

Effondrement de la digue d'un bassin de stockage de déchets miniers

Le 25 avril 1998

Aznalcollar

Espagne

Rejet accidentel
Déchets / Effluents miniers
Métaux lourds
Eaux acides
Glissement de terrain
Conception (défaut de)
Pollutions des eaux et des sols
Mortalité animale

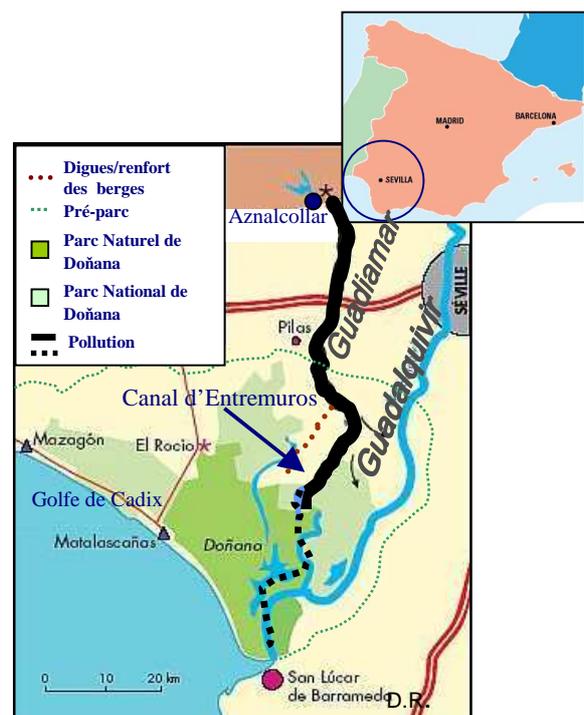
A la suite de la rupture d'une digue d'un bassin de stockage, 7 millions de tonnes d'effluents miniers acides à forte teneur en métaux lourds polluent 80 km de cours d'eau et contaminent près de 10 000 ha.



Des milliers d'hectares pollués

LE CONTEXTE ET LES INSTALLATIONS CONCERNÉES

- **Aznalcollar** est située en Andalousie, à 45 km au nord-ouest de Séville. La région, qui se trouve à l'extrémité orientale de la ceinture ibérienne de pyrite, a un long passé minier qui date de l'Antiquité.
- En 1976, une société implante à Aznalcollar une mine à ciel ouvert afin d'exploiter un gisement de pyrite. Un groupe étranger la rachète en 1987 et continue l'extraction jusqu'à l'épuisement du gisement fin 1996.
- La compagnie ouvre une 2^{de} mine identique à **Los Frailes** en 1997, à moins d'1 km de la 1^{ère}, pour extraire du zinc, de l'argent, du plomb et du cuivre. La pyrite, qui contient également de l'arsenic, du cadmium, du thallium et d'autres métaux en plus faibles concentrations, est concassée puis très finement broyée (< 8 µm). Les divers composés métalliques sont ensuite séparés par flottation. La mine de Los Frailes, qui emploie 500 personnes, atteint son plein rendement avec 4 millions t/an dès la fin de l'année 1997.
- Les déchets issus du procédé, qui représentent 90 % du minerai traité, sont déversés dans un bassin. Après décantation, le liquide surnageant est pompé et réutilisé dans le procédé. Très acide (pH<3) et riche en zinc (450 mg/l), cuivre (17 mg/l) et plomb (3,5 mg/l), cet effluent possède également une teneur notable en arsenic (0,2 mg/l).



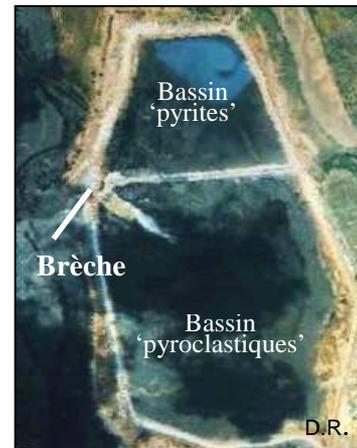
Parcours de la pollution

➤ Un second bassin, contigu au premier, stocke les déchets issus d'un traitement de roches volcaniques (pyroclastiques).

➤ Ce **double bassin artificiel de 2 km de long sur 1 km de large** et d'une capacité de 32,6 millions de m³ a été construit en 1976 lors de l'implantation de l'ancienne mine. Il est entouré d'une **digue** d'une hauteur de 30 m, rehaussée régulièrement à l'aide de matériaux provenant essentiellement des activités minières.

➤ La digue repose sur une couche de graviers alluvionnaires de 4 m d'épaisseur, elle-même assise sur une couche de 70 m de marne bleue. La marne est une roche sédimentaire contenant du calcaire et de l'argile en proportions à peu près équivalentes.

➤ Les bassins sont bordés par le RIO AGRIO, qui rejoint le GUADIAMAR 2 km en aval. Ce cours d'eau traverse de riches terres agricoles (agrumes, pêches, olives, tournesols, blé, maïs...) et atteint des zones marécageuses qui entourent et composent le parc national de DOÑANA. Le canal d'ENTREMUROS dévie le cours d'eau avant qu'il ne se jette dans le GUADALQUIVIR, 60 km en aval d'Aznalcollar.



Vue satellite des bassins de stockage

L'ACCIDENT, SON DÉROULEMENT ET SES CONSÉQUENCES

L'accident

➤ **Le 25 avril 1998 vers 2h30**, un glissement de terrain provoque les ruptures successives du barrage de séparation des deux bassins, puis de la digue périphérique sur 50 m. Les 2 bassins contiennent alors au total 31 millions de tonnes de déchets. 3 millions de tonnes de boues et 4 millions de tonnes d'eaux acides se déversent et rejoignent le RIO AGRIO et le GUADIAMAR dont le niveau monte alors de 3,6 m en 30 min. Des mesures effectuées dans le RIO AGRIO révéleront des teneurs en MES de 30 g/l.



Vue aérienne du bassin de stockage

➤ Le GUADAMAR déborde de 200 à 300 m sur près de 20 km, répandant des boues sur des milliers d'hectares et sur une épaisseur moyenne de 10 cm. Les abords immédiats du bassin sont recouverts d'une couche de plus de 3 m d'épaisseur. D'importantes teneurs en plomb (8 g/kg MS *), en zinc (7 g/kg MS), en arsenic (3 g/kg MS) et en cuivre (2 g/kg MS) seront mesurées dans les boues déposées.

➤ Les polluants continuent à déferler sur le cours d'eau et menacent le **Parc National de DOÑANA** 7 à 8 h plus tard.

➤ Les équipes d'intervention du Parc ferment les exutoires vers la réserve et érigent des levées de terre. En parallèle, les autorités font construire des barrages qui permettent de contenir l'essentiel de la pollution au niveau du canal d'ENTREMUIROS. De nombreux débordements inondent néanmoins les pâturages et les cultures qui bordent le canal.

➤ Le **28 avril**, l'exploitant parvient à colmater la brèche, stoppant ainsi tout écoulement. Le même jour, les effluents qui n'ont pu être retenus dans le canal parviennent à l'embouchure du fleuve, dans lequel un pH de 6,5 est mesuré (au lieu de 7,5), et polluent des plages du golfe de Cadix.



Travaux de nettoyage

➤ Les opérations d'assainissement (enlèvement des boues toxiques et sols contaminés) démarrent quelques semaines après l'accident, mobilisant simultanément près de 800 personnes, 500 camions, 150 engins de terrassement et chargement. Le traitement doit être fait d'urgence, avant que les pluies automnales ne facilitent l'infiltration des produits toxiques dans le sol. Les autorités permettent le stockage des déchets dans la mine désaffectée d'Aznalcollar, l'opération ne présentant pas, selon elles, de risque notable pour la contamination des eaux souterraines. Fin décembre 1998, 5 millions de m³ de boues ont été retirés de la zone et 2 millions de m³ de terres agricoles décapés. Certaines zones seront à nouveau nettoyées en 1999 et en 2000 .

➤ Les 4,5 millions de m³ d'effluents retenus dans le canal d'ENTREMUIROS sont traités dans une station d'épuration construite à cet effet et rejetés dans le GUADALQUIVIR.

Les conséquences

➤ La vague de boues et d'eaux acides pollue 7 000 ha de pâturages et de marécages et détruit 3 500 ha de cultures (riz, blé, colza, tournesol, maïs, coton, arbres fruitiers...). L'exploitant versera 6 M€ d'indemnités aux fermiers pour la destruction de leurs récoltes. Une dizaine de communes de la vallée du GUADAMAR (50 000 personnes) sont directement impactées par cette catastrophe. Si les zones attenantes, dont le Parc Régional de DOÑANA, sont gravement atteintes le Parc National de DOÑANA est moins affecté.



Carpe ensevelie dans la boue

➤ Du RIO AGRIO à l'embouchure du GUADALQUIVIR, le désastre écologique affecte près de 80 km de cours d'eau. Les équipes de dépollution ramassent environ 30 t de poissons morts (carpes, barbeaux, anguilles, chabots...), ainsi que 220 kg de crabes et écrevisses, mais aussi des grenouilles, des lapins, des chèvres, des chevaux... L'accident entraîne également la mort de dizaines de milliers d'oiseaux (oies, cigognes...). Un rapport du Conseil Supérieur de la Recherche Scientifique révélera en mai 1999 que 11 % des oiseaux du parc de la DOÑANA auraient été contaminés à la suite de l'accident du 25 avril 1998.

(*) MS : Matière Sèche

Parc National de Doñana

D.R.

- Il occupe l'ancien delta du GUADALQUIVIR. Reconnu réserve de la biosphère par l'UNESCO en 1980 puis classé au patrimoine mondial de l'humanité en 1994, il couvre sous cette forme 50 720 ha.
- Il abrite de nombreuses espèces animales protégées (lynx d'Ibérie...) mais l'essentiel de sa richesse naturelle tient au rôle joué par cet écosystème comme site de repos pour 6 millions d'oiseaux migrateurs.

- Une nappe phréatique qui alimente en eau le Parc National de DOÑANA est polluée par le flot toxique. L'alimentation en eau douce de Séville est menacée.
- La consommation de l'eau des puits est interdite, ainsi que la chasse, la pêche, les activités agricoles et d'élevage qui le resteront durant plus de 5 mois.
- Plusieurs personnes sont légèrement brûlées par les eaux acides en tentant de sauver des animaux domestiques et du bétail.



GUADIAMAR 26 avril 1998



GUADIAMAR 4 mai 1998

- Le coût total de l'accident est estimé à 240 M€, comprenant les travaux de nettoyage, d'épuration des eaux, de restauration des berges et le rachat par les autorités des terrains contaminés. Les dépenses sont pris en charge pour 100 M€ par l'Union Européenne, pour 90 M€ par les administrations régionale et nationale et pour 50 M€ par un fonds de catastrophe constitué par l'exploitant.
- L'accident a aussi des **conséquences indirectes** : les pêcheurs ne vendent plus de poissons, les coopératives agricoles refusent d'acheter les produits des maraîchers établis le long des cours d'eau, les hôtels enregistrent des annulations de séjours...

Échelle européenne des accidents industriels

En utilisant les règles de cotation des 18 paramètres de l'échelle officialisée en février 1994 par le Comité des Autorités Compétentes des États membres pour l'application de la directive 'SEVESO', l'accident peut être caractérisé par les 4 indices suivants, compte-tenu des informations disponibles et des hypothèses retenues lors de l'estimation des quantités de matières dangereuses déversées.

Matières dangereuses relâchées		<input checked="" type="checkbox"/>					
Conséquences humaines et sociales		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conséquences environnementales		<input checked="" type="checkbox"/>					
Conséquences économiques		<input checked="" type="checkbox"/>					

Les paramètres composant ces indices et le mode de cotation correspondant sont disponibles à l'adresse <http://www.aria.ecologie.gouv.fr>

Le niveau 6 de l'indice relatif aux quantités de matières dangereuses rejetées traduit le déversement de **2 400 t de plomb**, produit classé très toxique pour les organismes aquatiques selon la directive 96/82/CE dite 'SEVESO 2'. L'estimation de la quantité de plomb rejetée a été faite à partir de la concentration mesurée sur les boues déposées le long du GUADIAMAR et données en g/kg de matière sèche. En l'absence de données complémentaires, le calcul a retenu une siccité moyenne de 10 % pour les 3 millions de tonnes de boues déversées (paramètre Q1).

Les brûlures légères dont ont souffert **plusieurs riverains** expliquent le niveau 2 de l'indice 'conséquences humaines et sociales' côté par défaut (paramètre H5).

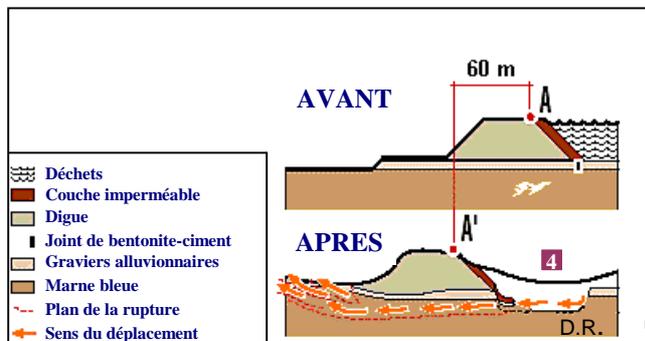
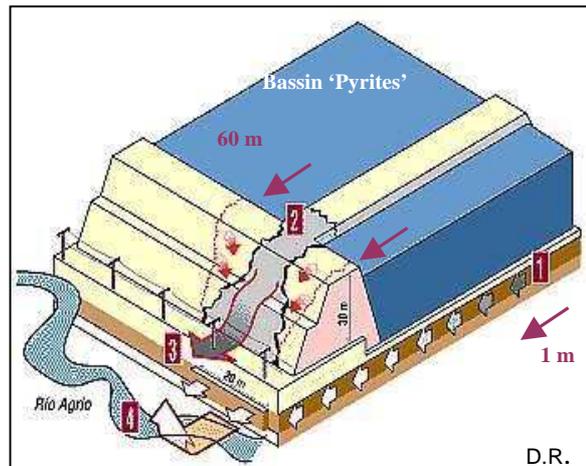
Les **10 000 ha de sols pollués** expliquent le niveau 6 de l'indice 'conséquences environnementales' (paramètre Env13).

Enfin, les mesures de réhabilitation de l'environnement de (≥20M€) sont caractérisées par le niveau 6 de l'indice 'conséquences économiques' (paramètre €18).

L'ORIGINE, LES CAUSES ET LES CIRCONSTANCES DE L'ACCIDENT

➤ L'accident s'est déroulé en 3 phases :

- le barrage de séparation se fissure à la suite du glissement sur 1 m d'une plaque de 30 m de long, 20 m de large et 14 m d'épaisseur, constituée d'alluvions et de marne et située sous la jonction entre les 2 bassins, **1**
- les effluents surnageant dans le bassin 'pyrites' s'infiltrent dans la brèche. L'augmentation de la pression exercée sur la digue périphérique, combinée à une diminution de la résistance de son assise, va accentuer le glissement d'origine, provoquant un déplacement latéral de la digue principale sur 2 à 3 m **2**, de nombreuses fissures et le débordement d'effluents, **3**
- des effluents s'engouffrent sous la digue **4**, qui finit par rompre sur une section de 50 m, en relâchant boues et eaux acides.



➤ La rupture de la digue pourrait ainsi avoir pour origine une combinaison de plusieurs facteurs :

- des défauts de conception et de construction,
- une fragilisation du sous-sol argileux, attaqué par les effluents acides, et accentuée par les fortes pressions exercées par l'eau et les boues,
- un sur-remplissage des bassins.

➤ Des rapports d'experts avaient révélé en 1995 et en 1996 l'instabilité de la digue (suintements, glissements de terrains...).

L'exploitant avait alors renforcé l'étanchéité de la digue et mis en place un dispositif permettant de détecter ses mouvements.

En 1997, compte-tenu de ces mesures et bien que des déformations des inclinomètres aient été observées, les autorités avaient permis à l'exploitant de relever la digue pour accroître la capacité du bassin.

Quelques semaines avant l'accident, une inspection des bassins de stockage par les autorités régionales andalouses n'avait toutefois révélé aucun défaut grave.



LES SUITES DONNÉES

➤ Les autorités mettent en œuvre des programmes de suivi accompagnés au besoin de mesures de restauration et de surveillance :

- de la qualité des eaux, axé autour de 70 points d'échantillonnage répartis du RIO AGRIO jusqu'à l'embouchure du GUADALQUIVIR,
- de la qualité des sols : hautes teneurs en sulfure de fer, problèmes d'acidité (traitement à la chaux), fortes concentrations en arsenic ou en zinc (traitement à l'oxyhydroxyde de fer)...

➤ Les activités de la mine de Los Frailes cessent durant 12 mois, contraignant les 500 salariés au chômage technique. En mai 1999, le gouvernement régional d'Andalousie autorise la réouverture de la mine, avec utilisation provisoire de l'ancienne mine d'Aznalcollar pour le stockage des stériles. La mine de Los Frailes ferme définitivement en septembre 2001. Le groupe suédois-canadien présente un plan d'abandon du site et de réhabilitation de l'environnement estimé à 50 M€.

➤ Aidées par des financements de l'Union Européenne, les autorités engagent en 2004 un programme de réimplantation de végétation méditerranéenne et d'une 'couverture herbeuse' sur les rives des cours d'eau atteints (coût estimé de 150 M€).



Impact de la pollution sur les sols (4/5/98)

LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS

➤ Deux ans après l'accident d'Aznalcollar, la rupture d'un bassin de stockage d'effluents miniers est à nouveau à l'origine d'une grave pollution en Europe (**Baia Mare** – Roumanie – n°ARIA 17 265). La gravité et la répétition de ce type d'accidents ont conduit à renforcer la législation européenne sur la gestion des déchets miniers.

- **Modification de la Directive « SEVESO 2 »** le 16/12/2003 afin d'y inclure explicitement le traitement des minerais (et en particulier les bassins de décantation des déchets miniers) ou les digues dont l'usage est lié à ce traitement et parution de la **Directive n° 2006/21/CE du 15 mars 2006, relative à la gestion des déchets de l'industrie extractive**. Elles visent tout particulièrement à prévoir :
 - une description des déchets et leur classification (risques pour la santé humaine, pour l'environnement...)
 - des études géologiques et hydrogéologiques (stabilité du sol et du sous-sol, adaptabilité aux types de déchets et aux quantités stockées, proximité d'une nappe phréatique...),
 - un système de gestion de la sécurité (comportant notamment une évaluation détaillée des risques fondée sur les scénarii d'accidents possibles : affaissements, glissements de terrain, inondation, rupture de digue...)
 - des plans d'urgence déterminant les mesures à prendre par l'exploitant et par les autorités dans et hors du site, afin de réduire l'impact d'un accident sur la santé humaine et l'environnement.
- Parution de la **Directive sur la responsabilité environnementale** en vue de la prévention et de la réparation des dommages environnementaux (Directive n° 2004/35/CE du Parlement européen et du Conseil du 21/04/04).
- Rédaction, dans le cadre de la directive IPPC (Directive n° 96/61/CE du Conseil du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution), d'un BREF sur les **Meilleures Techniques Disponibles (MTD)** permettant de réduire la pollution ordinaire et de prévenir les accidents dans le secteur minier des métaux non ferreux ou d'en atténuer les effets.

BIBLIOGRAPHIE

- COMMUNICATION DE LA COMMISSION EUROPEENNE

La sécurité des activités minières : étude de suivi des récents accidents miniers

- ROBERT REPETTO – COMMISSION DE COOPERATION ENVIRONNEMENTALE (CANADA)

Le silence est d'or, de cuivre et de plomb

- AGUILAR J., DORRONSO C., FERNANDEZ E., FERNANDEZ J., GARCIA I., MARTIN F., ORTIZ I., SIMON

El desastre ecológico de Aznalcóllar

- ERIKSSON N., ADAMEK P.

- The Tailings pond failure at the Aznalcollar mine, Spain

AUTRES ACCIDENTS AFFECTANT DES BASSINS DE STOCKAGE DE DECHETS MINIERS

Accident de Borsa en ROUMANIE (10/03/2000 – n°ARIA 1 7425)



En raison de fortes pluies et de la fonte des neiges, une brèche (25 m de large, 10 m de haut) dans la digue du bassin de décantation d'une mine de plomb et de zinc, permet à 20 000 t de sédiments chargés en métaux lourds (Pb, Zn, etc.) de se déverser dans la VISO, puis dans la TISZA et le DANUBE. La pollution atteint ainsi l'Ukraine et la Hongrie traversées par ces rivières, puis la Yougoslavie et la Bulgarie que le fleuve borde. Une nappe polluante de 50 km est observée 4 jours plus tard à 200 km de la mine. Une nouvelle brèche (50 l/s) apparaît 16 jours après en raison de la mauvaise qualité des réparations effectuées. Par chance, à la mi-avril, une crue exceptionnelle (demi-millénaire) de la TISZA, dans sa partie hongroise, atténue les effets de la pollution

Accident de Baia Mare en ROUMANIE (30/01/2000 - n°AR IA 17265)



Une digue d'un bassin de décantation de déchets miniers se rompt après la formation d'une brèche de 25 m de long. 287 500 m³ d'effluents contenant des cyanures (115 t) et des métaux lourds (Cu, Zn) se déversent, contaminant un secteur de 14 ha et polluant la SASAR. Une "vague de cyanure" de 40 km de long déferle sur la LAPUS, la SZAMOS, la TISZA et le DANUBE. La concentration en cyanure atteint jusqu'à 50 mg/l dans la LAPUS, 2 mg/l dans la partie yougoslave de la TISZA (le 12/02) et 0,05 mg/l dans le delta du DANUBE, 2 000 km en aval de Baia Mare (le 18/02). La Roumanie, la Hongrie, la Yougoslavie, la Bulgarie et l'Ukraine sont impactés. De fortes teneurs en cyanure sont mesurées dans des puits appartenant à des particuliers et dont l'ingestion de l'eau a affecté plusieurs personnes. La consommation de l'eau et les activités de pêche sont interdites. La faune et la flore sont détruites sur des centaines de km : 1 241 t de poissons morts sont récupérées pour la seule Hongrie et des milliers de cadavres d'animaux sont retrouvés (cygnes, canards sauvages, loutres, renards...). Rapidement prévenues, les autorités des pays situés en aval ont pu prévoir des mesures efficaces : lâchers de barrage, alertes des exploitants de captages d'eau potable... Des défauts de conception du barrage (proportions trop importantes de matériaux fins), de mauvaises conditions météorologiques (de fortes précipitations et la fonte des neiges ont provoqué une montée des eaux dans le bassin et un détrempage des composants de la digue qui l'a fragilisée) et des défaillances organisationnelles (absence de mesure de transvasement des effluents) ont conduit à l'accident. Les causes de l'importante mortalité piscicole ne sont pas clairement établies, une trop grande quantité de javel ayant pu être utilisée pour neutraliser le cyanure. A la suite de l'accident, l'exploitant met en place une station de traitement des effluents cyanurés et un bassin tampon de 250 000 m³ destiné à recueillir le trop-plein du bassin de décantation avant neutralisation et rejet au milieu naturel. Les accidents de Baia Mare et d'Aznalcollar (n°ARIA 12831) ont conduit à un renforcement de la législation européenne sur la gestion des déchets miniers. D'importantes fuites étaient déjà survenues sur la digue 2 mois avant l'accident.