



WSV.de

Wasser- und
Schiffahrtsverwaltung
des Bundes

R a p p o r t

relatif au déroulement et aux causes de l'avarie du ba-
teau-citerne "Waldhof" survenue le 13 janvier 2011 sur le
Rhin moyen (p.k. 553,75

R E S U M E



Avant-propos

Par décret en date du 31.01.2011, le Ministère fédéral du transport, de la construction et du développement urbain a mandaté la Direction de l'eau et de la navigation sud-ouest, en sa qualité d'autorité de police compétente, pour mener dans le cadre d'une procédure administrative indépendante et autonome une enquête sur l'avarie du bateau-citerne "Waldhof" survenue le 13 janvier 2011.

L'objectif de l'enquête était exclusivement de déterminer les circonstances de l'accident, de rédiger un rapport d'enquête et le cas échéant des recommandations de sécurité visant à prévenir des événements futurs susceptibles de provoquer des dommages ou de présenter un danger. *En revanche, l'objectif n'était pas à constater des faits afin de déterminer si des erreurs ont été commises, ni à constater une culpabilité, des responsabilités ou d'autres revendications.* L'étude ne vise pas non plus à examiner et évaluer les conséquences de l'avarie (déroulement de l'avarie, interruption de la navigation sur le Rhin, conséquences économiques, etc.).

Compte tenu de la complexité de l'accident et des conséquences étendues de l'avarie s'est constitué afin de déterminer les causes de l'accident un groupe interdisciplinaire d'experts couvrant un large spectre de connaissances techniques et réunis au sein d'une commission d'enquête. La commission chargée de l'enquête relative à l'avarie du bateau-citerne "Waldhof" était composée des experts suivants :

Igor Alexander	Wasser- und Schifffahrtsdirektion Südwest – Mayence (Nautique)
Hans-Josef Braun	Berufsgenossenschaft für Verkehr und Transportwirtschaft (Expert en construction navale et construction des machines navales, ADN)
Thorsten Dettmann	Bundesanstalt für Wasserbau – Karlsruhe (Simulation de conduite de bateaux)
Hanno Fimmen	Bundesanstalt für Wasserbau – Hambourg (Construction navale)
Hermann Haberkamp	Fachstelle der WSV für Verkehrstechniken – Coblenz (Techniques de radiocommunications et de sécurisation du trafic, radar)
Heiner Katz	Bundesanstalt für Wasserbau – Hambourg (Théorie de la construction navale)
Frank Krischok	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung – Berlin (Marchandises et matières dangereuses, Chimie)
Frank Otremba	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung – Berlin (Citernes de matières dangereuses et mécanique des accidents)
Michael Pöttsch	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung – Berlin (Citernes de matières dangereuses et mécanique des accidents)
Rolf Zentgraf	Bundesanstalt für Wasserbau – Karlsruhe (Systèmes fluviaux)
Michael Putzschke	Wasser- und Schifffahrtsdirektion Südwest – Mayence (Police fluviale - Réglementation).

Un batelier a perdu la vie suite au chavirage du bateau-citerne "Waldhof", un autre batelier est toujours porté disparu à ce jour. Les membres de la commission d'enquête souhaitent exprimer aux membres des familles de ces bateliers leurs sincères condoléances suite à la perte tragique de leurs proches.

La Commission d'enquête espère que les conclusions de ses travaux et les recommandations du rapport d'enquête contribueront à éviter qu'un accident aussi grave et lourd de conséquences que celui survenu le matin du 13 janvier 2011 à proximité de la Loreley se reproduise à l'avenir.

Déroulement de l'avarie

Le bateau-citerne "Waldhof" a quitté Ludwigshafen/Rhin le 12 janvier 2011 vers 21h30 avec à son bord une cargaison de 2378 tonnes d'acide sulfurique à 96% (numéro ONU 1830) et a fait route vers l'aval à destination d'Anvers, le port de déchargement prévu.

Après s'être signalé à la centrale de secteur Oberwesel le 13 janvier 2011 à 04h29, le bateau a atteint à 04h32 le secteur du Rhin surveillé par radar et régulé par avertisseurs situé entre Oberwesel et St Goar. Après avoir croisé un convoi poussé et un automoteur à marchandises faisant route vers l'amont, le bateau-citerne "Waldhof" a croisé à 04h41 au lieu dit "Betteck", point kilométrique du Rhin 553,43, un bateau-conteneurs faisant route vers l'amont. Le bateau-citerne "Waldhof" a chaviré de 180° vers tribord à 04h42 en aval du "Betteck", à hauteur de la balise de démarcation du chenal navigable au point kilométrique 553,75, puis a disparu des écrans radar de la centrale de secteur Oberwesel en dérivant vers l'aval en position retournée.

Après avoir chaviré, le bâtiment a dérivé (proue vers l'aval), a croisé un convoi poussé faisant route vers l'amont, puis il est très probablement entré en collision à 04h46 au point kilométrique 554,55 avec un automoteur-citerne faisant également route vers l'amont, avant que, à 04h48, sa proue ne soit poussée par le courant vers la rive gauche du Rhin au point kilométrique 554,85.

Le bateau-citerne "Waldhof" s'est ensuite dégagé de la rive gauche du Rhin et a continué à dériver vers l'aval dans le courant, en position retournée et perpendiculairement au chenal navigable, en croisant à 04h49 un autre bateau-citerne faisant route vers l'amont. A 04h51, le bateau-citerne "Waldhof" chaviré a croisé un convoi poussé faisant route vers l'amont, puis s'est échoué par la poupe à 04h52 au point kilométrique 555,33, avant de se redresser sous l'effet du courant et de s'immobiliser sur le bord droit du chenal navigable, proue vers l'aval et couché sur le côté bâbord.

Conséquences de l'avarie

Un batelier a perdu la vie suite au chavirage du bateau-citerne "Waldhof", un autre batelier n'a pas été retrouvé à ce jour. Deux membres d'équipage ont été en partie sérieusement blessés lors de l'avarie mais ont pu être secourus.

Jusqu'à l'achèvement des mesures de renflouement, le trafic sur le Rhin a été interrompu partiellement ou intégralement durant 32 jours avec pour conséquence que, surtout en amont du lieu de l'avarie, jusqu'à 450 bateaux n'ont pas pu poursuivre leur voyage vers l'aval.

Une conséquence directe du chavirage et de la position couchée sur le côté bâbord du bateau-citerne "Waldhof", après qu'il se soit échoué, a été le déversement dans le Rhin de 343 à 523 tonnes d'acide sulfurique s'échappant des soupapes de dégagement à grande vitesse. Environ 555 tonnes d'acide sulfurique ont pu être transbordées à bord d'un autre bateau-citerne avant le renflouage. Entre le 1^{er} février et le 10 février 2011 ont en outre été déversées dans le Rhin de manière contrôlée de 1150 à 1330 tonnes d'acide sulfurique dans le cadre des mesures de renflouage. Après le renflouage, environ 150 tonnes ont été pompées du bateau-citerne "Waldhof" en tant que cargaison restante et ont été dûment éliminées.

Analyse de l'avarie

L'analyse du chavirage du bateau-citerne "Waldhof" a abouti aux conclusions suivantes :

- Au terme de l'analyse des enregistrements radar, des simulations réalisées sur un simulateur de conduite et de simulations complémentaires hydrodynamiques numériques tridimensionnelles (HN-3D), il apparaît que le bateau-citerne "Waldhof" a chaviré de 180° à tribord à proximité de la balise rouge de démarcation du chenal navigable au p.k. 553,75.
- La construction et l'équipement du bateau-citerne "Waldhof" au moment de l'avarie (ou au moment de la construction / transformation du bateau-citerne) étaient conformes aux prescriptions pertinentes de la réglementation de police fluviale et des marchandises dangereuses.
- La qualification et le nombre des membres d'équipage étaient conformes aux prescriptions du Règlement de visite des bateaux du Rhin et du Règlement des patentes du Rhin.
- Des spécialistes formés et diplômés pour le transport de produits chimiques par bateau-citerne se trouvaient à bord conformément aux prescriptions relatives au transport de marchandises dangereuses.
- Le voyage vers l'aval du bateau-citerne "Waldhof" effectué le 13.01.2011 alors que la hauteur d'eau était supérieure à la marque de crue I, avec les vitesses de courant élevées qui en ont résulté et la densité particulièrement élevée du trafic durant la nuit, était conforme aux prescriptions à la fois générales et particulières relatives au trafic qui figurent dans le Règlement de police pour la navigation du Rhin.
- Le transport d'acide sulfurique à 96 % (densité = 1,84 t/m³) par le bateau-citerne "Waldhof" était admissible sur le plan qualitatif conformément au certificat d'agrément ADN délivré au bateau en liaison avec la "liste des matières" établie par la société de classification.
- Selon les calculs de stabilité vérifiés, complétés et validés par la société de classification pour le bateau-citerne "Waldhof", qui font partie des documents relatifs à la stabilité devant désormais se trouver à bord conformément à la sous-section 8.1.2.3 c de l'ADN 2011,
 - la stabilité en cas d'avarie n'était attestée pour le bateau-citerne "Waldhof" que pour les cas de chargement jusqu'à une densité de la cargaison de 1,62 t/m³, avec un enfoncement maximal de 3,11 m ;
 - les cas de chargement autres que ceux vérifiés par la société de classification n'étaient autorisés qu'en présence à bord d'un calculateur de chargement agréé par le Germanischer Lloyd, lequel aurait permis de fournir des résultats sur la base de la solidité longitudinale, de la stabilité à l'état intact et de la stabilité après avarie, mais un tel calculateur de chargement agréé n'était pas disponible à bord du bateau-citerne "Waldhof".
- La hauteur maximale de remplissage des sept citernes à cargaison (70,8 %) n'était pas dépassée, les degrés de chargement étant compris entre 50 % et 61 %, de sorte que la solidité longitudinale de la coque n'était pas menacée.
- Au moment de l'avarie, le bateau-citerne "Waldhof" ne remplissait pas les critères de stabilité de l'ADNR 2003 ni de l'ADN 2011 et ne satisfaisait pas aux exigences de la prescription générale relative à la stabilité de l'article 1.07, chiffre 3, du RPNR.

- Les études sur le simulateur de conduite ont fait apparaître que les moments d'inertie en roulis avec effet de gîte atteignent leur maximum au p.k. 553,75, dans le secteur où s'est produite l'avarie.
- La modélisation HN-3D a fait apparaître près du p.k. 553,7, à côté de la balise de démarcation du chenal navigable, la présence de courants dans le chenal navigable qui provoquent pour un avalant un moment de gîte à tribord.
- Les calculs cinétiques tridimensionnels étendus sur la base des données issues du simulateur de conduite montrent que la somme de tous les moments de gîte à proximité de la balise rouge de démarcation du chenal navigable au p.k. 553,75 provoque le chavirage du bateau-citerne "Waldhof".

Causes de l'avarie

Les causes de l'avarie ont été les suivantes :

- le bateau-citerne "Waldhof" a entamé et effectué son voyage bien que la stabilité suffisante et conforme aux prescriptions n'ait pas été assurée, en raison d'un chargement non-conforme (chargement partiel de l'ensemble des sept citernes à cargaison).

En outre ont contribué à l'avarie les facteurs suivants :

- fortes accélérations transversales durant le passage de la courbe du "Betteck" à angle très fermé ;
- moments de gîte résultant des effets dynamiques dus aux mouvements de la cargaison dans les citernes ;
- moments de gîte résultant des flux tridimensionnels autour de la coque du bateau, avec formation de zones de dépression sur le côté tribord du bateau dans la section où est survenue l'avarie au p.k. 553,75.

Additionnés, les moments de gîte résultant en particulier du passage de la courbe, mais aussi des mouvements de la cargaison et du sloshing ainsi que les flux tridimensionnels autour de la coque du bateau du côté tribord, ont dépassé le moment de redressement maximal possible, de sorte que le bateau chargé de manière non-conforme a chaviré à tribord de 180°.

D'autres facteurs susceptibles d'avoir eu une incidence sont les suivants :

- les conditions de courant difficiles et inhabituelles pour le conducteur du bateau-citerne Waldhof en raison de la crue survenue dans la section située à val du "Betteck",
- l'incidence du croisement de l'automoteur à marchandises "Acropolis" (incidence sur le cap) durant la nuit,
- la densité du trafic (montants),
- l'absence de moyens à bord pour calculer des cas de chargements qui divergent de ceux vérifiés et validés et pour s'assurer qu'ils sont conformes aux critères de stabilité de l'ADN,
- la non disponibilité d'un appareil AIS à bord du bateau-citerne "Waldhof".

L'enquête relative à l'avarie n'a toutefois pas permis d'identifier des indices fiables concernant l'existence à bord de défauts de construction ou d'équipement du bateau-citerne "Waldhof", des pannes techniques, des pannes des moteurs ou de l'installation de gouverne, des fuites ou d'erreurs nautiques de la part du conducteur. Ces facteurs peuvent être exclus en tant que cause partielle de l'avarie, au même titre que les effleurements du lit ou des berges.

Propositions et recommandations

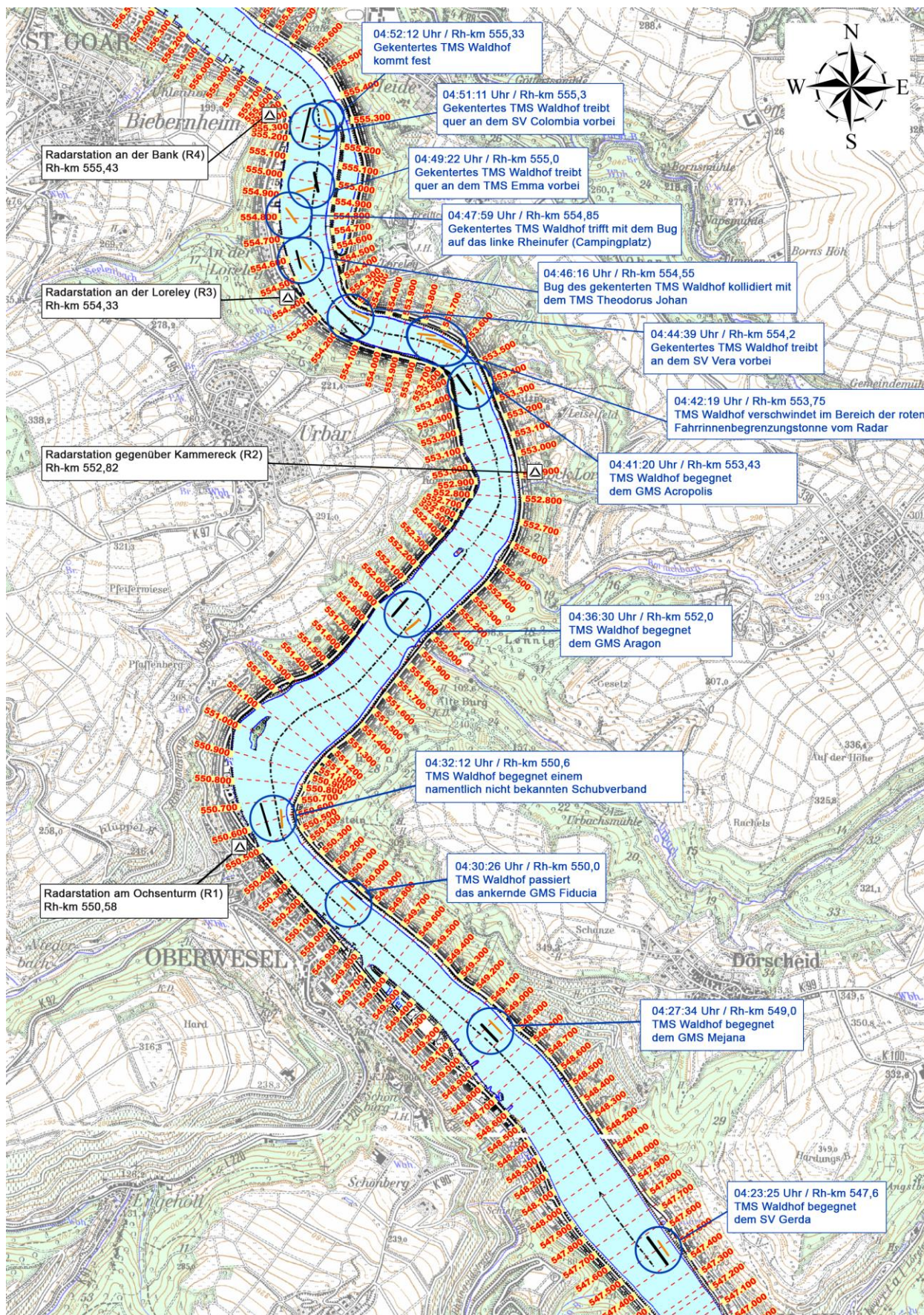
Au terme de l'analyse des enseignements acquis et en tenant compte des modifications et compléments à l'ADN qui entreront en vigueur le 1^{er} janvier 2013, sont proposées et recommandées les mesures supplémentaires suivantes :

- La disposition du paragraphe 7.2.4.21.3 de l'ADN 2011 (calcul du degré de remplissage maximal admissible des citernes à cargaisons) semble inutile compte tenu des extensions de la teneur de l'ADN 2013 et devrait être réexaminée dans l'objectif de sa suppression.
- sur le Rhin,
 - devrait être décidée et introduite à court terme l'obligation de posséder et d'utiliser un équipement AIS et ECDIS Intérieur ;
 - devrait être introduite une interdiction de dépassement applicable aux bâtiments et convois (à l'exception des menues embarcations) au "Betteck", "Bankeck" et au "Tauerberwerth", lorsqu'est atteinte la marque de crue I, en raison des vitesses élevées du courant et compte tenu de la disposition de l'article 10.01, chiffre 1, lettres a et b, du RPNR.
- Les examens pour l'obtention de la grande patente du Rhin conformément au Règlement relatif au personnel de la navigation sur le Rhin devraient être étendus, de sorte que soient incorporées au sens large dans le programme de formation des questions relatives à la stabilité (stabilité à l'état intact et après avarie) pour la navigation à cale sèche, la navigation à cale citerne et la navigation de conteneurs.
- La teneur des formations dispensées par les différentes écoles professionnelles pour les bateliers devrait être vérifiée et le cas échéant complétée afin que les futurs bateliers possèdent des connaissances suffisantes concernant la stabilité des bateaux à cale sèche, bateaux citernes et bateaux conteneurs ainsi que sur le fonctionnement général, les possibilités et les limites des calculateurs de chargement.
- Les propriétaires et/ou exploitants de bateaux-citernes doivent assurer la formation continue non seulement de leur propre personnel nautique à bord, mais aussi du personnel non nautique à terre (responsables) dans le cadre de formations internes ou externes concernant la stabilité et la sécurité des bateaux. En outre, le personnel nautique à bord devrait être formé régulièrement à la manipulation et à l'utilisation des calculateurs de chargement spécifiques à bord des bateaux-citernes de l'armement.
- Les autorités compétentes pour la délivrance du certificat de visite devraient autant que possible inscrire dans le certificat de visite le plus grand enfoncement en prenant en compte le plus petit des enfoncements admissibles résultant de la stabilité, de la solidité et du franc-bord.
- Les organes compétents devraient examiner la possibilité de signaler le secteur du Gebirge entre Oberwesel et St Goar dans les CEN Intérieures du Rhin comme étant une "Caution Area", afin d'attirer l'attention des bateliers sur les spécificités de ce secteur (par exemple les conditions de courants en cas de dépassement de la marque de crue I).

Dans le contexte du chavirage du bateau-citerne "Waldhof" a été largement discutée dans les milieux spécialisés et par les personnes intéressées la nécessité ou non de cloisons centrales longitudinales à bord des bateaux-citernes à double coque. La Commission d'enquête formule l'avis suivant à cet égard :

Les bateaux-citernes à double coque de la navigation intérieure qui sont équipés de citernes dites centrales sont fondamentalement sûrs, sous réserve que soient strictement respectées et appliquées les prescriptions relatives à la stabilité figurant dans l'ADN et que soient parfaitement pris en compte, lors du chargement du bateau, les calculs de stabilité correspondant à ce bateau ("Guide relatif à la stabilité"), lesquels ont été contrôlés par la société de classification.

C'est pourquoi la Commission d'enquête ne juge pas nécessaire une modification des prescriptions de l'ADN concernant la construction afin que les bateaux-citernes à double coque soient obligatoirement équipés de ces cloisons centrales longitudinales. Les dispositions de l'ADN 2011 relatives à la stabilité et les prescriptions complétées à cet égard de l'ADN 2013 offrent un niveau de sécurité comparable à celui assuré par la présence de cloisons centrales longitudinales et, par conséquent, il conviendrait de laisser aux propriétaires concernés le choix entre l'une ou l'autre de ces options.



04 : 23 : 25 h / p.k. 547,6

Le bateau-citerne Waldhof croise le convoi poussé Gerda

04 : 27 : 34 h / p.k. 549,0

Le bateau-citerne Waldhof croise le bateau à marchandises Mejana

04 : 30 : 26 h / Rh –km 550,0

Le bateau-citerne Waldhof passe le bateau à marchandises Fiducia à l'ancre

04 : 32 : 12 h / p.k. 550,6

Le bateau-citerne Waldhof croise un convoi poussé inconnu

04 : 36 : 30 h / p.k. 552,0

Le bateau-citerne Waldhof croise le bateau à marchandises Aragon

04 : 41 : 20 h / p.k. 553,43

Le bateau-citerne Waldhof croise le bateau à marchandises Acropolis

04 : 42 : 19 h / p.k. 553,75

Le bateau-citerne Waldhof disparaît du radar dans la zone de la bouée rouge de délimitation du chenal

04 : 44 : 39 h / p.k. 554,2

Le bateau-citerne Waldhof chaviré passe le convoi poussé Vera

04 : 46 : 16 h / p.k. 554,55

La proue du bateau-citerne Waldhof chaviré entre en collision avec le bateau-citerne Theodorus Johan

04 : 47 : 59 h / p.k. 554,85

La proue du bateau-citerne Waldhof chaviré touche la rive gauche du Rhin (terrain de camping)

04 : 49 : 22 h / p.k. 555,0

Le bateau-citerne Waldhof chaviré dérive perpendiculairement au bateau-citerne Emma

04 : 51 : 11 h / p.k. 555,3

Le bateau-citerne Waldhof chaviré dérive perpendiculairement au convoi poussé Colombia

04 : 52 : 12 h / p.k. 555,33

Le bateau-citerne Waldhof chaviré s'échoue

Station radar Ochsenturm (R1)

p.k. 550,58

Station radar face au Kammereck (R2)

p.k. 552,82

Station radar Loreley (R3)

p.k. 554,33

Station radar Bank (R4)

p.k. 555,43

Publié par la :

Commission d'enquête sur l'avarie du bateau-citerne "Waldhof"

auprès de la

Direction de l'eau et de la navigation sud-ouest
Brucknerstraße 2
55127 Mayence

Téléphone : 06131-979-0
Télécopie : 06131-979-155

Courriel : wsd-suedwest@wsv.bund.de
Internet : www.wsd-suedwest.wsv.de

ELWIS : www.elwis.de