

04/

Les fiouls lourds



OEIL

Observatoire de
l'environnement
Nouvelle-Calédonie

Les fiouls lourds sont des combustibles, majoritairement utilisés dans l'industrie et le transport maritime. Lors de la distillation du pétrole brut, on obtient des produits dits « légers » comme le gaz de pétrole et des produits plus denses, comme le gazole, l'essence et les fiouls lourds qui sont les produits pétroliers les plus denses avec le bitume. Ils se distinguent essentiellement par leur viscosité et leur teneur en soufre. Ils sont toxiques de par leurs composants. A l'état liquide, ils représentent aussi un risque de par leur viscosité forte et leur persistance en cas de déversement dans le milieu naturel.

Présentation et caractéristiques générales


	FIOULS LOURDS	Liquide visqueux	Numéro d'enregistrement du produit chimique - N° CAS Variable
--	----------------------	------------------	---

- **Autres termes utilisés :** fioul, FL (Fioul Lourd), FOL (abréviation), fioul marin (MFO : Marine Fuel Oil), IFO (Intermediate Fuel Oil), fioul résiduel (RFO : Residual Fuel Oil), huile de chauffage lourde, hydrocarbure de soute.
- **Nom anglais :** fuel, fuel oil, heavy fuel oil, heavy oil, marine residual fuel, bunker fuel, utility fuel oil.
- **Composition générale :** mélange d'hydrocarbures avec des chaînes carbonées (>15C) avec des substances associées qui ne peuvent être déterminées précisément que grâce à une analyse chimique (eau, sédiments, asphaltènes, azote, soufre, métaux, tensio-actifs). Les fiouls destinés au fonctionnement des navires contiennent des mélanges de lubrifiants de voiture usagés (Saacke, 2015). Ils peuvent être distingués selon leur teneur en soufre : très très basse teneur en soufre (TTBTS) ;

- très basse teneur en soufre (TBTS) ; basse teneur en soufre (BTS) ; haute teneur en soufre (HTS).
- **Combustion :** dégagement du dioxyde de carbone (CO₂), de l'eau, des oxydes de soufre (SO_x), des oxydes d'azote (NO_x), du monoxyde de carbone (CO), des composés organiques volatiles non méthanique (COVNM), des poussières (entre autres composées de métaux) telles que les PM10, des dioxines, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).
- **Point d'éclair :** variable (à partir de 70°C).
- **Densité :** varie de 0,94 à 1,05 kg/l (www.saacke.com).
- **Viscosité :** variable selon le fioul concerné ; diminue quand la température augmente. Ex. : v max= 380 cSt pour le IF0380 ; v = 0.5 cSt pour l'eau à 50°C.
- **Solubilité :** non solubles dans l'eau ; solubles dans la plupart des solvants.

Valeurs indicatives en Nouvelle-Calédonie

Importations globales : 460 000 tonnes en 2014 (ISEE, www.isee.nc, 2015).

	Importations annuelles (t/an)	Type de fiouls lourds	Utilisation	Gestion des imbrûlés
SLN (source : SLN)	En 2014 : 360 000	30 % de TBTS et 70 % de BTS	Combustible pour la centrale électrique de Doniambo (85 %). Carburant pour les minéraliers et dans certaines étapes du procédé industriel métallurgique (15 %).	Collectés, stockés puis exportés vers une filière agréée et mis en décharge
ENERCAL	Estimation : 60 000	Inconnu	Combustible pour la centrale électrique de Népoui.	Inconnue
VALE NC (source : Vale NC)	Consommation théorique : 40 500 En 2015 : 37 000	TBTS de type IF0180	Allumage des turbines de la centrale électrique et étapes du procédé industriel métallurgique.	Inconnue
Koniambo Nickel	0	-	-	-

Caractéristiques écotoxicologiques des fiouls lourds

Quelques notions de toxicologie

CL50 : concentration pour laquelle 50 % des individus testés meurent

DL50 : dose pour laquelle 50 % des individus testés meurent

NOAEL : dose sans effet toxique observable

CE50 : concentration qui induit 50 % de l'effet maximum

NOEL : dose sans effet observable

NOEC : concentration sans effet observable



SUR L'AIR ET LES MILIEUX TERRESTRES



FIOULS LOURDS (LIQUIDES)

• Comportement

Évaporation, photo-oxydation, biodégradation, variables selon le fioul concerné.

• Persistance

Forte à très forte selon la viscosité et les facteurs favorisant la dégradation. La demi-vie excède généralement 5 ans.

• Bioaccumulation

Les chaînes linéaires moléculaires étant considérées métabolisables par les organismes, les fiouls lourds ne sont pas classés dans les substances bioaccumulables.

Impacts sur l'air

Certains composés peuvent s'évaporer et contribuer à la pollution de l'air. Les fiches de données sécurité (FDS) indiquent : « Toxicité aiguë par inhalation - vapeur » (TOTAL, 2012).

Impacts sur les sols

En cas de déversement, le fioul liquide peut rester entièrement piégé au-dessus de la nappe phréatique ou l'atteindre si le volume infiltré est supérieur au volume piégeable (Bocard C. 2006). La biodégradation par les micro-organismes est lente (US EPA, 2012).

Impacts sur la végétation et la faune

La faune et la flore sont potentiellement impactées par les vapeurs issues des fiouls lourds liquides car elles contiennent des composés toxiques : HAP, COVNM notamment.

Pour le fioul n°CAS 68476-33-5, des résultats de toxicité sont disponibles (FDS TOTAL, 2015) et Zeller (2015) :

Toxicité aiguë (exposition de courte durée)

Par inhalation :
CL50 chez le rat = 4 mg/L.

Par voie cutanée : DL50
chez le lapin > 2000 mg/kg.

Par voie orale : DL50
chez le rat > 5000 mg/kg.

Toxicité subaiguë ou chronique (exposition longue)

Par inhalation :
NOAEL chez le rat = 1,1 à 125 ppm
sur 90 jours.

Par voie cutanée :
NOAEL chez le rat et le lapin =
1,1 mg/kg de poids corporel/jour
(durée non précisée).



FUMÉES DE COMBUSTION DES FIOULS LOURDS

• Comportement

Se mélangent à l'air ambiant ; retombent en partie au sol.

• Persistance

Forte pour certains composés comme les HAP, les COVNM.

• Bioaccumulation

Forte pour certains COVNM.

Impacts sur l'air

Les éléments contenus dans les fumées de combustion des fiouls lourds contribuent à dégrader la qualité de l'air. Elles contiennent des composés ayant un effet direct (CO₂) ou indirect (CO, NOx, COV) augmentant l'effet de serre (CITEPA, 2015).

Impacts sur la végétation

La toxicité des fumées de fiouls lourds pour la végétation peut être appréhendée au travers de la toxicité de leurs composants :

- **SOx** : Par réaction avec l'humidité de l'air, ils peuvent former de l'acide sulfurique, responsable des pluies acides pouvant entraîner des nécroses végétales (premières lésions à : 800 µg/m³ pour 8 h d'exposition). (DREAL Alsace, 2009).

- **NOx** : Ils participent également à l'acidification et à l'eutrophisation des milieux. Un effet significatif des NOx sur les peuplements floristiques sauvages a été mesuré, modifiant la composition floristique des milieux à la faveur de plantes adaptées aux substrats azotés (DREAL Alsace, 2009).

- **PM10** : Elles sont à l'origine de baisse de croissance et de nécrose végétale notamment autour d'industries comme les cimenteries (DREAL Alsace, 2009).

- **COVNM** : Les COVNM entraîneraient des dérèglements physiologiques chez les plantes. Dans certains cas, les concentrations accumulées dans les plantes sont 2000 fois plus importantes que celle de leur environnement. (DREAL Alsace, 2009).

- **CO** : Il conduirait à une « fièvre végétale » accompagnée de troubles respiratoires, et lors d'intoxications graves, de la chute des feuilles et de la mort de la plante (DREAL Alsace, 2009).

Impacts sur la faune

La toxicité des fumées de fiouls lourds sur la faune est globalement peu connue. Pour certains de ces composants, quelques informations existent cependant :

- **HAP** : Chez les poissons et mammifères, le système enzymatique permet d'éliminer ou de dégrader les HAP (IFREMER, 2015).

- **PM10** : Les particules en suspension se déposeraient dans les alvéoles pulmonaires des animaux. Les risques pathologiques seraient des effets mutagènes et cancérogènes (DREAL Alsace, 2009).

- **COVNM** : Ils s'accumulent dans les tissus gras et le système nerveux et ont une certaine facilité à passer la barrière placentaire. (DREAL Alsace, 2009).

- **CO** : Il entraîne la formation de carboxyhémoglobine qui peut aboutir à l'asphyxie du sujet. Chez le rat, des troubles du comportement ont également été observés lors d'une exposition à une forte teneur en CO (DREAL Alsace, 2009).





Les pollutions aux fiouls lourds en rivière et en mer sont de deux types : chroniques et accidentelles. Les marées noires sont plus médiatisées que les déversements en rivière. Pourtant, entre 2004 et 2007, 560 déversements accidentels ont eu lieu dans les rivières métropolitaines (*Robin des Bois, 2008*).



FIOULS LOURDS (LIQUIDES)

• Comportement

Évaporation, dispersion, solubilisation (faible), émulsification, sédimentation, photo-oxydation, biodégradation, variables selon le fioul concerné. Selon sa densité, un fioul peut couler ou rester à la surface où il s'évapore en partie (jusqu'à 50 % du volume total lors de la marée noire de l'Amoco Cadiz ; seulement 2 % pour celle du Prestige). Le fioul non récupéré finit en profondeur sur ou dans le sédiment, dans la colonne d'eau ou sur la côte.

• Persistance

Forte à très forte, variable selon la viscosité du fioul concerné, son exposition au soleil et la proximité d'organismes accélérant la biodégradation (*CEDRE, 2015*) La demi-vie excède généralement 5 ans.

• Bioaccumulation

Forte pour les HAP (*IFREMER, 2015*) Les HAP sont à l'origine d'effets néoplasiques et génotoxiques chez les organismes vivants aquatiques (<http://www.hc-sc.gc.ca>) mais les vertébrés sont capables de les éliminer.

Marée noire

Les déversements de fiouls lourds sont difficiles à combattre. Plus le produit est visqueux, plus son adhérence est importante et sa mobilisation vers la colonne d'eau lente. La porosité du substrat ralentit la remobilisation par absorption du produit. La rugosité entraîne l'adhérence d'une quantité supplémentaire de produit. Par ailleurs, l'abondance des composés organiques confère au fioul lourd une sensibilité aux rayonnements solaires : 5 ans après le naufrage de l'Erika, le niveau de dégradation totale du fioul était de 50 % pour les zones exposées au soleil et de 16 % pour les zones non exposées (*Jézéquel, 2005*).

Les zones affectées par une marée noire de grande ampleur retrouvent des équilibres comparables à ceux des zones environnantes dans des délais typiques de :

- 2 à 6 ans pour les pointes rocheuses et zones battues par les vagues ;
- 5 à 15 ans pour les plages et zones d'activité hydrodynamique modérée ;
- 10 à 25 ans pour les marais littoraux et zones d'activité hydrodynamique très réduite (www.marees-noires.com/, 2015).

Impacts sur l'état de l'eau

Les fiouls lourds sont réputés très peu solubles mais peuvent s'émulsionner ce qui provoque une augmentation du volume global des nappes et boulettes (*CEDRE, 2015*). En fonction de l'agitation du milieu, ils peuvent aussi se disperser sous la forme de petites boulettes de diamètre variable.

Puisqu'ils contiennent une part de composés solubles (*CEDRE, 2015*), les HAP notamment (*Amiard, 2011*), leur déversement en mer ou en rivière dégrade la qualité de l'eau.

Impacts sur les fonds

Lorsqu'ils sont assez fluides, ils peuvent pénétrer profondément dans les sédiments ou dans les anfractuosités des fonds durs (roche, coraux). En raison de leur viscosité, ils ont peu d'impact sur les sédiments fins.

Impacts sur les écosystèmes

Après une marée noire, des peuplements ont été altérés, parfois même éradiqués, par les effets directs des fiouls et par les opérations de nettoyage. Les sites touchés voient se réinstaller d'abord des espèces colonisatrices, puis progressivement des peuplements comparables à ceux du milieu environnant. Sur les zones du littoral breton (France) qui ont été touchées successivement par les pollutions du Torrey Canyon (1967), de l'Amoco Cadiz (1978) et du Tanio (1980) des traces de surabondance d'espèces opportunistes ou de sous-abondance d'espèces sensibles restent encore mesurables dans certains milieux (www.marees-noires.com, 2015).

Impacts sur la faune/flore

Ils sont très toxiques pour les organismes aquatiques, et entraînent des effets néfastes à long terme (*TOTAL, 2012*).

En se déposant, ils ont une action d'étouffement des organismes et les privent de lumière et d'alimentation. Dans les mangroves, ils peuvent bloquer les apports en oxygène en obstruant le système racinaire aérien (*ITOPF, 2015*). Ils peuvent aussi avoir une action toxique, notamment en raison des HAP qu'ils peuvent contenir et dont certains sont mutagènes.

Les oiseaux marins sont les victimes les plus évidentes d'une marée noire. Mais certaines algues sont « huilées » par les fiouls ; les mollusques sédentaires sont asphyxiés ; les larves de crustacés vivant en surface sont touchées ; certains poissons piégés sont retrouvés morts, le tube digestif rempli de fioul (*CEDRE, 2015*). Il semble cependant que les poissons pélagiques évitent activement les hydrocarbures (*ITOPF, 2015*). Les mammifères et reptiles marins peuvent être touchés en remontant à la surface pour respirer. Les hydrocarbures peuvent leur provoquer des lésions au niveau des yeux et du système respiratoire. Déposés sur le pelage des mammifères, les fiouls

lourds peuvent affecter le bon fonctionnement de la régulation de la température corporelle et provoquer des hypothermies létales (*ITOPF, 2015*).

Les crustacés et les poissons transforment souvent les composés du fioul en d'autres substances (parfois plus nocives), encore mal connues (*IFREMER, 2015*).

Pour le fioul n°CAS 68476-33-5, divers résultats de toxicité sont disponibles (*FDS TOTAL 2015 et Zeller, 2015*) :

Toxicité par exposition de courte durée	Toxicité par exposition longue
<p>Pour les daphnies (petits crustacés) : CE50 = 2 mg/L (48 heures) ; CE50 > 5000 ppm (eau douce, 48 heures).</p> <p>Pour les algues : NOEC < 1 mg/L (72 heures).</p> <p>Pour les poissons : CL50 = 79 mg/L (96 heures) et CL50 < 14 ppm (eau douce, 96 heures) chez <i>Lepomis macrochirus</i>.</p>	<p>Pour les daphnies : NOEL (sur 21 jours) = 0,27 mg/l.</p> <p>Pour les poissons : NOEL (sur 14 à 28 jours) = 0,1 mg/l chez <i>Oncorhynchus mykiss</i>.</p>



FUMÉES DE COMBUSTION DES FIOULS LOURDS

• Comportement

Après dépôt sur l'eau, les composants se solubilisent.

• Persistance

Variable selon les composants.

• Bioaccumulation

Forte pour les HAP ; plus leur masse moléculaire augmente, plus ils sont persistants dans le milieu et solubles dans les tissus gras des organismes vivants (*IFREMER, 2015*). Les HAP sont à l'origine d'effets néoplasiques et génotoxiques chez les organismes vivants aquatiques (<http://www.hc-sc.gc.ca>)

Impacts sur l'état de l'eau

Les fumées de combustion industrielles et des bateaux consommant des fiouls lourds contiennent du CO₂, du SO₂ et du NO₂ qui contribuent à l'acidification des océans. Les autres composants (HAP, poussières, etc.) participent à la dégradation de la qualité de l'eau.

Impacts de l'augmentation de l'acidité sur la faune et les écosystèmes

Le CO₂ absorbé dans l'océan réagit avec l'eau et réduit la concentration en ions carbonates nécessaires à la formation de carbonate de calcium. Certaines larves ont alors des difficultés à synthétiser leur squelette ou leur coquille calcaire, les coraux notamment (*Pearson, 2012*).

Sur certains poissons, l'acidification induit des effets comportementaux inattendus et très marqués : ils ne fuient plus l'odeur de leur prédateur et s'exposent, de manière suicidaire, au risque d'être mangés (*TV5, 2014*). La fonction de neurotransmission du système olfactif des poissons est affectée par l'acidification (*Nilsson et al. 2012*). Exposées à une faible acidification de l'eau, les larves de poissons récifaux perdent leur capacité à distinguer l'odeur de leur récif natal qu'elles devraient rejoindre. Les peuplements de poissons et leur résilience pourraient donc en être largement affectés (*Jones et al. 1999*). Dès le stade juvénile, l'audition du poisson clown est dégradée quand l'eau est acidifiée, ce qui perturbe aussi sa capacité à se diriger vers le récif (*Simpson, 2011*).

• **COVNM** : Les COVNM entraîneraient des dérèglements physiologiques chez les plantes. Dans certains cas, les concentrations accumulées dans les plantes sont 2000 fois plus importantes que celle de leur environnement. (*DREAL Alsace, 2009*).

• **CO** : Il conduirait à une « fièvre végétale » accompagnée de troubles respiratoires, et lors d'intoxications graves, de la chute des feuilles et de la mort de la plante (*DREAL Alsace, 2009*).

Impacts sur la faune

La toxicité des fumées de fiouls lourds sur la faune est globalement peu connue. Pour certains de ces composants, quelques informations existent cependant :


• **HAP** : Chez les poissons et mammifères, le système enzymatique permet d'éliminer ou de dégrader les HAP (*IFREMER, 2015*).

• **PM10** : Les particules en suspension se déposeraient dans les alvéoles pulmonaires des animaux. Les risques pathologiques seraient des effets mutagènes et cancérogènes (*DREAL Alsace, 2009*).

• **COVNM** : Ils s'accumulent dans les tissus gras et le système nerveux et ont une certaine facilité à passer la barrière placentaire. (*DREAL Alsace, 2009*).

• **CO** : Il entraîne la formation de carboxyhémoglobine qui peut aboutir à l'asphyxie du sujet. Chez le rat, des troubles du comportement ont également été observés lors d'une exposition à une forte teneur en CO (*DREAL Alsace, 2009*).

Quelles sont les réglementations qui concernent les fiouls lourds ?

	INTERNATIONALES	NATIONALES	LOCALES
	<ul style="list-style-type: none">• Directive 2008/50/CE du parlement européen et du conseil <i>Concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe</i>> Nombreuses valeurs limites, seuils d'alerte et seuil d'information concernant le SO₂, NO_x, HAP, COV, PM10.• Norme ISO 8217 :2005 <i>Spécification des fiouls marins</i>> Attribution de quotas aux industries• La directive européenne 2003/87/CE <i>Gaz à effet de serre</i>> Attribution de quotas aux industries	<ul style="list-style-type: none">• Normes de qualité de l'air <i>Fixent les valeurs cibles, les valeurs limites, les seuils d'information, les seuils d'alerte</i>• Arrêté du 25 avril 2000 <i>Caractéristiques des fiouls lourds</i>> Définit les volumes de distillat, la viscosité minimale et maximale, la teneur en eau, le point d'éclair, et la teneur en soufre pour le TBTS, BTS et HTS.• Arrêté du 31 mars 2008 <i>Vérification et quantification des émissions déclarées dans le cadre du système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre pour la période 2008-2012</i>> permet de calculer les émissions maximales des installations• Décret n° 95-597 du 9 mai 1995 <i>Stockage stratégique</i>> Obligation de constituer et de conserver des stocks stratégiques de produits pétroliers dans les territoires d'outre-mer et les collectivités territoriales de Mayotte et de Saint-Pierre-et-Miquelon. Décret qui a été abrogé et remplacé par les dispositions des articles R1682-9 à R1682-18 du code de la défense. Ces articles du code de la défense prennent en référence la loi 93-1 du 4 janvier 1993 portant dispositions diverses relatives aux départements d'outre-mer, aux territoires d'outre-mer et aux collectivités territoriales de Mayotte et de Saint-Pierre-et-Miquelon.	<ul style="list-style-type: none">• Code de l'environnement <i>Qualité de l'air</i>> Pas de réglementation existante.• Code de l'environnement <i>Réglementation ICPE</i>> Les installations menant à la combustion de fiouls lourds sont soumises à autorisation, autorisation simplifiée ou déclaration selon la puissance de l'installation (respectivement ≥ 50 MW, comprises entre 20 et 50 MW, comprises entre 2 et 20 MW). Aucune obligation réglementaire à suivre les rejets atmosphériques des centrales thermiques n'a été portée à notre connaissance.• Arrêté n°1536 du 14 septembre 1995 <i>Stockage stratégique</i>> Obligation de constituer et de conserver des stocks stratégiques de produits pétroliers dans le territoire de la Nouvelle-Calédonie. Au regard de la loi organique n°99-209 du 19 mars 1999, l'Etat est compétent pour réglementer l'obligation de constituer des stocks stratégiques de produits pétroliers.



Aucune réglementation sur les fiouls lourds dans l'eau n'a été portée à notre connaissance. Néanmoins, il existe des réglementations concernant les composés des fiouls lourds indépendamment.



Retrouvez une bibliographie complète
www.oeil.nc/fr/page/fiches-polluants

date de dernière mise à jour : février 2016



OEIL

Observatoire de
l'environnement
Nouvelle-Calédonie