



**CENTRE DE DOCUMENTATION DE RECHERCHE ET D'EXPERIMENTATIONS  
SUR LES POLLUTIONS ACCIDENTELLES DES EAUX**

715, Rue Alain Colas, CS 41836 - 29218 BREST CEDEX 2 (France)  
Tél : (33) 02 98 33 10 10 Fax : (33) 02 98 44 91 38  
Courriel : [contact@cedre.fr](mailto:contact@cedre.fr) Web : [www.cedre.fr](http://www.cedre.fr)

**Lettre Technique Eaux Intérieures n°13**  
**LTEI 2009 - 2**

*Sommaire*

• <b>Principaux déversements d'hydrocarbures survenus dans le monde .....</b>	<b>2</b>
POLLUTIONS PAR PIPELINES.....	2
Pollution du Fleuve Jaune suite à la rupture d'un oléoduc <i>PetroChina</i> (Weinan, Chine) .....	2
POLLUTIONS PAR STRUCTURES DIVERSES.....	2
Pollution de la Volga suite à l'échouement du <i>Belskaya-15</i> (Oblast de Samara, Russie).....	2
Important déversement de pétrole brut à partir d'un puits vandalisé (Odidi, Nigeria) .....	3
Déversement d'huile de transformateur à partir de la centrale <i>Sayano-Shushenskaya</i> (Russie) .....	3
Accidents routiers à répétition et déversements de bitume (Poudre River, USA) .....	4
Déversement de fioul lourd suite à une collision ( <i>Chemical Supplier</i> , Texas, USA) .....	5
• <b>Déversements d'hydrocarbures survenus en France.....</b>	<b>6</b>
Rupture d'un oléoduc de la SPSE dans une steppe aride (plaine de la Crau, France).....	6
• <b>Déversements d'autres substances dangereuses survenus en France.....</b>	<b>8</b>
Déversement d'acide sulfurique à partir d'une usine (La Risle, Neaufles-Auvergny, Eure) .....	8
• <b>Synthèse des déversements significatifs survenus dans le monde en 2009.....</b>	<b>8</b>
Sources des déversements.....	8
Types de produits déversés .....	9
Causes .....	10
• <b>Moyens de lutte.....</b>	<b>10</b>
Alimentation photovoltaïque pour récupérateur industriel.....	10
• <b>Détection.....</b>	<b>11</b>
Télé-détection sous-marine par petits fonds : sondeur multifaisceaux .....	11
Mesures <i>in situ</i> .....	11
• <b>Conférences / manifestations.....</b>	<b>12</b>
Atelier OTAN / Russie : coopération internationale en matière de lutte antipollution .....	12

- **Principaux déversements d'hydrocarbures survenus dans le monde**

## POLLUTIONS PAR PIPELINES

### **Pollution du Fleuve Jaune suite à la rupture d'un oléoduc *PetroChina* (Weinan, Chine)**

Le 30 décembre 2009, à Weinan (province du Shaanxi, Chine), la rupture d'un oléoduc opéré par *China National Petroleum Corporation (CNPC)*, filiale de la compagnie pétrolière d'Etat *PetroChina* a entraîné le déversement d'au moins 150 m<sup>3</sup> de gazole dans les rivières Wei et Chishui, deux affluents à 70 km en aval du Fleuve Jaune (Huang He), second plus long fleuve de Chine. Selon le gouvernement local cette pollution était de "degré 5", soit le plus haut sur l'échelle chinoise, auquel l'eau est *impropre à la consommation, mais encore utilisable en agriculture* selon les autorités.

Si la *CNPC* a indiqué avoir rapidement circonscrit la fuite en fermant les vannes de la section endommagée du pipeline, les causes de l'accident n'ont pas été clairement communiquées et la responsabilité d'un tiers, en lien avec des "travaux effectués" à proximité de l'ouvrage, a été évoquée.

Environ 700 personnes ont été mobilisées pour les opérations de lutte, dont peu de détails ont été rendus publics, sinon qu'elles ont donné lieu à la pose de barrages flottants et absorbants, à une récupération réalisée par des produits absorbants (voire des « solidifiants » selon les autorités), ainsi que le creusement de canaux de dérivation des eaux polluées.



Récupération d'absorbants au niveau de barrages  
(source : Associated Press)



Creusement de canaux de dérivation de la pollution  
(source : Reuters/China Daily)

Les problématiques principales touchaient à la protection des captages pour l'alimentation en eau potable, et aux risques de pollution de la retenue de la centrale hydroélectrique de Sanmenxia (province du Henan), dont la production a été momentanément interrompue pour éviter l'extension de la pollution en aval, vers la capitale provinciale (Zhengzhou, qui dépend majoritairement du Fleuve Jaune pour son alimentation en eau potable).

En dépit des efforts et moyens déployés, la pollution a atteint le Fleuve Jaune, dont la qualité des eaux connaît chroniquement un déclin important, avec l'industrialisation de ses berges au cours des dernières décennies à laquelle s'ajoutent les effets de la sécheresse du nord de la Chine et une consommation en eau toujours croissante au niveau des grandes villes.

## POLLUTIONS PAR STRUCTURES DIVERSES

### **Pollution de la Volga suite à l'échouement du *Belskaya-15* (Oblast de Samara, Russie)**

Le 13 juillet en Russie, à proximité d'Oktyabrsk (Oblast de Samara, Région de la Volga), le talonnage -pour une raison non précisée- du remorqueur *Shlyuzovoi-130* entraîne l'échouement de la barge pétrolière *Belskaya-15* sur les berges de la Volga. Une partie de la cargaison de la barge, en l'occurrence du fioul lourd, commence à fuir dans le fleuve depuis les citernes endommagées. Le jour même se forme une nappe de 12 kilomètres de long et de 35 mètres de large selon le Ministère russe des Urgences, atteignant « 4 mm d'épaisseur ».

Le volume déversé a été l'objet d'annonces contradictoires : jusqu'à 190 tonnes, selon les sources de presse, avant que le chiffre de 2 puis de 9,5 tonnes soit avancé de source officielle (et selon une « commission d'experts internationaux indépendants ») sept jours après l'incident.

La réponse, qui a duré 7 jours sans nécessiter d'interruption du trafic fluvial, aurait mobilisé 47 personnes et 15 véhicules selon le Ministère des urgences, incluant le suivi de la nappe par hélicoptère et le déploiement de barrages.

Le contenu des citernes du *Belskaya-15*, lequel a été acheminé en chantier pour réparation, a été transféré vers une autre barge à destination de Yaroslavl (NE de Moscou).

La Volga est, en général à partir de mai et durant l'été, une voie privilégiée d'exportation du fioul lourd russe *via* la voie navigable Volga-Baltique (ou « Volgabalt ») qui débouche sur le port de Saint-



Confinement et récupération (écrémeurs) de fioul lourd  
(source : Ria Novosti)

Pétersbourg, ouverture sur la Baltique, où les cargaisons de barges citernes descendues de la Volga et de la Neva sont déchargées au niveau de stockages flottants, avant d'être exportées à bord de pétroliers à raison d'1 million de tonnes par mois.

#### **Important déversement de pétrole brut à partir d'un puits vandalisé (Odidi, Nigeria)**

A la mi-août 2009 au Nigeria, un acte de vandalisme –une tentative de vol de carburant qui aurait tourné court- a été perpétré sur le puits *Odidi Well 36*, opéré par la compagnie *Shell Petroleum Development Company of Nigeria Ltd (SPDC)*, filiale nigériane du néerlandais *Royal Dutch Shell* sur le gisement d'Odidi (Etat de Delta). Cet incident a engendré une fuite de pétrole brut dont le débit et la durée, d'environ 130 m<sup>3</sup> par jour pendant au moins 2 mois, auraient causé le déversement d'environ une dizaine de milliers de m<sup>3</sup> de polluant sur les terres et dans les cours d'eau avoisinants. Le puits était hors production au moment de son endommagement, mais selon l'exploitant sa réparation n'en a été pas moins (sinon plus) délicate techniquement, les dommages ayant compromis l'intégrité de la tête du puits (et non d'une conduite, cas de figure apparemment plus courant). La compagnie pétrolière a annoncé qu'elle procédait aux opérations de confinement et de récupération, dont nous n'avons pas connaissance des détails dans nos sources d'information.

Si l'Agence gouvernementale en charge de la lutte contre les déversements accidentels d'hydrocarbures (*National Oil Spill Detection and Response Agency*, ou *NOSDRA*) a signalé avoir été notifiée de l'incident, et annoncé qu'à sa connaissance « la pollution était confinée », elle a également indiqué n'avoir effectué aucune visite sur site, pour des raisons de sécurité.

#### **Déversement d'huile de transformateur à partir de la centrale Sayano-Shushenskaya (Russie)**

Le 17 août 2009, un des dix groupes turbines alternateurs de la centrale hydroélectrique Sayano-Shushenskaya (république autonome de Khakassie, Sibérie) subit d'anormales variations de puissance, qui entraînent d'importantes vibrations et provoquent la rupture des goujons de fixation du couvercle et l'éjection d'une turbine de 1 500 tonnes sous la pression de l'eau. La salle des turbines est détruite et noyée en moins d'une minute par un geyser d'eau (255 m<sup>3</sup>/s). L'inondation se propage très rapidement aux autres étages de la centrale et entraîne une panne totale d'électricité, la détérioration de six autres groupes turbines et le déversement d'environ 40 tonnes<sup>1</sup> d'huile de transformateur.

L'accident, qui a fait 75 morts, est survenu dans la centrale hydroélectrique la plus puissante de Russie (6 400 MW) opérée par la société *RusHydro* et située sur le fleuve Ienisseï (4 000 km entre l'est des monts de l'Altaï et l'océan Arctique) –par ailleurs bordé d'autres centrales hydroélectriques dont celle de Maynskaya située à environ 35 km en aval du site de l'accident.



20/08/09 : eaux huileuses en aval du barrage de Sayano-Shushenskaya (source : AFP)

Les interventions ont mobilisé 610 personnes et 103 équipements divers. Elles ont consisté en opérations :

- de pompage sur le site de l'usine, en particulier au niveau de la turbine ;
- de confinement sur l'eau à l'aide de barrages flottants, positionnés en aval de l'usine et juste en amont de la centrale suivante (à Mayna) ;
- de récupération à l'aide d'absorbants en vrac épandus depuis des embarcations ou à partir

L'huile de transformateur est un produit flottant, très peu soluble, non volatil et peu susceptible d'avoir une toxicité aiguë. Mais il peut avoir un impact, en particulier sur la faune, lié au film huileux provoquant la perturbation des échanges gazeux. Selon certaines sources le polluant aurait été observé jusqu'à 80 km en aval de la centrale, mais dès le 25 août les rapports émanant du Ministère des Situations d'urgence indiquent que la majeure partie de la pollution a été confinée et collectée sur le lac de retenue du barrage de Maynskaya et n'a pas pénétré dans le barrage lui-même.



Épandage d'absorbants au niveau d'une poche de confinement par barrage (source : Reuters)



Récupération manuelle des absorbants (source : Ria Novosti)

<sup>1</sup> 60 à 100 tonnes selon les sources.

d'hélicoptères et collectés manuellement, sur les berges ou au niveau des poches de confinement par barrages flottants.

Cette pollution a provoqué des mortalités dans les piscicultures de la retenue de Mayna (environ 400 tonnes de truites) mais un communiqué de l'agence Tass du 18 septembre 2009 indique que plusieurs laboratoires, notamment le service vétérinaire de la République, ont procédé à des analyses, sur des brochets, carpes et brèmes qui n'ont pas révélé de contamination.

L'ampleur de la catastrophe humaine et l'importance des conséquences économiques et industrielles ont un peu éclipsé les informations sur la pollution par l'huile de transformateur dont il est peu fait état dans les diverses sources d'information.

### Accidents routiers à répétition et déversements de bitume (Poudre River, USA)

Le 25 août 2009, un camion citerne de 24 tonnes chargé de bitume s'est renversé sur un axe routier à proximité de Fort Collins (Colorado, Etats-Unis d'Amérique), apparemment en raison d'une vitesse trop élevée dans un virage.



Déversement de bitume à partir de la citerne endommagée (source : EPA)

Environ 20 m<sup>3</sup> de la cargaison se sont déversés depuis la citerne dans la Poudre River, où le véhicule a fini sa course.

La réponse d'urgence initiale a été coordonnée par la police routière de l'état (*Colorado Highway Patrol*) et les pompiers locaux (*Poudre Fire Authority*), avant passage de relais à l'*Environment Protection Agency (EPA)*. Plusieurs rideaux de barrages absorbants et un barrage flottant, ainsi que des feuilles d'absorbants ont rapidement été disposés à l'aval immédiat de la citerne fuyarde. Cette dernière a été relevée par une grue dans les heures suivant l'accident, après quoi il s'est agi d'évaluer la pollution et d'identifier les techniques et moyens les mieux adaptés à sa récupération.

Deux problématiques ont été rapidement identifiées : l'accès difficile au lit encaissé et rocailleux de la rivière et la solidification quasi-immédiate du bitume (transporté à 158 °C), lequel s'est refroidi au contact de l'eau.

Une partie du polluant a ainsi dérivé, en flottaison, sur presque 300 mètres avant de se déposer sous forme solidifiée en amas ponctuels, au sein d'un linéaire finalement restreint de 150 m dans le lit du cours d'eau (d'une profondeur comprise entre 3 et 5 mètres). La majeure partie du bitume déversé reposait à proximité de la citerne.

Le ramassage de la pollution a été initié 2 jours après l'accident, par une équipe d'entre 19 et 25 personnes d'une société privée (*Belfor Environmental Services*) supervisées par l'*EPA*.



Bitume chaud (noter la vapeur) s'étalant en surface de l'eau avant de refroidir et de couler (source : EPA)



Relèvement de la citerne : un intervenant en détache le bitume solidifié à l'aide d'une hache (source : EPA)

Les intervenants ont travaillé manuellement, recourant à des outils divers -retenus ou non selon leur efficacité- incluant notamment des scies, des spatules... L'enjeu consistait à découper les accumulations de bitume, cohésives, pour être à même de les collecter voire de les haler hors de l'eau. L'utilisation de scies s'est avérée peu probante et, au final, ce sont des dispositifs de fortune permettant de grappiner (improvisés à partir de divers types de crocs à main, cisailles, barres à mines, cordages, voire de haches !) ou de gratter les accumulations qui ont été les plus efficaces.

Il est intéressant de noter que le bitume s'est montré particulièrement adhérent sur les roches sèches au moment de la pollution, son décollement ayant parfois nécessité l'emploi de burins pneumatiques.



*Découpage à la cisaille (**gauche**) ou à la hache (**milieu**) puis ramassage manuel des accumulations de bitume solidifié et coulé. Emploi de burins pneumatiques sur rochers secs (**droite**).*

Le nettoyage des abords immédiats de la citerne a été achevé 5 jours après le déversement, avec l'évacuation par camion benne de 13 m<sup>3</sup> de bitume, collectés en sacs plastiques. Les efforts ont ensuite été concentrés sur les dépôts submergés en aval, principalement constitués de deux gros amas au niveau de blocs rocheux. Sur ce chantier, plus éloigné de la route, le bitume était collecté en fûts, eux-mêmes rassemblés sur un radeau pour débarquement en aval au niveau de zones accessibles aux poids lourds. On notera le soutien indirect des agriculteurs locaux, qui ont accepté de dériver, en aval, un maximum d'eau vers des réservoirs d'irrigation, manœuvre qui a permis de faciliter les opérations en abaissant le niveau de l'eau dans le canyon.

La municipalité de Fort Collins et l'EPA ont fait procéder à l'analyse d'échantillons d'eau de la Poudre River, dont les résultats ont permis d'écarter l'hypothèse de risques pour la santé humaine ou pour la faune et flore aquatique. Les activités de pêche et de cueillette ont néanmoins été suspendues dans le secteur pollué durant les opérations de nettoyage.

Les usages du site ont été rétablis dès la fin de la réponse et la démobilisation des personnels, le 3 septembre... date à laquelle un autre camion citerne (livrant le même chantier de travaux de réfection du réseau routier) s'est à son tour renversé à 5 km en aval du premier accident, déversant 19 m<sup>3</sup> (sur 23) de sa cargaison de bitume chaud dans la Poudre River.

Cette pollution s'est avérée une duplication du premier événement, en termes de comportement du produit, des techniques mises en œuvre pour sa récupération, et de ses conséquences. Localement, des opérations de récupération mécanique au moyen de pelles chenillées ont été réalisées lorsque les accès aux rives pour les engins étaient possibles.



*Récupération mécanique par pelle chenillée et tractopelle (noter le bâchage du godet pour limiter la contamination secondaire des engins) (source : EPA)*

La réponse a également duré 9 jours (arrêt le 12 septembre), après une mise en œuvre 20 minutes seulement après l'accident – célérité en partie due au fait qu'un représentant de l'EPA en a été le témoin, alors qu'il se rendait sur les lieux du premier déversement pour une visite de contrôle.

Pour en savoir plus :

[http://www.epaosc.org/site/sitrep\\_profile.aspx?site\\_id=5337](http://www.epaosc.org/site/sitrep_profile.aspx?site_id=5337)

### **Déversement de fioul lourd suite à une collision (*Chemical Supplier, Texas, USA*)**

Le 25 septembre 2009, le navire citerne *Chemical Supplier*, chargé de kérosène, entrait en collision avec la barge *Buffalo 251* durant une manœuvre alors qu'il naviguait dans le canal *Houston Ship Channel* (Houston, Texas, USA), le choc ouvrant une brèche de 120 x 60 cm dans une de ses soutes à carburant, à 1,5 m au dessus de la ligne de flottaison. Ses citernes n'ont pas été endommagées, mais le navire a perdu environ 40 tonnes de fioul lourd (Fuel n°6 selon la terminologie nord américaine), pollution qui a entraîné une réponse immédiate, avec notamment un transfert de cuve à cuve pour arrêter le déversement, et un déploiement de barrages flottants autour de la source. Le lendemain de l'accident, 19 m<sup>3</sup> d'un mélange eau/fioul étaient récupérés. Les opérations se sont poursuivies 3 jours, au terme desquels le volume de fioul récupéré a été estimé à 16 m<sup>3</sup>. La réponse a mobilisé d'importants moyens, avec notamment 130 personnes, 11 bateaux, 2 hélicoptères, une barge récupératrice et 4 500 mètres de barrages. Le trafic dans la voie navigable a été perturbé sur 5 km durant les opérations.

## • Déversements d'hydrocarbures survenus en France

### Rupture d'un oléoduc de la SPSE dans une steppe aride (plaine de la Crau, France)

le 7 août 2009, la rupture d'un oléoduc d'1 m de diamètre exploité par la Société du Pipeline Sud Européen (SPSE) a causé le déversement d'environ 5 400 m<sup>3</sup> de pétrole brut (*Russian Export Blend*) dans la réserve naturelle des Cossouls de Crau (Saint-Martin-de-Crau, Bouches-du-Rhône).



07/08/09 : Geyser de pétrole brut à partir de l'oléoduc (source : CEEP)



Vue aérienne de la pollution (source : SDIS 13/AFP)

Environ 5 hectares de sols ont été contaminés par aspersion et ruissellement.

La canalisation endommagée fait partie d'un ensemble stratégique de six oléoducs<sup>2</sup> appartenant à plusieurs sociétés, et qui traversent parallèlement la plaine de la Crau.

L'incident a entraîné la suspension de l'activité d'exploitation du pipeline (par arrêté préfectoral d'urgence du 13 août) et la mise en œuvre rapide d'importantes opérations de nettoyage et de suivi de la pollution. En termes de gestion de crise, la zone a été placée sous l'autorité de l'administration judiciaire, impliquant, avant toute action, une validation préalable par la juge en charge de l'instruction. La Préfecture a mis en place un comité de suivi technique et environnemental, toujours activé fin 2010, comportant trois groupes restreints (biodiversité, eau, pipeline).



10/08/09 : Evaluation de la profondeur de pénétration du brut (source : CEEP)

La fuite s'est produite dans un milieu très original, s'agissant de l'unique steppe aride d'Europe occidentale, étendue de 520 km<sup>2</sup> caillouteuse (constituée d'alluvions et de galets du cône de déjection de la Durance, formé au quaternaire) et infertile, ne disposant d'aucun cours d'eau naturel. Celle-ci forme un habitat prioritaire au niveau européen, au sein d'une réserve naturelle de 7 400 ha qui fait partie du réseau *Natura 2000* et dont la flore (pelouse sèche endémique) et la faune (avifaune, insectes, batraciens) comptent plusieurs espèces rares et protégées. Le substrat y est également très particulier, une partie des galets alluviaux (sur une épaisseur de 10 à 15 mètres) ayant été cimentée sous l'effet du ruissellement des eaux, pour former une roche résistante appelée poudingue.

Cette formation indurée est présente dans le secteur pollué, sous une épaisseur de 40 à 50 cm de sol limono sableux comportant de 40 à 70 % de galets. Une autre problématique déterminante est la présence d'une nappe phréatique très importante qui alimente 205 000 habitants, et qui comporte 1 200 points de prélèvements (eau potable, industrie, agriculture). Elle est détectée sur le site pollué à une profondeur de 9 m, et le point de prélèvement le plus proche est situé à 1 300 m de la fuite.

Les mesures d'urgences ont tout d'abord consisté (i) en un pompage en retour (« rétro pompage ») de l'oléoduc afin d'enrayer la fuite, et (ii) en la récupération (par pompage) des accumulations de brut toujours visibles sur le sol 36 heures après la fuite. Une investigation de la pollution des sols, rapidement mise en œuvre, a montré que le polluant en avait pénétré les 40 premiers cm (en moyenne) -jusqu'au contact du toit du poudingue- avec des teneurs en hydrocarbures les plus élevées (3-10 %) dans les 15 centimètres superficiels et nettement plus faibles en dessous (0,5-3 %). Du fait de doutes (confirmés par des essais) quant au degré d'imperméabilité du poudingue induré et quant à son rôle protecteur vis-à-vis de la nappe, la stratégie d'intervention s'est rapidement orientée vers l'excavation des terres polluées pour éviter ou limiter l'infiltration de la contamination.

Parallèlement à ces premières investigations, et en raison de prévisions de fortes pluies au mois d'août, le *Cedre* a été sollicité pour contribuer à la définition, dans le cadre du comité de suivi technique et environnemental de la pollution<sup>3</sup>, d'un système d'urgence pour la récupération des eaux superficielles. Le principe retenu a été celui du creusement de merlons étanches en amont de la zone polluée, pour limiter le flux d'eau non contaminée vers la zone polluée, et d'une tranchée garnie

<sup>2</sup> Ils alimentent plusieurs raffineries et dépôts du grand Est de la France, sont raccordés aux réseaux suisse et allemand, et l'un d'entre eux appartient au réseau d'oléoducs de défense

<sup>3</sup> Comité incluant les représentants des administrations et partenaires impliqués dans le suivi des opérations (notamment : DDAF, DREAL, BRGM, gestionnaires de la réserve, ...) et de la SPSE.

d'absorbants en aval.



*Merlon creusé en amont de la zone polluée (source : Cedre)*



*Décapage du sol jusqu'au toit du poudingue (source : Cedre).*



*Pompage des irisations après un épisode pluvieux (source : Cedre)*

Un important chantier d'excavation a rapidement été mis en place, conduisant à l'évacuation de 46 000 tonnes de terres et galets entre le 26 août et le 23 septembre 2009. Le décaissement des tranchées des pipelines, où s'était accumulé beaucoup de polluant, a fait l'objet d'un chantier très délicat mis en œuvre ultérieurement, de janvier à avril 2010. Au total ce sont 66 000 tonnes de terres souillées qui ont été évacuées, engendrant une très importante circulation (3 000 camions) au sein de la réserve naturelle. Elles ont été dirigées vers un site de stockage intermédiaire avant traitement et il a été décidé que les matériaux ne seraient pas remis sur le site ultérieurement.

Au cours de la phase d'urgence, la volatilité du brut déversé a induit d'importantes difficultés liées au risque d'incendie, et de nombreux départs de feu ont de fait été provoqués par les engins de travaux publics. Ces fractions volatiles ont rendu nécessaire l'usage de protections respiratoires pour les intervenants. On peut également souligner l'importance prise par la logistique : le chantier s'est étendu sur 46 ha et a nécessité la mise en place d'une base vie et de tout un dispositif de sécurité (plan de circulation, sécurisation des pipelines, contrôle des accès, maîtrise des poussières...) particulièrement important étant donné la fragilité du milieu.

Un arrêté préfectoral a préconisé d'importantes mesures de connaissance et d'évaluation de la contamination du sol, du sous-sol, de la nappe et des milieux naturels, ainsi qu'une étude d'incidence -toujours en cours (impact, mesures compensatoires, dossier loi sur l'eau, dossier *Natura 2000*, dossier au titre de la protection de la nature, etc.). Ainsi, en relais des premières opérations d'urgence, les mesures de caractérisation de la contamination des sols et de la nappe sont montées en puissance avec la réalisation de forages et l'implantation progressive d'un réseau de piézomètres (60 en février 2010) s'accompagnant d'un protocole de prélèvements et d'analyses d'eau réguliers.

Quelques semaines après la fuite, une présence d'hydrocarbures dans la nappe était détectée au niveau de quelques uns des premiers piézomètres implantés. Les dosages d'hydrocarbures réalisés sur les sols extraits de forages ont conduit à estimer, en décembre 2009, à environ 3 000 tonnes la pollution piégée dans le sol, et ce irrégulièrement entre la surface et la nappe (plus de 80% étant situé entre 0,50 et 2,50 m). Un géo radar a été utilisé pour détecter les pipelines enterrés (mise en évidence de l'interface entre le terrain naturel et les remblais des tranchées) mais il n'a pas permis d'obtenir des données sur la pollution du sol.

La nappe a fait l'objet d'une modélisation, afin de simuler la migration du panache de pollution. Le modèle est régulièrement recalé avec des mesures *in situ* (depuis septembre 2009) de la teneur en 2 composés ciblés en fonction de leur toxicité et de leur comportement (le benzène, pour sa grande mobilité, et le benzo(a)pyrène pour sa faible solubilité et sa forte sorption dans le sol). D'après les résultats du modèle, le panache atteindrait l'équilibre au bout de 5 ans et la stabilisation aurait lieu à moins de 900 m du point de la fuite. Importants dans le devenir de la pollution, les processus de biodégradation sont difficiles à prévoir, et ont fait l'objet d'une étude dédiée.

Un système de dépollution a été mis en place, consistant à établir une barrière hydraulique au moyen d'un système de pompage implanté à l'aval de la source de pollution (9 pompes pneumatiques d'écémage, toujours en place fin 2010), complété par la mise en place d'une unité de traitement de l'eau (séparation/filtration) et de réinjection de l'eau traitée dans la nappe (4 600 litres d'un mélange eaux/hydrocarbures ont été pompés entre février et juin 2010).

Lors de la réunion du comité de suivi du 17 juin 2010, il a été fait état :

- d'une nette diminution de la concentration en benzène et des autres traceurs dans les piézomètres en aval de la barrière hydraulique, et de l'absence de pollution dans les puits des bergeries proches ;
- d'une pollution résiduelle dans le sol estimée entre 600 et 1 820 m<sup>3</sup>, dont une petite partie flottante (environ 100 tonnes). Concernant les eaux pluviales, les irisations présentes dans les flaques après chaque épisode pluvieux continuent de faire l'objet de pompage ;

- d'une altération de l'habitat sur une surface de 8,6 ha. Des protocoles de suivi et de restauration sont en cours de définition. Il est envisagé d'utiliser les matériaux de découverte d'une carrière s'ouvrant dans le même milieu pour compenser les volumes excavés.

Le pipeline endommagé a été progressivement remis en service à partir de janvier 2010.

## • Déversements d'autres substances dangereuses survenus en France

### Déversement d'acide sulfurique à partir d'une usine (La Risle, Neaufles-Auvergny, Eure)

Le 21 août 2009, 2 000 litres d'une solution d'acide sulfurique (dilué à 20 %) se sont déversés dans la rivière de La Risle, au lieu-dit Ratier sur la commune de Neaufles-Auvergny (Eure) à partir d'une cuve fissurée sise dans l'enceinte d'une usine de tréfilage d'aciers galvanisés (Nouvelle tréfilerie normande SNTN). La fuite a été détectée visuellement –coloration jaune de l'eau et mortalités piscicoles- par des riverains, qui en ont alerté les autorités. Cette pollution a suscité la mobilisation de la Cellule mobile d'intervention chimique (CMIC) des pompiers de Gaillon-Les Andelys, qui ont procédé à des prélèvements d'eau pour analyse en amont, en aval et dans la zone de rejet. La source de la pollution et le produit ont rapidement été identifiés. Etant donnée la miscibilité du polluant dans l'eau, les tentatives de confinement par barrage ont été écartées au profit d'un brassage de l'eau à l'aide de pompes durant 4 à 5 heures afin de pallier au faible étiage du cours d'eau en cette saison.

## • Synthèse des déversements significatifs survenus dans le monde en 2009

Cette synthèse est réalisée à partir de l'inventaire des accidents répertoriés en 2009 par le *Cedre* ayant entraîné un déversement estimé supérieur à une quantité de l'ordre d'environ 10 tonnes, d'une part, et suffisamment renseignés, d'autre part. On rappellera que, pour un certain nombre d'évènements, les volumes déversés ne sont pas connus ou communiqués dans nos sources d'informations, bien qu'excédant manifestement la dizaine de tonnes ; ces lacunes doivent par conséquent être gardées à l'esprit et venir pondérer l'interprétation des résultats présentés ci-après.

### Sources des déversements

En 2009, 53 incidents significatifs suivis d'une pollution des eaux ont été identifiés par le *Cedre*, totalisant une quantité estimée à environ 22 360 tonnes d'hydrocarbures et autres substances dangereuses déversées en eaux intérieures. Il s'agit d'une estimation *a minima*, en raison d'un manque de données détaillées pour quelques cas d'accidents.



Figure 1

Il s'agit -pour n'en citer que les vraisemblablement plus importantes- de la pollution du fleuve Tigre suite à la rupture d'un oléoduc (Irak, avril 2009<sup>4</sup>), ou encore de la rivière Jahari (Iran) après l'éruption en décembre 2009 d'un puits sur le gisement pétrolier de Marun (province du Khuzestan). A celles-ci s'ajoute le perçage et l'incendie en février d'un oléoduc, dans l'Etat indien d'Assam, d'où un volume non précisé de pétrole brut s'est répandu dans la rivière Tingrai.

A titre indicatif, cette estimation est supérieure à celle de 2007 et 2008, et serait à rapprocher de l'ordre de grandeur constaté en 2005 (estimations réalisées selon la même approche ; cf. fig. 1).

<sup>4</sup> Cf. LTEI n°12

En termes de fréquence, les **pipelines** représentent la principale source (26 %) des déversements, observation cohérente avec celles des années précédentes. Viennent ensuite les **camions citernes** et les **navires**, en cause dans respectivement 19 % et 15 % des cas environ (fig. 2).

Deux sources de déversements sont impliquées respectivement à hauteur de 11 % et 9 % dans les incidents de 2009 : les **conduites internes** et les **stockages divers** (fig. 2).

Les **puits** sont à l'origine de 6 % des incidents ; une faible part des pollutions est assignable aux autres sources de pollution recensées en 2009, qui apparaissent avec une faible fréquence (2 à 4 %).

En termes de volume, on retiendra la contribution majeure au bilan 2009 des déversements à partir de **pipelines** (50 % du total ; fig. 3), parmi lesquels les plus conséquents sont survenus en février, en Russie et en Equateur<sup>5</sup>, puis en août en France<sup>6</sup>. Bien que peu fréquemment impliqués, les **puits** ont contribué à hauteur comparable au bilan 2009, puisqu'à l'origine d'environ 47 % du volume total (dont 99 % au cours d'un unique accident, au niveau d'un puits au Nigeria<sup>7</sup>).

Les autres structures identifiées ont toutes été à l'origine d'une très faible part des quantités déversées et recensées en 2009.

On en retiendra les **conduites internes**, les **stockages divers**, les **camions citernes** et enfin les **navires**, sources qui n'ont respectivement contribué qu'à hauteur de 1 % (soit entre 100 et 200 tonnes) au bilan de l'année (fig. 3). Ceci suggère l'ampleur relativement faible des pollutions induites par ce type de structures en 2009 (notamment concernant les camions citernes, assez fréquemment impliqués.)

Fréquence des déversements accidentels par type de cause

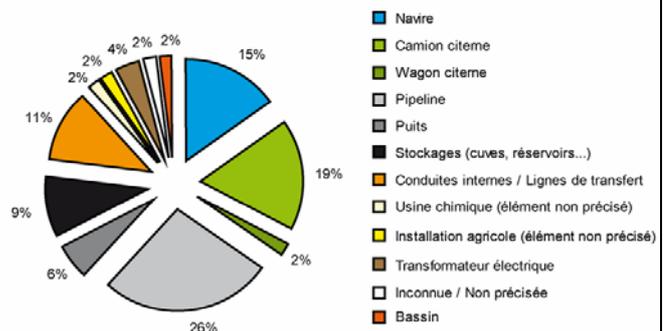


Figure 2

Quantités déversées (tonnes) par type de source

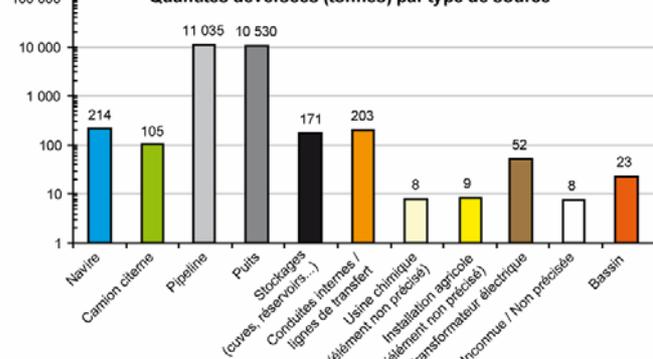


Figure 3

### Types de produits déversés

Les polluants déversés en 2009 sont très largement dominés par les hydrocarbures (# 99 % du total ; fig. 4).

Parmi ces derniers, les mieux représentés sont les **pétroles bruts** (# 96 % du total), déversés suite à 15 incidents dont les plus importants (quelques milliers de tonnes) sont les trois cas survenus sur des oléoducs<sup>5,6</sup>, et le cas du puits Nigerian<sup>7</sup>, évoqués plus haut.

On distingue ensuite, par ordre de contribution décroissante au volume total, les **fiouls intermédiaires à lourds** et les raffinés légers -ou **produits blancs-** dont les quantités déversées sont relativement bien moindres (de l'ordre de 1 %).

Les autres produits déversés, s'agissant d'hydrocarbures (bitume, goudron de

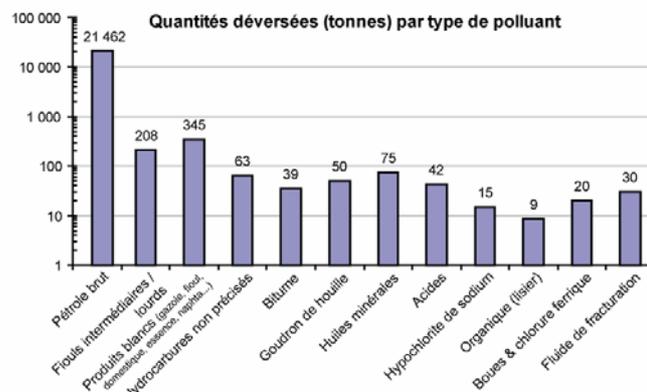


Figure 4

<sup>5</sup> Ruptures de l'oléoduc *Kyrtayel-Chikshinio* en République des Komis, et du *Trans Andean Heavy Crude Pipeline* d'OCP Ecuador dans la Province du Napo, incidents suivis de déversements de l'ordre de 2 000 tonnes (Cf. LTEI n°12).

<sup>6</sup> Rupture de l'oléoduc de la *Société du Pipeline Sud-Européen (SPSE)* (Cf. article p. 6).

<sup>7</sup> Août 2009 : déversement de plus de 10 000 tonnes, suite à un acte de vandalisme sur un puits exploité par la *Shell Petroleum Development Company* (Cf. article p. 3).

houille) ou d'autres produits (chimiques, organiques, ...) ont très modestement contribué au bilan, avec des apports inférieurs à 100 tonnes (fig. 4).

Parmi les produits chimiques impliqués, les acides sont encore les mieux représentés, bien que représentant une part infime (<< 1 %) du volume total de l'année.

### Causes

On signalera en préambule que pour environ un tiers (33 %) des cas recensés en 2009, la cause - voire l'évènement- à l'origine de la pollution n'a pas été communiquée ou n'était pas connue dans nos sources d'informations (faisant éventuellement l'objet d'une enquête) (fig. 5). Ce pourcentage relativement élevé d'informations lacunaires pénalise sans nul doute la précision de la présente analyse.

La fréquence des pollutions par types de cause identifiées souligne une prévalence en 2009 des incidents dus aux **accidents de la route** (16%). L'**usure des structures** est la 2<sup>ème</sup> cause la plus fréquemment rapportée, générant environ 13 % des pollutions recensées. Cette part concerne des conduites internes, pour moitié, et des oléoducs, pour une autre moitié.

Aucune des autres causes recensées n'apparaît particulièrement fréquente ou prédominante ; elles sont pour l'essentiel invoquées dans 4 à 6 % des évènements.

Fréquence des déversements accidentels par type de cause

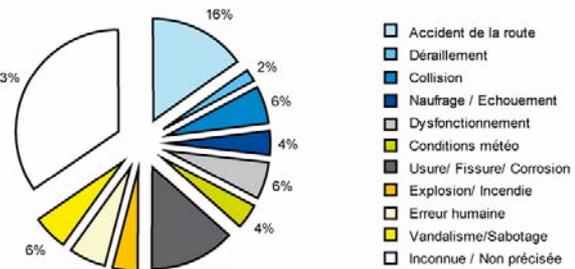


Figure 5

En termes de volumes déversés, les pollutions sans cause identifiée ou communiquée constituent près de la moitié (40 %) du bilan 2009 (fig. 6). Elles concernent le plus souvent des déversements consécutifs de fuites ou de ruptures d'oléoducs pour des raisons non précisées.

Parmi les causes identifiées, ce sont les actes de **vandalisme ou sabotage** qui ont le plus contribué au volume total (48 %) déversé en 2009, quasi-intégralement en lien avec un seul déversement de plus de 10 000 tonnes à partir d'un puits au Nigeria (Cf. article p. 3).

En 2009, environ 10 % du volume cumulé dont la cause est identifiée (2 344 t.) est à mettre au compte des **conditions météorologiques**, avec surtout la rupture de l'oléoduc équatorien *Trans Andean Heavy Crude*, suite à des pluies torrentielles et à un glissement de terrain (Cf. LTEI n°12).

Les autres causes identifiées ont contribué de façon mineure au volume total des déversements, à hauteur de moins de 1 %, illustrant la faible ampleur, en 2009, des pollutions assignables aux causes les plus fréquemment rapportées que sont l'usure des structures et les accidents de la route (fig. 6).

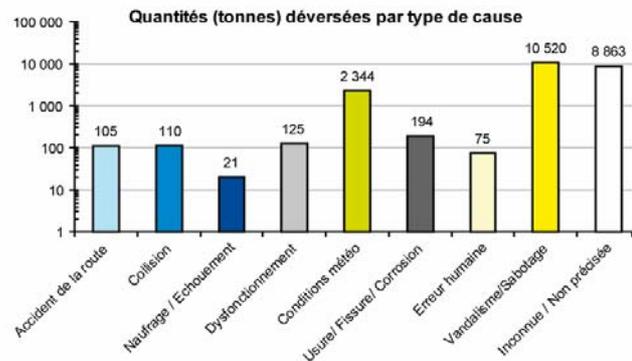


Figure 6

## • Moyens de lutte

### Alimentation photovoltaïque pour récupérateur industriel

La société américaine *Abanaki* a récemment développé un modèle de récupérateur d'hydrocarbures alimenté par un système photovoltaïque. Il s'agit d'un récupérateur à bande oléophile à vocation industrielle -créneau spécifiquement visé par la firme- de type *Oil Grabber Model 8*. Ce dernier fonctionne avec un moteur 12 volts, dont l'alimentation est assurée via un panneau solaire télescopique et orientable, pour un débit de récupération annoncé à 150 litres/heure. Cette application est pressentie pour le prétraitement d'eaux souillées au niveau d'installations spécifiques éventuellement éloignées des réseaux électriques principaux (sites miniers, par exemple).

Pour en savoir plus :  
<http://www.abanaki.com/press23.html>

## • Détection

### Télé-détection sous-marine par petits fonds : sondeur multifaisceaux

Le Cedre a assisté, au port de Brest, à une démonstration du sondeur multifaisceaux par petits fonds *R2sonic 2024*, distribué en France par la société CADDEN.

Ce sondeur de 5<sup>ème</sup> génération, à fonctionnement en bande large (200-400 kHz) et qui permet des sondages surfaciques des fonds, est particulièrement destiné aux domaines suivants : hydrographie (bathymétrie, cartographie), dragage, archéologie, recherche, défense, etc., particulièrement pour les faibles fonds.

Dans le domaine de l'antipollution, son application potentielle concernerait la détection de nappes ou d'objets immergés (sub-flottants ou déposés sur le fond).

Le faible encombrement et la légèreté du dispositif (sondeur, le module d'interface sonar, et enfin un PC équipé du logiciel d'acquisition et de navigation) en ont permis l'installation sur une petite embarcation. D'une faible consommation (moins de 50 Watts), l'utilisation de l'outil apparaît relativement aisée, et permet :

- l'ajustement en temps réel des paramètres du sondeur (largeur de balayage de 10° à 160°, largeur de bande entre 200 et 400 kHz), par leur saisie directe *via* une fenêtre de contrôle sur l'écran du PC ;
- la visualisation quasi instantanée, par petites hauteurs d'eau, des fonds ;
- l'acquisition de 3 vues simultanées : (i) verticale/fond (en couleur), (ii) latérale/bords (*i.e.* berges, paroi ou quai -de l'oblique à la verticale- en N&B) et (iii) colonne d'eau (en N&B) ;
- la visualisation des reliefs (éperons, sillons, etc.) et des objets sur le fond (blocs, épaves, etc.).

D'un potentiel évident pour la détection d'objets par petits fonds, ce sondeur multifaisceaux pourrait également présenter un intérêt, à évaluer/confirmer, pour la détection de nappes coulées ou sub-flottantes.



A gauche : Embarcation Survey de l'Ensieta. Au centre : Installation (sur puits existant) du sondeur, du logiciel navigation/stabilité, du récepteur GPS (Proflex Magellan), et du groupe énergie. A droite : PC/écrans de contrôle et module interface sonar (Source : Cedre)

Pour en savoir plus :  
[http://www.cadden.fr/fr--acoustique\\_sous\\_marine-sondeurs-sonic\\_2024--197-5-3-95.html](http://www.cadden.fr/fr--acoustique_sous_marine-sondeurs-sonic_2024--197-5-3-95.html)

### Mesures *in situ*

Au 2<sup>ème</sup> semestre 2009, la société Arjay a ajouté à sa gamme de capteurs un nouveau modèle (*HydroSense 3410*) destiné à la mesure, en continu et en temps réel, des concentrations en hydrocarbures pétroliers dans l'eau. Le dispositif, *a priori* développé pour une application industrielle, repose sur une analyse en fluorimétrie (dans l'UV) ciblant particulièrement la fraction aromatique des hydrocarbures, dont la mesure permet (*via* une calibration) l'estimation des teneurs en hydrocarbures pétroliers totaux. Le capteur permettrait la détection d'hydrocarbures pétroliers dissous ou présents dans le milieu sous forme d'émulsion, ceci à partir de seuils de l'ordre du ppm (partie par million).

Pour en savoir plus :  
[http://www.arjayeng.com/pdf\\_brochures/HydroSense\\_3410\\_ss06.pdf](http://www.arjayeng.com/pdf_brochures/HydroSense_3410_ss06.pdf)

- **Conférences / manifestations**

**Atelier OTAN / Russie : coopération internationale en matière de lutte antipollution**

Du 24 au 25 septembre 2009 s'est tenu, à Syktyvkar en République des Komis (Fédération de Russie), un atelier de coopération scientifique en matière de lutte anti-pollution pétrolière *Oil spill risk management and decision support system workshop*. Placé sous l'égide du Conseil OTAN-Russie, l'évènement était organisé par l'Académie des sciences de la Fédération de Russie, avec le soutien de la société norvégienne *Akvaplan-niva*.

Cet atelier visait à favoriser les échanges entre scientifiques et opérationnels, pour en faire émerger des propositions de coopérations transnationales dans le domaine de la protection de l'Arctique vis-à-vis des activités anthropiques et abordant notamment :

- la modélisation et la prédiction des accidents ;
- la convergence des besoins et des méthodes en R&D, en matière de pollution en Arctique ;
- les méthodes d'évaluation des pollutions et de gestion de l'environnement ;
- l'évaluation et la modélisation de la toxicité et de l'impact potentiel des pollutions ;
- la méthodologie pour l'évaluation et le suivi de l'impact environnemental ;
- la prise de décision.

Les participants, environ 130 au total, étaient pour une large part issus du monde scientifique, russes avec des représentants de diverses composantes de l'Académie des sciences (ex : Centre de recherche arctique, *Northern Water Problems Institute*), européens (instituts nationaux de recherche en biologie ou en chimie environnementale : danois, néerlandais, italien, espagnols, norvégiens) mais aussi nord américains (Pêches et Océans Canada). S'y ajoutaient des représentants d'organismes plus opérationnels, notamment le *Cedre*, la garde côtière américaine (USCG), et un représentant russe du Groupe de travail *EPPR (Emergency Prevention, Preparedness and Response)* du Conseil Arctique.

L'atelier a permis aux intervenants de préciser leurs domaines d'expertise, s'agissant largement de l'évaluation de la toxicité, de l'impact, et de techniques analytiques relevant de la chimie.

Les présentations, assez majoritairement consacrées aux pollutions chroniques, ont abordé le domaine des cadres légaux et des activités de préparation/prévention existants en Arctique, quelques aspects opérationnels relatifs à l'utilisation de produits (absorbants, dispersants), et inclus des retours d'expérience russes en matière de réponse et de restauration plus particulièrement suite à la pollution accidentelle majeure survenue en 1994 dans le nord de la République des Komis<sup>8</sup>.

Ce dernier sujet a été complété, les 25 et 26 septembre, d'une visite sur les lieux de la pollution (Usinsk, 60 km au sud du cercle polaire et température moyenne sur l'année de -1°C) organisée sous les auspices de la compagnie *Lukoil*, plus grand producteur russe de pétrole. A l'automne 1994, six points de ruptures sur l'oléoduc *Vosei-Golovnye* avaient conduit au déversement d'un volume de pétrole brut estimé à plus de 160 000 m<sup>3</sup>, polluant quatre secteurs (environ 80 ha) de taïga ainsi que le fleuve Petchora et ses affluents. Les opérations de dépollution à terre avaient, à l'époque, inclus :

- l'édification de remblais en terre afin de limiter l'extension de la pollution ;
- des opérations de raclage superficiel et de drainage des surfaces contaminées ;
- des opérations de remobilisation du polluant par rinçage basse pression (*flushing*), vers des fosses de récupération ;
- des opérations de re-végétalisation des sols dépollués, une fois atteint l'objectif d'une contamination abaissée entre 500 et 3000 ppm.

Sur l'eau, les opérations avaient principalement consisté :

- en l'édification de barrages filtrants -talus busés avec des conduites en ferraille, soudées avec un coude à angle droit ;
- en la pose de barrages flottants en mode déflecteur le long des cours d'eau contaminés ;
- Sur le fleuve Kolva, en aval, un dispositif de récupération sur l'eau a été monté, consistant en barrages configurés en entonnoir, dirigeant le pétrole flottant vers une grosse barge récupératrice en position fixe.

<sup>8</sup> Déversement dans les eaux du fleuve Petchora de plusieurs dizaines de milliers de m<sup>3</sup> de pétrole brut, à partir d'un oléoduc endommagé.



*Exercice Lukoil : chantier de confinement / récupération sur berges (source : Cedre)*

Enfin, *Lukoil* a organisé un exercice antipollution sur le fleuve, qui comportait essentiellement des opérations de déploiement de barrages, utilisés pour dévier le polluant vers les berges et les chantiers de récupération.

Divers types d'embarcation de petite taille ont été employés à cet effet, selon la dimension des cours d'eau, notamment des hydroglisseurs à faible tirant d'eau ou de petits catamarans facilement démontables et transportables, adaptés à l'intervention sur de petits cours d'eau. Divers moyens de pompage ont été mobilisés, depuis des tonnes à vide jusqu'à des pompes à membrane (type *Spate*), associés ou non à divers récupérateurs (notamment à seuil, et à brosses oléophiles).



*Déploiement de barrages par hydroglisseurs (**gauche**) ou petits catamarans (**centre**), et mobilisation d'une vedette pour le transport de personnels et de matériels –barrages, groupes hydrauliques, récupérateurs, lances, etc. (**droite**) (Source : Cedre)*

Ces démonstrations ont montré l'entraînement certain des opérateurs, sans toutefois que l'ampleur des moyens humains et matériels mobilisables en cas d'accident majeur par la société sous-traitante de *Lukoil*, n'ait été communiquée.

*En l'absence de tests réalisés ou suivis par lui, le Cedre ne peut garantir les qualités et performances des moyens de lutte mentionnés dans la Lettre Technique qui n'engagent que les personnes à la source de l'information (sociétés, journalistes, auteurs d'articles et rapports, etc.).*

*La mention par le Cedre d'une société, d'un produit ou d'un matériel de lutte n'a pas valeur de recommandation et n'engage pas la responsabilité du Cedre.*

*Les articles contenus dans la rubrique « Accidents » sont rédigés à partir d'informations provenant de sources variées, diffusées sur support papier ou informatisé (revues et ouvrages spécialisés, presse spécialisée ou généraliste, conférences techniques/scientifiques, rapports d'études, communiqués d'agences de presse ou institutionnelles, etc.). Lorsqu'un site Internet ou un document particulièrement riche en informations pertinentes est identifié, celui-ci est explicitement signalé en fin d'article par la mention « Pour en savoir plus »*