Base de données ARIA - État au 03/07/2017

Les séismes

Synthèse de l'accidentologie

La base de données ARIA, exploitée par le ministère de la transition écologique et solidaire, recense essentiellement les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu porter atteinte à la santé ou la sécurité publique, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, élevages,... classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses. Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, français ou étrangers sont organisés depuis 1992. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif. La liste des évènements accidentels présentés ci-après ne constitue qu'une sélection de cas illustratifs. Malgré tout le soin apporté à la réalisation de cette synthèse, il est possible que quelques inexactitudes persistent dans les éléments présentés. Merci au lecteur de bien vouloir signaler toute anomalie éventuelle avec mention des sources d'information à l'adresse suivante :

BARPI - 5 Place Jules Ferry, 69006 Lyon / Mel : barpi@developpement-durable.gouv.fr

La base ARIA recense au 3 juillet 2017, 39 événements impliquant des événements naturels du type séisme. La majorité des événements (34 cas) se sont déroulés à l'étranger et principalement au Japon en 2011 (33% des accidents de l'échantillon d'étude). Seulement 5 événements se sont produits en France, dont 2 dans des départements ou territoires d'outre-mer (ARIA 33933 et 33934). Néanmoins, les pays d'Europe (Italie) ne sont pas épargnés (ARIA 42563, 42566). Ce document décrit ainsi les principaux phénomènes dangereux rencontrés après un tremblement de terre. Les conséquences et les causes susceptibles d'amplifier l'impact de ces derniers sont en outre analysées. Quelques éléments de retour d'expérience complètent l'analyse.

1. Les Phénomènes dangereux

La répartition des événements suivant les typologies classiques de phénomènes dangereux (incendie, explosion, rejet de matières dangereuses ou polluantes) est la suivante :

Types de phénomènes dangereux	**Nombre d'accidents**	**% (sur la base des 39 événements)**	**Exemples d'accidents (N° ARIA)**
Incendie	8	21	25630,33273,40256,42427…
Explosion	3	8	40256,8907,14248
Rejet de matières dangereuses ou polluantes	14	36	6305,6306,6307,8907,14248…

Les rejets de matières dangereuses concernent principalement des endommagements à la suite de secousses sismiques sur des capacités de stockages (gazomètre : ARIA 6306, wagons-citernes : ARIA 5741, silo de stockage de bière : ARIA 42930, bacs de produits pétroliers : ARIA 6307, réservoir d'eau incendie : ARIA 33934, vitres de bâtiments : ARIA 42427, équipements sous pression : ARIA 40258…). Des tuyauteries d'usines ou des canalisations de transport sont souvent détériorées (ARIA 14248, 37763, 40256, 48420…). Enfin, des unités de production du type plateforme offshore peuvent être affectées (ARIA 40802), ou plus simplement des barrages (ARIA 47369, 40122).

Lorsque la source d'ignition est connue, les incendies sont liés à :

- Des frottements mécaniques entre la robe et le toit d'un bac de produits pétroliers (ARIA 16148) ;
- L'affaissement d'un pylône électrique entraînant un court-circuit au niveau d'un transformateur (ARIA 33273) ;
- Un déversement d'aluminium fondu (ARIA 42427).

Les explosions sont consécutives à :

- Un désemboîtement d'une tuyauterie de gaz inflammable (butane : ARIA 14248) ;
- Des fuites sur un pipeline d'hydrocarbures (ARIA 8907) ;
- Des BLEVE de sphères de butane/butylène (ARIA 40256 ,40258).

2. Les conséquences

Comme l'indique le tableau ci-après, les séismes sont souvent sources d'importants dégâts matériels sur les édifices industriels (fissuration des murs : ARIA 1907, 33933, 42429 / effondrement de supportage de stockage ou de bâtiments : ARIA 40256, 42563, 42566 / rupture de soudure : ARIA 6307). Le montant des dégâts et des pertes d'exploitation se chiffrent en millions voire en milliards d'euros (ARIA 40256, 40258, 40261…). Le redémarrage des sites après l'événement prend plusieurs mois ou années du fait de l'importance des travaux à réaliser (ARIA 42431).

Nombre d'événements recensés :39

Conséquences	Nombre d'accidents	% (sur la base des 39 événements)	Exemples d'accidents (N° ARIA)
Morts	10	26	8525, 40263, 34594…
Blessés	8	21	20545, 25630, 8525, 40256…
Dommages matériels	31	80	40261,40263,40802,40258…
Sociales	10	26	25630,33273,6306,40258…
Pollution aquatique	9	23	40261,40802,40258,42431…

Les morts sont surtout dus à l'effondrement de structures sur des employés (effondrement de mines : ARIA 8525, 20545, effondrement de bâtiments : ARIA 34594, 42563, 42566…). Les problèmes de glissements de terrain ou de liquéfaction des sols favorisent par ailleurs la fragilisation des bâtis (ARIA 38545, 34594, 33273…).

Les conséquences sociales se matérialisent bien souvent par des privations sur des réseaux d'utilités (électricité : ARIA 6305, 9661, 25630, 33273, gaz naturel : ARIA 6306, eau potable : ARIA 25630, télécommunication : ARIA 9661). Ces perturbations méritent d'être étudiées en amont de l'événement dans le cadre d'un plan de continuité de l'activité. En cas de sinistre notable, l'évacuation des riverains est parfois nécessaire (ARIA 25630).

Les conséquences sur l'environnement sont essentiellement liées à l'épandage de matières polluantes dans les cours d'eau proches, notamment des hydrocarbures : ARIA 6307, 8907…

3. Causes amplifiant l'impact d'un séisme

Si le séisme constitue la cause première de l'événement, des éléments contribuent à l'aggravation de celui-ci comme :

- La non utilisation de normes sismiques dans la construction des bâtiments (ARIA 42563) ;
- L'absence de cartographie d'anciennes galeries souterraines (ARIA 9661) ;
- La non disponibilité des équipements servant à la protection sismique du site (accélérographe en maintenance : ARIA 6304) ;
- L'absence de cuvettes de rétention (ARIA 6305) ;
- Un problème de compactage du remblai d'un barrage lors de sa construction (ARIA 40122).

4. Eléments de retour d'expérience

Parmi les mesures prises par les exploitants à la suite des sinistres figurent :

- La surveillance des barrages (ARIA 38545, 40122) ;
- L'utilisation de capteurs sismiques pour arrêter les opérations en cours dès les premières secousses (ARIA 33273) ;
- La rédaction de procédure d'urgence (ARIA 40258) ;
- L'amélioration de la tenue aux vibrations des équipements situés au plafond (nacelles de convoyage, conduites d'air et tuyauteries, ARIA 42427) ;
- Le renforcement de la tenue au séisme des sols et des zones supportant les équipements de production (pose de piliers en acier : ARIA 42427) ;
- La réduction des risques de blessures par bris en posant des films sur les fenêtres (ARIA 42427) ;

- L'ancrage des stockages au sol (ARIA 42427) ;
- L'installation d'un balisage lumineux des routes d'évacuation (scotch fluorescent) et un éclairage de secours autonome (ARIA 42427) ;
- La création d'un stock de survie pour une autonomie de 3 jours en vivres et en matériel de réparation (ARIA 42427).

5. Bibliographie

Pour de plus amples informations sur les dégâts sur les structures en cas de séisme, des éléments plus détaillés sont téléchargeables sur le nouveau site internet du BARPI :

Panorama des accidents industriels survenus lors du grand séisme du Tohoku (Japon – 11 mars 2011).

Adresse de téléchargement :
https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/synthese/syntheses/panorama-des-accidents-industriels-survenus-lors-du-grand-seisme-du-tohoku-japon-11-mars-2011/

Séismes destructeurs en zone d'aléa modéré en Italie (fiche détaillée d'accident).

Adresse de téléchargement :
https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/files_mf/FD_42563_42566_2012_fr.pdf

Le site internet ARIA du BARPI, initialement créé en 2001, a fait l'objet d'une refonte en profondeur. Pour mieux vous satisfaire, une *nouvelle version* a vu le jour en juin 2017.

www.aria.developpement-durable.gouv.fr

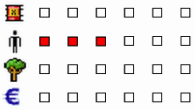
Accidents français

Séisme

ARIA 9661 - 15/07/1996 - 73 - CHANAZ
Naf YY.YY : Activité indéterminée

Un séisme de magnitude 3,2 sur l'échelle de Richter provoque un affaissement de chaussée sur une départementale (200 m de longueur - 2,5 à 4 m de profondeur) et la formation d'un cratère (15 m de diamètre - 20 m de profondeur). Le réseau électrique et le téléphone sont coupés, 3 maisons sont évacuées et 2 à 8 autres sont menacées. Un lotissement de 13 villas et de logements HLM est isolé du village. L'étendue des dommages est liée à la présence d'anciennes galeries d'extraction de pierres à chaux abandonnées en 1945 et qui ne figurent sur aucune cartographie.

Effondrement d'une galerie de mine.



ARIA 20545 - 21/06/2001 - 57 - ROSBRUCK
Naf 05.10 : Extraction de houille

Un séisme d'origine minière, d'une magnitude de 3,6 sur l'échelle de Richter et à 6 km au Sud ouest de Sarrebrück provoque la ruine d'une galerie de mine, ainsi qu'un accident collectif. Un mineur est tué, 4 mineurs sont gravement blessés et 22 autres plus légèrement blessés. Toutes les victimes seront remontées au jour. Outre les équipes de secours du site, 20 pompiers ont été engagés.

Seisme.

ARIA 33933 - 29/11/2007 - 972 - FORT-DE-FRANCE
Naf 35.11 : Production d'électricité

Un séisme d'une intensité de V à VI sur l'échelle MSK (7,3 sur l'échelle de Richter) entraîne quelques fissures sur des locaux administratifs d'une entreprise de production d'électricité sans endommager les installations de production.

Séisme.

ARIA 33934 - 29/11/2007 - 972 - LE FRANCOIS
Naf 11.01 : Production de boissons alcooliques distillées

Un séisme d'intensité V à VI sur l'échelle MSK (7,3 sur l'échelle de Richter) endommage une distillerie : des attaches de cuves de stockage se sont tordues sans constat de fuite, des murs se sont fissurés de même qu'un réservoir d'eau d'incendie entraînant une perte d'eau et un faux plafond s'est effondré.

Surveillance d'un barrage après un séisme

ARIA 38545 - 30/06/2010 - 85 - MERVENT
Naf 36.00 : Captage, traitement et distribution d'eau

A 9h15, un séisme de magnitude 4,3 sur l'échelle de Richter dont l'épicentre est localisé à 15 km au nord de Niort, touche le département de la Vendée. Des bris de vitres et de petits glissements de terrain sont constatés à proximité d'un barrage sur la rivière VENDEE par son exploitant. Construit dans les années 1950, cet ouvrage génère une retenue d'eau évaluée à 8 millions de m³. En cas de rupture, la partie basse de Fontenay-le-Comte (3 000 habitants sur 15 000) serait submergée en 15 à 30 minutes. Le Sous-Préfet, des agents de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) et un ingénieur d'un service administratif en charge du contrôle des barrages se rendent sur les lieux. Une auscultation de l'ouvrage avec un premier relevé portant sur 67 points, effectuée à la demande du Préfet ne montre pas d'anomalie. Une surveillance particulière est demandée à l'exploitant et de nouveaux relevés sont prévus hebdomadairement sur une période d'un mois.

Accidents étrangers

Fuites suivies d'une explosion (UVCE).

ARIA 14248 - 02/07/1952 - ETATS-UNIS - BAKERFIELD
Naf YY.YY : Activité indéterminée

Après un tremblement de terre, diverses fuites se produisent sur un stockage de butane à la suite du désemboîtement de lignes sans rupture franche. Un nuage couvrant une surface de 2 ha se forme et explose (UVCE).

Effets du séisme de Miyagi

ARIA 6304 - 12/06/1978 - JAPON - SENDAI
Naf 35.11 : Production d'électricité

Une centrale thermique est affectée à 100 km de l'épicentre du séisme de Miyagi-Ken-Oki (Ms = 7,4). Les 2 chaudières de 350 et 600 MW, construites en 1971 et 1973, subissent des dommages limités : quelques tubulures horizontales d'espacement sont coupées, et le balancement de certains équipements suspendus contre leurs structures porteuses causent certains dégâts. Des éléments de bardage des bâtiments sont arrachés de leur fixation. Le montant des vérifications et réparations à réaliser s'élève à 1,5 millions de dollars (9 MF). L'accélérographe SMAC de l'établissement étant en maintenance, l'accélération horizontale subit par les unités n'est pas mesurée, mais des alarmes encore opérationnelles calibrées à 0,15 g sont déclenchées.

Effets du séisme de Miyagi

ARIA 6305 - 12/06/1978 - JAPON - IZUMI
Naf 35.13 : Distribution d'électricité

Un poste de transformation électrique est affecté à 100 km de l'épicentre du séisme de Miyagi-Ken-Oki (Ms = 7,4). De nombreux isolateurs et coupe-circuit, en céramique se décrochent et tombent des structures. Les transformateurs principaux sont endommagés par des bris isolateurs de passage et de traversée des conducteurs électriques. En l'absence de cuvettes de rétention, des quantités importantes d'huile de refroidissement se répandent sur le sol par des fissures causées sur les parois et capacités de réserve. Les réparations principales sont conduites en 10 jours. Le poste étant construit sur des reliefs, il n'y a pas de différence significative de comportement des équipements entre les zones remblayées et les zones terrassées.

Effets dus séisme de Miyagi

ARIA 6306 - 12/06/1978 - JAPON - HARANOMACHI
Naf 35.22 : Distribution de combustibles gazeux par conduites

Un centre de stockage de gaz est affecté à 100 km de l'épicentre du séisme de Miyagi-Ken-Oki (Ms = 7,4). Un gazomètre à 3 sections de 38 m de diamètre et 27 m de haut, contenant 14 000 m³ de propane à une pression de 1 kg/m², s'effondre. Le gaz s'allume presque instantanément, et brûle pendant 25 mn. On constate des fissures de 1,50 m dans la paroi des sections cylindriques en tôle de 10 mm, avec raidisseurs tous les 2 à 3 m. Leur chute, entraînant les poutrelles de support, cause d'importants dégâts sur le réseau de conduites. En revanche, des sphères de propane liquéfié, munies de 8 pieds renforcés par croisillons, ne sont pas affectées d'une manière significative.

Effets du séisme de Miyagi

ARIA 6307 - 21/06/1978 - JAPON - SENDAI
Naf 19.20 : Raffinage du pétrole

Une raffinerie est affectée à 100 km de l'épicentre du séisme de Miyagi-Ken-Oki (Ms = 7,4, accélération horizontale locale 1/5 à 1/3 g). Les dégâts les plus importants, concentrés à l'Est du terrain de 160 ha occupé, concernent principalement 3 bacs à toit fixe de 23 000 m³ de Top Crude, produit noir issu du topping. A la suite des ruptures occasionnées sur les soudures robe/fond, un total de 68 100 m³ de produit se déversent dans la cuvette de rétention commune au 3 bacs, de capacité 23 000 m³. Le surplus se répand dans l'ensemble du site et s'écoule à l'extérieur jusqu'au port. Des sphères de GPL munies de 10 pieds renforcés par croisillons de forte section sont intactes. Les unités de raffinage sont inspectées en totalité avant redémarrage.

Inclinaison d'un réservoir de 13 000 t d'ammoniac

ARIA 29002 - 01/01/1982 - ALGERIE - ARZEW
Naf ZZ.ZZ : Origine inconnue

L'inclinaison d'un stockage de 13 000 t d'ammoniac est constatée, sans qu'aucun déversement de produit n'ait lieu. Un tremblement de terre pourrait être à l'origine de cette déstabilisation. Néanmoins, un an plus tôt, la présence de glace avait été repérée sous les fondations non ventilées du stockage. (date précise de l'incident non connue)

Endommagement d'une centrale hydroélectrique.

ARIA 1907 - 26/04/1990 - CHINE - TANGGEMU - HEKA
Naf 35.11 : Production d'électricité

A la suite d'un tremblement de terre, une centrale hydroélectrique est endommagée. Des fissurations sont observées sur certains murs de l'unité. Les dommages ne sont pas jugés suffisamment significatifs pour arrêter la production.

Déraillement d'un train provoqué par un séisme

ARIA 5741 - 01/01/1994 - ETATS-UNIS - NORTHRIDGE
Naf 49.20 : Transports ferroviaires de fret

Un séisme provoque le déraillement d'un train de marchandises comportant 64 wagons et wagons-citernes. Une fuite est détectée sur un wagon-citerne contenant de l'acide sulfurique, elle est rapidement colmatée par un service spécialisé.

Explosion près d'un oléoduc

ARIA 8907 - 01/06/1995 - RUSSIE - ILE DE SAKHALINE
Naf 49.50 : Transports par conduites

Une violente explosion se produit le 1/6/95 vers 12 h 30 dans le Nord-Ouest de l'île Sakhaline, formant un champignon de fumée de plusieurs centaines de mètres, à hauteur de l'oléoduc principal de l'île qui passe sous la mer. L'explosion se produit dans une zone inhabitée et sans accès terrestre. Un ouvrier du pétrole a par ailleurs affirmé qu'outre les immeubles détruits par le séisme qui a frappé la région le 27/5/95, ce dernier a provoqué 16 fractures dans les différents oléoducs qui traversent la région. Les vannes sont fermées, mais le pétrole s'est tout de même déversé dans plusieurs cours d'eau.

Effondrement dans une mine d'or

ARIA 8525 - 30/01/1996 - AFRIQUE DU SUD - CARLETONVILLE
Naf 07.29 : Extraction d'autres minerais de métaux non ferreux

Une mine d'or, située à 1 724 m sous terre, s'effondre à la suite d'un tremblement de terre de 2,3 sur l'échelle de Richter. Les secours interviennent. On déplore 2 morts et 3 disparus. Au total, 11 personnes sont secourues. La production reprend le lendemain, excepté dans l'aire où l'accident s'est produit.

Feu d'un dépôt d'hydrocarbure

ARIA 16148 - 17/08/1999 - TURQUIE - IZMIT
Naf 19.20 : Raffinage du pétrole

Dans la plus grande raffinerie du pays située à 110 km au SE d'Istanbul, un feu se déclenche à la suite d'un violent séisme (6,7 RICHTER) dans un parc de stockage regroupant 60 bacs. Le sinistre aurait été initié par des frottements mécaniques entre le toit et la robe d'un bac. Des projections de produit enflamment 3 autres bacs situés à proximité, 8 autres bacs sont ensuite touchés. Le feu semble s'être arrêté puis avoir repris sur certains bacs. Au total, 6 bacs se sont affaissés sans s'ouvrir. Aucun phénomène type feu de cuvette, boil over ou éclatement de bac n'a été observé.

Deux séismes frappent le japon et provoque l'incendie d'une raffinerie.

ARIA 25630 - 26/09/2003 - JAPON - TOMAKOMAI
Naf 19.20 : Raffinage du pétrole

Deux séismes de degrés 8 (à 4h50) puis 7 (à 6h08) sur l'échelle ouverte de Richter secouent l'île septentrionale de Hokkaido (séismes les plus violents depuis le 04.10.1994). Le bilan global des secousses est de un mort, 2 disparus et au moins 600 blessés, selon les autorités et les médias. Par ailleurs, 46 000 personnes sont évacuées. Des coupures de courant affectent la population. Ces séismes et leurs répliques (une vingtaine) causent pourtant relativement peu de dommages matériels selon les sources locales, l'épicentre se situant en mer (80 km des côtes). Cependant, le système de contrôle aérien de l'aéroport local est paralysé pendant plusieurs heures, un train déraille, des voies de circulation sont impraticables du fait de la présence de craquelures, 243 00 foyers sont privés d'électricité dans 6 villes alentours. Les autorités mettent en place une cellule de crise : des convois approvisionnent les villes en eau potable notamment. Les secousses provoquent aussi des incendies dans une raffinerie de la côte pacifique de l'île : un bac de brut de 30 000 m³ prend feu le jour des secousses principales (26.09) et les pompiers locaux munis de 19 camions le maîtrisent en 7 h. 2 jours plus tard, un bac de 32 000 m³ de naphta prend feu à son tour. Le bac s'affaisse dans l'après-midi, la structure restant debout mesurant 5 m dans sa partie la plus basse et le niveau d'hydrocarbure étant estimé à 2 m. L'incendie de ce bac sera maîtrisé au terme de 44 h de lutte. Sur ce site, il n'est fait état d'aucune victime.

Violent séisme et fuite d'eau radioactive

ARIA 33273 - 16/07/2007 - JAPON - KASHIWAZAKI
Naf 35.11 : Production d'électricité

Un séisme d'une magnitude de 6,8 sur l'échelle de Richter vers 1h15 sur l'île principale du Japon " Honshu", touche la plus grande centrale nucléaire du pays (8,212 mégawatts) située à 9 km de l'épicentre. Les 7 réacteurs de la centrale, dotés de capteurs sismiques, s'arrêtent automatiquement pendant le tremblement de terre. Un feu se déclare sur un transformateur électrique à l'extérieur du bâtiment du réacteur de la tranche 3. Cet accident résulterait de l'affaissement du sol au niveau d'un pylône soutenant des câbles électriques, ce qui aurait entraîné un court-circuit et l'inflammation d'huile par les étincelles produites. Le système d'extinction aurait aussi été endommagé par cet affaissement du sol. L'incendie est maîtrisé 2 h après le départ du feu ; l'exploitant a reconnu par la suite « une certaine inefficacité dans ses mesures d'extinction ». Deux petites fuites d'eau légèrement radioactive (1,2 m³ à 90 000 Bq) s'écoulant dans la Mer du Japon se produisent mais sont déclarées sans conséquence pour la santé humaine ni pour l'environnement. 438 fûts d'acier hermétiques destinés à

recueillir les gants et autres vêtements potentiellement irradiés se sont aussi renversés lors de la secousse, et 40 % d'entre eux se seraient ouverts sous le choc. Au total, 67 anomalies seront recensées mais elles ne mettraient pas en cause le maintien de l'état sûr de l'établissement. Les contrôles, les réparations et les études nécessaires avant redémarrage dureront certainement plusieurs mois.

La centrale nucléaire, qui n'était pas conçue pour un séisme aussi fort, sera fermée pour une période indéterminée provoquant, du fait des pics de consommation estivaux, un risque imminent de pénurie d'électricité et la mise en oeuvre de mesures d'urgences : réduction de la consommation des établissements industriels importants, remise en service d'une ancienne centrale hydraulique. Aucun des employés de la centrale nucléaire n'a été exposé à des radiations. Le séisme est en outre à l'origine du décès de 10 personnes et 1000 blessés, de la destruction totale de 340 immeubles et partielle de 500 immeubles.

Séisme

ARIA 34594 - 12/05/2008 - CHINE - NC
Naf YY.YY : Activité indéterminée

Un séisme de magnitude de 7,8 sur l'échelle de Richter a lieu vers 14h30 heure locale au sud-ouest de la Chine. L'épicentre est situé sur les contreforts du plateau tibétain, au nord de la province du Sichuan. La secousse est ressentie à des milliers de kilomètre : Pékin, Shangai, Taipeh, la Thaïlande et le Vietnam. Une cimenterie est arrêtée, 2 usines chimiques s'effondrent ensevelissant des centaines d'employés à Shifang. Une fuite de 80 t d'ammoniac nécessite l'évacuation de 6 000 riverains. Selon la presse, quelque 600 personnes ont trouvé la mort dans la ville de Shifang où s'est produite une importante fuite de substances chimiques. En outre, des centaines de barrages sont endommagés et un risque de rupture de 35 lacs naturels provoqué par des glissements de terrain menace 700 000 personnes. Le bilan provisoire de l'accident fait état de 69 019 morts, 373 573 blessés et 18 627 disparus ; 15 millions d'habitations sont détruites et des millions de rescapés sont sans logement. Ce séisme est le plus grave qu'ait connu la chine depuis celui de Tangshan en 1976 dans la province de Hebei, non loin de Pékin, qui avait tué, selon les chiffres officiels, 240 000 personnes.

Rupture de canalisations de gaz lors d'un séisme

ARIA 37763 - 09/01/2010 - ETATS-UNIS - NC
Naf 35.22 : Distribution de combustibles gazeux par conduites

Un séisme de magnitude 6,5 au large des côtes de la Californie provoque la rupture de plusieurs canalisations de gaz. L'épicentre, qui se situait à 35 km à l'ouest de Ferndale et à 360 km au nord-ouest de Sacramento, a été ressenti jusque dans l'état d'Oregon, à l'ouest, et à Santa Cruz au sud.

Rupture d'un barrage agricole suite à un séisme

ARIA 40122 - 11/03/2011 - JAPON - SUKAGAWA
Naf 36.00 : Captage, traitement et distribution d'eau

Quelques dizaines de minutes après un violent séisme (Mw =9, à 14 h 46) ayant frappé le nord-est du Japon, un barrage d'irrigation en terre sur l'ABUKUMA, terminé en 1949 (hauteur 18,5 m, longueur 133 m) et générant une retenue de 1,5 Mm³, cède à 15h06 par glissement du corps du barrage et rupture quand sa partie haute est submergée. Des habitants déclarent avoir entendu une explosion sourde avant le déferlement. Huit personnes sont tuées, 5 maisons sont emportées en contrebas du barrage. D'autres maisons sont endommagées, ainsi que des routes et un pont. Le barrage était conçu pour résister à des accélération au sol de 1,5 m/s² mais celles-ci ont atteint 4,4 m/s² le jour de la catastrophe.

Une enquête montre une résistance insuffisante des matériaux de la partie médiane et supérieure du remblai due à un compactage insuffisant lors de la construction au début des années 1940 et aggravée

par des hétérogénéités entre les différentes couches de matériaux posés aux différentes époques de construction (pendant et après la 2de guerre mondiale), avec de possibles infiltrations non traitées à la reprise du chantier. De plus, la présence d'une couche de matériau à forte teneur en matières organiques indique un probable défaut de décapage lors du début des travaux.

L'inspection de 400 barrages, ordonnée à la suite du séisme, s'étale sur plusieurs jours et permet de déceler sur 10 % d'entre eux, en majorité des ouvrages en remblais, des désordres (fissures en crête ou sur le masque amont) ou un comportement inhabituel (augmentation du débit de fuite, tassements). 252 ouvrages sont inspectés le jour même du séisme. Au moment de la rupture, le barrage sur l'ABUKUMA n'avait pas encore été contrôlé.

La durée exceptionnelle du séisme a conduit les autorités japonaises à réévaluer l'impact sur les barrages d'une sollicitation cyclique intense et prolongée.

Bleve de sphères GPL dans une raffinerie suite à un séisme

ARIA 40256 - 11/03/2011 - JAPON - CHIBA
Naf 19.20 : Raffinage du pétrole

Un séisme majeur (Mw = 9) touche l'île de Honshu à 14h46. Une fuite sur une canalisation portuaire de GPL est détectée à 15h35 dans la raffinerie d'un grand complexe pétrochimique de la baie de Tokyo. La flaque de gaz se répand à 15h48 sur le parc adjacent de 17 sphères de butane / butylène et s'enflamme sur une source d'ignition inconnue. L'incendie se développe rapidement, entraînant la chute de la plupart des sphères dont les pieds se rompent et 5 BLEVE (boiling liquid expanding vapor explosion) en cascade avec une boule de feu de 600 m de diamètre pour le principal. Le sinistre étant incontrôlable en raison des flux thermiques considérables, les pompiers de la raffinerie, aidés des secours publics arrivés à 16h04, protègent les installations proches : bacs, vapocraqueur.... Des petits départs de feu sur les vapocraqueurs de polyéthylène et polypropylène les plus proches sont maîtrisés dans la nuit, mais l'incendie perdurera 10 jours. Un blessé grave et 5 légers sont à déplorer parmi les employés.

En raison des dommages provoqués les semaines suivantes sur les unités de raffinage par le séisme et ses nombreuses répliques, dont 63 de magnitude > 6, la raffinerie ne reprend ses activités hors stockage d'hydrocarbures que 9 mois plus tard. Le parc de sphères est reconstruit et mis en service 2 ans après. Les pertes d'exploitation s'élèvent ainsi à plusieurs dizaines de millions d'euros pour un coût total des sinistres évalué à 100 millions d'euros (2011). Une autre raffinerie est aussi endommagée au nord-est du Japon (ARIA 40258).

La fuite initiale de GPL par écrasement d'une canalisation, résulte de l'effondrement d'une sphère en surplomb remplie d'eau pour une épreuve hydraulique après la 1ère réplique du séisme principal. La secousse principale (accélération de 0,1 m/s²) a fragilisé la structure porteuse en fissurant les croisillons, puis a conduit à la rupture des pieds de soutènement lors de la 1ère réplique de magnitude 7,2 (accélération de 0,99 m/s²) à 15h15. La conception adaptée de la structure au risque sismique pour une charge en gaz ne prenait pas en compte la surcharge due au remplissage en eau du réservoir. De surcroît, la mise en sécurité automatique du circuit de transport de gaz déclenchée par les sismomètres était inopérante sur cette partie du réseau, la vanne de coupure automatique étant shuntée en position ouverte à la suite de problèmes antérieurs de commande pneumatique. La procédure temporaire de fermeture manuelle de cette vanne dans l'attente de la réparation n'a pu être mise en oeuvre en raison d'une flaque importante de GPL.

L'exploitant envisage plusieurs mesures :

- réduction de la durée de présence de l'eau dans les sphères en épreuves hydrauliques, celle-ci ayant été jugée anormalement longue lors de l'accident,
- surcharge en eau de la capacité prise en compte lors de la conception des structures des nouvelles sphères,
- isolement et vidange systématiques des réseaux de gaz proches des sphères en épreuve hydraulique,
- accentuation de la flexibilité des nouveaux réseaux de transport de gaz sur site pour amortir les déplacements multidirectionnels importants lors des séismes majeurs.

Incendie d'une raffinerie suite à un séisme suivi d'un tsunami

ARIA 40258 - 11/03/2011 - JAPON - SENDAI
Naf 19.20 : Raffinage du pétrole

Un séisme majeur (Mw = 9) frappe à 14h46 le nord-est du Japon. L'accélération au sol mesurée dans le port industriel de Sendai, à 140 km de l'épicentre est comprise entre 3,15 à 4 m/s². Une raffinerie portuaire en léger surplomb est frappée à 15 h par un tsunami avec une hauteur de vague de 2 à 3 m (vague de 6 à 7 m dans le port). Cette 1ère submersion est suivie d'une succession de vagues jusqu'à 15h50. Un affaissement général du site de 40 cm et une érosion des terrains en bord de mer sont observés. Peu avant l'arrivée du tsunami, la majorité des 200 employés se met à l'abri en hauteur avant d'évacuer le site en soirée, mais 4 employés périssent lors de l'inspection des unités après les premières secousses (inspection par le responsable de chaque unité prévue dans les procédures). N'ayant pu gagner à temps les points d'évacuation en hauteur, ils ont été emportés par le tsunami.

Le séisme et ses répliques fragilisent et détruisent en partie les fondations et les bases en béton des réacteurs et de plusieurs échangeurs, ainsi que le flamboiement de plusieurs cheminées. Le tsunami submerge rapidement certaines salles de contrôle des unités et le rez-de-chaussée des bâtiments administratifs. Les vagues renversent 8 wagons de GPL et emportent des voitures qui percutent et endommagent les structures de soutènement des installations de craquage catalytique.

De nombreuses infrastructures sont atteintes : murets de rétention emportés, canalisations de transport d'hydrocarbures soulevées, tordues ou arrachées, produits déversés dans les cuvettes de rétention... Si la plupart des bacs de stockage résistent grâce aux digues de protection, d'immenses tâches d'hydrocarbures (HC) révèlent une pollution massive du port après éventrement d'un bac de 100 000 m³ de pétrole brut en bordure d'estuaire au nord ouest du site. Les reflux lessivent les sols et déplacent des petits bacs d'hydrocarbures et de bitume, en entraînant des ruptures de liaison virole / fond après inclinaison de certains bacs ou à la suite de pressions hydrostatiques trop importantes. Un feu se déclare à 21h25 au poste de chargement route/fer. L'exploitant, qui a perdu 8 engins d'extinction, et les pompiers de la commune ne peuvent intervenir durant 48 h en raison des répliques du séisme et des risques de nouveaux tsunamis obligeant à évacuer le personnel. L'incendie impacte certains réservoirs, détruit la zone de chargement dont 65 wagons et se propage au parc de réservoirs de GPL voisin qui brûleront 4 jours durant. La perte des utilités entraîne notamment l'arrêt du système cryogénique de refroidissement des sphères de gaz de la raffinerie. Un torchage intensif des gaz permet de réguler la montée en pression des capacités de gaz.

L'incendie est maîtrisé le 15 mars à 14h30. Les dommages et pertes d'exploitation sont évalués à 920 millions d'euros dont plus de 500 millions d'euros de réparation. Une autre raffinerie est atteinte dans la baie de Tokyo (ARIA 40 256), 4 autres peu endommagées redémarrent leurs activités après 4 jours d'arrêt.

Les activités de transfert et de stockage de la raffinerie redémarrent 2 mois après le séisme, mais les unités de raffinage gravement endommagées ne redémarreront partiellement qu'en janvier 2012, puis à 100 % en mars 2012.

L'exploitant envisage plusieurs mesures :

- élévation des portes et fenêtres étanches dans les locaux électriques,
- mise en étage à plus de 4 m de l'instrumentation, des équipements et systèmes de contrôle et à plus de 8 m des documents sensibles, des matériels de secours et des serveurs informatiques.

Une nouvelle procédure d'alerte au tsunami est rédigée en supprimant la ronde de contrôle de la mise en sécurité des installations.

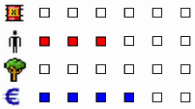
Endommagement d'une centrale thermique lors d'un séisme suivi d'un tsunami

ARIA 40261 - 11/03/2011 - JAPON - HIRONO
Naf 35.11 : Production d'électricité

Un séisme majeur (Mw = 9) frappe le nord-est du Japon à 14h46, suivi à 15h48 par un méga-tsunami (vagues de 8 à 9 m sur la côte) qui submerge la digue protégeant la centrale thermique côtière de HIRONO (mxite charbon et fioul, à 10 km au sud de FUKUSHIMA DAI-ICHI) et

l'envahit sur 5 à 6 m de haut. Les deux unités en fonctionnement se mettent automatiquement en sécurité. Dès la fin des premières secousses, une douzaine d'ouvriers qui travaillent au montage d'une nouvelle unité descendent des échafaudages et courent se réfugier sur une colline désignée comme point d'évacuation à 1 000 m de là. Les 20 employés qui assurent le contrôle des 5 unités en service sont en réunion à ce moment-là et se réfugient au 3ème étage du bâtiment principal, au niveau de la salle de contrôle. Quelques opérateurs essaient de protéger les équipements avant l'arrivée du tsunami pendant que l'un d'eux actionne la sirène d'alerte tsunami. Les 1 400 ouvriers et employés présents sur le site réussissent à rallier les points d'évacuation avant l'arrivée du tsunami. Les dégâts sont très importants et se chiffrent à plusieurs centaines de millions d'Euros : destruction des installations portuaires, bacs de stockage arrachés avec pertes de fioul, locaux techniques et matériel de maintenance balayés, voies de circulation détruites, rez-de-chaussée des bâtiments turbines envahis par la boue, les carcasses de voiture des employés et les sédiments. 3 unités de génération à charbon (P= 2 200 MW) et 2 au fioul (P= 1 600 MW) sont endommagées et ne redémarrent que le 31 août (5 mois après). Au total, l'exploitant perd 18 % de sa capacité de production d'électricité thermique dans la région du TOHOKU car 2 autres de ses centrales thermiques plus au sud ont aussi été endommagées : 1 au fioul à KASHIMA (4 unités sur 6, soit 3 200 MW perdus) et 1 à charbon à HITACHINAKA (1 unité de 1 000 MW). Plus au nord, le centrale thermique côtière de HARAMACHI (charbon), exploitée par un autre opérateur, est elle aussi touchée par le séisme qui provoque un départ de feu suite à une fuite d'huile sur une turbine. Le tsunami la submerge et provoque la mort d'un employé pendant son évacuation. Un bateau, les stockages extérieurs et les installations de convoyage du charbon sont aussi endommagés.

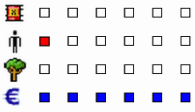
Endommagement d'une usine de transformation de poisson par un séisme suivi d'un tsunami.



ARIA 40263 - 11/03/2011 - JAPON - ISHINOMAKI
Naf 10.20 : Transformation et conservation de poisson, de crustacés et de mollusques

Un séisme majeur (Mw = 9) frappe le port d'Ishinomaki à 14 h 46, suivi à 15 h 26 par un méga-tsunami (vagues de 8,5 m) qui submerge sur 2 à 7 m une usine de transformation et de congélation de fruits de mer. Le directeur de l'usine, ayant compris que l'intensité exceptionnelle des secousses sismiques risquait de provoquer un tsunami très important, ordonne aux 140 employés présents d'évacuer en hauteur grâce au réseau de haut parleur reliant les 2 sites de la société. Sur le 2ième site annexe situé sur l'autre rive de l'estuaire divisant le port, les 5 employés hésitent à évacuer à pied et décident de prendre une voiture. Celle-ci se retrouve piégée dans les bouchons au niveau du pont enjambant l'estuaire et se fait submerger par le premier train de vagues, seul un passager, arraché à la voiture, survit. Le reste des employés s'est replié en bon ordre sur la colline derrière le site ou sur le toit du bâtiment administratif le plus élevé. Ils attendront les secours pendant 3 jours avec les autres rescapés, dont les employés réfugiés sur le toit la première nuit. Plus de 85 % des bâtiments de l'usine, la plupart des équipements et machines de production sont gravement endommagés par le tsunami et les débris de véhicules ou de bateaux. Le nettoyage et de réparation sont lancées 3 semaines après et l'activité redémarre partiellement 4 mois après, mais 65 % des employés doivent être licenciés. Les pertes de production et les dommages sont estimés à 25 millions d'Euros (2011). L'affaissement du sol de 80 cm rend le site inondable par fortes marées et la commune envisage de le relocaliser plus en hauteur. De nombreuses usines de transformation de poissons et de fruits de mer sont gravement endommagées dans le port d'Ishinomaki mais aussi dans les autres ports de pêche de la région du Tohoku : Ofunato, Kesen-numa, Otsuchi, Onahama.

Séisme et tsunami dans un complexe pétrochimique portuaire



ARIA 42424 - 11/03/2011 - JAPON - KASHIMA
Naf 20.13 : Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base

Un méga-tsunami (hauteur sur la côte 7 m), provoqué par un important séisme (Mw = 9, le grand séisme du Tohoku, accélérations > 2,5 m/s²), atteint vers 15h32 un complexe pétrochimique localisé dans une zone industrielle portuaire. Les 850 employés et 1 100 sous-traitants des diverses entreprises du complexe évacuent le site après les premières secousses survenues vers

14h46, une fois les unités de production mises en sécurité (torchage des produits en cours de fabrication, coupure des canalisations de matières dangereuses et des utilités, arrêt des fours...). Le tsunami, haut de 4,7 à 8,4 m (amplifié dans le chenal), submerge à 15h30 puis à 16h40 une partie des installations. En fin d'après-midi, une nouvelle phase de mise en sécurité des installations est lancée dès que le reflux du tsunami le permet. Quelques employés ont été légèrement blessés lors des premières secousses sismiques. Les dommages sont importants : outre la perte des utilités (gaz, électricité, station de pompage de l'eau de mer submergée), des canalisations sont déplacées et déformées et leur calorifugeage détruit. Des bacs de stockage ont subit un phénomène de coulage de leurs toits (sloshing) et les voiries et fondations de certaines installations se sont enfoncées de 8 à 70 cm (phénomène de liquéfaction des sols). Le tsunami a détruit des quais de chargement et tordu des canalisations, inondé des bâtiments techniques et des stockages, noyé la station de pompage d'eau de mer, rendu le chenal principal impraticable et arraché un navire chimiquier à ses amarres : à la dérive, celui-ci endommage plusieurs canalisations portuaires.

Le montant des dommages et pertes de production de la vingtaine d'entreprises pétrochimiques opérant sur le site dépasse les 1 500 millions d'Euros (2011).

Le chenal d'accès est dragué des sédiments qui l'encombre pendant plus de 4 mois, et les diverses unités pétrochimiques redémarrent progressivement entre 1 mois et 6 mois après la catastrophe, selon la gravité des dommages subis.

Incendie et dommages suite à un séisme et tsunami dans un complexe sidérurgique

ARIA 42425 - 11/03/2011 - JAPON - KASHIMA
Naf 24.1 : Sidérurgie

Un méga-tsunami (hauteur sur la côte 6 m), provoqué par un important séisme (Mw = 9, le grand séisme du Tohoku), atteint vers 15h48 un complexe sidérurgique intégré (hauts-fourneaux et aciérie, centrale thermique) localisé dans une zone industrielle portuaire. Dès la fin des premières secousses sismiques vers 14h50, les 120 unités du site sont mises en sécurité et les 3 000 employés et sous-traitant évacuent vers 15h20 avec leurs rations de secours vers la colline située à l'arrière du complexe. Vers 15 h, un incendie se déclenche en partie haute du gazomètre stockant le gaz de coke suite aux dommages subis lors des secousses sismiques. Vers 17h30, la reconnaissance des victimes se termine et se révèle négative. La base du four à coke, des tuyauteries d'eau, de vapeurs et gaz de coke ainsi que le convoyeurs d'agglomérés sont endommagés par le séisme. Le tsunami a noyé la partie basse du complexe, emporté une partie des stockages de biomasse (charbon et bois) et endommagé plusieurs quais et grues portuaires. Les navires en cours de déchargement de charbon ou de chargement de produits sidérurgiques sont arrachés à leurs amarres et partent à la dérive dans le port, l'un d'entre eux finira par s'échouer à l'entrée du chenal d'accès au port. L'incendie du gazomètre est maîtrisé le lendemain à 12 h et des renforts extérieurs (300 employés et 2 500 sous-traitants) arrivent dans la soirée pour commencer les réparations. L'activité redémarre progressivement 4 jours après et le complexe retrouve sa pleine production 1,5 mois après. Le montant des dommages est évalué à 600 millions d'Euros (2011).

Submersion partielle d'une cimenterie par un tsunami

ARIA 42426 - 11/03/2011 - JAPON - OFUNATO
Naf 23.51 : Fabrication de ciment

Un méga-tsunami (hauteur sur la côte 9,5 m), provoqué par un important séisme (Mw = 9, le grand séisme du Tohoku), atteint vers 14h54 une usine de ciment située en zone portuaire. Dès les premières secousses survenues vers 14h46, les 156 employés évacuent en hauteur et les installations sont mises en sécurité. La partie basse du site est noyée sous 5 à 6 m d'eau, provoquant d'importants dommages mais pas de victimes. Un navire vraquier au poste de chargement de ciment a le temps de larguer les amarres et d'affronter les vagues de face quand elles se présentent dans le port. Les bacs de fioul alimentant les fours rotatifs, le stock de déchets à incinérer et les stockages en vrac de matières premières minérales (argile, silice...) situés en bord de mer sont balayés par le tsunami. Un des 2 fours rotatifs, celui situé le plus bas, est noyé. Une partie des infrastructures portuaires est détruite : quais et grues de déchargement, silos et entrepôts de stockages, lignes et

station de transformation électrique, infrastructure ferroviaire reliant le site à une zone d'extraction de calcaire. Un convoi routier de secours envoyé par le siège de l'entreprise arrive sur le site 6 jours après avec des vivres et du matériel de réparation. Le montant des dommages est estimé à 92 millions d'Euros. Le four rotatif intact est redémarré 2 mois après et ses installations sont adaptées afin de pouvoir brûler les déchets générés par le tsunami dans la région (désalinisation préalable). La production de ciment reprend 8 mois après et le 2ème four 9 mois après pour augmenter la capacité d'incinération des déchets préalablement dessalés.

Départ de feu dans une usine de moteur suite à un séisme

ARIA 42427 - 11/03/2011 - JAPON - IWAKI
Naf 29.1 : Construction de véhicules automobiles

Un violent séisme (Mw = 9) frappe à 14h46 une usine de fabrication de moteurs automobiles localisée dans une zone industrielle portuaire. Construite en hauteur (+ 10,5 m au-dessus du niveau de la mer) et éloignée de la cote (2 km), l'usine échappe au tsunami de 3,3 m qui submerge le port d'Iwaki vers 15h08 mais le bâtiment principal subit de nombreux dommages sismiques. Quelques minutes après les premières secousses, un départ de feu se produit au niveau de la ligne de moulage des blocs moteurs à la suite d'un déversement d'aluminium fondu. Le foyer est maîtrisé par les employés en poste aux moyens d'extincteurs. De nombreux équipements suspendus sont tombés au sol : nacelles de convoyage de pièces, conduites d'air, faux plafonds, bloc de hauts-parleurs. Des armoires dans les bureaux et la cafétéria - ainsi que moteurs en cours d'assemblage - ont chuté au sol, des murs extérieurs sont fissurés et des sols se sont affaissés par endroit sur 13 à 15 cm, de nombreuses vitres et éclairages se sont brisés. L'alimentation en eau reste coupée pendant 40 jours et la station de traitement des effluents est inutilisable. Les répliques sismiques (Mw = 7,1) survenues 1 mois après aggravent les dommages et détruisent une partie des réparations déjà faites. Les secousses ont fait 2 blessés légers parmi les 730 employés. L'usine redémarre 2 mois après, une fois les équipements réparés et recalibrés. Le montant des dommages est évalué à 10 millions d'Euros.

Pour mieux se préparer aux futurs séismes, l'exploitant améliore la tenue aux vibrations des équipements situés au plafond (nacelles de convoyage, conduites d'air et tuyauteries), installe une alimentation électrique de secours pour les fours de fusion, modifie le système d'éclairage (noyé dans des faux-plafonds en fibres de verre), renforce la tenue au séisme des sols et des zones supportant les équipements de production (pose de piliers en acier), réduit les risques de blessures par bris en posant des films sur les fenêtres et des amortisseurs de battants, réduit les risques de chute des armoires et autre structures verticales par la pose de bloqueurs ou d'ancrages au sol. Il installe également un balisage lumineux des routes d'évacuation (scotch fluorescent) et un éclairage de secours autonome. Enfin, il se dote d'une autonomie de 3 jours en vivres et en matériel de réparation.

Dommages sismiques dans une usine de composants électroniques

ARIA 42428 - 11/03/2011 - JAPON - NAKA
Naf 26.1 : Fabrication de composants et cartes électroniques

Un violent séisme (Mw = 9, accélérations sur site jusqu'à 0, 96 m/s²) frappe à 14h46 une usine de fabrication de composants électroniques (wafers silicone). Le bâtiment de production, construit selon les dernières normes sismiques 10 ans avant et capable de résister à des accélérations de 4 m/s², subit de nombreux dommages aggravés par des répliques 1 mois après : murs fissurés, chute de câbles en hauteur et de faux plafonds, déplacement ou chute de machines de hautes précision malgré leurs ancrages au sol. La salle blanche de fabrication est inutilisable et des brèches dans le toit provoquent des entrées d'air non stérile. Le poste de transformation électrique alimentant le bâtiment est aussi gravement endommagé. Pendant 2 mois, plus de 2 500 personnes (employés, fournisseurs, clients et sous-traitants) travaillent à la remise en état du site dont la production est stratégique pour l'industrie nationale (assure le quart de la production mondiale pour certains composants). L'usine retrouve sa pleine capacité de production 6 mois plus tard. Le montant des dommages est estimé à 431 millions d'Euros et celui des pertes de production à 64 millions d'Euros.

Dommages sismiques dans une usine d'informatique

ARIA 42429 - 11/03/2011 - JAPON - DATE
Naf 26.20 : Fabrication d'ordinateurs et d'équipements périphériques

Un violent séisme (Mw = 9) frappe à 14h46 une usine d'assemblage d'ordinateurs, d'imprimantes et de serveurs informatiques. Les 1 000 employés travaillant sur les chaînes d'assemblage et de test sont obligés de s'asseoir pendant 3 à 4 min pour ne pas tomber, certains paniquent lors de la chute des équipements au sol et des bris de vitres et des éclairages. A la fin des 1ères secousses vers 14h50, le bâtiment principal est évacué en bon ordre et les employés se retrouvent dehors en tenue de travail légère alors qu'une tempête de neige est en cours. A 15h30, le comptage des employés est terminé et ceux-ci sont autorisés à entrer avec leur casque dans les vestiaires pour récupérer leurs vêtements chauds, leurs clefs de voiture et rentrer à leur domicile. Dans le bâtiment de production, aux normes parasismiques, les secousses ont entraîné : la coupure de l'alimentation en eau, la fissuration de murs, la rupture de tuyauteries d'eau, la chute d'équipements en hauteur : faux-plafonds, racks de câbles électriques, climatiseur, conduites d'air conditionné, la destruction de 500 ordinateurs individuels en cours de fabrication ; des dommages à 4 ascenseurs, 1 convoyeur et aux équipements de test. Les répliques sismiques qui se produisent moins d'1 mois après (Mw = 7,1) aggravent les dommages aux structures : chutes de murs fissurés et de faux-plafonds. Il n'y a aucune victime. Le remise en état mobilise 130 employés et plus de 300 prestataires. L'usine redémarre 11 jours après et retrouve sa pleine activité 41 jours après. Le montant des dommages et pertes de production est évalué à plus de 50 millions d'Euros.

Submersion d'un entrepôt logistique par un tsunami

ARIA 42430 - 11/03/2011 - JAPON - NATORI
Naf 52.10 : Entreposage et stockage

Un méga-tsunami (hauteur sur la côte 12,2 m), provoqué par un important séisme (Mw = 9, le grand séisme du Tohoku), submerge vers 15h30 un entrepôt de stockage de palettes logistiques situé à 1 500 m du bord de mer. L'entrepôt est inondé sur plus de 5 m de hauteur, les 8 employés présents évacuent le site en voiture, certains dès les premières secousses sismiques à 14h46 et les autres à 15h05 dès réception de l'alerte tsunami. Le stock, constitué de 100 000 palettes en plastique, est emporté par le tsunami dans toute la zone logistique qui borde l'aéroport de la ville de Sendai et dans le lotissement voisin, 5 chariots élévateurs sont détruits et les murs du bâtiment sont défoncés par des carcasses de voitures et de camions emportés par le tsunami. Le bâtiment a aussi souffert de dommages sismiques (chute des stocks de palettes, fissures des sols sur plusieurs dizaines de cm). Le site, recouvert sur plusieurs mètres par des débris et des sédiments, doit être dégagé par 4 pelleteuses qui servent aussi à soulever les palettes, pleines de sédiment, trop lourdes pour un être humain. 75 employés de la société, amenés en renfort d'autres régions du pays, nettoient les palettes récupérées dans un périmètre de plus de 20 km² et l'intérieur du bâtiment avec des nettoyeurs haute-pression pendant 18 jours. Des tentes de stockage pour les palettes préalablement nettoyées sont installées. L'activité redémarre 20 jours après. Le montant des dommages directes et frais de remise en état est évalué à 5,1 millions d'Euros.

Submersion d'une station d'épuration communale par un tsunami

ARIA 42431 - 11/03/2011 - JAPON - SENDAI
Naf 37.00 : Collecte et traitement des eaux usées

Un méga-tsunami (hauteur sur la côte 10 m), provoqué par un important séisme (Mw = 9, le grand séisme du Tohoku), submerge à 15h50 la plus importante station de traitement des eaux usées de la ville de Sendai (700 000 équivalents-habitants) localisée à 700 m du bord de mer. Conformément aux consignes de sécurité, les 101 employés et sous-traitants présents se réfugient dans le bâtiment administratif dès la fin des premières secousses sismiques à 14h50, car celui-ci est aux dernières normes parasismiques. Le site est complètement inondé sur 10 m de haut à 16h50, le tsunami ayant submergé la digue de protection à l'arrière du site et s'étant propagé par l'embouchure de la rivière qui borde la station. Les employés sont montés sur le toit du bâtiment dès réception de l'alerte tsunami où ils se retrouvent bloqués pendant la nuit sous la tempête de neige en cours ; ils sont évacués le lendemain matin par un hélicoptère des forces armées. La plupart des équipements mécaniques, électriques et électroniques sont détruits (salle de contrôle, pylônes et transformateurs

électriques, pompes, système d'aération, instrumentation, four d'incinération), les tuyauteries arrachées ou endommagées, les bassins sont remplis de débris et de sédiments, un bassin de décantation fuit au niveau d'un joint d'expansion, les terrains au pied des ouvrages et les voiries sont érodés par le reflux du tsunami, les murs des bâtiments en béton situés en première ligne derrière la digue ébréchée sont défoncés. Le montant des dommages est évalué à 800 millions d'Euros (2011) et la durée des travaux de remise en état à 4 années. Pour éviter des pollutions organiques du milieux, un traitement minimal d'urgence est mis en place après la décantation primaire (tablettes de chlore) dès les premières semaines, et un système mobile de séchage des boues primaires un mois après la catastrophe.

Pour mieux se protéger de futurs tsunamis, l'exploitant de la station prévoit de recouvrir de béton les bassins de traitement et les canaux, de rendre résistants à l'eau les équipement vulnérables qui ne peuvent être mis en hauteur et de positionner les portes et les fenêtres des bâtiments de première ligne parallèles au flux probable d'un tsunami.

Effondrement de silos dans une brasserie suite à un séisme

ARIA 42930 - 11/03/2011 - JAPON - SENDAI
Naf 11.05 : Fabrication de bière

Un violent séisme (Mw = 9) frappe à 14h46 une brasserie localisée en zone portuaire. Les installations de brassage et d'embouteillage sont mises en sécurité. Les 129 employés présents sur site, les 350 visiteurs du centre de dégustation ainsi que les employés des entrepôts voisins rejoignent le toit du bâtiment administratif car une alerte tsunami est lancée à 14h51. Les premières vagues (hautes de 7 à 8 m sur la côte) inondent le site sur 1 à 5 m à partir de 15h27. Ils passeront la nuit sur le toit avant d'être évacués le lendemain par les secours. Les secousses sismiques ont provoqué la chute de 4 des 15 silos de stockage remplis chacun de 400 m³ de bière. Le tsunami a inondé le bâtiment de stockage des cannettes et des bouteilles en caisse qui sont emportés sur plusieurs km dans toute la zone industrielle bordant le site, le stock de matières premières (malte et houblons) est également emporté. Les lignes d'embouteillage et la station de traitement des effluents sont endommagées par l'eau de mer. Le site est nettoyé pendant 2 mois, les morceaux de bouteille en verre devant être ramassés à la main. La brasserie redémarre plus de 5 mois après la catastrophe, mais ne retrouve sa pleine capacité de production que 15 mois après. Le montant des dommages est évalué à 51 millions d'Euros (2011). L'exploitant améliore la résistance parasismique des bâtiments et des stockages et constitue un stock de vivres de secours.

Fuite de pétrole sur une plateforme en mer de Bohai

ARIA 40802 - 04/06/2011 - CHINE - NC
Naf 06.10 : Extraction de pétrole brut

Une fuite de pétrole brut et de boues de forage se produit en 16 points au niveau d'une plateforme off-shore en mer de Bohai, à 80 km des côtes. Le volume de pétrole perdu est estimé à 110 m³ et celui des boues de forages à 420 m³. La nappe s'étend sur 5 500 km² soit 7 % de la superficie de la mer de Bohai. L'exploitant ne déclare l'accident que 3 semaines plus tard. Les forages sont scellés tour à tour. Les rivages des provinces du Hebei et du Liaoning sont atteints, les activités liées au tourisme et à l'aquaculture sont impactées ; 70 m³ d'un mélange d'eau et de pétrole sont récupérés par les équipes de nettoyage, 3 km de barrages flottants sont installés. Le 03/09/2011, les autorités ordonnent l'arrêt de l'extraction de pétrole sur le site. L'exploitant établit un fonds d'indemnisation.

Les autorités de surveillance maritime chinoise effectuent une enquête. La mauvaise conception des forages aurait causé une instabilité des couches géologiques et provoqué l'ouverture d'une faille sismique au niveau du champ pétrolier. La totalité des installations pétrolières maritimes et terrestres du pays doivent être inspectées d'ici le 10/11/2011.

Séisme de magnitude 5,9 frappant des IC

ARIA 42563 - 20/05/2012 - ITALIE - FINALE EMILIA
Naf ZZ.ZZ : Origine inconnue

Un séisme de magnitude 5,9 frappe l'Emilie-Romagne à 4h03. La secousse d'une durée de 30 s endommage le patrimoine bâti individuel, historique et industriel ; 7 personnes sont tuées dont 4 travaillant de nuit dans des entrepôts et usines écroulés. Les secours prennent en charge 50 blessés et 4 500 sans abris. Un nouveau séisme frappe la zone le 29/05 (ARIA 42566).

Des centaines d'établissements industriels et agricoles ont subi des dégâts et 15 000 employés sont en chômage technique : 5 000 dans l'industrie mécanique, 4 000 dans l'alimentaire, 4 000 dans le biomedical et 2 000 dans la céramique. Les pertes immédiates et différées se montent à plusieurs milliards d'euros. De nombreux bâtiments en éléments de béton préfabriqués sans protection sismique se sont écroulés.

Séisme de magnitude 5,8 détruisant des IC

ARIA 42566 - 29/05/2012 - ITALIE - FINALE EMILIA
Naf ZZ.ZZ : Origine inconnue

Neuf jours après un premier séisme de magnitude 5,9 (ARIA 42563), une nouvelle secousse de magnitude 5,8 atteint l'Emilie-Romagne à 9 h. L'endommagement additionnel des structures déjà mises à mal entraîne un lourd bilan : 16 morts, 350 blessés, 14 000 sans abris supplémentaires. L'effondrement de bâtiments endommagés par le séisme du 20/05 laisse entrevoir la difficulté de réalisation d'un diagnostic de bâtiment sûr à la suite d'un événement majeur, et dans un contexte économique tendu.

Les deux séismes ont entraîné des dommages dans des centaines d'établissements industriels et agricoles ; 15 000 employés sont placés en chômage technique : 5 000 dans l'industrie mécanique, 4 000 dans l'alimentaire, 4 000 dans le biomedical et 2000 dans la céramique. Les pertes immédiates et différées se montent à plusieurs milliards d'euros.

Rupture de 2 barrages de stériles miniers

ARIA 47369 - 05/11/2015 - BRESIL - BENTO RODRIGUES
Naf 07.10 : Extraction de minerais de fer

A 15h30 une brèche se forme sur un barrage retenant des déchets de minerai de fer. La vidange du réservoir est lancée, mais l'ouvrage se rompt à 16h20. La retenue se vide intégralement dans la vallée en aval, ce qui provoque la rupture d'un second barrage. Une coulée de boue, d'environ 60 millions de tonnes, engloutit un village de 620 habitants. L'exploitant prévient certains riverains par téléphone, mais sa liste est incomplète. Il ne dispose pas de sirènes d'alarmes comme le veulent les bonnes pratiques de l'activité. Aucun plan d'alerte aux populations ni d'évacuation n'est prévu.

19 morts et une catastrophe écologique

Le bilan humain est de 19 personnes tuées, dont 2 enfants, et 50 blessées. La boue, qualifiée de non toxique par l'exploitant, se propage à travers le RIO DOCE. Plusieurs rivières sont polluées ainsi que des zones naturelles protégées. Des millions de poissons sont morts. La pollution s'étend jusqu'à l'océan atlantique à 650 km. L'embouchure du fleuve, réputée pour son écotourisme et zone de reproduction d'une espèce de tortue marine géante, est touchée. 280 000 personnes sont privées d'eau potable.

Défaillances structurelles en cause

De faibles secousses sismiques ont été enregistrées dans la région le jour de l'accident, sans que le lien avec la rupture de ces barrages en remblai ne soit établi. Le barrage, en limite de ses capacités, était en cours de sur-élévation. Les scénarios accidentels minimisaient largement l'ampleur du flot de résidus en cas de rupture : ils étaient basés sur la hauteur de construction en 2008, soit 45 m, alors que le barrage en faisait le double le jour de l'accident.

L'opinion publique pointe l'insuffisance de contrôles de ces installations par les autorités et la lenteur de la révision du code minier, en négociation depuis plusieurs années. Le gouvernement, qui qualifie

cet événement de «plus grande catastrophe environnementale de ce pays », suspend l'autorisation d'exploitation.

Selon la presse, le 1er barrage avait rencontré de nombreux aléas techniques :

- avril 2009 ; des infiltrations jusqu'à 1 m de diamètre furent découvertes. Elles provoquèrent une érosion interne de la structure. La retenue fut vidée en urgence et le barrage consolidé.
- 2010 ; la galerie principale du barrage fut ensevelie par du sable. Les joints de dilatation s'ouvrirent, un effondrement et des fissures furent observés. Le corps du barrage fut renforcé, le système d'évacuation des eaux pluviales remplacé et les anciennes galeries bouchées.
- de 2013 à 2015 ; 4 résurgences apparurent dans le corps du barrage. Durant cette période, l'entreprise augmenta sa production de 37 %, et donc la hauteur du barrage.
- juillet 2015 ; lors de la dernière inspection, une résurgence était apparue côté droit. Les drains posés pour traiter les précédentes résurgences coté gauche étaient déclarés saturés. Les piézomètres indiquaient l'existence d'infiltrations importantes dans la structure du barrage.

Réparation du préjudice environnemental

Le gouvernement inflige à l'exploitant une première amende de 2 milliards de réais (450 M d'€) pour les parties civiles. Il engage des poursuites pénales envers l'exploitant au titre de crime environnemental et d'homicide. Le 2 mars 2016, un accord est signé. L'exploitant s'y engage à verser 5,6 milliards d'€ pour le financement d'un programme qui s'étale sur 15 ans. Son objectif est de réparer les dommages sociaux et environnementaux de la catastrophe. Il prévoit notamment la récupération de 40 000 hectares de zones de protection permanente, et 5 000 sources, qui ont été dévastées dans le bassin du fleuve ainsi que la sauvegarde d'animaux sauvages.

En mai 2016, le ministère public demande 43 milliards de dollar aux propriétaires de l'ouvrage. Cette action judiciaire vise à réparer "intégralement" les dommages humains, économiques et environnementaux provoqués par la tragédie.

Fermeture d'un pipeline suite à une secousse sismique

ARIA 48420 - 08/08/2016 - MAROC - NC
Naf 35.22 : Distribution de combustibles gazeux par conduites

Un gazoduc est fermé temporairement à la suite d'un séisme recensé non loin de Kenitra. Des réparations sont réalisées afin de redémarrer rapidement.