



SYNTHESE TECHNIQUE

EVALUATION DES COÛTS ENVIRONNEMENTAUX PAR L'ANALYSE DES ACCIDENTS ET CATASTROPHES NATURELLES CONCERNANT L'EAU

DUFEU Axel

axel.dufeu@engref.agroparistech.fr

Mars 2009

ENGREF

Centre de Montpellier
648 rue Jean-François Breton – BP 7355
34086 MONTPELLIER CEDEX 4
Tél. : (33) 4 67 04 71 00
Fax : (33) 4 67 04 71 01
www.agroparistech.fr

Office International de l'Eau CNIDE

15, rue Edouard Chamberland
87065 LIMOGES CEDEX
Tél. (33) 5 55 11 47 47
Fax : (33) 5 55 11 47 48
www.oieau.fr

RESUME :

La Directive Cadre Européenne sur l'eau impose l'analyse des coûts environnementaux. Une méthode peut être de s'intéresser aux conséquences des accidents technologiques et catastrophes naturelles concernant l'eau. Les informations sur ces accidents sont rassemblées dans certaines bases de données ou dispersées dans les médias, selon l'ampleur de l'accident. Les dédommagements sont aujourd'hui la plus grande source d'informations économiques chiffrées dans les deux cas : les primes d'assurances et de réassurances pour les catastrophes naturelles, et les compensations, à l'amiable ou judiciaires, pour les accidents technologiques ayant un impact sur l'environnement.

Mots clés :

Directive Cadre Européenne sur l'Eau, coûts environnementaux, dégâts, accidents technologiques, catastrophes naturelles.

SUMMARY :

The Framework Directive on water requires the analysis of environmental costs. A method may be to study the consequences of technological accidents and natural disasters on water. The information on these accidents are collected in databases or dispersed in the media, depending on the magnitude of the accident. The damages are the largest source of economic statistics in both cases: the insurance and reinsurance for natural disasters, and compensation, by agreement or judicial, for technological accidents with impact on the environment.

Key words :

European Water Framework Directive, environmental costs, damages, technological accidents, natural disasters.

PLAN DE LA SYNTHÈSE

RESUME :	2
SUMMARY :	2
PLAN DE LA SYNTHÈSE	3
QU'EST CE QU'UN ACCIDENT ?	4
Quelques définitions.....	4
Les accidents et catastrophes dans le cas de l'eau.....	5
LES REFERENCEMENTS D'ACCIDENTS EXISTANTS.....	5
Les accidents d'origine anthropique.....	5
En France.....	5
En Europe	8
Les catastrophes naturelles	8
L'ANALYSE DES COÛTS ENVIRONNEMENTAUX POUR LES ACCIDENTS TECHNOLOGIQUES	9
Les techniques de calcul des coûts (CEDRE (2), 2008).....	9
Les dommages liés à la contamination des sites	9
L'analyse des pertes économiques.....	10
Les dommages causés à la biodiversité.....	10
L'application de ces méthodes.....	10
Les cas simples.....	11
Les dédommagements	11
Les marées noires	12
L'ANALYSE DES COÛTS ENVIRONNEMENTAUX POUR LES CATASTROPHES NATURELLES.....	12
Les analyses retrospectives.....	12
Les analyses prospectives	13
CONCLUSION	13
BIBLIOGRAPHIE.....	14

Avec la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) européenne 2000/60/CE, l'analyse économique est devenue un outil majeur d'aide à la gestion des ressources en eau (CEESE-ULB, 2007). Déjà utilisée dans d'autres domaines (effet de serre, transports), Elle est utilisée pour évaluer les impacts sociaux, économiques et environnementaux, mais aussi pour argumenter les choix (Rideau, 2005). L'objectif est alors de tenir compte des usagers, des bénéfices environnementaux et des impacts économiques, tout en optimisant les ressources financières disponibles.

De nombreux travaux sont menés en utilisant des méthodes de quantification des aménités positives apportées par les cours d'eau. D'autres méthodes sont imaginables, et nous pouvons nous intéresser à cette analyse économique par l'étude de l'impact des accidents environnementaux concernant l'eau. Ces accidents peuvent, selon les cas, faire l'objet d'une analyse, qui permet, au moins a posteriori, de quantifier l'impact de la mise en œuvre, ou de la non mise en œuvre d'aménagements ou de mesures.

Comment donner une définition d'un accident environnemental ? Dans le cas particulier de l'eau ? Les informations sur ces événements sont rassemblées dans certaines bases de données, en France, et en Europe. Différentes techniques de calcul permettent d'obtenir ces informations sur les coûts liés aux accidents. Quelles sont-elles ? Comment sont-elles appliquées ?

QU'EST CE QU'UN ACCIDENT ?

QUELQUES DEFINITIONS

Un accident est un « événement aléatoire, fortuit, qui entraîne des dommages vis-à-vis des personnes, des biens ou de l'environnement ou qui entraîne un engagement de responsabilité ». (Wikipédia (1), 2008 a). En premier lieu, il s'agit d'un **événement non prévisible et ponctuel**. Il faut donc écarter les événements récurrents ou diffus, comme par exemple les pollutions d'origine agricole qui ne peuvent pas être considérées comme des accidents. Un accident implique le passage brutal d'une situation « normale » à une situation « dégradée ». Cela signifie que l'état de référence avant dégradation est facilement identifié, ce qui n'est pas le cas pour un phénomène diffus.

On peut aussi chercher une définition plus précise d'un accident environnemental.

Un accident écologique ou accident environnemental correspond à « une dégradation de l'environnement dû au déversement accidentel ou provoqué de substances susceptibles de contaminer le sol, les sédiments ou les eaux souterraines et qui généralement demande une intervention immédiate » (Gouvernement du Québec, 2007). Cette définition canadienne ne précise pas spécifiquement que cette pollution peut aussi être dirigée contre les eaux superficielles, dont il sera tenu compte dans ce travail. Elle ne tient compte que des accidents d'origine humaine ayant un impact sur le milieu récepteur. A cela, on peut ajouter, pour rester dans le cadre plus large défini par la Directive Cadre sur l'Eau, le concept de Catastrophe naturelle.

Une catastrophe est « un événement brutal, d'origine naturelle ou humaine, ayant généralement la mort et la destruction à grande échelle pour conséquence » (Wikipédia (2), 2009). Une catastrophe naturelle est donc là encore un événement ponctuel et imprévisible, en particulier par son ampleur. De même, on peut définir un état « avant catastrophe » et un état « dégradé », post-catastrophe.

LES ACCIDENTS ET CATASTROPHES DANS LE CAS DE L'EAU

Deux cas sont à distinguer : les accidents de l'environnement ayant un impact sur les activités humaines (catastrophes naturelles), et les accidents anthropiques ayant un impact sur l'environnement.

- Dans le cas de l'eau, les accidents de l'environnement sont en premier lieu les inondations, mais aussi les sécheresses pour ce qui concerne directement l'eau. On peut éventuellement s'intéresser aux tremblements de terre, tornades... si un impact sur l'eau existe.
- Les accidents d'origine anthropique ayant un impact sur l'environnement peuvent aussi avoir un impact direct sur l'eau : pollution, empoisonnements de cours d'eau, pollution de sols et transmissions aux nappes phréatiques. On peut aussi ajouter par exemple les cas de mauvais fonctionnements de centrales hydroélectriques, nucléaires... Les eaux maritimes et côtières sont sujettes aux marées noires, particulièrement bien étudiées du point de vue des coûts.
- Parfois, les catastrophes naturelles peuvent déclencher un accident d'origine anthropique, suivant une cascade d'événements. Ainsi, la sécheresse de 2003 a imposé aux centrales nucléaires, des rejets d'eau à une température considérée comme trop élevée pour le milieu.
- Etant donné le temps imparti pour ce travail, il ne sera pas étudié le cas des épidémies qui peuvent être des conséquences à des catastrophes naturelles ou des accidents technologiques.

Cela fait donc plusieurs types différents d'accidents à considérer et donc de nombreuses sources différentes d'informations. La présente synthèse étudiera une partie de ces informations, les plus représentatives possibles.

LES REFERENCEMENTS D'ACCIDENTS EXISTANTS

L'objectif est d'observer et de comprendre la manière dont les informations économiques sur les catastrophes environnementales fonctionnent :

- Quelles informations sont disponibles ?
- Quel suivi est effectué ?
- Qui référence ? D'où viennent les informations ?
- Quelle mise à disposition ?
- Quelle évolution du référencement ?
- Quelle évolution du nombre d'accidents ?

LES ACCIDENTS D'ORIGINE ANTHROPIQUE

En France

Il existe une base de données mise en ligne sur les accidents et incidents technologiques dans le monde (33500 à ce jour, dont 32840 depuis 1980) mise en place par le Ministère chargé de l'environnement en 1992 et suivie aujourd'hui par le MEEDAAT (Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire). ARIA (Analyse, Recherche et Information sur les Accidents) (BARPI (1), 2008) a pour objectif de « rassembler et de diffuser des données sur le retour d'expérience en matière d'accidents technologiques ». « Cette base de données recense les incidents ou accidents

qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques, l'agriculture, la nature et l'environnement ». Certains accidents faisant l'objet d'une étude approfondie possèdent une fiche standardisée (une centaine aujourd'hui). Des statistiques globales sont aussi disponibles sur les occurrences d'accidents.

Les chapitres disponibles sont :

- Les installations concernées
- Un rappel des faits
- L'accident
- Les conséquences
- Une cotation sur l'échelle européenne des accidents industriels
- L'origine, les causes et les circonstances de l'accident
- Les suites données
- Les enseignements tirés

Les informations les plus intéressantes pour la partie économique se trouvent d'une part au niveau des conséquences, qui peuvent parfois être chiffrées, selon les accidents, ainsi que des suites données, notamment sur le plan juridique, avec parfois le montant, des dédommagements ou des amendes.

Ces informations sont ensuite exploitées pour « coter » l'accident sur une échelle normalisée en Europe. « Cette échelle a été officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des États membres pour l'application de la directive Seveso. Elle repose sur 18 paramètres techniques destinés à caractériser objectivement les effets ou les conséquences des accidents... » (BARPI (2), 2008).

La cotation de l'échelle européenne des accidents industriels est de ce type :



Figure 1: Echelle européenne des accidents industriels (BARPI (2), 2008)

€ Conséquences économiques		1 ■ □ □ □ □ □ □ □	2 ■ ■ □ □ □ □ □ □	3 ■ ■ ■ □ □ □ □ □	4 ■ ■ ■ ■ □ □ □ □	5 ■ ■ ■ ■ ■ □ □ □	6 ■ ■ ■ ■ ■ ■ □ □
€15	Dommmages matériels dans l'établissement (C exprimé en millions d'€ - Référence 93)	$0,1 \leq C < 0,5$	$0,5 \leq C < 2$	$2 \leq C < 10$	$10 \leq C < 50$	$50 \leq C < 200$	$C \geq 200$
€16	Pertes de production de l'établissement (C exprimé en millions d'€ - Référence 93)	$0,1 \leq C < 0,5$	$0,5 \leq C < 2$	$2 \leq C < 10$	$10 \leq C < 50$	$50 \leq C < 200$	$C \geq 200$
€17	Dommmages aux propriétés ou pertes de production hors de l'établissement (C exprimé en millions d'€ - Référence 93)	-	$0,05 < C < 0,1$	$0,1 \leq C < 0,5$	$0,5 \leq C < 2$	$2 \leq C < 10$	$C \geq 10$
€18	Coût des mesures de nettoyage, décontamination ou réhabilitation de l'environnement (exprimé en Millions d'€)	$0,01 \leq C < 0,05$	$0,05 \leq C < 0,2$	$0,2 \leq C < 1$	$1 \leq C < 5$	$5 \leq C < 20$	$C \geq 20$

Figure 2 : Codification des conséquences économiques (BARPI (2), 2008)

La partie conséquences économiques qui nous intéresse plus spécialement ici est donc codifiée comme expliquée dans le tableau ci-dessus, choisie en fonction de 4 types de coûts : les dommages de l'établissement subissant l'accident (transmis par l'établissement), la perte de production de cet établissement (là encore, évalués par l'établissement concerné), les dommages aux tiers, et enfin le coût de réhabilitation du site et de l'environnement.

C'est celui qui obtient la cotation la plus élevée qui détermine le paramètre « conséquences économiques », et non la somme de tous les coûts.

La précision de cette échelle est très faible, et les données notamment sur les conséquences économiques ne sont pas toujours disponibles, mais il peut s'agir d'une information intéressante pour la comparaison avec d'autres pays européens qui utilisent théoriquement aussi cette échelle. Il faut ajouter que si les fiches détaillées d'accidents possèdent cette cotation expliquée en détail, les accidents non étudiés spécifiquement possèdent aussi leur note sur cette échelle européenne, même si la partie économique est rarement remplie.

Le BARPI est chargé de rassembler et de diffuser des données sur le retour d'expérience en matière d'accidents technologiques. Il ne s'agit donc pas d'une collecte simple de données brutes mais plutôt d'une analyse du point de vue de la sécurité. On trouve des informations très hétérogènes pour les estimations économiques qui ne sont donc pas l'objectif de ces études. Les accidents étudiés sont en majorité des accidents français, mais pas exclusivement, on trouve aussi des cas d'accidents en Europe (par exemple, une fuite d'hydrocarbures dans un canal en Belgique (BARPI (3), 2006) ou dans le monde (explosion d'hydrocarbures dans un réseau d'assainissement urbain au Mexique (BARPI (4), 2007).

Les informations proviennent en majorité des services de l'Etat, de la presse, et parfois de certains organismes professionnels. Pour les accidents étrangers, des organisations internationales fournissent les données. On trouve rarement (Pollution du Rhin par des pesticides (BARPI (5), 2006)) une bibliographie des informations utilisées.

Si le BARPI constitue un ensemble de sources, il peut être utile, d'une part de diversifier les apports, mais aussi de revenir à l'origine de l'information et ainsi gagner en précision. Du fait de l'enjeu médiatique de ces accidents, de nombreux articles de presse contiennent des informations y compris chiffrées des conséquences environnementales. Cependant, seuls les accidents très marquants pour le grand public (AZF...) sont réellement suivis par la presse. Les organismes professionnels ou les services de l'Etat peuvent eux aussi être consultés sur des accidents précis. ARIA tient compte de toutes ces informations et reste donc à ce titre, la source privilégiée des informations sur les accidents.

Reprise par « les suites données » dans les fiches ARIA, le montant des dédommagements réalisés sur le plan juridique est une dernière source d'informations. Cependant, les informations sur les procès en France ne sont pas directement accessibles sauf pour les arrêts de la Cour de Cassation et du Conseil d'Etat, rarement mis en œuvre en matière d'environnement. De plus, cette mise à disposition n'est pas mise en forme selon le type de droit et de jugement, mais simplement par date ce qui rend la consultation fastidieuse.

Une exception existe : les accidents de type « marée noire » ne sont pas recensés dans ARIA. Leur ampleur médiatique compense ce manque d'information : des associations et des articles de presse existent en grand nombre sur ce sujet. Un tri est nécessaire. Le site du CEDRE (Centre de documentation de recherche et d'expérimentation sur les pollutions accidentelles des eaux) contient quelques informations, uniquement sur les pollutions marines, très disparates selon les accidents, et plus axées sur les enjeux de sécurité et de retour d'expérience (CEDRE (1), 2008). Ces informations sont directement consultables en ligne sous la forme d'une courte page Internet par accident. Il ne s'agit pas d'une base de

données, mais plutôt d'un texte d'informations qui contient parfois des données économiques pour les plus gros accidents.

En Europe

Tout d'abord, il existe une base de données standardisée pour la mise en commun des informations concernant les accidents. Cette base de données, nommée MARS (Major Accident Reporting System), contient des informations très précises sur les conséquences directes des accidents (MAHB, 2001). C'est une source d'informations destinée à la gestion de la sûreté des installations et pas du tout aux conséquences à moyen terme de ces événements. Elle ne contient pas d'éléments économiques chiffrés et ne peut donc pas servir pour une éventuelle analyse de coûts.

En Allemagne, la base ZEMA (Central Reporting and Evaluation Office for Hazardous Incidents and Incidents in Process Engineering Facilities) a enregistré 336¹ événements depuis 1980 (Umweltbundesamt, 2007). Elle n'est pas accessible en ligne et sert là encore à la sûreté et aux statistiques concernant les risques.

Aux Pays-Bas, une très importante base de données regroupe 23000 descriptions d'accidents sur les 90 dernières années. Il s'agit de FACTS (Failure and Accidents Technical information System). On retrouve des fiches détaillées d'accidents comparables à celles d'ARIA, plus faciles à rechercher grâce à des mots clés utilisables pour trier les fiches (FACTS, 2009). Certaines contiennent des informations économiques, comme des coûts de remise en état ou de pertes d'exploitation. De même, la base MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service) regroupe 10000 accidents et le même type d'informations.

Globalement, dans les pays étudiés, le même type de démarche se retrouve : des bases de données avec un but d'étude des accidents sous l'angle de la sécurité. Sur la majorité d'entre elles, des informations économiques sont disponibles, mais pour une partie seulement des accidents.

LES CATASTROPHES NATURELLES

La première information accessible en France est le site internet CatNat qui propose une base de données d'événements typés en fonction de leur type et de leur ampleur. Mais cette base ne propose pas d'informations économiques (Ubyrisk Consultants, 2009).

En France, le système de réassurance est fixé par l'Etat au moyen de la CCR ou Caisse Centrale de Réassurance. Cette entreprise propose, « avec la garantie de l'Etat, des couvertures illimitées pour des branches spécifiques au marché français telles que les catastrophes naturelles, les risques exceptionnels ou les risques d'attentat et de terrorisme » (CCR, 2009). Elle possède des informations sur les catastrophes naturelles couvertes par son activité, depuis 1985. Quelques informations sont accessibles sur le site web et varient beaucoup en fonction de l'événement. Pour certains, on dispose de la cartographie des dégâts par commune, pour d'autres, aucune information économique n'est mentionnée. La CCR possède ces données et pourrait peut-être les mettre à disposition. Toujours en France, pour certains événements exceptionnels, il existe des missions d'expertise

¹ La différence entre ce chiffre de 336 et ceux de 23000 et 33000 pour les bases de données FACTS et ARIA n'est pas directement expliqué. Les dates de la plupart des accidents de ces bases sont les mêmes (depuis 1980). La différence pourrait s'expliquer à la fois par l'aire géographique choisie : le pays seulement dans un cas et le monde entier dans l'autre, mais aussi par le choix des événements composant la base : les accidents importants pour la ZEMA et de l'autre côté, un ensemble d'accidents et d'incidents pour ARIA et FACTS.

mandatées par l'Etat français. C'est le cas par exemple pour les crues du Gard de 2002 (MEDD, 2004).

En Europe :

L'Espagne avec le « Consorcio de compensación de seguros », possède un organisme public d'assurance détenant le monopole des assurances des principaux risques naturels.

La Suisse a mis en place un système mixte d'assurance privé et public complété par un fonds pour les cas exceptionnels (Communauté Inter cantonale de Risques Eléments Naturels). Les deux pays précédents ont donc des systèmes organisés et centralisés permettant de regrouper des informations (IRMA, 2008).

L'Allemagne et l'Angleterre ont choisi de libéraliser ce secteur d'assurance et de réassurance, ce qui implique une diversité d'acteurs.

Au contraire, l'Italie n'est pas organisée dans un système prévoyant les risques naturels majeurs. L'Etat injecte des fonds au cas par cas lorsque le besoin s'en fait sentir.

Les informations pour ces derniers pays semblent donc plus difficiles à rassembler (IRMA, 2008).

L'ANALYSE DES COÛTS ENVIRONNEMENTAUX POUR LES ACCIDENTS TECHNOLOGIQUES

LES TECHNIQUES DE CALCUL DES COÛTS (CEDRE (2), 2008)

Il existe des méthodes de calcul des coûts environnementaux. Ces méthodes peuvent être utilisées ou non selon les cas. Elles ne sont pas substituables les unes aux autres, mais plutôt complémentaires. Un dommage environnemental s'évalue d'abord par le coût de l'enlèvement de la pollution, soit le nettoyage. Ensuite vient l'évaluation des pertes économiques liées à l'exploitation de la ressource naturelle. Enfin, la restauration de la biodiversité est estimée. Comme nous allons le voir plus tard, il est très rare que les trois étapes soient étudiées.

L'objectif est de comprendre ces méthodes, puis de regarder comment et quand elles sont appliquées en France aujourd'hui.

Elles ont été développées fortement pour le calcul des dédommagements à l'amiable ou judiciaires, en particulier pour les marées noires.

Les dommages liés à la contamination des sites

Les dommages par contamination des sites se traduisent économiquement en pertes d'agrément ou d'aménités liées à la dégradation de la qualité de vie des personnes (résidents et touristes), ainsi que par le coût de la remise en état des sites. Il y a donc deux types de méthodes nécessaires. Ces méthodes servent lorsqu'on veut estimer la valeur associée à un bien non marchand, reflétée par aucun comportement ni prix.

La méthode dite « d'évaluation contingente » est utilisée pour évaluer la demande d'usage des individus envers le milieu contaminé. En pratique, il s'agit de réaliser une enquête pour connaître le consentement à payer des usagers pour un bien environnemental. Cette méthode est critiquée à cause de la difficulté pour les individus d'accepter que l'on place un étalon monétaire sur un bien non marchand. Cependant, « lorsque les agents acceptent de se prêter au jeu, on remarque que pour des valeurs d'usage les résultats sont assez bons, en particulier si les agents ont l'habitude de payer pour des biens similaires, comme c'est le

cas pour les activités récréatives... ». Cette méthode est désormais acceptée par les instances judiciaires pour l'estimation des dommages.

Enfin, La méthode dite « des coûts de déplacement ou de transport » consiste à s'intéresser au coût de transport que l'utilisateur est prêt à payer pour se rendre sur le site. On considère les transports réellement effectués par les usagers habituels du site. Elle est souvent peu adaptée pour les cas environnementaux car « elle sous-estimerait les bénéficiaires, peu de personnes se rendant sur le site du fait de son isolement ». Néanmoins, dans certains cas de zones touristiques (plages...), il s'agit d'une méthode utilisée.

L'analyse des pertes économiques

Les dommages liés à l'application économique de la ressource à évaluer dans ce cas « correspondent à des pertes économiques pures, c'est à dire des manques à gagner liés soit pour l'activité du tourisme, à la baisse de fréquentation ; soit pour l'activité de la pêche, à la perte de l'exploitation de la ressource naturelle vivante et aux dommages aux biens matériels. ». Il s'agit en réalité d'une analyse comptable des recettes passées et futures. Cette analyse est plus ou moins simple, passant d'une estimation des pertes de production pour les activités industrielles, agricoles ou de pêche, jusqu'à une étude de l'offre et de la demande sur une période donnée pour les activités touristiques.

Les dommages causés à la biodiversité

« Les dommages aux fonctions écologiques de la biodiversité sont des pertes écologiques pures : ils affectent un bien hors-marché et des méthodes spécifiques d'évaluation des actifs naturels sont nécessaires pour les quantifier ». En pratique, plusieurs types de méthodes existent, utilisées selon les cas :

- L'approche par le rapprochement à une donnée du marché :

- Coût sur le Marché de la biomasse détruite
- Prix d'achat par un organisme spécifique (lorsque cela existe) pour la biomasse ne possédant pas de réel prix de marché (laboratoires...)
- Méthodes complexes utilisant les chaînes trophiques et tenant compte de la biomasse totale détruite (autres que ceux possédant de la valeur sur le marché, il s'agit de micro-organismes, vers...)

- La méthode d'évaluation par contingence. On utilise la même méthode que pour l'évaluation de l'usage du milieu par les usagers, il s'agit d'une méthode basée sur le consentement à payer ou à se passer d'un service non marchand, ici la biodiversité et l'état du milieu.

Il est aussi possible de considérer simplement ce coût comme le coût de restauration du milieu naturel, une forme « d'extension » du coût de réhabilitation des sites.

L'APPLICATION DE CES METHODES

Après avoir passé en revue ces méthodes théoriques, nous pouvons regarder leur utilisation dans divers accidents dont nous possédons les données par la base ARIA (réalisé sur 13 accidents ayant un impact sur l'eau et possédant des fiches détaillées), puis s'intéresser au cas le plus développé : les marées noires.

Les cas simples

Le cas le plus simple est celui où les informations économiques ne sont pas disponibles. Sur les 13 fiches étudiées, 6 ne donnaient pas d'informations.

D'autres fiches présentent uniquement les coûts de remise en état des sites :

- Débordement d'un réservoir semi-enterré de carburacteur à la Réunion en 2005. Des terres ont été souillées par un hydrocarbure ce qui a causé la fermeture d'un puits d'eau potable jusqu'à ce que le diagnostic concernant l'eau soit négatif. Le coût de la fermeture du puits n'a pas été estimé (BARPI (6), 2007).
- Fuite de cyclohexane dans une usine chimique en 2002 : cas identique, mais avec une grave pollution de nappe. Encore une fois, seuls les coûts de nettoyage de la nappe et du sol sont pris en compte (BARPI (7), 2007).
- Une fuite sur une canalisation aux pays Bas en 2004 : une rupture de canalisation cause une pollution (BARPI (8), 2007).

Les trois cas sont similaires : il s'agit de pollutions restant circonscrites à un site, ou atteignant une nappe peu ou pas exploitée.

Les dédommagements

Lors des cas de pollutions avérées, avec des dommages environnementaux identifiés et caractérisés, il peut y avoir un dédommagement des parties lésées, soit à l'amiable soit par recours devant un tribunal. Il s'agit de l'application du grand principe de droit selon lequel ne peuvent donner lieu à indemnisation que les préjudices « directs, matériels et certains ».

4 fiches présentent ce cas :

- Pollution des eaux après une explosion dans une usine chimique en France en 1988 : dans ce cas, on a non seulement le coût pour l'entreprise de la perte de l'usine et de la décontamination, mais il a aussi été calculé le coût pour la collectivité (dommages aux salariés, dommages à l'environnement,...). On peut émettre l'hypothèse que ces estimations ont été réalisées pour le procès qui s'est déroulé à la suite de l'incident. L'entreprise a été condamnée à verser des dommages et intérêts aux pêcheurs et environnementalistes (BARPI (9), 2006).
- Pollution des eaux après un incendie dans une usine chimique, en France, 1985 : sont estimés le montant des pertes d'exploitation et des dégâts directs pour l'entreprise, mais aussi le montant de l'indemnisation des pêcheurs, fixée après une action judiciaire (BARPI (10), 2006).
- Pollution du Rhin par des pesticides, Suisse, 1986 : il s'agit d'un cas « international » puisque la pollution a eu lieu en Suisse et que ces impacts sont très forts en France. La pollution est de très grande ampleur. Les coûts estimés comprennent : les coûts de remise en état, les coûts du préjudice subi par l'Etat français, la région Alsace, les établissements publics français et les personnes privées françaises. Enfin, des informations sont données sur des dons environnementaux réalisés par l'entreprise (BARPI (5), 2006).
- Rejet d'Acroléine dans le Rhône, 1976 : c'est un cas très intéressant parce que l'indemnisation des pêcheurs est calculée en fonction du tonnage de poissons morts dans le Rhône. « La société devra verser à diverses associations de pêche une

indemnité de près de 4 MF calculée sur la base d'un forfait de 10 à 25 F/kg de poissons (poissons blancs ou carnassiers) ». On ramène donc au prix du marché un bien non marchand : la présence de poissons dans un fleuve (BARPI (11), 2006).

L'analyse de ces 4 fiches est intéressante puisqu'on y découvre la raison pour laquelle les estimations des coûts sont en général réalisées : les poursuites judiciaires à l'issue de l'accident. Les indemnités doivent se baser sur des critères objectifs (le préjudice doit être « direct, matériel et certain »). On rémunère donc ici l'usage « pêche » depuis longtemps reconnu. Cependant, de nombreux coûts environnementaux ne sont pas estimés : coûts liés au tourisme ou à la biodiversité.

Les marées noires

On peut s'intéresser au cas de trois marées noires, dont l'ampleur, à la fois de la pollution et des procès qui ont suivi, ont nécessité l'utilisation de méthodes de calcul des coûts environnementaux :

En 1978, l'Amoco Cadiz causait la première marée noire de très grande ampleur sur les côtes françaises. Les méthodes de calcul se sont basées tout d'abord sur les coûts de remise en état des plages en comptabilisant les agents publics, les bénévoles et le matériel. Mais l'objectif était aussi d'estimer les dommages causés à la biodiversité. Trois méthodes basées sur la biomasse et l'assimilation à un marché ont été essayées. Cependant, elles ont été abandonnées en cours de procès (CEDRE (2), 2008).

En 1989, c'est l'Exxon Valdez qui pollue les côtes américaines. Des méthodes de contingence ont permis d'estimer les dommages environnementaux à 150 millions de dollars, ajoutés aux coûts payés par Exxon pour le nettoyage des côtes, soit 2,5 milliards de dollars environ (volontaires et matériel) (CEDRE (1), 2008).

Enfin, en 1999, un autre bateau se brisait en deux devant les côtes françaises : l'Erika. Plusieurs types de méthodes ont été appliquées, et notamment certaines basées sur les coûts de transport consentis par les usagers vers les plages (CEDRE (2), 2008). Un grand nombre de communes a reçu des indemnités « en réparation de l'atteinte portée à sa réputation et à son image de marque » (TGI Paris, 2008).

Plus l'accident a une ampleur exceptionnelle, plus le recours à des méthodes complexes et complètes est favorisé, en raison des dédommagements potentiels.

L'ANALYSE DES COÛTS ENVIRONNEMENTAUX POUR LES CATASTROPHES NATURELLES

LES ANALYSES RETROSPECTIVES

Les besoins des analyses après incidents ne sont pas les mêmes pour les catastrophes naturelles que pour les accidents technologiques : il ne s'agit pas de trouver un responsable ni d'évaluer un préjudice subi. Il y a d'abord, au premier niveau les dommages assurés. Pour les inondations du Gard par exemple, ils représentent 650 M€ (MEDD, 2004). Ils sont systématiquement calculés par l'assureur et le réassureur. Ils constituent donc une source de données comparable d'une catastrophe sur l'autre (si les conditions d'assurance sont les mêmes).

Mais ces coûts ne comprennent pas tous les dégâts existants. La mission menée par le Ministère de l'environnement a estimé à 1200 M€ environ les dégâts totaux, comprenant des dégâts non assurés comme la voirie ou l'évacuation des déchets hors des villes. La mission insiste ensuite sur les dégâts environnementaux qui n'ont pas été chiffrés : destruction des

ripisylves, érosion de berges, déplacement de sédiments depuis les barrages... Seuls les dommages directs ont été comptabilisés (MEDD, 2004).

LES ANALYSES PROSPECTIVES

Même s'il ne s'agit pas d'une analyse des accidents, mais d'une prospective sur l'impact de certains types d'accidents et de catastrophes naturelles, il semble intéressant de mentionner les études existantes.

Que ce soit en France ou dans d'autres pays d'Europe, de nombreuses études de vulnérabilité sont menées. Les dossiers ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement), SEVESO ou encore les PPR par exemple (Plan de Prévention des Risques) en contiennent. De manière générale, il s'agit d'une étude cartographique des zones les plus soumises à un aléa climatique ou technologique. Dans certains cas, ces cartographies sont poussées beaucoup plus loin. On peut citer l'exemple des crues de la Tamise à Londres, dont l'impact économique global est évalué à 30 milliards de Livres Sterling, ou celui de Paris et des crues de la Seine (12,4 milliards d'Euros).

Cependant, les incertitudes sur les aspects de prospective s'ajoutent à celles sur les méthodes d'estimation des coûts totaux. L'étude du PPRI de la ville de Paris est remise en question par les acteurs de la ville elle-même comme la RATP (ENPC, non daté)

CONCLUSION

Accident environnemental et catastrophe naturelle sont gérés de manière très différente. D'un côté, un système d'évaluation basé sur les coûts du pollueur ou sur les dédommagements qu'il sera condamné à verser, de l'autre des assureurs et réassureurs qui s'engagent à indemniser en cas d'accident, complétés par l'Etat. Il n'est donc pas surprenant que la gestion des données les concernant soit complètement différente. Il n'existe d'ailleurs pas vraiment (à l'exception des réassureurs), de base de données économique sur ces situations. Pourtant, les organismes existent, mais ce n'est pas une information prioritaire pour le moment, loin derrière la sécurité. Il est pourtant essentiel de pouvoir comparer le coût d'un investissement ou d'une mesure avec les bénéfices et/ou inconvénients retirés, ne serait-ce que pour suivre la directive européenne sur l'eau. Il existe enfin d'autres méthodes parmi lesquelles on peut citer l'analyse coût-bénéfices qui permet de choisir un investissement plutôt qu'un autre, et moins de voir à quel point un aménagement est nécessaire ou non.

BIBLIOGRAPHIE

BARPI (1), 2008. ARIA Enseignements tirés des accidents technologiques. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Disponible sur http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_stats.gnc [consulté le 26/01/2009]

BARPI (2), 2008. Nouvelle présentation de l'échelle européenne des accidents industriels. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Disponible sur http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_stats.gnc [consulté le 26/01/2009]

BARPI (3), 2006. Fuites de gazole avec pollution d'un canal et pollution du site le 22 août 2002 et le 13 décembre 2002 Bruxelles (Brabant) Belgique. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Disponible sur http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_3520.jsp [consulté le 26/01/2009]

BARPI (4), 2007. Explosion d'hydrocarbures dans un réseau d'assainissement urbain le 22 avril 1992 Guadalajara Mexique. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Disponible sur http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_4217.jsp [consulté le 26/01/2009]

BARPI (5), 2006. Pollution du Rhin par des pesticides le 1er novembre 1986 Schweizerhalle Suisse. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Disponible sur http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_2879.jsp [consulté le 26/01/2009]

BARPI (6), 2007. Débordement d'un réservoir semi-enterré de carburéacteur le 30 décembre 2005 Sainte-Marie – [Réunion] France. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Disponible sur http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_31227.jsp [consulté le 26/01/2009]

BARPI (7), 2007. Fuite de cyclohexane dans une usine chimique le 16 décembre 2002 Chalampé - [Haut-Rhin] France. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Disponible sur http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_23839.jsp [consulté le 26/01/2009]

BARPI (8), 2007. Fuite sur une canalisation de MTBE octobre 2004 Port de Stein Pays-Bas. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Disponible sur http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_32818.jsp [consulté le 26/01/2009]

BARPI (9), 2006. Pollution des eaux après une explosion dans une usine chimique le 8 juin 1988 Auzouer-en-Touraine – [Indre-et-Loire] France. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Disponible sur http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_161.jsp [consulté le 26/01/2009]

BARPI (10), 2006. Pollution des eaux après un incendie dans une usine chimique le 15 juin 1985 Roussillon – [Isère] France. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Disponible sur http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_4997.jsp [consulté le 26/01/2009]

BARPI (11), 2006. Rejet d'Acroléine dans le Rhône le 10 juillet 1976 Pierre Bénite – [Rhône] France. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Disponible sur http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_4999.jsp [consulté le 26/01/2009]

CCR (Caisse Centrale de Réassurance), 2009. La CCR réassurance depuis 1946. Disponible sur Internet : <http://www.ccr.fr/fr/entreprise-activite.html> [consulté le 26/01/2009]

CEDRE (1), 2008. Accidents Exxon Valdez Fiche de synthèse. CEDRE (Centre de documentation de recherche et d'expérimentation sur les pollutions accidentelles des eaux), Brest. Disponible sur : <http://www.cedre.fr/fr/accident/exxon/exxon.html> [consulté le 26/01/2009]

CEDRE (2), 2008. Dommage environnemental en cas de pollutions marines accidentelles. CEDRE (Centre de documentation de recherche et d'expérimentation sur les pollutions accidentelles des eaux), Brest. Disponible sur : <http://www.cedre.fr/fr/rejet/domm/eval.htm> [consulté le 26/01/2009]

CEESE-ULB (Centre d'Etudes Economiques et Sociales de l'Environnement), 2007. Evaluation économique des bénéfices environnementaux non-marchands et de la valeur de non-usage réalisés suite à la mise en œuvre des plans de gestion de l'eau et l'atteinte des objectifs environnementaux de la Directive Cadre Eau pour les eaux de surface en Région wallonne. CEESE-ULB, Bruxelles.
Disponible sur Internet : <http://dev.ulb.ac.be/ceese/bnm/accueil.php> [consulté le 26/01/2009]

ENPC (Ecole Nationale des Ponts et Chaussées), non daté. Adaptation aux événements météorologiques extrêmes : La crue centennale à Paris. ENPC, Paris. Disponible sur : http://www.enpc.fr/fr/formations/ecole_virt/trav-eleves/cc/cc0304/crue/crue.htm#_Toc66219604 [consulté le 26/01/2009]

FACTS (Failure and Accidents Technical information System), 2009. What is FACTS ? Utrecht (NE), FACTS. Disponible sur Internet : <http://www.factsonline.nl/tabid/178/Default.aspx> [consulté le 26/01/2009]

Gouvernement du Québec, 2007. Thésaurus de l'activité gouvernementale (TAG). Fiche du Terme Accident Ecologique, Quebec. Disponible sur Internet : <http://www.thesaurus.gouv.qc.ca/tag/terme.do?id=278> [consulté le 26/01/2009]

IRMA (Institut des Risques Majeurs), 2008. Les systèmes d'assurance de nos voisins européens. IRMA, Grenoble. Disponible sur : http://www.irma-grenoble.com/05documentation/04dossiers_articles.php?id_DTart=20&id_DT=2

MEDD (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable), 2004. *Crues du Gard 2002 : Retour d'Expérience*. Paris, La Documentation Française, 325 p. Réponses environnement.

MAHB (Major Accident Hazards Bureau), 2001. *MARS (Major Accident Reporting System)*. European Commission Joint Research Center, Ispra (It). Disponible sur Internet : <http://mahbsrv.jrc.it/mars/default.html> [consulté le 26/01/2009]

Rideau J.P., 2005. L'analyse économique dans la directive cadre Quels objectifs ? Quels outils ?. Direction de l'eau, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Paris. Présentation Disponible sur Internet http://www.economie.eaufrance.fr/IMG/pdf/051114_DCE_analyse_eco.pdf [consulté le 26/01/2009]

TGI Paris (Tribunal de Grange Instance de Paris), 2008. Jugement du 16 janvier 2008. Disponible sur : <http://www.fortunes-de-mer.com/documents%20pdf/jurisprudence/Arrets/7%20TGI%20Paris%2016012008%20Erika.pdf>

Ubyrisk Consultants, 2009. Bases de données. Ubyrisk Consultants, Savignac de Lisle (Fr). Disponible sur Internet : <http://www.catnat.net/donneesstats/bases-de-donnees>

Umweltbundesamt (German Federal Environment Agency), 2007. *ZEMA (Central Reporting and Evaluation Office of Hazardous Incidents and Incidents in Process Engineering Facilities)*. Umweltbundesamt (DE), Dessau-Rosslau. Disponible sur Internet : <http://www.Umweltbundesamt.de/index-e.htm> [consulté le 26/01/2009]

Wikipédia (1), [mis à jour le 12/12/2008]. Accident. Wikipédia. Disponible sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Accident> [consulté le 26/01/2009]

Wikipédia (2), [mis à jour le 10/01/2009]. Catastrophe. Wikipédia. Disponible sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/Catastrophe> [consulté le 26/01/2009]



TECHNICAL SYNTHESIS

ECONOMIC EVALUATION OF ENVIRONMENTAL COSTS BY THE ANALYSIS OF ACCIDENTS AND NATURAL DISASTERS CONCERNING WATER

DUFEU Axel

Axel.dufeu@engref.agroparistech.fr

February 2009

ENGREF

Centre de Montpellier
648 rue Jean-François Breton – BP 7355
34086 MONTPELLIER CEDEX 4
Tél. : (33) 4 67 04 71 00
Fax : (33) 4 67 04 71 01
www.agroparistech.fr

Office International de l'Eau CNIDE

15, rue Edouard Chamberland
87065 LIMOGES CEDEX
Tél. (33) 5 55 11 47 47
Fax : (33) 5 55 11 47 48
www.oieau.fr

Summary:

The Framework Directive on water requires the analysis of environmental costs. A method may be to study the consequences of technological accidents and natural disasters on water. The information on these accidents are collected in databases or dispersed in the media, depending on the magnitude of the accident. The damages are the largest source of economic statistics in both cases: the insurance and reinsurance for natural disasters, and compensation, by agreement or judicial, for technological accidents with impact on the environment.

Key words:

Framework Directive, Environmental costs, damages, technological accidents, natural disasters.

With the implementation of the Water Framework Directive (WFD) 2000/60/EC European, economic analysis has become a major tool to manage water resources (ECSEE-ULB, 2007). Already used in other areas (emissions, transport), It can assess the social, economic and environmental issues, but also justify choices (Rideau, 2005). The aim is to consider users, environmental benefits and economic impacts while maximising the financial resources available.

Many works exist, using methods of quantification of the positive amenities provided by the rivers and water in general. Other methods are conceivable, and we can look at this economic analysis by the study of the impact of environmental accidents on water. These accidents can, when appropriate, be subject to analysis, which can, at least retrospectively, quantify the impact of the implementation or non implementation of arrangements or measures.

How to give a definition of an environmental accident? In the case of water? The information on these events is gathered in some databases, France, and Europe. Different calculation techniques are used to obtain the information on costs related to accidents. What are they? How are they applied?

WHAT IS AN ACCIDENT?

DEFINITIONS

An accident is a "random event, fortuitous, resulting in damages against persons, goods, or the environment or involves a commitment of responsibility ". (Wikipedia (1), 2008). First, it is an unpredictable and punctual event. We must therefore exclude diffuse or recurrent events, such as pollution from agricultural sources that can not be regarded as accidents. An accident involves the sudden passage of a "normal course in a "deteriorated situation". This means that the reference state before degradation is easily identified, which is not the case for a diffuse phenomenon.

We can also look for a more precise definition of an environmental accident.

An ecological accident or environmental accident is "a degradation of the environment due to spillage of substances likely to contaminate the soil, sediment or groundwater which generally demand an immediate action" (Government of Quebec, 2007 free translation). The Canadian definition does not specifically explain that the pollution may also be directed against surface water, but we will study rivers anyway in this work. It only considers accidents from human origin and affecting the environment. To this, we may add, to stay close to the Water Framework Directive, their concept of natural disaster.

A disaster is "a brutal event, natural or man-made, usually with large scale consequences such as death and destruction" (Wikipedia (2), 2009). A natural disaster is again a precise event unpredictable, particularly in scale. Similarly, we can define a state "before disaster" and a "damaged state", post-disaster.

ACCIDENTS AND DISASTERS IN THE CASE OF WATER

Two cases can be distinguished: the accidents of the environment which have an impact on human activities (natural disasters), and human accidents impacting on the environment.

- In the case of water, accidents are first: floods, droughts, which imply water directly. We may also be interested in earthquakes, tornadoes ... if an impact on water exists.

- Human accidents having an impact on the environment can also cause water pollution, poisoning of rivers, pollution of soil and transfer to groundwater. We can also add for example the case of malfunctioning of hydroelectric, nuclear plants ... The sea and coastal waters are subject to oil spills, particularly well studied in terms of costs.
- Sometimes, natural disasters can trigger a man-made accident, following a cascade of events. The drought of 2003 caused nuclear power plants to discharge water at a temperature too high for the environment.

Given the time allotted for this work, the case of epidemics which may be consequences of natural disasters or technological accidents will not be considered,.

There are therefore several types of accidents and therefore many different sources of information should be studied. This synthesis will examine some of this information, the most representative possible.

DATA COLLECTED ABOUT ACCIDENTS

The objective is to observe and understand how economic information on environmental disasters are collected:

What information is available?

- What monitoring is performed?
- Who works on that monitoring? From where is the information?
- What is the availability of the data?
- What are the new issues of accident monitoring?
- What evolutions in the number of accidents?

TECHNOLOGICAL ACCIDENTS

For France

There is an online database on accidents and incidents in the technological plants (33,500 early 2009, including 32,840 since 1980) established by the Ministry of Environment in 1992 and followed today by the MEEDAAT (Ministry of Ecology, Energy, Sustainable Development and Spatial Planning). ARIA (Analysis, Research and Information on Accidents) (BARPI (1), 2008) aims to "collect and disseminate data on the experience in technological accidents". "This database collects incidents or accidents that have, or could have affected public health or safety, agriculture, nature or environment." Some accidents are the subject of a specific study with a standardised form (one hundred in 2009). Aggregate statistics are also available on the occurrence of accidents.

The data available on these special studies are:

- The installations concerned
- A review of the facts
- The accident

- The consequences
- An evaluation on a European scale of industrial accidents
- The origins, causes and circumstances of the accident
- Follow-up
- Lessons learned

The most interesting chapters for economic data are first in “the consequences”, which may include numerous data according to the accident and the actions taken, and second in the follow up information, sometimes with the amount of compensation or fines, obtained by legally.

This information is then used to "evaluate" the accident on a standard scale in Europe. "This scale was formalized in February 1994 by the Committee of Competent Authorities of the Member States for the implementation of the Seveso Directive. It is based on 18 parameters to describe the effects or consequences of accidents ... "(BARPI (2), 2008).

The quotation of the European scale of industrial accidents is like this:



Figure 1: European scale of industrial accidents (BARPI (2), 2008)

€ Conséquences économiques		1 ■ ■ ■ ■ ■ ■	2 ■ ■ ■ ■ ■ ■	3 ■ ■ ■ ■ ■ ■	4 ■ ■ ■ ■ ■ ■	5 ■ ■ ■ ■ ■ ■	6 ■ ■ ■ ■ ■ ■
€15	Dommmages matériels dans l'établissement (C ex-primé en millions d'€ - Référence 93)	$0,1 \leq C < 0,5$	$0,5 \leq C < 2$	$2 \leq C < 10$	$10 \leq C < 50$	$50 \leq C < 200$	$C \geq 200$
€16	Pertes de production de l'établissement (C exprimé en millions d'€ - Référence 93)	$0,1 \leq C < 0,5$	$0,5 \leq C < 2$	$2 \leq C < 10$	$10 \leq C < 50$	$50 \leq C < 200$	$C \geq 200$
€17	Dommmages aux propriétés ou pertes de production hors de l'établissement (C exprimé en millions d'€ - Référence 93)	-	$0,05 < C < 0,1$	$0,1 \leq C < 0,5$	$0,5 \leq C < 2$	$2 \leq C < 10$	$C \geq 10$
€18	Coût des mesures de nettoyage, décontamination ou réhabilitation de l'environnement(exprimé en Millions d'€)	$0,01 \leq C < 0,05$	$0,05 \leq C < 0,2$	$0,2 \leq C < 1$	$1 \leq C < 5$	$5 \leq C < 20$	$C \geq 20$

Figure 2: Economic consequences (BARPI (2), 2008)

The economic part that interest us here is especially codified as explained in the table above, according to 4 types of costs: damage to the establishment subject to the accident (sent by the establishment), production losses of this establishment (again, measured by the establishment), damage to third parties, and the cost of rehabilitation and the environment.

The cost that gets the highest rating determines the 'economic'. That is not the sum of all costs. These costs are given by different organisations, firms... considered by the accident, but the source and calculation methods are not detailed.

The accuracy of this scale is very small and in particular, data on the economic consequences are not always available. Anyway, it may be interesting information for comparison with other European countries also using (theoretically) this scale. But... Most of the accidents don't have these economic data.

BARPI collects and disseminate data on the return of experience in technological accidents. It is therefore not a simple collection of raw data but rather an analysis from the point of view of safety. There is a lot of variation in the economic estimations which are therefore not the objective of these studies. Accidents studied are mostly French accidents, but not exclusively, there are also cases of accidents in Europe (eg, a leak of oil into a canal in Belgium (BARPI (3), 2006) or in the world (explosion of hydrocarbons in a network of urban sanitation in Mexico (BARPI (4), 2007).

The information comes mostly from state services, media, and occasionally from some professional corporations. For foreign accidents, international organisations provide data. There is rarely (Pollution of the Rhine with pesticides (BARPI (5), 2006)) a bibliography of information.

If BARPI is a set of sources, it may be useful, first, to diversify the inputs, but also to return to the origin of information in order to get greater accuracy. Because of the media issue of such accidents, many newspaper articles contain information including economic environmental consequences. However, only very significant injuries to the general public (such as AZF) are actually followed by the press. Professional corporations or government agencies may also be consulted on specific accidents. ARIA takes into account such information and remains, the preferred source of information on accidents.

Described by the item "the action taken" in the ARIA sheets, the amount of compensation obtained in trials is a final source of information. However, information on trials in France are not accessible except for judgements of the Court of Cassation and the Council of State (Cours d'Etat), rarely used in environmental matters. In addition, these data are not formatted according to the type of law and adjudication, but merely by dates which makes consultation uneasy.

An exception exists: the type of accident "black tides" are not identified in ARIA. Their scale media compensates this lack of information: associations and press articles are available in large numbers on this subject

The site CEDRE (Documentation Centre for Research and Experimentation on Accidental Water Pollution) contains some information only on marine pollution, according to widespread accidents, and more focused on security issues and feedback (CEDRE (1), 2008). This information is directly available online in the form of a short web page by accident. This is not a database, but rather a piece of information that may contain economic data for large accidents.

For Europe

First, there is a standardised database for the sharing of information on accidents. This database, called MARS (Major Accident Reporting System), contains very detailed information on the direct consequences of accidents (MAHB, 2001). It is a source of

information for safety management of facilities and not at all for the medium-term consequences of these events. It does not contain economic figures and can not be used for any cost analysis.

In Germany, the database ZEMA (Central Reporting and Evaluation Office for Hazardous Incidents and Incidents in Process Engineering Facilities) recorded 336 events since 1980 (Umweltbundesamt, 2007). It is not available online and there is still security analysis and statistics concerning the risks.

In the Netherlands, a very large database called FACTS (Failure and Accidents Technical Information System) includes descriptions of 23,000 accidents in the last 90 years. There are detailed records of accidents similar to those of ARIA, easier to search through keywords used to sort the sheets (FACTS, 2009). Some contain economic information, such as costs of repair or operating losses. Similarly, the British database MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service) consists of 10,000 accidents and the same type of information.

Overall, in the countries studied, we can find the same type of approach: databases with the aim to study accidents in terms of security. On the majority of them, economic information is available, but for only a small portion of accidents.

NATURAL DISASTERS

The first information available in France is CATNAT website which offers a database of events typed according to their type and magnitude. But this does not include economic data (Ubyrisk Consultants, 2009).

In France, the reinsurance system is set by the State through the CCR or Caisse Centrale de Reassurance. This company offers, "with the State guarantee, unlimited coverage for specific branches of the French market, such as natural disasters, hazardous or risks of attacks and terrorism" (JRC, 2009). It has information on natural disasters covered, since 1985. Some information is available on the website and vary largely depends on the event. For some, there is the map of economic damage and for others, no economic information is mentioned. The CCR has these data and could make them available. Also in France, for certain events, there are expert missions mandated by the French government. One example is the floods in the Gard in 2002 (MEDD, 2004).

In Europe:

Spain with the "Consortio de Compensación de Seguros, uses a public insurance holding the monopoly of insurance major natural hazards.

Switzerland has established a mixed system of private and public insurance supplemented by a fund for exceptional cases (Intercantonal Community Risk Natural Elements).

Both countries have state and centralised systems that should allow the gathering of information (IRMA, 2008).

Germany and England have chosen to liberalise the sector of insurance and reinsurance, which involves a diversity of actors.

On the other hand, Italy is not organised in a system which provides the major natural hazards. The government injects funds, case by case basis when the need arises (IRMA, 2008).

The information for these three countries seems more difficult to collect.

COST ANALYSIS FOR ENVIRONMENTAL TECHNOLOGICAL ACCIDENTS

TECHNIQUES FOR THE CALCULATION OF COSTS (CEDRE (2), 2008)

There are methods to calculate environmental costs. These methods may be used or not as appropriate. They are not substitutes for each other, but rather complementarities. Environmental damage is evaluated first by the cost of removal of pollution or cleaning. Next the assessment of economic losses of natural resource exploitation is proposed. Finally, restoration of biodiversity can be estimated. As we shall see later, it is very rare that all three stages are explored.

The objective is to understand these methods, then watch how and when they are applied in France today.

They have been strongly developed for the calculation of financial compensations after marine oil spills.

Damage associated with site contamination

Site contamination damage causes economic loss of amenities or facilities related to the deteriorating quality of life of people (residents and tourists), as well as for the need for site restoration. There are two types of methods necessary. These methods are used when trying to estimate the value of a good which is not reflected in any behaviour or price.

The method of contingent valuation is used to evaluate the request for use of individuals to the contaminated environment. In practice, it is a survey to find out the consent of users to pay for an environmental good. This method has been criticised because of the difficulty for individuals to accept to place a monetary standard in a non-market good. However, "when the agents agree to answer the study, we notice that the results are quite good, especially if the agents are used to pay for similar properties, as it is the case for recreational activities...." This method is accepted by justice courts for the estimation of damages.

Another method to evaluate economically the losses of the population is the method of travel costs or transport, looking at the cost of transporting the user and their willingness to pay to enter the site. We consider the transport actually performed by regular users of the site. It is often poorly adapted to environmental cases because "it underestimates the benefits, few people visiting the site because of its isolation." However, in some cases of tourist areas (beaches ...), it is a method used.

The analysis of economic losses

The damage related to the economic use of the resource to be evaluated in this case "are pure economic loss, ie loss of earnings related to the activity of tourism, the decline in frequentation, the loss of fishing activity, of the exploitation of living natural resources and damage to material goods". This is really an analysis of income past and future. This analysis is more or less simple, from an estimated loss of production for industrial, agricultural or fishing, to a market study of tourist activities.

Damage to biodiversity

"The damage to the ecological functions of biodiversity loss is green: they affect off-market property and specific methods of evaluation of natural assets are needed to quantify". In practice, several types of methods are used as appropriate:

- Market approaches :

- on the market cost of biomass destroyed (fish...)
- purchase price by a specific entity (when it exists) for biomass with no real market price (laboratories ...)
- methods using complex biologic data and taking into account the total biomass destroyed (other than those with the value on the market such as micro-organisms, worms ...)

- The method of contingency assessment. We use the same method as for the evaluation of the use of the environment by the users, based on willingness to pay a non-market service, here biodiversity and state of the environment.

It is also possible to simply consider this cost as the cost of restoration of the natural environment, an "extension" of the cost of site remediation.

THE APPLICATION OF THESE METHODS

After reviewing these theoretical methods, we can look at their use in various accidents that we have the data by the ARIA (made on 13 accidents with an impact on water and with detail), then look at where the most developed: oil spills.

Simple cases

The simplest case is where the economic information is not available. Of the 13 files examined, 6 did not give details.

Other papers show only the costs of rehabilitation sites:

- Overflow of a semi-buried tank of fuel at the Meeting in 2005. Land has been contaminated by a hydrocarbon that has caused the closure of a drinking water supply until the diagnosis of water contamination is negative. The cost of the closure of the wells was not considered (BARPI (6), 2007).
- Release of cyclohexane in a chemical plant in 2002: the same case, but with serious water pollution. Again, only the costs of cleaning the water and soil are taken into account (BARPI (7), 2007).
- A leak on a pipeline in the Netherlands in 2004: a pipeline ruptures causing pollution (BARPI (8), 2007).

The three cases are similar: their pollution remains limited to a site, or reaching little source of groundwater.

Compensation

In cases of proven pollution, with environmental damage identified and characterised, there may be compensation for populations either by agreement or by recourse to a court. This is the application of the general principle of law that can only be compensated damages "direct, tangible and certain".

4 Papers can be studied in that case:

- Water pollution after an explosion at a chemical plant in France in 1988: in this case, it was not only the cost for the company of the loss of plant and

decontamination, but the cost for the community (employees, damage to the environment...) was also calculated. These estimations were made for the trial which took place following the incident. The company was ordered to pay damages to fishermen and environmentalists (BARPI (9), 2006).

- Water pollution after a fire in a chemical plant in France, 1985: the estimated amount of operating losses and direct damages to the company, but also the amount of compensation for fishermen, after a fixed Judicial hearing was presented (BARPI (10), 2006).
- Pollution of the Rhine with pesticides, Switzerland, 1986: This is an "international" case since the pollution took place in Switzerland and the impact was strongly felt in France. Pollution is very largewas widespread. The estimated costs include the costs of rehabilitation, the costs of the injury suffered by the French State, the region of Alsace, the French public and private French people. Finally, information is given on environmental donations made by the company (BARPI (5), 2006).
- Rejection of Acrolein in the Rhone, 1976: it is a very interesting case because the compensation of fishermen is based on the tonnage of dead fish in the Rhone. "The company shall pay to various fishing compensation of nearly 4 MF calculated on the basis of a package of 10 to 25 F / kg of fish (white fish or predators). It uses the market price to evaluate a non-market issue: the presence of fish in a river (BARPI (11), 2006).

Analysis of these 4 files is interesting, The reason why the cost estimates are generally made is the prosecution as a result of the accident. Compensation must be based on objective criteria (the injury must be "direct, material and certain"). Therefore, in France, the use of "fisheries" has been recognised. However, many environmental costs are not estimated: costs related to tourism, or biodiversity.

Oil spills

There are three interesting cases of oil spills, which have ,because of the scale of pollution and trials that followed, required the use of methods of calculating environmental costs:

In 1978, the Amoco Cadiz caused the first large-scale oil spill on the French coast. The calculation methods were based first on the costs of rehabilitation of beaches counting officials, volunteers and equipment. But the objective was also to estimate the damage to biodiversity. Three methods based on biomass and assimilation to a Market were tried. However, they were abandoned during the trial (CEDRE (2), 2008).

In 1989, the Exxon Valdez was polluting the U.S. coastline. Contingency methods were used to estimate the environmental damage at \$ 150 million, added to the costs paid by Exxon to clean the coast, of 2.5 billion dollars (volunteers and equipment) (CEDRE (1), 2008).

Finally, in 1999, another boat broke into two parts off the French coast: the Erika. Several types of methods have been applied, including some based on transport costs made by users to go to the polluted beaches (CEDRE (2), 2008). A large number of benefits received funds "in compensation for the damage to their reputation and brand image" (TGI Paris, 2008).

The More important the accident is, the more important will be the use of complete and complex methods, because of the potential financial issues

COST ANALYSIS FOR ENVIRONMENTAL DISASTERS

RETROSPECTIVE ANALYZES

The need for analysis after incidents are not the same for natural disasters and for technological accidents: in the second case, it is not to find who is responsible. First, we have insured damage. For floods in the Gard, for example, they represent 650 M € (MEDD, 2004). They are systematically calculated by the insurer and reinsurer. They are therefore a source of data comparable from one disaster to another (if the conditions of insurance are the same).

But these costs do not include all existing damage. The mission led by the Ministry of Environment has estimated that about 1200 M € total damage, including uninsured damage such as roads or disposal of waste outside the cities. The mission then considers the environmental damage that has not been quantified: river vegetal cover, destruction, erosion of embankments, moving sediment from the dam ... Only direct damages have been recorded (MEDD, 2004).

PROSPECTIVE ANALYSIS

Even if it is not an analysis of accidents, but a prospective on the impact of certain types of accidents and natural disasters, it seems interesting to mention the existing studies.

In France or in other European countries, many studies are conducted about vulnerability. ICPE french laws (Installation Classified for the Protection of the Environment), SEVESO or for example the PPR (Plan de Prévention des Risques) contains one of these studies. In general, it is a mapping study of the areas most subject to climatic or technological hazards. In some cases, these maps are pushed much further. We can choose the example of flooding of the Thames in London, including the overall economic impact which has been estimated at 30 billion pounds, or Paris and the flooding of the Seine (12.4 billion Euros).

However, uncertainty on the prospective views adds to those on methods to estimate total costs. The study of PPRI in the city of Paris is being questioned by firms of the city itself as the RATP (ENPC, undated)

CONCLUSION

Environmental accidents and natural disasters are managed in very different ways. On the one hand, an evaluation system based on the costs of the polluter or compensation where they will be forced to pay, on the other, insurers and reinsurers agree to indemnify in case of accident, supplemented or not by the State. It is therefore not surprising that the management of data concerning them is completely different. There is also no real (excluding reinsurers), basic economic data on these situations. Yet, organisations do exist, but this information is not a priority at the moment, behind security. It is essential to compare the cost of an investment or a measure of the profit and / or disadvantages removed, if only to follow the European directive on water. There are also other methods which include cost-benefit analysis that allows one to choose an investment rather than another, and less to see how an adjustment is necessary or not.

BIBLIOGRAPHY

BARPI (1), 2008. ARIA Enseignements tirés des accidents technologiques. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Available on http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_stats.gnc [consulted 26/01/2009]

BARPI (2), 2008. Nouvelle présentation de l'échelle européenne des accidents industriels. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Available on http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_stats.gnc [consulted 26/01/2009]

BARPI (3), 2006. Fuites de gazole avec pollution d'un canal et pollution du site le 22 août 2002 et le 13 décembre 2002 Bruxelles (Brabant) Belgique. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Available on http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_3520.jsp [consulted 26/01/2009]

BARPI (4), 2007. Explosion d'hydrocarbures dans un réseau d'assainissement urbain le 22 avril 1992 Guadalajara Mexique. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Available on http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_4217.jsp [consulted 26/01/2009]

BARPI (5), 2006. Pollution du Rhin par des pesticides le 1er novembre 1986 Schweizerhalle Suisse. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Available on http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_2879.jsp [consulted 26/01/2009]

BARPI (6), 2007. Débordement d'un réservoir semi-enterré de carburacteur le 30 décembre 2005 Sainte-Marie – [Réunion] France. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Available on http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_31227.jsp [consulted 26/01/2009]

BARPI (7), 2007. Fuite de cyclohexane dans une usine chimique le 16 décembre 2002 Chalampé - [Haut-Rhin] France. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Available on http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_23839.jsp [consulted 26/01/2009]

BARPI (8), 2007. Fuite sur une canalisation de MTBE octobre 2004 Port de Stein Pays-Bas. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Available on http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_32818.jsp [consulted 26/01/2009]

BARPI (9), 2006. Pollution des eaux après une explosion dans une usine chimique le 8 juin 1988 Auzouer-en-Touraine – [Indre-et-Loire] France. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Available on http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_161.jsp [consulted 26/01/2009]

BARPI (10), 2006. Pollution des eaux après un incendie dans une usine chimique le 15 juin 1985 Roussillon – [Isère] France. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Available on http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_4997.jsp [consulted 26/01/2009]

BARPI (11), 2006. Rejet d'Acroléine dans le Rhône le 10 juillet 1976 Pierre Bénite – [Rhône] France. BARPI (Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles), Lyon. Available on http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_4999.jsp [consulted 26/01/2009]

CCR (Caisse Centrale de Réassurance), 2009. La CCR réassurance depuis 1946. Available on : <http://www.ccr.fr/fr/entreprise-activite.html> [consulted 26/01/2009]

CEDRE (1), 2008. Accidents Exxon Valdez Fiche de synthèse. CEDRE (Centre de documentation de recherche et d'expérimentation sur les pollutions accidentelles des eaux), Brest. Available on : <http://www.cedre.fr/fr/accident/exxon/exxon.html> [consulted 26/01/2009]

CEDRE (2), 2008. Dommage environnemental en cas de pollutions marines accidentelles. CEDRE (Centre de documentation de recherche et d'expérimentation sur les pollutions accidentelles des eaux), Brest. Available on : <http://www.cedre.fr/fr/rejet/domm/eval.htm> [consulted 26/01/2009]

CEESE-ULB (Centre d'Etudes Economiques et Sociales de l'Environnement), 2007. Evaluation économique des bénéfices environnementaux non-marchands et de la valeur de non-usage réalisés suite à la mise en œuvre des plans de gestion de l'eau et l'atteinte des objectifs environnementaux de la Directive Cadre Eau pour les eaux de surface en Région wallonne. CEESE-ULB, Bruxelles. Available on : <http://dev.ulb.ac.be/ceese/bnm/accueil.php> [consulted 26/01/2009]

ENPC (Ecole Nationale des Ponts et Chaussées), non daté. Adaptation aux événements météorologiques extrêmes : La crue centennale à Paris. ENPC, Paris. Available on : [http://www.enpc.fr/fr/formations/ecole_virt/trav-
eleves/cc/cc0304/crue/crue.htm#_Toc66219604](http://www.enpc.fr/fr/formations/ecole_virt/trav-eleves/cc/cc0304/crue/crue.htm#_Toc66219604) [consulted 26/01/2009]

FACTS (Failure and Accidents Technical information System), 2009. What is FACTS ? Utrecht (NE), FACTS. Available on : <http://www.factsonline.nl/tabid/178/Default.aspx> [consulted 26/01/2009]

Gouvernement du Québec, 2007. Thésaurus de l'activité gouvernementale (TAG). Fiche du Terme Accident Ecologique, Quebec. Available on : <http://www.thesaurus.gouv.qc.ca/tag/terme.do?id=278> [consulted 26/01/2009]

IRMA (Institut des Risques Majeurs), 2008. Les systèmes d'assurance de nos voisins européens. IRMA, Grenoble. Available on : http://www.irma-grenoble.com/05documentation/04dossiers_articles.php?id_DTart=20&id_DT=2

MEDD (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable), 2004. *Crues du Gard 2002 : Retour d'Expérience*. Paris, La Documentation Française, 325 p. Réponses environnement.

MAHB (Major Accident Hazards Bureau), 2001. *MARS (Major Accident Reporting System)*. European Commission Joint Research Center, Ispra (It). Available on : <http://mahbsrv.jrc.it/mars/default.html> [consulted 26/01/2009]

Rideau J.P., 2005. L'analyse économique dans la directive cadre Quels objectifs ? Quels outils ?. Direction de l'eau, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Paris. Présentation Available on http://www.economie.eaufrance.fr/IMG/pdf/051114_DCE_analyse_eco.pdf [consulted 26/01/2009]

TGI Paris (Tribunal de Grande Instance de Paris), 2008. Jugement du 16 janvier 2008. Available on : <http://www.fortunes-de-mer.com/documents%20pdf/jurisprudence/Arrets/7%20TGI%20Paris%2016012008%20Erika.pdf>

Ubyrisk Consultants, 2009. Bases de données. Ubyrisk Consultants, Savignac de Lisle (Fr). Available on : <http://www.catnat.net/donneesstats/bases-de-donnees>

Umweltbundesamt (German Federal Environment Agency), 2007. *ZEMA (Central Reporting and Evaluation Office of Hazardous Incidents and Incidents in Process Engineering Facilities)*. Umweltbundesamt (DE), Dessau-Rosslau. Available on : <http://www.Umweltbundesamt.de/index-e.htm> [consulted 26/01/2009]

Wikipédia (1), [updated 12/12/2008]. Accident. Wikipédia. Available on <http://fr.wikipedia.org/wiki/Accident> [consulted 26/01/2009]

Wikipédia (2), [updated 10/01/2009]. Catastrophe. Wikipédia. Available on <http://fr.wikipedia.org/wiki/Catastrophe> [consulted 26/01/2009]