès lors qu'il est intégré dans le nouveau système « hybride ». L'existant constitue donc un piège : les acteurs ne perçoivent pas le fort degré d'incertitude associé (ils n'expriment que des doutes ou des soupçons au regard des incertitudes associées aux choix techniques) et agissent comme si le contexte, l'existant, la technique étaient connus. Au fur et à mesure du projet, ils subissent les événements comme inattendus. Certains événements sont directement anti-sécuritaires, d'autres entraînent des réactions et des adaptations qui peuvent le devenir. Si certains acteurs du projet avaient pu exprimer, en amont, davantage de doutes et de soupçons, il est possible que d'autres choix techniques aient été préférés, et que les équipes se soient davantage préparées.

Notre réflexion à partir de retour d'expérience de tels projets nous conduit aujourd'hui à proposer une réflexion d'ordre plus général sur les incertitudes dans les projets, la façon dont on peut les rendre plus explicites en amont des projets, sans pour autant renoncer à agir, et sur la façon dont on peut les assumer en cours de projet.

Pour mettre à jour les types d'incertitudes générés au cours des projets et la capacité des acteurs à gérer ces incertitudes, nous proposons de développer une approche originale, basée sur des retours d'expérience « élargis », qui en partant d'événements non prévus, permettent des diagnostics organisationnels, approfondis, ancrés dans les situations concrètes. Nous pensons que cette méthodologie permet de révéler des incertitudes et des dynamiques d'anticipation et d'adaptation d'ordinaire cachées. Grâce à cette démarche, nous souhaitons identifier :

1. une typologie des incertitudes propres aux projets de modernisation ;
2. les épreuves produisant de la connaissance et leur interprétation collective ;
3. les contraintes de délais, de ressources, les formes d'engagement, qui pèsent sur la capacité d'action ;
4. les capacités de gestion des imprévus en situation de conception et de réalisation.

Notre propos sera organisé comme suit. Nous commencerons par enrichir notre définition de l'incertitude, en nous appuyant sur la littérature existante, d'abord de façon générale, puis, en cohérence avec notre terrain, nous distinguerons les incertitudes générées en cours de projet, et celles générées par les situations d'exploitation.

Nous centrerons ensuite notre propos sur les projets de modernisation. Il s'agira dans un premier temps de qualifier cette activité, et de la positionner par rapport aux activités de projet « classique » et de production. Dans un second temps, nous mettrons en évidence les types d'incertitudes qui nous apparaissent spécifiques ou tout au moins exacerbées quand on s'intéresse aux projets de modernisation.

Enfin, nous approcherons les processus d'explicitation des incertitudes, d'augmentation des connaissances, sous deux principaux angles. Nous nous interrogerons tout d'abord sur le rôle des « épreuves » qui ponctuent les projets, comme moyen de produire de la connaissance. Nous questionnerons ensuite le rôle de deux figures « types » des projets dans ces processus : le chef de projet, sur les épaules duquel reposent souvent les décisions finales concernant les projets, et les « lanceurs d'alerte », qui détectent les incertitudes et tentent de les faire voir aux autres.

4.2 Qualifier les incertitudes : un premier état de l'art sur les incertitudes en situation de projet et en situation d'exploitation

Quelle que soit la situation de travail considérée, l'incertitude correspond toujours à un déficit d'informations et de connaissances. Les acteurs ne disposent pas de l'ensemble des informations et connaissances relatives aux situations dans lesquelles ils sont engagés, aux moyens alloués pour atteindre les objectifs fixés, ou à la nature même des buts à atteindre, mais font pourtant face à la nécessité d'agir. Pour qualifier l'action dans les univers de travail actuels, on parle ainsi souvent « d'agir en situation d'incertitude » [Callon et al. 2001]. Pour autant, la notion d'incertitude reste souvent une « boîte noire », évoquée de manière générale comme « un fait, comme un état avec lequel les acteurs doivent composer » [Chalas et al. 2009].

Nous pouvons dès maintenant qualifier deux formes d'incertitude : les « incertitudes explicitées » et l'« incertitude non connue ». L'incertitude explicitée est celle que les acteurs impliqués mettent en avant : cela suppose qu'ils reconnaissent une situation de non connaissance. L'incertitude non connue correspond aux limites plus fondamentales de la connaissance, ou à un arrêt dans le questionnement qui est naturellement accepté et non réinterrogé systématiquement.

Avant de faire le point sur l'activité au cœur de notre recherche, à savoir la gestion des projets de modernisation, nous proposons de faire une rapide revue de littérature sur la façon dont a été traitée la notion d'incertitude dans les projets d'une part, et dans le cadre du fonctionnement « normal » et quotidien d'une organisation, soit dans l'activité de production, d'autre part. Dans les deux cas, nous tenterons de voir comment le lien incertitudes / risques a été travaillé.

4.2.1 Nature et prise en charge des incertitudes dans les projets

La dynamique irréversible des projets ou le paradoxe de l'exploration

Le déroulement d'un projet de conception-réalisation suit une logique d'exploration [Collingridge 1980; Midler 1993; Aggeri et Segrestin 2002; Pich et al. 2002]. Le principal défi du management de projet réside dans la capacité à résoudre le dilemme « incertitude / irréversibilité » [Midler 1993]. Ce dilemme peut s'exprimer ainsi : au fur et à mesure que le projet avance, la connaissance sur le projet augmente, mais les possibilités de choix diminuent. On évolue d'une situation initiale où « on peut tout faire, mais on ne sait rien » à une situation finale « où l'on sait tout, mais où l'on a épuisé toutes ces possibilités d'action » [Midler 1993]. Au début du projet, l'état des connaissances est limité sur la faisabilité, la performance, les caractéristiques techniques, mais les marges d'action sont maximales. Au fur et à mesure que le projet avance, si les études, prototypes et arbitrages permettent progressivement de mieux appréhender les difficultés techniques, dans le même temps, l'éventail des possibilités se réduit, le projet étant de plus en plus contraint par les choix passés [Collingridge 1980; Midler 1993; Aggeri et Segrestin 2002].

Tout au long du projet, les épreuves, les études, les prototypes, les expérimentations et le déploiement jouent un rôle prépondérant dans la construction progressive des connaissances. Ils permettent progressivement de découvrir problèmes et solutions et de mieux appréhender la faisabilité technique, les contraintes futures de pilotage de l'installation. L'incertitude inhérente au projet les engage dans des processus d'apprentissage continu : on doit se résoudre à apprendre en même temps que l'on agit. Mais dans le même temps, le projet est de plus en plus contraint, ne serait-ce que par la fin, annoncée dès le départ, du projet. L'éventail des possibilités se réduit plus on s'approche de cette fin annoncée et les acteurs disposent de moins en moins de marges de manœuvre.

Toutefois, en dépit de l'unicité de tout projet, souvent lié au caractère innovant de ce que l'on souhaite produire, aucun projet n'est radicalement nouveau. On s'appuie sur un certain

nombre de connaissances déjà présentes dans l'entreprise, qu'il s'agisse de connaissances techniques ou de connaissances liées aux méthodologies à mettre en place. [Darses et Falzon 1996] indiquent ainsi que bien qu'on ne puisse définir précisément la trajectoire d'un projet, « on connaît un certain nombre de procédures utiles et de méthodologies de conception, on peut s'appuyer sur des projets similaires déjà traités ou sur des prototypes existants ».

Par ailleurs, en pratique, l'expérience nous conduit à penser que les acteurs, pour pouvoir agir, s'appuient sur une série d'hypothèses implicites, qui permettent et facilitent la prise de décision. Ces hypothèses sont souvent un mécanisme par lequel les acteurs pensent réduire l'incertitude, se donnant ainsi l'illusion d'une plus grande maîtrise. Mais elles peuvent également augmenter la vulnérabilité face aux événements imprévus, en créant une opacité et en « empêchant » les acteurs de détecter d'autres sources d'incertitudes et de possibles écueils.

L'incertitude est clairement assumée quand les acteurs sont disposés à réviser ces hypothèses au cours du projet, mais surtout, quand ils ont « anticipé » l'émergence de problèmes imprévus et se sont, dès l'amont du projet, donnés les moyens, en termes de ressources et de marges de manœuvre, de modifier la course du projet.

Voyons maintenant quels peuvent être les types d'incertitude dans les projets.

4.2.2 Trois sources principales d'incertitude dans les projets

[Atkinson et al. 2006] fournissent une première typologie des sources d'incertitude, qui peut constituer un point de départ pour notre étude.

La première source d'incertitude concerne les *estimations*. Ce qui se joue ici, c'est la variabilité associée aux mesures de performance établies en amont du projet comme les coûts, les délais, les exigences de qualité. Ces incertitudes sont fondamentalement attachées aux activités de planification et de contrôle. Les sources d'incertitudes liées à l'estimation peuvent être : un manque de spécification claire de ce qui est demandé ; la nouveauté ou le manque d'expérience dans une activité particulière ; la complexité induite par le nombre de facteurs à prendre en compte et les interdépendances associées ; une analyse trop limitée des processus impliqués dans l'activité ; la survenue d'événements inattendus, non planifiés, perturbant la course du projet ; l'émergence de nouveaux facteurs à prendre en compte impossible à connaître au départ ; des biais dans les estimations originelles, notamment des « biais d'optimisme ».

Ce premier type d'incertitude résulte de l'imprécision, de l'ambiguïté et des contradictions associées à une certaine opacité liée à un manque de données, à une structure inappropriée pour détecter et évaluer les problèmes ou à une non connaissance des efforts nécessaires à la clarification de la situation de départ.

La seconde source d'incertitude est associée aux *parties prenantes*. Dans les grands projets, la performance est souvent moins liée à la technologie qu'à l'incertitude introduite par l'existence de multiples parties prenantes mises en relation au sein d'une organisation temporaire. Ces parties prenantes, bien qu'essentielles à la mise en œuvre d'un projet, génèrent par leurs actions plusieurs incertitudes, telles que : le niveau de performance qu'ils peuvent atteindre ; les buts et la motivation de chacune des parties ; la qualité et la fiabilité du travail exécuté par chacun ; l'alignement des buts de chaque partie¹ ; les compétences de chacun ; et leur disponibilité. Les auteurs ajoutent que lorsque les différentes parties prenantes appartiennent à des organisations différentes, ces problèmes sont souvent exacerbés. Ils considèrent que si les acteurs appartiennent tous à la même organisation, ces problèmes sont moins prégnants, parce qu'ils peuvent alors partager plus facilement des informations, les responsabilités, et les objectifs.

Enfin, pour les acteurs, la troisième source d'incertitude est à rechercher du côté des *étapes du cycle de vie du projet et de leur articulation*. Une première difficulté dans le pilotage de projets provient d'une incapacité à mener les phases de spécification et de conception suffisamment en profondeur. Cela donne lieu, dans les phases qui suivent, à un travail supplémentaire, souvent lourd, de conception de nouveaux plans et de planning, qui, bien évidemment, affecte les performances en termes de coûts et délais. En outre, des incertitudes liées à la phase d'exécution, plus opérationnelles, souvent hors de ce que le chef de projet peut contrôler, subsistent. Ainsi, une source commune d'incertitude est l'introduction de modifications des documents de conception. Ces modifications génèrent un travail supplémentaire, et donc un besoin de ressources en plus grand nombre, mais elles génèrent également de nouvelles incertitudes,

¹ En cas de non-alignement, une des parties prenantes peut s'engager, de « bonne foi », dans des actions qui ne sont pas dans le meilleur intérêt du projet.

en particulier pour les acteurs en charge de la phase d'exécution, car les conséquences de ces modifications, y compris techniquement, sont souvent difficiles à identifier et à mesurer.

Nous pensons utile de discuter et de compléter cette liste. L'article s'intéresse d'abord aux incertitudes associées aux activités de la gestion de projet elle-même (estimations initiales, pilotage des partenaires, coordination). Elle n'envisage que trop peu les incertitudes proprement technologiques : le fait que l'on ignore si le système conçu atteindra le niveau de performance attendu, ou le fait que l'on ne connaisse pas exactement les conditions favorables au fonctionnement attendu. Reconnaître cet état d'incertitude technique conduit le chef de projet à devoir donner les moyens aux acteurs techniques d'explicitier les incertitudes qu'ils peuvent soupçonner. C'est particulièrement le cas des enjeux sécuritaires, qui concernent le niveau de performance de l'équipement à venir.

Ensuite, cet article néglige la diversité des parties prenantes au sein de l'organisation. Il insiste sur les incertitudes associées aux parties prenantes externes, en faisant l'hypothèse d'une homogénéité interne dans les points de vue. Cela n'a rien d'évident pour nous. Si les différentes parties prenantes ont des priorités et des objectifs différents, elles peuvent avoir des perceptions différentes des risques et adopter des stratégies pour manager les incertitudes qu'elles perçoivent qui ne sont pas adaptées au bon déroulement du projet dans son ensemble. Elles peuvent surtout créer de nouvelles incertitudes pour les autres parties prenantes.

4.2.3 Modalités et écueils de la gestion des incertitudes et des risques inhérents aux projets

Même dans les modèles plus récents de gestion de projet, tels que l'ingénierie concurrente, l'anticipation et la planification restent les mécanismes privilégiés. Il s'agit de rationaliser la gestion de projet, à l'aide de règles, de procédures et d'outils formalisés tels que les plannings ou les tableaux de bord. L'activité de planification crée un ensemble d'hypothèses de travail plausibles constituant la base du déroulement de projet. L'approche « commune » du pilotage de projet consiste à légitimer le plan de projet et les plannings, mais dans le même temps néglige, voire tend à nier, l'incertitude.

L'activité de projet étant distribuée entre différentes parties prenantes, un des défis du management de projet est d'organiser la coordination et de gérer les incertitudes associées à celles-ci. Une des modalités privilégiées pour gérer la coordination entre acteurs distribués, notamment entre chef de projet et maîtres d'œuvre, consiste à contractualiser les relations entre partenaires. Jusqu'à la fin des années 1970, le mode de coordination s'appuie sur des contrats de résultat [Lenfle et Midler 2003]. Le principe sous-jacent à ce mode de coordination est d'organiser des rencontres régulières entre les différentes parties prenantes pour faire le point sur les résultats de chacun vis-à-vis des coûts – délais – qualité tels que prévus initialement. Ce mode de coordination a fait l'objet de nombreuses critiques. La plus intéressante eu égard à nos travaux est qu'il tend à négliger l'incertitude inhérente à tout processus de conception et qu'il n'organise pas la solidarité entre les différentes parties prenantes. Un tel modèle ne permet pas d'ajustements fins et conduit souvent à une inflation (incontrôlable) des ressources engagées [Midler 1996]. Dans le monde de l'ingénierie des grands travaux, cette régulation contractuelle² était exacerbée [Garel et al. 2001]. L'incertitude n'était pas à proprement parler niée, mais sa gestion reposait sur un certain nombre d'hypothèses implicites. On pensait notamment qu'il était possible de se prémunir contre l'incertitude de l'engagement de chacun en formalisant leurs responsabilités et en augmentant le poids des pénalités. Or comme l'indique [Garel et al. 2003, p. 24] « *force est aujourd'hui de constater que cet outil de coordination se révèle plus efficace pour augmenter le chiffre d'affaires des spécialistes en contentieux que pour diminuer les dérives des projets* ».

Par ailleurs compte tenu de la dynamique irréversible, les travaux montrent que la précipitation donne généralement de très mauvais résultats car elle conduit à prendre des décisions dont le bien fondé n'est pas prouvé, et qui se révèlent irrévocables, ou extrêmement coûteuses.

Du point de vue de la maîtrise des risques, et de son lien avec l'incertitude, [Atkinson et al. 2006] critiquent les processus formels de gestion des risques centrés sur le listing des menaces, car ils négligent de nombreuses sources de variabilité et d'ambiguïté et sont généralement construits sur des connaissances établies. Les processus prenant en compte les menaces et les opportunités obtiennent de meilleurs résultats, mais, en se focalisant uniquement sur

² Précisons que d'après les échanges que nous avons pu avoir avec différents industriels, la contractualisation des relations entre partenaires semble toujours privilégiée, et ne s'est en rien « assouplie ».

des circonstances ou événements incertains, ils ne facilitent pas la prise en compte de la variabilité de la trajectoire projet propre à l'ambiguïté et au manque de connaissances. Cette non prise en compte induit de nombreux risques : « *s'apercevoir trop tard qu'on a négligé des voies prometteuses et consommer des ressources en pure perte, voir le processus de mise en œuvre ballotté par des modifications tardives* » [Lenfle et Midler 2003].

Pour se prémunir de ces risques, il y a plusieurs pistes. La première est l'anticipation maximum. Elle s'appuie principalement, en cours de projet, sur des étapes de validation, de simulation, sur des batteries de redondances des tâches ou des documents produits... Ces différentes « épreuves » produisent de la connaissance, et permettent d'explicitier de nouvelles incertitudes autant que de réduire des incertitudes explicitées. Pour gérer au mieux les incertitudes, il s'agit alors d'organiser les bonnes épreuves avant de prendre les choix irréversibles.

Une seconde piste est envisageable quand il existe déjà des soupçons mieux étayés mais auxquels les épreuves ne peuvent répondre avant de s'engager plus avant : il s'agit de rendre les choix d'exploration plus réversibles, par exemple en retardant les décisions les plus critiques, ou en investissant dans plusieurs solutions alternatives [Charue-Duboc et Midler 2002].

Ces pistes ne peuvent répondre à elles-seules à l'enjeu de l'incertitude. Chercher à supprimer (ou à réduire significativement) l'incertitude associée par des démarches formelles ne suffit pas. Si les objectifs sont définis dans une situation initiale de connaissance insuffisante, soit qu'ils restent peu clairs, mal spécifiés, contradictoires ou non partagés par les différentes parties prenantes, le management de projet constitue un « château de cartes » susceptible de s'écrouler face à l'incertitude [Atkinson et al. 2006].

C'est pourquoi reconnaître l'incertitude suppose aussi d'organiser les équipes projets pour les rendre les plus résilientes possibles face aux événements inattendus, et les plus réceptives possibles à l'expression des soupçons, des doutes, qui peuvent être générés aux cours des étapes intermédiaires. Une des conditions de cette résilience tient probablement à la confiance et à la communication entre partenaires [Kellogg et al. 2006].

Finalement, ces différents travaux prônent une reconnaissance des incertitudes, très en amont, y compris de façon formelle. Pour [Atkinson et al. 2006], la gestion des incertitudes doit faire explicitement partie du management de projet, et la définition des objectifs très en amont doit être définie comme un point clé du management de projet. Les travaux indiquent également que ces incertitudes sont hétérogènes, et attachées à chacune des parties prenantes. De ce fait, ils recommandent une explicitation précoce des objectifs de chacun, la transparence des différentes parties prenantes tout au long de la trajectoire du projet, et l'encouragement de la confiance entre partenaires.

Nature et prise en charge des incertitudes dans l'exploitation au quotidien

La littérature sur le management par projet prend de plus en plus en considération la place de l'incertitude dans la structuration du projet, elle la traite moins en termes de dynamique collective et d'animation d'équipe. Cette question est beaucoup mieux traitée par la littérature sur les risques et les incertitudes en situation d'exploitation.

Les premiers travaux sur la fiabilité tendaient à considérer l'incertitude, et la complexité, comme des facteurs négatifs du point de vue de la maîtrise des risques, car susceptibles de provoquer des événements incontrôlables et ingérables.

Pour Perrow, les systèmes socio-techniques complexes et fortement couplés comportent inéluctablement un haut niveau d'incertitude. Dans ces systèmes, l'incertitude découle de la nature imprévisible et difficilement appréhendable des interactions entre éléments constitutifs du système. Ces interactions sont susceptibles de provoquer des dysfonctionnements en chaîne, eux-mêmes interagissant de manière incontrôlable, non planifiée entre eux : c'est dans ces combinaisons de dysfonctionnements que réside l'incertitude majeure, et les risques les plus grands. La seule issue, selon l'auteur, pour se prémunir de ces risques, consiste alors, purement et simplement, à renoncer à exploiter des systèmes complexes et fortement couplés, tels que les centrales nucléaires, solution qui paraît difficilement envisageable.

Les travaux des HRO³, et en particulier les plus récents, présentent l'originalité de rechercher les conditions de la fiabilité dans le fonctionnement normal des organisations. Dans les organisations hautement fiables, toute erreur est synonyme de danger. Pour être fiable, il faut donc

³ High Reliability Organizations, ou organismes hautement fiables

qu'une organisation soit à même de détecter et d'anticiper les éventuelles erreurs qui ponctuent son fonctionnement normal. Comme nous l'avons précisé en introduction, un des principaux intérêts des travaux de ces dix dernières années est de considérer l'incertitude comme « normale » et de montrer que, de ce fait, une organisation fiable n'est pas nécessairement une organisation dans laquelle on cherche à supprimer l'incertitude, mais une organisation dans laquelle les acteurs apprennent à gérer l'incertitude qu'ils génèrent eux-mêmes, de par leurs activités. Dans cette perspective, l'organisation n'est pas vue comme un tout ordonné : des événements, qui ne constituent ni des anomalies ni des exceptions mais font partie intégrante du fonctionnement de l'organisation, introduisent en permanence du désordre au sein de l'organisation. C'est alors aux acteurs eux-mêmes de « gérer le désordre » [Alter 2000]. [Boissières 2009] indique que ces perturbations peuvent avoir des causes exogènes au système socio-technique ou endogènes, c'est-à-dire liées directement aux actions et interactions entre acteurs. La sécurité est vue comme une action directement liée à l'activité professionnelle, qui se confond avec elle, et non une action qui en serait détachée ou séparée [de Terssac et al. 2009]. Ces travaux renvoient à ceux de [Farjoun et Starbuck 2007] qui abordent une question relativement proche, à savoir celle de l'adaptation des systèmes aux perturbations. En s'appuyant sur [Ashby 1960], cité dans [Farjoun et Starbuck 2007], ils indiquent qu'un système ne peut gérer qu'une gamme de perturbations. Quand une perturbation sort de cette gamme, le système doit être capable de se réorganiser, soit d'acquérir une nouvelle structure tout en faisant bon usage de sa structure actuelle. Ils abordent alors le problème lié aux procédures : celles-ci n'étant conçues que pour répondre à une gamme de problèmes, le système serait incapable de répondre aux problèmes en dehors de cette gamme, à moins de découvrir ou de créer de nouvelles capacités. Ils s'intéressent principalement aux perturbations inattendues qui placent les organisations face à leurs limites : on se situe dans des situations particulières où les organisations sont « dépassées » ou tout au moins n'ont pas les ressources ou les capacités nécessaires pour gérer les perturbations. Farjoun et Starbuck restent focalisés sur des facteurs organisationnels et structurels (politiques organisationnelles, décisions managériales de haut niveau...).

Weick [Weick 1993; Weick et Sutcliffe 2007] s'intéresse à des questions similaires, c'est-à-dire à des situations fondamentalement incertaines, dans lesquelles les acteurs sont dépassés, mais sous un angle sensiblement différent. Une des principales caractéristiques de l'auteur est de défendre une vision fondamentalement dynamique de la réalité, des organisations, et finalement de la fiabilité. Pour celui-ci, les organisations doivent être pensées en termes d'action, de processus en évolution permanente, et d'interactions entre individus ou groupes. Ainsi, Weick n'étudie pas les organisations en tant que systèmes objectifs, presque indépendantes des humains qui les composent (comme peuvent le faire des auteurs tels que Perrow), mais en tant que **produits collectifs issus de processus d'organisation**. Il préfère ainsi au terme « organization » celui d'« organizing », qu'on pourrait traduire en français par l'action d'organiser, qui insiste sur le caractère dynamique et en permanente (re)construction des organisations. Weick développe une approche de la fiabilité qui se détache totalement de l'idée souvent dominante chez les industriels selon laquelle la fiabilité découlerait d'une absence de variabilité. Pour l'auteur, les situations ambiguës ou incertaines, la variabilité, les événements inattendus, sont inévitables, et attachés au travail lui-même. Une organisation fiable doit donc être capable de gérer l'inattendu [Weick et Sutcliffe 2007]. Pour ce faire, les processus constants ou les routines invariantes ne suffisent pas : les organisations doivent développer d'autres mécanismes pour maîtriser leurs risques. Si cela avait déjà été soulevé par les membres du HRO, ces derniers avaient principalement axé leurs résultats sur le design organisationnel. Weick, pour sa part, approche cette question sous l'angle des processus mentaux collectifs nécessaires à la maîtrise des risques en situation normale et dégradée, voire en situation de crise [Roux-Dufort 2003], dans des organisations instables et complexes. Ce qui l'intéresse est de comprendre comment la fiabilité est construite au quotidien, en situation, par les interactions entre individus, y compris face à l'incertitude. Pour lui, la fiabilité repose sur la capacité des acteurs à construire du sens face aux situations auxquelles ils sont confrontés. Il cherche à savoir ce qui se passe dans des organisations quand le sens s'effondre, c'est-à-dire lorsque les individus ou les groupes sont confrontés à des situations inattendues, ambiguës, inconnues. Selon [Weick 2003], « le processus de construction de sens est déclenché par l'inattendu, orienté vers l'action et sensible au contexte ».

Il identifie ainsi plusieurs facteurs pour expliquer la façon dont se construit la fiabilité organisationnelle collectivement et face à l'imprévu, dont deux sont particulièrement centraux : celui de vigilance collective et celui de résilience organisationnelle, tous deux liés à la nature des interactions entre individus.

vigilance collective	Le processus de détection continue des erreurs est ce que Weick appelle la <i>vigilance collective</i> . Il s'agit d'un processus fondamentalement collectif, issu des interactions entre membres d'un groupe, et non d'une propriété attachée aux individus un à un. Le concept de vigilance collective est directement lié à celui d'interactions vigilantes (« heedful interrelations »), ces dernières permettant de maintenir un haut niveau de vigilance. Deux autres facteurs favorisent la vigilance collective. Le premier est la « réticence à simplifier » : dans des organisations complexes, où les possibilités d'erreurs et d'aléas sont très larges, les gens doivent disposer d'un large éventail de « concepts », ou de registres d'analyse pour pouvoir détecter les erreurs. Le deuxième principe est la « sensibilité au fonctionnement opérationnel » : il s'agit de la capacité des individus à se détacher des plans et des procédures, pour porter une attention particulière au déroulement concret de leur activité, et au fonctionnement du système, y compris pour les opérations courantes.
résilience	La <i>résilience</i> , ensuite, désigne la capacité d'une organisation à anticiper et à faire face à l'inattendu. Dans l'article [Weick 1993] concernant le feu de Mann Gulch, Weick explique comment, selon lui, sont reliés sens, structure et résilience. Dans le cas qu'il analyse, l'équipe de pompiers doit faire face à un effondrement du sens, un « épisode cosmologique ». Il s'agit d'un moment imprévisible où un événement inattendu, différent d'une simple perturbation du système, dépasse la mesure de l'homme, et ses capacités. Cela peut être vu comme un anéantissement du récit : il n'y a plus d'histoire, mais seulement des événements qui se succèdent sans liens, parce que les hommes sont incapables de construire du lien entre ces événements. En se demandant comment, face à de telles situations, maintenir un ordre relativement stable, Weick élabore le concept de résilience. Il identifie quatre sources principales de résilience. La première est l' <i>improvisation</i> et le <i>bricolage</i> . Un bricoleur est une personne capable de rester créatif sous la pression et qui sait créer un ordre à partir des matériaux qu'il a sous la main, quels qu'ils soient. La deuxième est la capacité d'un groupe, lorsque sa structure de rôles s'effondre, à reconstruire dans le cours de l'action une <i>structure de rôles virtuels</i> , maintenant un lien, indispensable, entre les membres de l'équipe. Les deux dernières sources de résilience mettent en avant une dimension morale [Laroche 2005] : l'une est la « <i>sagesse comme attitude</i> », c'est-à-dire la capacité à maintenir une distance raisonnable avec ses croyances, son expérience, son passé. L'autre est le « <i>respect dans l'interaction</i> », soit la capacité à maintenir des liens avec les autres, ces liens étant basés sur le respect, la confiance ou encore l'honnêteté.

L'approche de Weick est plutôt optimiste. À la différence de Perrow, il ne voit pas la complexité comme un problème en soi, mais comme une propriété inhérente aux organisations ou aux systèmes qui fournit une occasion de construire ou de donner du sens aux événements dans l'action. Ainsi, plutôt que de chercher à réduire la complexité à tout prix, ce que suggère Perrow, Weick conseille de « se compliquer soi-même » (« *complicate yourself* ») pour être plus à même de gérer les complexités organisationnelles ou sociales construites par les hommes eux-mêmes [Gioia 2006]. De la même façon, les incertitudes et la variabilité ne sont pas nécessairement les « ennemis » de la fiabilité, car elles permettent de maintenir au sein de l'organisation un haut niveau de vigilance, que les situations routinières auraient au contraire tendance à diminuer.

Toutefois, ces différents travaux ne s'attachent pas réellement à comprendre comment les incertitudes sont générées dans le cours du travail. Elles adoptent un point de vue plus réactif, visant à mettre en lumière comment les travailleurs, dans les organisations à risques, réagissent aux événements imprévus ou imprévisibles.

Venons en maintenant à l'activité qui nous intéresse, à savoir les projets de modernisation.

4.3 Incertitudes, action et décision en sécurité : le cas des projets de modernisation

Comme tout projet, les projets de modernisation font face au paradoxe de l'exploration. [Collingridge 1980; Midler 1993; Aggeri et Segrestin 2002]. Mais le paradoxe de l'exploration prend une forme particulière dans le cas des projets de modernisation : tout d'abord les activités de modernisation introduisent de nouvelles technologies, jamais utilisées auparavant, qu'il faut spécifier et concevoir. Sur la partie « nouvelle technologie », elles s'apparentent aux nouveaux projets.

Ensuite, le projet s'appuie en partie sur un existant en activité. Cela a plusieurs conséquences : *a priori*, cet existant réduit le niveau d'incertitude sur une part du projet. Il existe des connaissances de conception, une expérience en exploitation... Si cet « existant » est « connu », il ne devrait pas surprendre. Or — et c'est là un des premiers pièges des projets de modernisation — l'existant n'est pas nécessairement bien connu. La connaissance de l'existant est souvent diffuse, informelle... **L'existant se révèle progressivement** au cours du projet, au fil des épreuves. De plus, il y a peu d'expérience sur les projets de modernisation : chaque nouveau projet est un prototype dans la mesure où il associe un existant non standard à de nouveaux composants. Chaque interfaçage doit être repensé.

S'ajoute à cela des contraintes spécifiques : les contraintes financières sont généralement plus « serrées » dans les projets de modernisation que dans les nouveaux projets, et les délais de réalisation beaucoup plus courts puisque la modernisation exige un arrêt de l'exploitation, ou, dans certains cas, quand l'exploitation n'est pas arrêtée, doit s'articuler avec celle-ci. Aussi, ce sont des projets qui disposent de marges très limitées : tout événement inattendu génère son lot d'ajustements, souvent réalisés dans la précipitation.

Enfin, les projets de modernisation concentrent aussi de forts enjeux sécuritaires : ils comportent en effet une ambition élevée en termes de maîtrise des risques, avec des objectifs de fiabilité supérieurs aux installations existantes (bon nombre de projets de modernisation dans des installations à risques visent justement une réduction des risques). Or, l'introduction de nouvelles technologies et leur interfaçage avec les installations existantes augmentent la complexité socio-technique⁴ [Perrow 1999; Wolf et Berniker 1999] au sens qu'elles ajoutent de nombreux couplages supplémentaires entre technologies hétérogènes, ce qui limite les possibilités de simuler ou de tester le système hors fonctionnement. Les tests les plus probants ont lieu avec le système complet, partie ancienne et partie nouvelle, et en fonctionnement.

Explicitons et illustrons ces premières hypothèses avec les quelques travaux existants ainsi que nos constats sur quelques projets déjà étudiés.

4.3.1 Qui dit moderniser dit modifier l'existant

La particularité des projets de modernisation est qu'il ne s'agit pas de réaliser de nouvelles installations (comme c'est le cas dans le cadre de projets de travaux neufs), ni seulement de les maintenir sans faire évoluer le système technique, mais de modifier des installations existantes et parfois même en fonctionnement. Un réseau socio-technique [Dodier 1995] existe déjà, depuis souvent de nombreuses années, avec un fonctionnement propre : les équipes doivent intervenir sur ce réseau pour en modifier tant les éléments techniques (installations, équipements, interfaces entre équipements) que le fonctionnement actuel. Pour autant, ce fonctionnement, en dépit des modifications nécessairement introduites progressivement, doit être maintenu jusqu'à ce que l'on ait modifié totalement et de la façon souhaitée le réseau socio-technique, et que l'on puisse donc « basculer » vers le fonctionnement futur. L'activité de modernisation est donc avant tout une activité de modification : modification du fonctionnement des installations, modification des propriétés des systèmes techniques existants, modification des formes de couplage et des interdépendances entre éléments constitutifs du système socio-technique.

L'activité de modification en tant que telle a été relativement peu étudiée. Un des rares articles en sciences sociales traitant d'une activité de modification est celui de [Guffond et Leconte 2001].

Bien que l'article traite d'un cas particulier de modification, la modification de produit, qui n'est pas exactement celui qui nous concerne, il n'en reste pas moins qu'il offre de précieuses pistes de réflexion.

⁴ « Complexe » vient de *complexus* : ce qui est tissé ensemble, entrelacé...

Les auteurs définissent l'activité de modification de produit comme « l'ensemble des pratiques d'ajustements matériels et informationnels » associées à un produit depuis sa création jusqu'à sa disparition. Une des caractéristiques que les auteurs identifient (et dont, selon nous, découlent les autres) est que cette activité combine produit et process. De ce fait elle se situe au carrefour de deux « mondes industriels », celui de la conception et celui de la production, sans appartenir à aucun des deux. Les auteurs soulignent les différences entre le travail consistant à modifier un produit existant et le travail consistant à créer un produit nouveau. À propos de la modification, ils parlent d'activité de « re-conception », ou mieux encore, d'une « autre façon de faire de la conception », pour rendre compte des contraintes spécifiques avec lesquelles l'activité de modification doit composer. Comme pour le processus de conception classique (nouveau produit), deux logiques se mêlent et peuvent conduire à des changements radicaux par rapport aux objectifs initiaux : une « logique planificatrice » et une « logique d'apprentissage ». Mais la modification est une activité contrainte, et ce dès le départ, parce que la production est maintenue normalement au cours du processus de modification et que « les qualités de production et d'usage du produit déjà conçu — donc sa cohérence globale — doivent être maintenues ». De ce fait, les actions initiées par la modification ne sont jamais totalement libres.

Autre point important : la modification est une activité aux frontières relativement floues. Cela tient principalement aux possibles modifications en chaîne : on ne peut pas savoir exactement où la modification nous mènera, ni quelles actions elle impliquera. De ce fait, cette activité ne peut être strictement délimitée, ni entièrement contenue dans une procédure.

Le flou des frontières débouche sur des situations de travail elles-mêmes floues, hybrides, voire hors règles, dans lesquelles « la réflexion propre à la modification se développe de manière incrémentale et se diffuse de proche en proche ».

Il s'agit enfin d'une activité située au croisement de plusieurs « mondes industriels ». Les auteurs précisent que la modification peut être initiée à partir de nombreuses sources (projet, conception, production...). Quel que soit l'initiateur-demandeur, toutes les fonctions de l'entreprise sont concernées de façon plus ou moins directe. Il s'agit ainsi d'une activité distribuée et complexe où « tout acteur est soumis à une **injonction de coopérer** et de prendre en compte les contraintes du voisin ». Modifier un produit nécessite en effet la « *juxtaposition de validations, de mises en accord et de régulations de toute sorte* ». La modification rend donc compte de confrontations de points de vue et d'interactions entre différents mondes industriels ou mondes sociaux.

Si l'activité que nous étudions possède beaucoup de similarités avec celle étudiée par Guffond et Leconte, une source de complexité supplémentaire est ajoutée dans le cas qui nous concerne, par le fait que l'on ne modifie pas un produit, mais un système socio-technique, assurant une fonction vis-à-vis de la production au quotidien. On agit sur une pluralité de sous-systèmes interdépendants, qui doivent chacun être modifiés de manière à garantir la cohérence avec leurs « voisins », et finalement la cohérence du système global de transport. La problématique de la coopération et de la prise en compte des contraintes du « voisin » semble ici exacerbée.

4.3.2 Les projets de modernisation : exacerbation des contraintes et des enjeux d'articulation

Sur un projet de modernisation pèsent tout d'abord les mêmes contraintes que sur tout projet : les « fameux » coûts et délais. Le projet dispose d'une enveloppe budgétaire prédéfinie, devant permettre de financer l'ensemble des activités nécessaires à la réalisation d'un projet, et il doit tout mettre en œuvre pour ne pas dépasser cette enveloppe. La somme globale est répartie entre les différents sous-systèmes et les différentes activités du projet. Chaque partie prenante se voit ainsi assigner une enveloppe budgétaire, qu'elle s'engage généralement auprès du chef de projet à ne pas dépasser. Outre le budget, un planning est défini par le projet, avec des dates butées et différents jalons pour chaque type d'activité et chaque métier. Les métiers s'engagent également auprès du chef de projet à respecter les délais qui ont été prédéfinis. Les retards ou les surcoûts sont des risques projet, dont la gravité, au même titre que celle des risques techniques, doit être évaluée en fonction de l'importance du dépassement de coûts ou de délais et de l'impact que celui-ci peut avoir sur les différents sous-systèmes et le système global.

Ces contraintes de projet sont relativement classiques et communes à tous les projets, mais elles sont encore amplifiées dans le cas des projets de modernisation. La spécificité de ces

projets (et de leurs contraintes) découle du fait qu'il ne s'agit pas de projets de travaux neufs, où l'on part pour ainsi dire de rien, d'une situation vierge à partir de laquelle on va concevoir et construire un nouveau produit, mais de modifications d'installations existantes et parfois même maintenues en fonctionnement. Cela fait peser sur le projet un type de contraintes particulier, qu'on peut nommer les « contraintes d'environnement ». L'exploitation étant généralement maintenue, les délais (en particulier de réalisation) sont extrêmement contraints de façon à perturber le moins possible l'exploitation. De fait, ces délais contraints exigent une planification très formalisée, qui tolère difficilement les perturbations et la variabilité. Ces « contraintes d'environnement » tiennent également au fait que l'environnement est loin d'être stable. Tout d'abord, parce qu'il est soumis aux perturbations « normales » de l'exploitation quotidienne. Ensuite, parce qu'on ne sait pas toujours exactement comment système existant et système « ajouté » sont susceptibles d'interagir.

Les contraintes sont par ailleurs amplifiées du fait de l'accroissement, dans le cas d'un projet de modernisation, des interdépendances entre éléments constitutifs du système, existants et ajoutés. Tous les sous-systèmes étant interdépendants, notamment vis-à-vis de leur mise en service, le retard d'un des métiers peut compromettre la mise en service non seulement du sous-système dont il a la charge, mais également de tous les sous-systèmes avec lesquels il est en lien.

L'ensemble des opérations nécessaires au déroulement du projet se trouvent complexifiées par les contraintes propres à l'activité de modernisation, depuis la définition des besoins, jusqu'à l'exploitation quotidienne des installations qui vont progressivement et petit à petit être modifiées. Les opérations de réalisation sont particulièrement touchées, car à leur niveau s'accumulent à la fois les contraintes amont, liées aux spécifications et à la conception, et les contraintes aval, liées à l'exploitation. Cela s'explique par leur position charnière entre projet et exploitation. La nature de ces projets a ainsi toute une série de conséquences sur l'activité de travail des différentes équipes intervenant dans les projets (donneur d'ordre ou entreprises extérieures). Dans le cas où la production est maintenue, les équipes de réalisation ne peuvent intervenir que lorsque l'exploitation est « normalement arrêtée », ce qui les contraint souvent à travailler dans des temporalités très serrées, mais aussi éventuellement à « découper » l'opération globale de modification de l'installation en une multitude de petites modifications partielles. Ce découpage pose bien sûr la question de la cohérence de ces mini-modifications entre elles d'une part, et d'autre part vis-à-vis du fonctionnement actuel et du fonctionnement futur visé. Toutes les opérations doivent se faire sans que le fonctionnement quotidien ne soit perturbé jusqu'au moment du basculement final vers le nouveau fonctionnement (parfois des années après le début des projets). La réalisation de modifications implique un important travail de planification et de préparation en amont de chacune des nuits, travail généralement confié aux chefs de projets. Elle implique également en situation, soit durant les opérations de conception et de réalisation (les travaux proprement dits), des capacités de réactivité et de souplesse pour faire face aux perturbations éventuelles du déroulement planifié des travaux et aux événements inattendus, susceptibles de venir troubler la reprise de l'exploitation/production.

Ces projets comportent d'importants enjeux d'articulation, que nous pouvons répartir selon deux dimensions principales : l'articulation technique et l'articulation sociale.

L'articulation technique renvoie à la mise en compatibilités des éléments constitutifs du système, en particulier entre anciens et nouveaux systèmes, mais également, d'un point de vue fonctionnel, entre le fonctionnement actuel et le fonctionnement prévu.

L'articulation sociale renvoie à la distribution des activités entre acteurs distincts. Ces acteurs, plus ou moins mobilisés dans ces projets de modernisation disposent de compétences variées et possèdent des représentations différentes des risques et ce particulièrement lorsqu'ils appartiennent à des cultures nationales différentes. Au fur et à mesure de l'avancement, de nouvelles difficultés techniques se révèlent, difficultés que les uns et les autres n'interprètent pas nécessairement de la même façon, notamment en termes de risques. Les projets de modernisation peuvent connaître les limites décrites par Karl Weick [Weick 1993, 1995] : l'action précède la compréhension de l'environnement, nos représentations héritées du passé contraignent notre capacité à saisir des événements inattendus. La question est alors de savoir comment faciliter une intercompréhension et une action coordonnée entre individus qui possèdent des représentations hétérogènes héritées de leurs expériences passées et contraintes par les cours d'action dans lesquels ils sont engagés (en particulier entre l'équipe projet et la sphère opérationnelle de l'organisation).

Nous postulons que pour agir, et donner du sens à leurs actions face à l'incertitude, les acteurs construisent des hypothèses implicites, supposées diminuer le niveau d'incertitude.

4.3.3 Nature des incertitudes dans les projets de modernisation

Les parties suivantes ont pour objectif d'explicitier en quoi les projets de modernisation sont particulièrement intéressants pour explorer les questions de l'incertitude et de la prise de décision en situation d'incertitude.

Incertitudes et « hypothèses implicites » du point de vue du projet

Pour s'engager dans l'action, qu'il s'agisse des actions de spécification, de conception ou de réalisation, l'expérience montre que les acteurs s'appuient sur un état de la connaissance, qui comprend une série de présupposés non vérifiés, que nous qualifierons ici d'« hypothèses implicites ». Dans le cas des projets de modernisation, à la différence des projets de conception d'installations nouvelles, nombre de ces hypothèses concernent l'état du système existant. Nous ne souhaitons pas signifier par là qu'il s'agit de comportements « naïfs », mais bien plutôt développer l'idée que la formulation de telles hypothèses par les acteurs justifie et légitime leur concentration et leur dépense d'énergie vis-à-vis de ces nouveaux systèmes.

Nos précédents travaux nous permettent de dégager quelques-unes de ces « hypothèses implicites » : le réel, aussi bien du point de vue de son état que de son mode de fonctionnement, est identique aux traces (plans, schémas de principe ou d'exécution...); les traces sont facilement accessibles et interprétables; l'existant est relativement standardisé (on trouve peu de cas particuliers, et ceux-ci sont connus et répertoriés); il est facile d'interfacer les technologies modernes avec l'existant.

Mais ces « hypothèses implicites » ne concernent pas que les aspects techniques ou l'existant. Elles portent également sur les partenaires. On suppose ainsi que les différentes parties prenantes ont compris l'objectif et que celui-ci est partagé, ou encore que chaque métier dispose des compétences, et des ressources, suffisantes à l'exécution de son travail.

De précédents travaux ont montré que, au moins au départ, la seule incertitude largement admise par les chefs de projet et les clients ou la maîtrise d'ouvrage concerne les nouveaux systèmes, et éventuellement (mais dans une moindre mesure) leur articulation avec les anciens systèmes. En revanche, ces derniers, et les actions consistant à les modifier, sont supposés largement connus. En outre, l'existant, et l'environnement de manière générale, sont supposés connus et stables. Cela conduit ces acteurs à consulter relativement peu les métiers en charge des anciennes technologies, ou alors tardivement, et bien souvent du fait de la mise à jour de problèmes, parfois graves. De ce fait, l'action des métiers « anciens » s'apparente souvent à celle de « pompiers », contraints à revoir leurs propres hypothèses et à réarticuler la course de leurs actions.

Or ceux-ci ont bien souvent conscience des difficultés que présentent les projets de modernisation pour leur activité, mais ont du mal à se faire entendre.

“ Un maître d'œuvre d'un ancien système dans un projet de modernisation: *On intègre de nouveaux systèmes comme des automatismes etc. et on dit, l'électromécanique, on connaît donc c'est pas grave. Sauf que : l'électromécanique, c'est connu dans un environnement donné. L'environnement, il est en train de changer. En plus, ces environnements, si on ne raisonne plus en sous-systèmes électromécaniques mais en système global, ces autres sous-systèmes ont un impact direct sur l'électromécanique et son fonctionnement où là, on n'a pas de retour d'expérience. Et même en électromécanique, on pond des nouvelles choses qui n'ont jamais fait leurs preuves, dont on n'a pas une garantie absolue, sur les aspects aussi bien fonctionnels que sécuritaires. Mais le projet continue à considérer que l'électromécanique, c'est quelque chose de connu, maîtrisé, que les gars ils savent. Ben non, je suis désolé, on a changé son environnement et on est en train de refaire des choses, de réinventer des choses... et là, on a un risque. Et ça ils le comprennent pas, c'est clair. Ils le comprennent pas.* ”

Lors du processus d'exploration, qu'il s'agisse des étapes de conception ou de réalisation, les acteurs font des « découvertes », qui les conduisent à remettre en cause, plus ou moins fortement, les hypothèses pré-formulées. Ils découvrent notamment que : l'état du système technique est dégradé ; les traces inaccessibles et/ou incompréhensibles ; l'existant hérite d'un historique d'installation et de modifications qui introduit une forte hétérogénéité ; l'interfaçage (entre ancien et nouveau système ou entre nouveau système et existant) n'est pas fiable.

L'extrait cité plus haut permet par ailleurs de mesurer les incertitudes liées aux parties prenantes. On comprend qu'une des parties peut très bien être consciente très en amont des difficultés, et ne pas parvenir à se faire entendre du projet, et à faire en sorte que l'ensemble des partenaires reviennent sur les hypothèses implicitement formulées.

Incertitudes et « hypothèses implicites » du point de vue de l'exploitation

Là encore, les actions des différents acteurs engagés dans un projet de modernisation reposent sur une série d'hypothèses implicites concernant le fonctionnement actuel et le fonctionnement futur, parmi lesquelles on trouve : les pratiques d'exploitation sont identiques aux procédures ; la redondance technologique accroît le niveau de sécurité ; les nouvelles technologies (telles que les automatismes) seront mieux maîtrisées (notamment car elles auront pu être simulées avant leur installation sur le terrain...) ; l'exploitation sera facilitée car mieux équipée.

Les incertitudes propres à l'exploitation sont souvent révélées au moment où les acteurs se confrontent réellement à l'exploitation, soit lors des phases de mise en service ou de démarrage des nouvelles installations. Ces phases constituent les « mises à l'épreuve ultimes », et réservent souvent aux techniciens et aux exploitants de nombreuses surprises, pouvant conduire à des événements difficilement contrôlables et finalement anti-sécuritaires. Les acteurs peuvent alors être confrontés à des combinaisons de défaillances difficiles à appréhender car empruntant à deux univers techniques. Par ailleurs, et en cela nous rejoignons [Perrow 1999], les ajouts d'automatismes, mais aussi de redondances techniques (dans un objectif sécuritaire) peuvent introduire de nouveaux « couplages forts » et complexifier le système global, augmentant la probabilité d'interactions de dysfonctionnements non prévisibles et non compréhensibles immédiatement.

Nous postulons par ailleurs que ces surprises seront d'autant plus fortes que les hypothèses implicites l'étaient.

Par ailleurs, les exploitants doivent se réappropriier le nouveau système et les fonctionnalités qu'il permet, et ce très rapidement, pour ne pas pénaliser l'exploitation. Ils devront faire l'apprentissage de nouvelles techniques, et de ce fait changer la représentation qu'ils avaient du fonctionnement du système. Or, en dépit des simulations, ces apprentissages eux-mêmes sont soumis à l'incertitude, notamment parce que les pratiques d'exploitation se révèlent beaucoup plus riches que le prescrit.

4.4 Gestion de l'incertitude dans les projets de modernisation

4.4.1 Le rôle des « épreuves » dans la gestion de l'incertitude

Un premier axe de recherche consiste à étudier les processus de construction / réduction des incertitudes par la réalisation d'épreuves.

La trajectoire du projet est ponctuée d'étapes d'exploration et de validation où les acteurs croisent leurs interrogations et leurs savoirs. Ces étapes mobilisent des « épreuves » qui renseignent les acteurs sur le fonctionnement futur, et constituent des moyens de produire de la connaissance ou de mieux maîtriser un phénomène (en réduisant le niveau d'incertitude). Ces épreuves s'appuient sur des objets, tels que les maquettes, les prototypes, les feuilles de tests, les simulateurs...

Les hypothèses implicites, nous l'avons expliqué, en orientant l'action des membres du projet, orientent également les investigations et l'organisation des épreuves. Les « épreuves » sont par ailleurs contraintes (par les ressources, les règles organisationnelles ou de métier). Elles présentent des limites en termes de représentativité et de généralisation.

L'interprétation des résultats des épreuves [Downer 2007] est construite socialement et doit faire l'objet de compromis et d'arbitrage, portant en particulier sur les liens entre ces épreuves et les conséquences possibles sur les objectifs du projet. Chacun des acteurs du projet établit des liens entre les épreuves et les conséquences possibles sur le déroulement ou le résultat du projet en fonction de son savoir, son expérience, son niveau de compétence. Il a par ailleurs une capacité limitée de résolution, à son niveau, des problèmes émergents. Une des difficultés vient du fait que les acteurs ne communiquent pas systématiquement les résultats des épreuves [Vaughan 1996], notamment s'ils remettent en question leurs choix passés, ou s'ils rendent visibles leurs erreurs. Ils peuvent également ne pas communiquer tout simplement

parce qu'ils n'imaginent pas toutes les implications (et les conséquences éventuelles des combinaisons des défaillances).

Notons enfin que si ces épreuves réduisent en partie l'incertitude, elles sont également susceptibles de construire de nouvelles zones d'incertitude, en mettant en évidence le fait qu'on « ne sait pas ».

4.4.2 Deux figures clés de la gestion des incertitudes dans les projets

Le chef de projet. La première figure qui nous apparaît comme centrale dans la gestion des incertitudes tout au long d'un projet de modernisation est celle du *chef de projet*. Ce dernier est souvent présenté, dans la littérature et par les acteurs de terrain eux-mêmes, comme le « chef d'orchestre » du projet.

Qu'il s'agisse du modèle « standard » de gestion de projet ou du modèle « concourant », le chef de projet constitue la clé de voûte du pilotage de projet. Au fil du temps, le rôle du chef de projet vis-à-vis des processus de décision et de coordination s'affirme, comme en témoigne les termes employés : dans certains modèles, on ne parle plus de chef de projet, mais de directeur de projet, insistant sur ses responsabilités et son autorité. Le modèle « concourant » serait même celui de « l'empowerment de la fonction projet » [Lenfle et Midler 2003] : un poids encore plus important est alors accordé au chef de projet. Mais ce rôle central du chef de projet n'est pas facile à assumer : il cristallise les tensions, que ce soit entre groupes professionnels, ou vis-à-vis de lui. Par ailleurs, même si le mode projet est pensé autour de la confrontation de points de vue différents, qui permettrait l'obtention de compromis, en pratique, les compromis, ou la confrontation ouverte, se rencontrent peu, et bien souvent le chef de projet se retrouve dans l'obligation de décider seul [Segrestin 2004], sans qu'il dispose de l'ensemble des connaissances, ni qu'il ait pu mesurer l'ensemble des incertitudes. De fait, d'autres travaux ont montré que sous la pression, et face à la nécessité de trancher, le chef de projet privilégie bien souvent les solutions éprouvées, supposées limiter les risques projet [Moisdon et Weil 2000].

Nos précédents travaux de recherche, au cours desquels nous avons pu comparer plusieurs projets confiés à des chefs de projet aux profils bien différents, nous conduisent à relativiser la capacité du chef de projet à influencer sur les processus de décision et de coordination au long du projet, et à mettre en perspective cette capacité avec l'expérience et la trajectoire professionnelle des chefs de projet. Une première hypothèse, qui reste à valider, consiste à considérer que les chefs de projet ayant de nombreuses années d'expérience au sein de l'entreprise, connaissant bien le monde de l'exploitation, n'étant pas forcément technicien, mais ayant eu l'habitude, au cours de leur carrière, de côtoyer les métiers techniques « anciens » parviendraient davantage à rassembler les différents professionnels engagés dans les projets autour d'objectifs communs, et à trouver des compromis satisfaisants dans le cours de l'action. Ils auraient par ailleurs une gestion relativement souple des ressources. À l'inverse, les chefs de projet peu expérimentés ou spécialistes des nouvelles technologies auraient plus de mal à faire « discuter » les différentes parties prenantes, auraient une gestion plus autoritaire, formelle et moins souple des projets. Avec ce type de chefs de projets, les conflits, ainsi que le maintien par les parties prenantes de zones d'opacité, créant de fortes incertitudes dans le pilotage de projets dans son ensemble, seraient plus fréquents.

Le « lanceur d'alerte ». Outre celle du chef de projet, la figure du « lanceur d'alerte » [Chateauraynaud et Torny 1999] semble jouer un rôle de premier plan dans les processus de construction/réduction des incertitudes. Par le terme « lanceur d'alerte », nous référons à des acteurs qui du fait de leur expérience, de leurs compétences ou de leur position dans le projet, peuvent être plus sensibles que d'autres aux événements, plus vigilants quant aux signaux inquiétants, et qui peuvent interpréter ces événements en termes de risques. L'analyse des grandes catastrophes, qu'il s'agisse de projets de conception comme à la NASA [Vaughan 1996], ou lié à l'activité d'exploitation, a montré qu'il y avait souvent eu des lanceurs d'alerte, malheureusement non entendus ou non compris. La position de lanceur d'alerte est loin d'être facile à tenir, car elle peut apparaître comme un manque de loyauté à l'égard des membres de l'équipe projet ou de l'organisation dans son ensemble. Ils peuvent faire l'objet de jugements très critiques, voire de mises à l'écart.

Cet acteur renvoie à des interrogations plus profondes sur le rapport d'un individu au projet, à son groupe professionnel, et à l'organisation, interrogations qui ne sont pas sans rappeler les travaux de Weick présentés plus haut. Le lanceur d'alerte, quel qu'il soit, n'est pas un

individu isolé : il est en interaction, plus ou moins étroite, avec d'autres individus et groupes, et a une « biographie » particulière. On peut penser que c'est bien le système d'interactions dans lequel il est inséré qui lui permet non seulement de tenir ce rôle, mais également d'être reconnu par ses collègues et voisins (proches ou lointains) en tant que tel.

Finalement, ce que nous souhaitons tout particulièrement questionner, c'est la façon dont ces différentes figures interagissent et s'articulent tout au long de la trajectoire d'un projet de modernisation. La question est de savoir comment ces différentes figures parviennent (ou non) à se comprendre, à s'entendre, à négocier pour défendre leurs points de vue et poursuivre leur action. Cette question renvoie à celle de la légitimité des différents acteurs. On peut ainsi se demander dans quelles conditions, structurelles, organisationnelles ou interactionnelles, se construit cette légitimité, et comment elle influence les processus de décision et d'arbitrage. De précédents travaux ont montré que les acteurs du projet « n'entendent » pas toujours les « alertes » quand celles-ci sont formulées [Vaughan 1996] car ils se perçoivent comme fortement engagés par le « contrat » initial du projet, en termes de délais et de coûts, parce qu'ils n'interprètent pas les résultats des tests de la même façon, ou encore parce qu'ils considèrent que celui qui s'exprime n'est pas légitime et crédible. D. Vaughan avait par ailleurs mis en évidence le fait que parfois les résultats des épreuves communiquées ne sont tout simplement pas jugés assez « solides » pour justifier et négocier une révision du projet.

Nos recherches nous conduisent à penser que dans les projets de modernisation, la connaissance qu'ont les exploitants du fonctionnement de l'existant, leur position souvent centrale dans l'organisation, ainsi que leur capacité à se projeter dans le fonctionnement futur leur confèrent une forte légitimité en tant que « lanceurs d'alerte » vis-à-vis du projet. Les techniciens en charge des systèmes anciens, en revanche, semblent avoir énormément de difficultés à être considérés comme légitimes pour alerter leurs partenaires.

4.5 Conclusion

Adopter une logique de « précaution » pour les projets industriels suppose de mieux évaluer la fragilité des croyances, des attendus issus de l'expérience antérieure, d'interroger les limites de validité des énoncés, de se distancier des routines de conception, de réalisation, d'exploitation afin de mieux évaluer la part d'hypothèses implicites qui les fondent mais dont on ne peut s'assurer qu'elles soient vraies. Il s'agit aussi de formuler des scénarios « plausibles » d'événements, par exemple, par analogie avec des situations connues. Dans ce cas, il n'existe pas de connaissance suffisante pour qualifier précisément le risque mais suffisamment pour convaincre d'un événement possible.

Les enseignements que l'on peut retenir des projets de modernisation sont intéressants pour penser la place des incertitudes dans les projets plus classiques. Le piège que constitue le « supposé connu » dans le pilotage des projets n'est pas spécifique aux projets de modernisation même s'il est accentué dans ceux-ci. Prenons l'exemple d'un projet industriel qui s'appuie sur un transfert de technologie : d'un pays à un autre, la répartition des compétences, les pratiques de management, les structures organisationnelles, les prestations extérieures, l'environnement physique, ne sont pas les mêmes. Une technologie, éprouvée dans un contexte, peut devenir incertaine dans un autre contexte. Par ailleurs, tout projet, même très innovant techniquement, s'appuie sur des connaissances existantes, supposées maîtrisées, qui permettent de construire des anticipations, par exemple planifier, identifier les risques du projet, mais qui ne sont que des hypothèses...

L'exercice d'une plus grande précaution dans les projets industriels peut devenir à l'extrême totalement paralysant. *A priori*, les incertitudes non explicitées sont quasiment infinies. Répondre à toutes les incertitudes qui peuvent être évoquées revient à accumuler les précautions inutiles et coûteuses. Qu'est-ce que peut apporter un travail plus systématique, en amont du projet, d'identification de la fragilité des savoirs ?

Notre première réflexion nous conduit à envisager plusieurs modalités de gestion de l'incertitude :

- ▷ Tout d'abord les incertitudes explicitées permettent d'orienter le travail de production de savoirs : il est peut-être utile d'investiguer davantage certains phénomènes inconnus mais plausibles avant de faire des choix irréversibles. Il s'agit d'organiser des épreuves en amont des choix décisifs et non de subir les effets en aval et de maintenir tout au

long du projet un état de veille permettant de repérer les signaux annonçant des effets inattendus.

- ▷ Ensuite il peut être utile de rechercher les moyens de rendre réversibles les choix qui peuvent interférer avec les domaines les moins bien connus, pour se donner les moyens de revenir sur ces choix, si des effets inattendus surviennent.
- ▷ Enfin, mieux qualifier les espaces inconnus invite à mettre en place une organisation plus réactive, mieux préparée à des événements imprévus, suffisamment résiliente pour s'adapter, et des projets probablement moins contraints.

Une autre piste de réflexion à venir sera d'examiner la place des incertitudes dans les relations entre acteurs et dans la résilience des collectifs. Les incertitudes, dès lors qu'elles sont explicitées, constituent aussi des ressources de pouvoir pour les acteurs qui sont en position de les réduire, sans pour autant les éliminer tout à fait, donc en les faisant peser aussi sur les autres membres de l'organisation. Il existe probablement un niveau d'incertitude au-delà duquel les acteurs-projets deviennent impuissants et s'exposent de façon excessive à leur management ou à leur mandataire. Aussi, dans une situation de déséquilibre, d'asymétrie de relations entre parties prenantes (ce qui renvoie aux questions de pouvoir), les incertitudes (qu'elles soient explicitées ou qu'elles se révèlent sous la forme d'événements inattendus) peuvent être une source très importante de lassitude, peuvent constituer une charge de travail et une charge émotionnelle (débouchant sur le stress) nuisibles à la prise de décision, et à l'action, en particulier là où la dimension collective est essentielle.

Bibliographie

- Aggeri, F. et Segrestin, B. (2002). Comment concilier innovation et réduction des délais ? Quelques leçons tirées du développement de la Laguna II. *Gérer et Comprendre*, 67.
- Alter, N. (2000). *L'innovation ordinaire*. Presses Universitaires de France, Paris. ISBN: 978-2130583530, 324 pages.
- Ashby, W. R. (1960). *Design for a brain : The origin of adaptive behaviour*. Wiley. 286 pages.
- Atkinson, R. L., Crawford, L., et Ward, S. (2006). Fundamental uncertainties in projects in the scope of project management. *International Journal of Project Management*, 24 :687–698.
- Bohineust, A. (2010). Les laboratoires révolutionnent leur R&D. Le Figaro Économie. Disponible à <http://www.lefigaro.fr/conjoncture/2010/04/27/04016-20100427ARTFIG00657-les-laboratoires-revolutionnent-leur-rampd-.php>.
- Boin, A., McConnell, A., et 't Hart, P., Éd. (2008). *Governing after Crisis : The Politics of Investigation, Accountability and Learning*. Cambridge University Press. ISBN: 978-0521885294, 336 pages.
- Boissières, I. (2009). Chapitre *La robustesse organisationnelle : entre perturbations et apprentissages*, dans *La sécurité en action* (de Terssac, G., Boissières, I., et Gaillard, I., Éd.). Collection MSH-Toulouse. Octarès, Toulouse. ISBN: 978-2915346688.
- Bonnaud, L. et Martinais, E. (2008). *Les leçons d'AZF. Chronique d'une loi sur les risques industriels*. La Documentation française. ISBN: 978-2-11-007306-8, 159 pages.
- Bonnaud, L. et Martinais, E. (2010). Chapitre *Expertise d'État et risques industriels. La persistance d'un modèle technocratique depuis les années 1970*, dans *Aux frontières de l'expertise. Dialogues entre savoirs et pouvoirs* (Bérard, Y. et Crespin, R., Éd.). Presses Universitaires de Rennes, Rennes. ISBN: 978-2-7535-1165-1.
- Borraz, O., Gilbert, C., et Joly, P. (2005). *Risques, crises et incertitudes : pour une analyse critique*. Maison des Sciences de l'Homme-Alpes, Grenoble. ISBN: 2-914242-19-0.
- Borraz, O. et Guiraudon, V. (2008). *Politiques publiques 1. La France dans la gouvernance européenne*. Presses de Sciences Po, Paris. ISBN: 978-2724610598, 368 pages. Disponible à <http://www.cairn.info/politiques-publiques-la-france-dans-la-gouvernance--9782724610598.htm>.
- Borraz, O. et Salomon, D. (2009). Mobilisations, controverses et incertitudes en santé environnement. Dans *Colloque AFSSET Gouverner l'incertitude : les apports des sciences sociales à la gouvernance des risques sanitaires et environnementaux*, Paris. Disponible à <http://www.reseau-r2s.org/docs/actes%20FR%20complet.pdf>.
- Bouchon-Meunier, B. (1990). *La logique floue et ses applications*. Addison-Wesley France. ISBN: 978-2879080734, 257 pages.
- Boudès, T. et Laroche, H. (2009). Taking off the heat : Sensemaking and narration in post-crisis inquiry reports. *Organization Studies*, 30(4) :377–396. DOI: 10.1177/0170840608101141.
- Bougaret, S. (2002). *Prise en compte de l'incertitude dans la valorisation des projets de R&D : la valeur de l'information nouvelle*. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, spécialité Genie des Systèmes Industriels.
- Bronner, G. (1997). *L'incertitude*. Presses universitaires de France. ISBN: 978-2130483205, 128 pages.
- Brown, A. D. (2004). Authoritative sensemaking in a public inquiry report. *Organization Studies*, 25(1) :95–112.
- Buchanan, L. et O'Connell, A. (2006). A brief history of decision making. *Harvard Business Review*, 84(1) :32–41. Disponible à <http://hbr.org/2006/01/a-brief-history-of-decision-making/ar/1>.
- Callon, M., Lascoumes, P., et Barthe, Y. (2001). *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*. Le Seuil, Paris. ISBN: 978-2020404327, 358 pages.
- Chalas, Y., Gilbert, C., et Vinck, D. (2009). *Comment les acteurs s'arrangent avec l'incertitude*. Archives Contemporaines Éditions. ISBN: 978-2813000019, 182 pages.
- Chapman, C. et Ward, S. (2000). Estimation and evaluation of uncertainty : a minimalist first pass approach. *International Journal of Project Management*, 18(6) :369–383.
- Charles, A., Lauras, M., et Wassenhove, L. V. (2010). A model to define and assess the agility of supply chains : building on humanitarian experience. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 40 :722–741. DOI: 10.1108/09600031011079355.
- Charue-Duboc, F. et Midler, C. (2002). L'activité d'ingénierie et le modèle du projet concourant. *Sociologie du Travail*, 44 :401–417. DOI: 10.1016/S0038-0296(02)01240-2.

- Chateauraynaud, F. et Torny, D. (1999). *Les Sombres Précurseurs — Une sociologie pragmatique de l'alerte et du risque*. Éditions de l'EHESS, Paris. ISBN: 978-2713213311, 476 pages.
- Clarke, L. (1999). *Mission Improbable : Using Fantasy Documents to Tame Disaster*. University of Chicago Press. ISBN: 978-0226109428, 225 pages.
- Collingridge, D. (1980). *The social control of technology*. Frances Pinter, London. ISBN: 978-0903804721, 200 pages.
- Crozier, M. et Friedberg, E. (1977). *L'acteur et le système : les contraintes de l'action collective*. Seuil, Paris. ISBN: 978-2020182201, 500 pages.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. Putnam Publishing. ISBN: 978-0380726479, 336 pages.
- Darses, F. et Falzon, P. (1996). Chapitre *La conception collective : une approche de l'ergonomie cognitive*, dans *Coopération et Conception* (de Terssac, G. et Friedberg, E., Éd.), 123–135 pages. Octarès, Toulouse.
- Demortain, D. (2009). L'analyse des risques. Comprendre la diffusion internationale du concept. Dans *Colloque AFSSET/R2S Gouverner l'incertitude : les apports des sciences sociales à la gouvernance des risques sanitaires et environnementaux, juillet 2009*, Paris.
- Descartes, R. (1637). *Discours de la méthode : Pour bien conduire sa raison, et chercher la vérité dans les sciences*. Victor Cousin.
- Dodier, N. (1995). *Les hommes et les machines : La conscience collective dans les sociétés technicisées*. Éditions Métailie. ISBN: 978-2864242062, 384 pages.
- Downer, J. (2007). When the chick hits the fan : Representativeness and reproducibility in technological tests. *Social Studies of Science*, 37(1) :7–26. DOI: 10.1177/0306312706064235.
- Dubois, D. et Prade, H. (1988). *Théorie des possibilités : application à la représentation des connaissances en informatique*. Masson, Paris. ISBN: 978-2225805790.
- Elster, J. (2008). Rationalité et sciences sociales — Les structures élémentaires de la rationalité. Dans *Cours du Collège de France*. Disponible à http://www.college-de-france.fr/default/EN/all/rat_soc/cours_et_seminaires_antérieurs.htm.
- Ewald, F. (1986). *L'état-providence*. Grasset, Paris. ISBN: 978-2246307310, 608 pages.
- Farjoun, M. et Starbuck, W. (2007). Organizing at and beyond the limits. *Organization Studies*, 28(4) :541–566.
- Friedman, M. (1976). *Price Theory*. Aldine Transaction. ISBN: 978-0202060743, 367 pages.
- Galbraith, J. R. (1973). *Designing complex organizations*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts. ISBN: 0201025590, 150 pages.
- Galland, J. (2007). Évaluer les risques et mieux prévenir les crises modernes. *Regards sur l'actualité*, (328) :5–12.
- Garel, G., Giard, V., et Midler, C. (2001). Management de projet et gestion des ressources humaines. Rapport technique, Papiers de recherche du GREGOR. Disponible à <http://www.gregoriae.com/dmdocuments/2001-05.pdf>.
- Garel, G., Giard, V., et Midler, C. (2003). Chapitre *Management de projet et gestion des ressources humaines*, dans *L'encyclopédie de la gestion des ressources humaines* (Allouche, R., Éd.), 818–843 pages. Vuibert, Paris.
- Gilbert, C. (1992). *Le pouvoir en situation extrême. Catastrophes et politiques*. L'Harmattan, Paris. ISBN: 978-2738413802, 268 pages.
- Gilbert, C., Bourdeaux, I., et Raphaël, L. (2009). Chapitre *Penser la pandémie grippale. Entre expansion et réduction des incertitudes*, dans *Comment les acteurs s'arrangent avec l'incertitude* (Chalas, Y., Gilbert, C., et Vinck, D., Éd.), pages 198–215. Éditions des archives contemporaines.
- Gioia, D. A. (2006). On Weick : an appreciation. *Organization Studies*, 27(11) :1709–1721.
- Godard, O. (1997). *Le principe de précaution dans la conduite des affaires humaines*. MSH Paris & INRA, Paris.
- Godard, O., Henry, C., Lagadec, P., et Michel-Kerjan, E. (2002). *Traité des nouveaux risques : Précaution, crise, assurance*. Gallimard. ISBN: 978-2070421039, 620 pages.
- Goffman, E. (1974). *Frame Analysis : An Essay on the Organization of Experience*. Harvard University Press. ISBN: 978-0674316560, 586 pages.
- Gourc, D. (2000). L'organisation générale des projets dans le secteur pharmaceutique. *La cible*, 81 :9–13.
- Gourc, D. et Bougaret, S. (2000). L'industrie pharmaceutique : ses projets de développement, leurs caractéristiques et leur management. *La cible*, 81 :4–8.
- Green, S. (2008). Clinical uncertainty, diagnostic accuracy, and outcomes in emergency department patients presenting with dyspnea. *Archives of Internal Medicine*, 168(7) :741–748.
- Guffond, J. et Leconte, G. (2001). La modification de produit. Une certaine idée de la conception. *An-*

- nales des Mines – Gérer et Comprendre*, pages 31–40. Disponible à <http://www.anales.org/gc/2001/gc09-2001/guffond31-40.pdf>.
- Gödel, K. (1931). Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme, I. *Monatshefte für Mathematik und Physik*, 38 :173–198.
- Head, G. L. (1967). An alternative to defining risk as uncertainty. *The Journal of Risk and Insurance*, 34(2):205–214. Disponible à <http://www.jstor.org/stable/251319>.
- Hofmann, M. et Lehmann, T. (2007). Tactical wargaming, the coup d’œil and IT-support systems. Dans *Third International Conference On Military Technology, Miltech 3*.
- ICSI (2009). Études de dangers et ouverture au public. Cahiers de la Sécurité Industrielle 2009-02, Institut pour une Culture de Sécurité Industrielle, groupe d’échange Ouverture et études de dangers, Toulouse, France. ISSN 2100-3874. Disponible à <http://www.foncsi.org/>.
- Jabre, F. (1958). *La notion de certitude selon Ghazali dans ses origines psychologiques et historiques*. J. Vrin, Paris. 474 pages.
- Johansen, B. (2007). *Get There Early: Sensing the Future to Compete in the Present*. Berrett-Koehler Publishers. ISBN: 978-1576754405, 258 pages.
- Joule, R. et Beauvois, J. (2002). *Petit traité de manipulation à l’usage des honnêtes gens*. Presses Universitaires de Grenoble, Grenoble.
- Jouzel, J., Landel, D., et Lascoumes, P. (2005). *Décider en incertitude. Les cas d’une technologie à risques et de l’épidémie d’hépatite C*. L’Harmattan, Paris. ISBN: 978-2747594578, 216 pages.
- Kant, I. (1781). *Kritik der reinen Vernunft*. Traduction française : Critique de la raison pure.
- Kellogg, K. C., Orlikowski, W. J., et Yates, J. (2006). Life in the trading zone : Structuring coordination across boundaries in postbureaucratic organizations. *Organization Science*, 17(1) :22–44.
- Kennedy, T. (1998). *Pharmaceutical project management*. Marcel Dekker. ISBN: 978-0824701116, 290 pages.
- Klir, G. J. (2005). *Uncertainty and Information: Foundations of Generalized Information Theory*. Wiley–IEEE Press. ISBN: 978-0471748670, 499 pages.
- Knight, F. H. (1921). *Risk, uncertainty and profit*. Houghton Mifflin Company. Disponible à <http://www.econlib.org/library/Knight/knRUP0.html>.
- Kuhn, G., Goldberg, R., et Compton, S. (2009). Tolerance for uncertainty, burnout, and satisfaction with the career of emergency medicine. *Annals of Emergency Medicine*, 54(1) :106–113.
- Laplace, P. (1840). *Essai philosophique sur les probabilités*. Bachelier.
- Laroche, H. (2005). Chapitre *Mann Gulch, l’organisation et la nature fantastique de la réalité*, dans *Le sens de l’action. Karl Weick : sociopsychologie de l’organisation* (Vidaillet, B., Éd.), 51–86 pages. Vuibert, Paris. ISBN: 978-2711769728.
- Larousse (2011). *Grand Larousse Encyclopédique en ligne*. Larousse.
- Lascoumes, P. (1994). *L’Eco-pouvoir. Environnements et politiques*. La Découverte, Paris. ISBN: 978-2707123275, 317 pages.
- Lee, S., Makhija, M., et Paik, Y. (2008). The value of real options investments under abnormal uncertainty : The case of the Korean economic crisis. *Journal of World Business*, 43(1) :16–34.
- Leem (2008). Les entreprises pharmaceutiques françaises encore insuffisamment internationalisées. Rapport technique, Les entreprises du médicament. Disponible à <http://www.leem.org/medicament/les-entreprises-pharmaceutiques-francaises-encore-insuffisamment-internationalisees-443.htm>.
- Lenfle, S. et Midler, C. (2003). Chapitre *Management de projet et innovation*, dans *L’encyclopédie de l’Innovation* (Mustar, P. et Penan, H., Éd.). Economica.
- Lewis, D. K. (1973). *Counterfactuals*. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Lipshitz, R. et Strauss, O. (1997). Coping with uncertainty : A naturalistic decision-making analysis. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 69(2) :149–163. DOI: 10.1006/obhd.1997.2679.
- Littré, É. (1863). *Dictionnaire de la langue française (le Littré)*. Hachette.
- Martinais, E. (2009). L’étude de dangers dans le domaine des risques industriels : entre savoir et décision. Dans *Journée L’urbanisme et ses études, MOSAP, Triangle et RIVES, 23 octobre 2009*.
- Martinais, E. (2010). L’écriture des règlements par les fonctionnaires du ministère de l’écologie. La fabrique administrative du PPRT. *Politix*, 23(90) :193–223. DOI: 10.3917/pox.090.0193.
- Martinais, E. et Chantelauve, G. (2009). Chapitre *Identification et analyse des risques en entreprise : de l’approche déterministe à l’approche probabiliste*, dans *Planifier le risque industriel* (Brilhac, J. et Favro, K., Éd.), 30–42 pages. Victoires éditions, Paris.
- McDermott, R., Cowden, J., et Koopman, C. (2002). Framing, uncertainty, and hostile communications in a crisis experiment. *Political Psychology*, 23(1) :133–149. DOI: 10.1111/0162-895X.00274.
- Midler, C. (1993). *L’auto qui n’existait pas : Management des projets et transformation de l’entreprise*. InterÉditions, Paris, France. ISBN: 2-7296-0506-1, 216 pages.

- Midler, C. (1996). Chapitre *Modèles gestionnaires et régulations économiques de la conception*, dans *Coopération et conception*, 332 pages. Octarès, Toulouse. ISBN: 2-906769-33-9.
- Mintzberg, H. (1982). *Structure et dynamique des organisations*. Les Éditions d'Organisation, Paris. Traduction française de l'original "The structuring of organizations" (1979), ISBN: 978-2-7081-1971-0, 440 pages.
- Moatti, J. et Lochard, J. (1987). Chapitre *L'évaluation formalisée et la gestion des risques technologiques : entre connaissance et légitimation*, dans *La société vulnérable. Évaluer et maîtriser les risques* (Fabiani, J. et Theys, J., Éd.), pages 61–78. Presses de l'ENS, Paris. ISBN: 978-2728801329.
- Moisson, J. et Weil, B. (2000). La capitalisation technique pour l'innovation : expériences dans la conception automobile. *Annales de l'École des Mines, Innovation produit, innovation process et recherche appliquée*.
- Momber, T. (2009). Analyse de la révision des études de dangers en vue des PPRT. Thèse de Mastère, ENTPE, Lyon. Mémoire de travail de fin d'étude.
- Motet, G. (2010). Le concept de risque et son évolution. *Les Annales des Mines – Responsabilité et Environnement*, (57) :32–37. Disponible à <http://www.annales.org/re/2009/re57/Motet.pdf>.
- Neustadt, R. E. et Fineberg, H. V. (1978). *The Swine Flu Affair: Decision-Making on a Slippery Disease*. U.S. Department of Health, Education and Welfare. 189 pages.
- O'Malley, P. (2008). Chapitre *Governmentality and Risk*, dans *Social Theories of Risk and Uncertainty: An introduction* (Zinn, E., Éd.). Blackwell Publishing, Malden, MA.
- Paul, S. M., Mytelka, D. S., Dunwiddie, C. T., Persinger, C. C., Munos, B. H., Lindborg, S. R., et Schacht, A. L. (2010). How to improve R&d productivity : the pharmaceutical industry's grand challenge. *Nature Reviews Drug Discovery*, 9(3) :203–214. DOI: 10.1038/nrd3078.
- Perminova, O., Gustafsson, M., et Wikström, K. (2008). Defining uncertainty in projects – a new perspective. *International Journal of Project Management*, 26(1) :73–79.
- Perrow, C. (1999). Actes de la quatorzième séance, organisations à hauts risques et « normal accidents ». Point de vue de Charles Perrow. Dans *Séminaire du programme risques collectifs et situation de crise*, CNRS, Paris, France.
- Pfeffer, J. et Salancik, G. (1978). *The external control of organizations : a resource dependence perspective*. HarperCollins College, New York. ISBN: 978-0060451936, 300 pages.
- Pich, M. T., Loch, C. H., et Meyer, A. D. (2002). On uncertainty, ambiguity and complexity in project management. *Management Science*, 48 :1008–1023.
- Power, M. (2004). *The risk management of everything. Rethinking the politics of uncertainty*. DEMOS. ISBN: 978-1841801278. Disponible à <http://www.demos.co.uk/files/riskmanagementofeverything.pdf>.
- Power, M. (2007). *Organized uncertainty: designing a world of risk management*. Oxford University Press, Oxford. ISBN: 978-0199253944, 275 pages.
- Roux-Dufort, C. (2003). *Gérer et décider en situation de crise*. Dunod. ISBN: 978-2100081066, 243 pages.
- Russell, B. (1912). *The Problems of Philosophy*. Home University Library. Disponible à <http://www.gutenberg.org/ebooks/5827>.
- Segrestin, D. (2004). *Les chantiers du manager*. Armand Colin, Paris. ISBN: 978-2200266011, 343 pages.
- Shackle, G. L. S. (1961). *Decision, order and time in human affairs*. Cambridge University Press. ISBN: 978-0521147491, 302 pages.
- Simon, H. A. (1959). Theories of decision-making in economics and behavioral science. *The American Economic Review*, 49(3) :253–283. Disponible à <http://www.jstor.org/stable/1809901>.
- Sinclair, P. (1985). Uncertainty and rationality, a review of the present crisis in economics. *Historical reflections*, 12(1) :109–132.
- Sklar, D., Hauswald, M., et Johnson, D. (1991). Medical problem-solving and uncertainty in the emergency department. *Annals of emergency medicine*, 20(9) :987–991.
- Sykes, S. (1997). The pharmaceutical industry in the new millennium : Capturing the scientific promise. Rapport technique, CMR (Center for Medicines Research International).
- de Terssac, G., Boissières, I., et Gaillard, I. (2009). *La sécurité en action*. Collection MSH-Toulouse. Octarès. ISBN: 978-2915346688.
- Thiry, M. (2002). Combining value and project management into an effective programme management model. *International Journal of Project Management*, 20(3) :221–227. DOI: 10.1016/S0263-7863(01)00072-2.
- Thompson, J. D. (1967). *Organizations in Action : Social Science Bases of Administrative Theory*. McGraw-Hill. ISBN: 978-0070643802, 192 pages.
- TLFi (1992). *Le Trésor de la Langue Française Informatisé*. CNRS. Disponible à <http://atilf.atilf.fr/tlfi.htm>.
- Tversky, A. et Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty : heuristics and biases. *Science*, 185 :1124–1131. DOI: 10.1126/science.185.4157.1124.

- Vaughan, D. (1996). *The Challenger launch decision: Risky technology, culture and deviance at NASA*. University of Chicago Press, Chicago. ISBN: 978-0-226-85175-4.
- Wall, T. D., Cordery, J. L., et Clegg, C. W. (2002). Empowerment, performance, and operational uncertainty: A theoretical integration. *Applied Psychology*, 51(1):146–169.
- Weber, K. et Glynn, M. A. (2006). Making sense with institutions: Context, thought and action in Karl Weick's theory. *Organization Studies*, 27(11):1639–1660.
- Weick, K. E. (1977). Chapitre *Enactment processes in organizations*, dans *New directions in organizational behavior* (Staw, M. et Salancik, G. R., Éd.). St. Clair Press, Chicago.
- Weick, K. E. (1993). Collapse of sensemaking in organizations: the Mann Gulch disaster. *Administrative Science Quarterly*, 38(4):628–652. DOI: 10.2307/2393339.
- Weick, K. E. (1995). *Sensemaking in organizations (Foundations for organizational science)*. Sage Publications, Thousand Oaks, CA. ISBN: 978-0803971776, 235 pages.
- Weick, K. E. (2003). Sense and reliability: a conversation with celebrated psychologist Karl E. Weick. *Harvard Business Review*, 84–90 pages. (interview by Diane L. Coutu).
- Weick, K. E. et Sutcliffe, K. M. (2007). *Managing the Unexpected: resilient performance in an age of uncertainty*. Jossey-Bass, 2 édition. ISBN: 978-0787996499, 208 pages.
- Weick, K. E., Sutcliffe, K. M., et Obstfeld, D. (2005). Organizing and the process of sensemaking. *Organization Science*, 16(4):409–421. DOI: 10.1287/orsc.1050.0133.
- Wolf, F. et Berniker, E. (1999). Validating normal accident theory: Chemical accidents, fires and explosions in petroleum refineries. Dans *High Consequences Engineering Conference*, Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM, USA.



Vous pouvez extraire ces entrées bibliographiques au format BibTeX en cliquant sur l'icône de trombone à gauche.

Reproduction de ce document

Ce document est diffusé selon les termes de la licence [BY-NC-ND du Creative Commons](#). Vous êtes libres de reproduire, distribuer et communiquer cette création au public selon les conditions suivantes :

- ▷ **Paternité.** Vous devez citer le nom de l'auteur original de la manière indiquée par l'auteur de l'œuvre ou le titulaire des droits qui vous confère cette autorisation (mais pas d'une manière qui suggérerait qu'ils vous soutiennent ou approuvent votre utilisation de l'œuvre).
- ▷ **Pas d'utilisation commerciale.** Vous n'avez pas le droit d'utiliser cette création à des fins commerciales.
- ▷ **Pas de modification.** Vous n'avez pas le droit de modifier, de transformer ou d'adapter cette création.



Vous pouvez télécharger ce document, ainsi que d'autres dans la collection des *Cahiers de la Sécurité Industrielle*, aux formats PDF, EPUB (pour liseuses électroniques et tablettes numériques) et MOBI (pour liseuses Kindle), depuis le site web de la FonCSI. Des exemplaires papier peuvent être commandés auprès d'un service d'impression à la demande.



Fondation pour une Culture de Sécurité Industrielle

Fondation de recherche reconnue d'utilité publique

<http://www.FonCSI.org/>

6 allée Émile Monso — BP 34038
31029 Toulouse cedex 4
France

Téléphone : +33 534 32 32 00
Twitter : @LaFonCSI
Courriel : contact@FonCSI.org





6 allée Émile Monso
ZAC du Palays — BP 34038
31029 Toulouse cedex 4

www.foncsi.org