

# Les barrages antipollution manufacturés



guide opérationnel



Cedre

# Les barrages antipollution manufacturés

## GUIDE OPÉRATIONNEL

Information  
Décision  
Intervention

Guide rédigé par le Cedre avec le soutien financier de TOTAL SA et du ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du logement.

Rédacteurs : Loeiz DAGORN - Aurélien DUMONT

Tous droits réservés. La maquette, les photos, les schémas et tableaux (sauf indication contraire) sont protégés par le droit d'auteur et restent la propriété du Cedre et ne peuvent être reproduits sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit sans l'autorisation écrite préalable du Cedre. Les textes de ce guide sont la propriété du Cedre et ne peuvent être reproduits ou utilisés sans citer la source et sans autorisation préalable.

Les informations contenues dans ce guide sont issues d'un travail de synthèse et de l'expérience du Cedre. Celui-ci ne pourra être tenu responsable des conséquences résultant de l'utilisation des données de cette publication.

Citer le document comme ci-dessous

DAGORN L., DUMONT A. *Les barrages antipollution manufacturés. Guide opérationnel*. Brest : Cedre, 2012. 95 p.

Édition : mars 2012

Réédition : février 2015

Dépôt légal à parution.  
Achevé d'imprimer sur les presses de Cloître Imprimeurs, 29800 Saint Thonan



Photo de couverture :  
Mise en œuvre d'un barrage gonflable, au bord du BSAD Ailette, pollution du Prestige.  
© Cedre

## Objet et structure du guide

Qu'il s'agisse de **protéger** une zone sensible, de **dévier** ou de **confiner** une nappe de polluant flottant pour en faciliter la récupération, il est fréquent d'utiliser des barrages dans les opérations de lutte antipollution. Ces barrages auront été sélectionnés, achetés, testés et éprouvés à l'avance dans une démarche de planification et de préparation à l'intervention.

Ce guide complète l'ensemble des guides opérationnels produits par le Cedre. Il traite des **barrages antipollution manufacturés** (commercialisés) et tente de fournir une vue d'ensemble des principaux équipements disponibles sur le marché. Il restitue les connaissances du Cedre sur le sujet. Sur la base des informations rassemblées et des nombreuses illustrations présentées, le lecteur pourra alors réfléchir au dispositif le plus approprié à la situation à laquelle il sera confronté puis en évaluer la pertinence à l'occasion d'exercices ou de formation.

Ce guide s'adresse principalement aux personnels d'exploitation de sites pétroliers, services de secours et de défense, sapeurs-pompiers, personnels des services techniques communaux et, plus largement, à l'ensemble des personnels amenés à intervenir en cas de pollution accidentelle au niveau des eaux de surface (mer, littoral, fleuve et rivière, lac...).

D'autres guides publiés par le Cedre traitent également de la thématique barrage :

- le guide « **Barrages antipollution à façon** » dresse un inventaire des autres dispositifs et des moyens pour contenir un déversement accidentel ; ces barrages sont conçus et fabriqués sur site à l'aide de matériaux disponibles localement, généralement peu coûteux ;
- le guide « **Utilisation des produits absorbants** » traite de l'usage des produits absorbants au sein desquels sont répertoriés les barrages absorbants.



## Sommaire

Objet et structure du guide	4
<b>A PRÉPARATION - PLAN D'INTERVENTION</b>	<b>7</b>
A.1 - Pourquoi utilise-t-on les barrages ?	8
A.2 - Éléments constitutifs des barrages	10
A.3 - Types et dimensions des barrages	13
A.4 - Matériaux constitutifs des barrages	25
A.5 - Normalisation	26
A.6 - Ancrages et accessoires	27
A.7 - Limites opérationnelles à l'utilisation des barrages	37
A.8 - Stockage, prépositionnement et dimensionnement	42
A.9 - Stocks de matériels, conventions d'assistance, assurance, location - prêt	46
<b>B ÉVALUATION DE LA SITUATION</b>	<b>47</b>
B.1 - Quand et où utiliser les barrages ?	48
B.2 - Critères de sélection	51
B.3 - Quelle logistique prévoir ?	52
<b>C INTERVENTIONS - FICHES PRATIQUES</b>	<b>55</b>
C.1 - Quelles précautions respecter avant l'intervention ?	56
C.2 - Fiches pratiques de mise en œuvre de barrages	57
C.3 - Comment nettoyer les barrages ?	73
C.4 - Quel entretien nécessitent le barrage et ses accessoires ?	75
C.5 - Comment reconditionner le barrage après utilisation ?	76
C.6 - Que faire des barrages hors d'usage ?	77
<b>D SUIVI ET ÉVALUATION</b>	<b>79</b>
D.1 - Ce qu'il ne faut pas faire	80
D.2 - Les points faibles des barrages	82
D.3 - La pratique, la formation, les exercices	83
D.4 - La signalisation maritime/fluviale	84
D.5 - La maintenance sur l'eau	85
D.6 - L'impact médiatique des barrages	86
<b>E COMPLÉMENTS D'INFORMATION</b>	<b>87</b>
E.1 - Glossaire et sigles	88
E.2 - Normes AFNOR	90
E.3 - Normes ASTM	91
E.4 - Échelles de Beaufort et de Douglas	92
E.5 - Bibliographie	93

Cedre

# Préparation - Plan d'intervention

A

- Pourquoi utilise-t-on les barrages ? \_\_\_\_\_ A1
- Éléments constitutifs des barrages \_\_\_\_\_ A2
- Types et dimensions des barrages \_\_\_\_\_ A3
  - Type 1 : Barrage barrière permanent
  - Type 2 : Barrage barrière à pain de mousse intégré
  - Type 3 : Barrage rideau à pain de mousse
  - Type 4 : Barrage rideau gonflable
  - Type 5 : Barrage rideau autogonflable
  - Type 6 : Barrage échouable
  - Type 7 : Barrages spécifiques
- Matériaux constitutifs des barrages \_\_\_\_\_ A4
- Normalisation \_\_\_\_\_ A5
- Ancrages et accessoires \_\_\_\_\_ A6
- Limites opérationnelles à l'utilisation des barrages \_\_\_\_\_ A7
- Stockage, prépositionnement et dimensionnement \_\_\_\_\_ A8
- Stocks de matériels, conventions d'assistance, assurance, location - prêt \_\_\_\_\_ A9

## Pourquoi utilise-t-on les barrages ?

A1

En réponse à un déversement accidentel de polluants sur un plan d'eau, **plusieurs stratégies de lutte** peuvent être envisagées :

- **Laisser la nature agir** : il est parfois préférable de laisser le milieu naturel dégrader la pollution pour diverses raisons (sécurité des intervenants, configuration du site, conditions météorologiques difficiles, polluant très volatil...);
- **Disperser chimiquement** la pollution, quand l'ensemble des paramètres le permet (caractéristiques du produit, situation géographique, conditions météorologiques...);
- **Confiner et récupérer le polluant** pour l'extraire du milieu ;
- **Brûler** le polluant.

Les barrages antipollution peuvent être utilisés **en mer**, au niveau de la **frange littorale** (estuaires, ports...), sur le littoral ou en **eaux intérieures** (lacs, fleuves, rivières...). Ces barrages vont servir à :

- **Confiner** afin d'épaissir une nappe pour améliorer la sélectivité des récupérateurs ou, dans certains cas, rendre possible son brûlage ;
- **Dévier** une nappe et orienter la pollution vers une zone propice à la récupération ;
- **Limiter l'étalement à la source** ;
- **Protéger un site sensible** par rapport à des enjeux ou intérêts écologiques/biologiques, socio-économiques, politiques ou stratégiques ;



© Cedre

*Opération de confinement dynamique, pollution du Prestige, 2002*





*Barrage positionné au niveau de l'étrave d'un navire*

- **Retenir une nappe** accumulée dans l'enceinte d'un port, autour d'un navire, ou dans un site naturel pour éviter sa remobilisation ;
- **Contenir le polluant et les effluents de lavage** dans le cadre d'une opération de nettoyage d'un site pollué.



*Confinement des effluents lors d'opérations de nettoyage*

Premiers moyens mis en œuvre pour confiner la pollution, les barrages représentent généralement le **premier maillon de la chaîne de récupération** (confinement, pompage, stockage, transport, traitement...).

Les barrages peuvent être employés de façon **statique** (barrages ancrés à des points fixes) ou de façon **dynamique** (chalutage/remorquage de surface par navires).

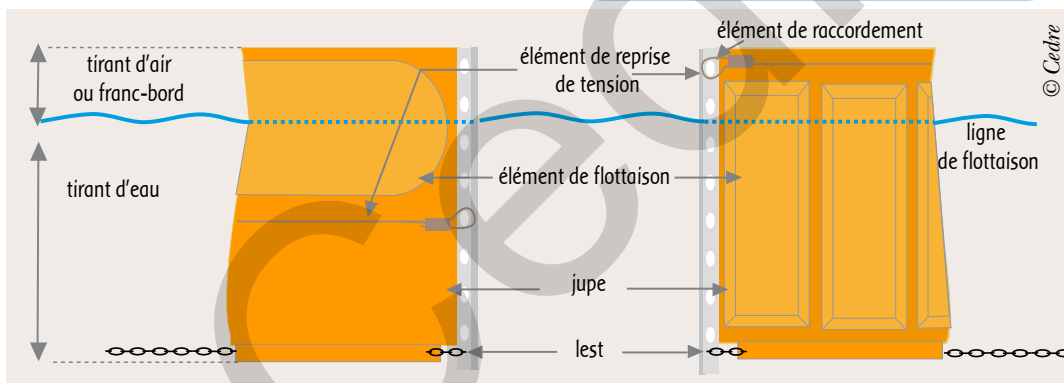
## Éléments constitutifs des barrages

Un barrage retient les polluants flottants grâce à un écran souple ou rigide maintenu à la surface du plan d'eau par un ou plusieurs flotteurs. Un lest lui assure une position verticale dans l'eau.

Sur un tronçon de barrage, on distingue généralement 5 éléments :

- l'élément de flottaison
- la jupe de rétention ou l'écran
- un ou plusieurs éléments de reprise de tension longitudinale
- le lest
- les éléments de raccordement

auxquels il convient d'ajouter les éléments de manutention et de repérage (voir D4).



*Le barrage rideau est équipé sur toute sa longueur d'une jupe immergée soutenue par un flotteur solide ou à air*

*Le barrage barrière, quant à lui, est de section plate et maintenu verticalement par des flotteurs internes ou externes*

### L'élément de flottaison

Le flotteur est la composante principale du barrage. Il assure la flottaison et s'oppose au passage du produit par-dessus le barrage. Sa partie émergée constitue le franc-bord.

En plus d'assurer sa stabilité, le type et la forme du flotteur (cylindrique, bloc carré ou rectangulaire, sphérique) déterminent son mode de stockage, sa facilité d'assemblage, de déploiement et de repli. L'élément de flottaison peut être de trois types :

1. **Intégré au barrage** : (pain de mousse par exemple) ce qui autorise une mise à l'eau immédiate mais augmente le volume de stockage.
2. **Gonflable** : ce qui présente l'intérêt d'un encombrement plus faible une fois stocké, mais nécessite un temps de gonflage lors de sa mise à l'eau.
3. **Autogonflable** : Ce type de barrage se gonfle automatiquement lors de sa mise à l'eau et cumule ainsi les avantages des deux autres. Il nécessite toutefois un entretien suivi et minutieux.

## La jupe

On désigne sous cette appellation la partie du barrage qui fait écran sous la ligne de flottaison. Son objectif est de contenir le polluant qui s'accumule devant le barrage.

Les caractéristiques principales d'une jupe sont :

- ses **matériaux** (matières textiles enduites de produits insensibles aux hydrocarbures, plastiques ou caoutchouc) ; voir **A4** .
- sa **hauteur** ;
- ses **résistances mécaniques** (rupture, pliure, perforation, abrasion) ;
- sa **capacité à rester verticale**.

## L'élément de reprise de tension

L'élément de reprise de tension absorbe les efforts de tension longitudinale exercés sur le barrage. Les matériaux les plus employés sont des **sangles en textile**, des **câbles** ou des **chaînes métalliques**.

Pour relier chacune des extrémités du barrage à un ancrage et reprendre les efforts, des **élingues**, des **chaînes** ou des **éléments de remorquage** (triangles type « **patte d'oie** » par exemple) seront utilisés.



© Cedre  
*Chaînes d'amarrage, stock POLMAR, Brest*

## Le lest

Le lest a pour rôle de maintenir la jupe le plus verticalement possible. Il peut se présenter sous la forme d'une **chaîne continue** (généralement en acier galvanisé), d'un **câble**, de poids indépendants (en plomb) insérés ou non dans le bas de la jupe, ou d'une **chambre inférieure remplie d'eau**. Le lest peut également jouer le rôle d'élément de reprise de tension.

À titre indicatif, un barrage disposant d'une jupe de 300 mm de hauteur et disposé dans un courant de 0,7 nœud aura besoin d'environ 1 kg de lest au mètre linéaire (inclinaison du barrage < 20° par rapport à la berge).

## Les éléments de raccordement - liaisons

Les éléments de raccordement doivent remplir deux fonctions : assurer la **continuité de l'étanchéité** et la **transmission des efforts de tension**. La continuité d'étanchéité peut s'effectuer par des soufflets en recouvrement (assemblés par pressions ou laçages), des fermetures à glissières, des plaquettes boulonnées ou encore des profilés rigides.



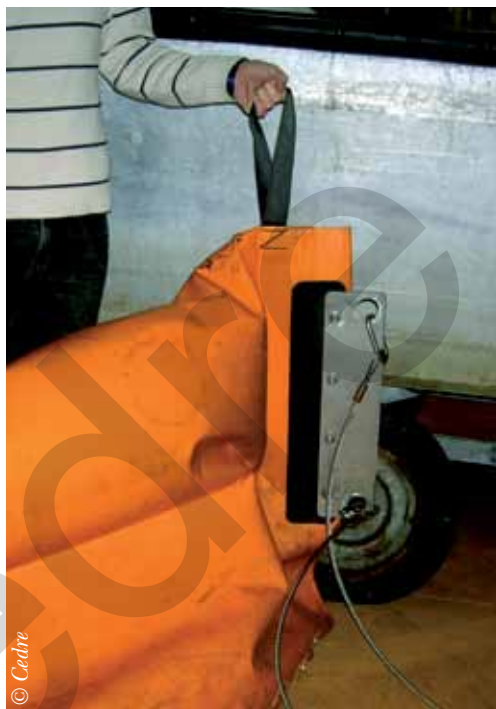
Raccord ASTM

La photo ci-dessus montre un **raccord normalisé « ASTM »**, fréquemment utilisé et simple d'utilisation. D'autres systèmes de raccord sont présentés en **A6**.

Avant de s'équiper en matériel de lutte antipollution, il faut veiller à **vérifier la compatibilité avec les barrages déjà existants ou susceptibles d'être mobilisés** en cas de pollution.

## Les éléments de manutention

Un barrage est souvent équipé de poignées ou sangles de manutention.



Poignées de manutention



En aucun cas ces sangles de manutention ou de portage, pouvant aider à la mise à l'eau voire au repli des sections de barrages, ne doivent être utilisées pour le remorquage ou l'ancrage. Ces sangles risqueraient alors de se déchirer et de détériorer les compartiments flottants du barrage.

# Types et dimensions des barrages

## Termes descriptifs

Les éléments de dimensionnement qui définissent un barrage sont les suivants :

Caractéristiques de dimensionnement	Exemple : barrage type « rideau à pain de mousse non compartimenté » - zone portuaire (exemple donné à titre indicatif)
Tirant d'air (TA)	0,37 m
Tirant d'eau (TE)	0,53 m
Hauteur totale (HT)	0,9 m
Longueur d'une section (entre 2 raccords)	50 m
Réserve de flottabilité	80 L/ml*
Volume de stockage / compacité	150 m dans un conteneur de 20 m <sup>3</sup> (6 m x 2,5 m x 1,4 m)
Masse totale au mètre linéaire	8 kg/ml*
Poids du lest au mètre linéaire	4 kg/ml*
Rupture de la chaîne à la tension	15 000 daN

\* ml : mètre linéaire

On distingue trois catégories de barrages selon leur hauteur totale ( $HT = TE + TA$ ) :

- **Léger** :  $HT < 0,5$  m
- **Moyen** :  $0,5$  m  $< HT < 1$  m
- **Lourd** :  $HT > 1$  m

Par exemple, en haute mer, les barrages employés peuvent atteindre 3 m de hauteur totale.

En règle générale, le tirant d'eau représente environ 60 % de la hauteur totale. Plus les courants sont forts, plus les barrages devront avoir des

rapports tirants d'eau / hauteur totale faibles.

Le plan de pose, les longueurs des tronçons de barrages et le nombre d'ancrages sont à adapter en fonction des conditions hydrodynamiques et météorologiques du site et de sa géomorphologie. Des logiciels de modélisation (FORBAR, *Boom Deployment Calculator* ou plus récemment le logiciel de calcul expérimental BAR3D) permettent de définir les longueurs de sections, l'angle de pose, le nombre et le poids moyen des ancrages à prévoir (« données théoriques »).

Les principaux types de barrages sont communément classés en deux grandes catégories : les barrages type « **barrière** » et les barrages type « **rideau** ». Ils sont détaillés pages suivantes.

### Barrage type « barrière »

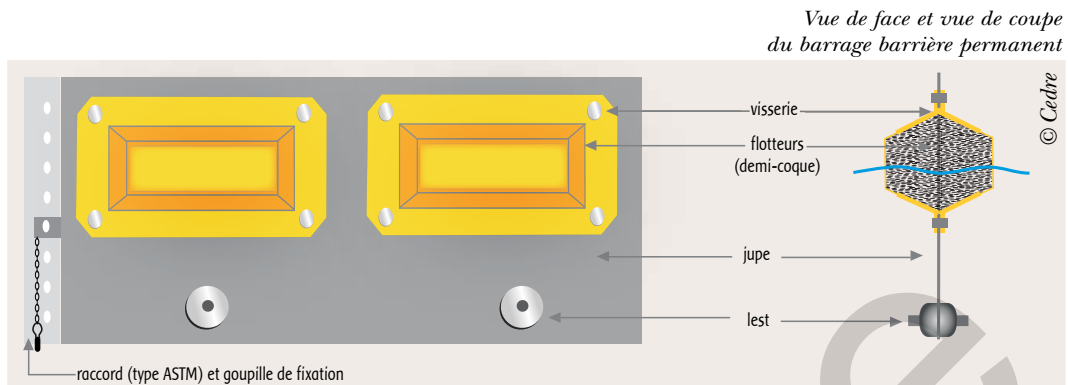
Type 1 : Permanent  
Type 2 : Pain de mousse

### Barrage type « rideau »

Type 3 : Pain de mousse  
Type 4 : Gonflable  
Type 5 : Autogonflable  
Type 6 : Échouable  
Type 7 : Barrages spécifiques



## Type 1 : Barrage barrière permanent



### Généralités

Un barrage barrière permanent est formé d'un écran vertical rigide ou alvéolaire, maintenu en surface par des flotteurs latéraux remplis d'air ou de mousse expansée. Ces flotteurs sont généralement moulés en matière plastique (exemple : polyéthylène).

Les flotteurs peuvent être situés, soit de part et d'autre de l'écran, soit uniquement sur la face extérieure du barrage, offrant une surface lisse plus favorable à l'écoulement longitudinal du polluant et facilitant le nettoyage du dispositif.

Pour ce type de barrage, déployé en permanence, la qualité des matériaux est primordiale pour une utilisation durable. L'écran et les flotteurs doivent avoir une bonne résistance à l'abrasion, à l'écrasement, aux UV, aux produits à confiner (voir **A4**). Des pontons ou passerelles peuvent parfois faire office de barrages permanents. Certains barrages en acier inoxydable, utilisés également comme barrage

antifeu, peuvent être installés sur des sites industriels.

### Usages

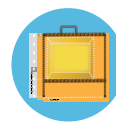
Ce type de barrage est installé pour résister sur du long terme aux agressions des milieux aquatiques, en priorité dans les zones calmes (eaux stagnantes) où une réponse immédiate en termes de confinement est primordiale.

- **Zone portuaire** : sous appontement pétrolier ou structure portuaire type passerelle.
- **Canaux de rejets** : exutoire des eaux pluviales ou du traitement des eaux issues d'un site industriel.
- **Protection contre les macro-déchets, les prises d'eau...**



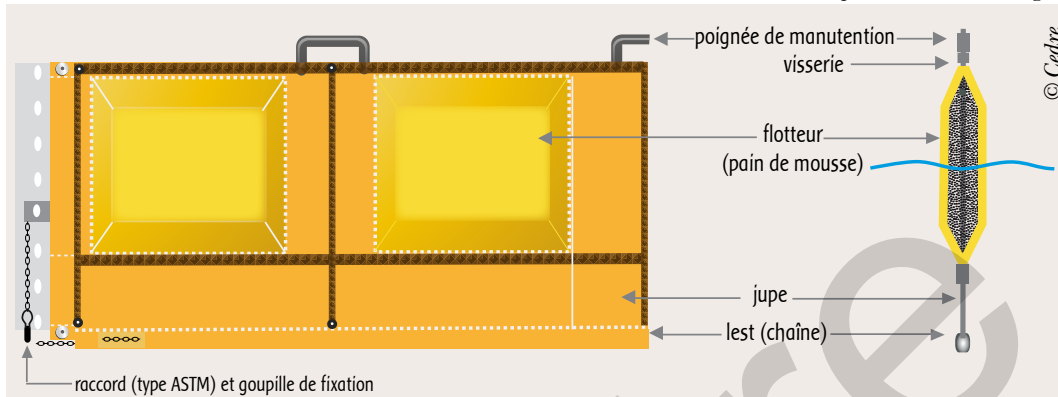
Il est nécessaire d'assurer un entretien régulier de ce type de barrage notamment pour éliminer les concrétions d'organismes aquatiques, ou la fixation d'algues pouvant nuire à leur flottabilité.





## Type 2 : Barrage barrière à pain de mousse intégré

Vue de face et vue de coupe du barrage barrière à pain de mousse intégré



### Généralités

Ce barrage est de type « barrière », car l'élément de flottaison et la jupe sont généralement un seul et même élément de section plate. Ils peuvent toutefois être dissociés sur certains modèles.

La rigidité de ce type de barrage est obtenue soit par l'insertion de raidisseur, soit en utilisant directement un matériau semi-rigide pour constituer l'écran.

La présence de flotteurs intégrés en mousse permet un déploiement et un repli rapides et aisés du barrage. De plus, sa structure relativement plate facilite son stockage sur touret enrouleur, voire remorque.

Par contre, ces barrages présentent une réserve de flottabilité moindre et auront plus facilement

tendance à se coucher à la surface de l'eau sous l'effet du courant et/ou du vent. Ils sont, néanmoins, facilement nettoyables.

### Usages

On l'utilise pour assurer du confinement ou, dans certains cas, pour dévier une pollution vers une zone de récupération. Son utilisation est à privilégier dans des secteurs à courants faibles (courant inférieur à 0,5 nœuds, variable selon les dimensions du barrage).



Ce type de barrage est adapté pour répondre aux cas de pollution sur des **plans d'eaux calmes à faiblement agités** (il convient en particulier aux interventions en eaux intérieures).

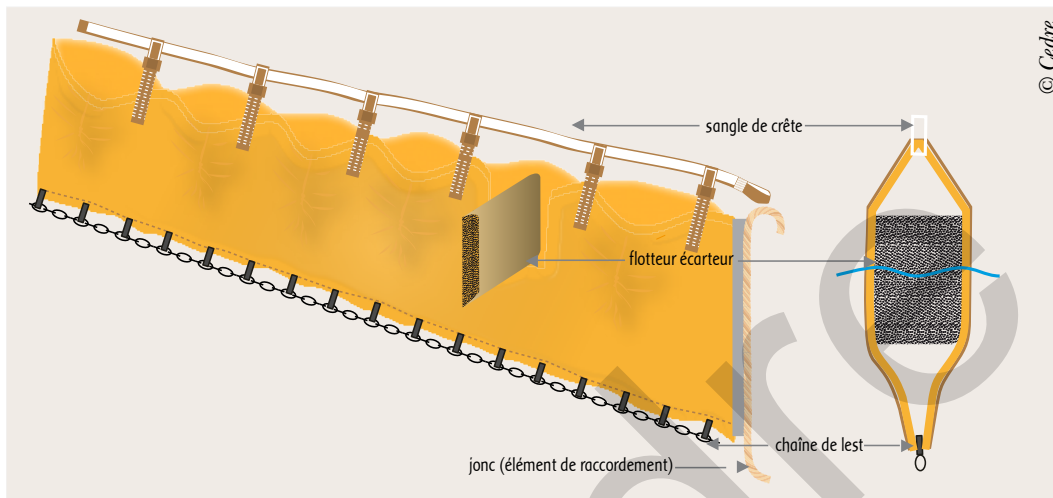
Confinement d'absorbants en vrac souillés par un barrage barrière à pain de mousse





## Type 3 : Barrage rideau à pain de mousse

Vues détaillées d'un barrage rideau à pain de mousse non compartimenté



### Généralités

Ce barrage est de type « rideau », car la jupe dispose d'une liberté de mouvement et est indépendante des flotteurs. On distingue deux types de barrages rideau à pain de mousse :

- Les « **compartimentés** » dont la flottaison est assurée uniquement par des flotteurs en pain de mousse cylindriques, parallélépipédiques ou, plus rarement, sous forme de billes de mousse. Ces flotteurs, dissociés de la jupe, peuvent être rigides ou flexibles.
- Les « **non compartimentés** » dont la flottaison est assurée à la fois par des flotteurs et l'air piégé dans les poches (voir schéma ci-dessus).

Nécessitant un volume de stockage important, ces barrages imposent l'utilisation de conteneurs de stockage adaptés.

*Mise à l'eau d'un barrage rideau à pain de mousse non compartimenté*

### Usages

En général, ce type de barrage est utilisé dans des zones où les courants sont inférieurs à 1 nœud, en zone côtière, portuaire, estuarienne ou fluviale.



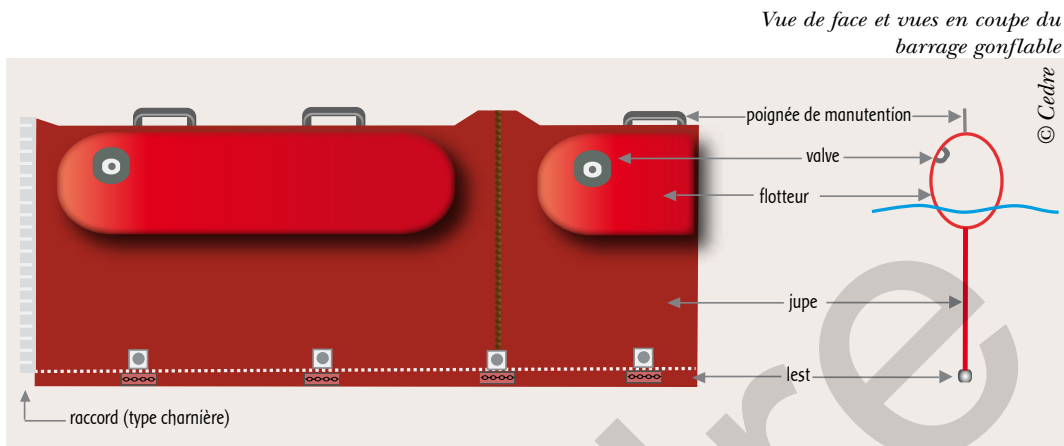
Rapides à mettre en œuvre, garantissant une bonne flottabilité tout en gardant une bonne résistance aux chocs, ils sont en revanche plus compliqués à replier, à reconditionner et à nettoyer (pénétration du polluant dans la structure).







## Type 4 : Barrage rideau gonflable



### Généralités

Les barrages gonflables sont constitués d'une **chambre de flottaison cylindrique remplie d'air et d'une jupe lestée**. Le gonflage est réalisé avant ou lors de la mise à l'eau à l'aide de gonfleurs ou compresseurs. Il faut donc prendre en compte les **temps de gonflage**, plus ou moins longs (opérateurs disponibles, taille des boudins à gonfler, nombre et diamètre des valves). Ces barrages ont l'avantage d'avoir un **encombrement réduit dégonflés**, permettant un **stockage sur enrouleur**. Leur entretien doit être régulier comme pour les autres types de barrage, en insistant prioritairement sur le contrôle de l'état des valves et des purges. L'un des risques majeurs est la crevaisson d'un élément ou les fuites d'air au niveau des collages et des assemblages. Pour limiter cela, il faut :

- Être très attentif à la qualité des matériaux utilisés et à la qualité de fabrication ;
- Établir des procédures de mise à l'eau et les tester ;
- Prendre des précautions pour leur reconditionnement et stockage après usage ;
- Limiter au maximum les frottements contre des surfaces dures lors du déploiement (quais, cales...) et une fois en place (rochers...), notamment en mettant en place des bâches ou tissus de protection.

### Usages

Ils sont utilisés en **zone côtière** ou en **pleine mer**. Ils sont également à privilégier pour effectuer des **opérations de chalutage dynamique** en zones côtières. Cependant, ce type de barrage nécessite de l'espace pour le déploiement (à terre ou à bord), des moyens humains suffisants et du matériel de gonflage.



Ce sont les seuls barrages véritablement efficaces en mer ouverte et prioritairement **utilisés lors d'opérations de lutte en mer** à partir de navires antipollution.

Les barrages gonflables peuvent également être déployés en rivière, estuaire ou zone portuaire, notamment pour protéger des sites sensibles en prévision de l'arrivée d'une pollution venant du large ou d'un site à terre.



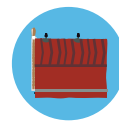
Détail d'une valve avec son système de ressort/clapet



*Déploiement d'un barrage rideau gonflable*

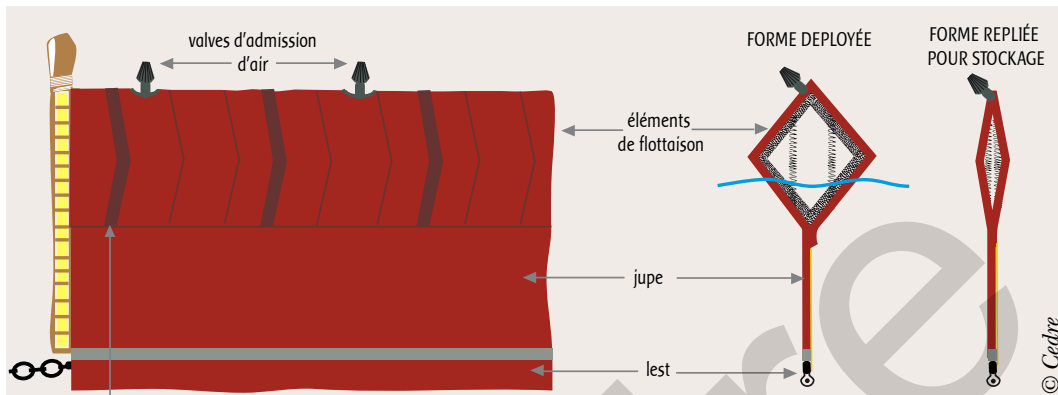


*Mise à l'eau de barrage gonflable en pleine mer*



## Type 5 : Barrage rideau autogonflable

Vue de face et vue en coupe  
d'un modèle de barrage autogonflable



### Généralités

Les barrages autogonflables ont des **flotteurs** équipés de valves avec clapets anti-retour qui se remplissent automatiquement d'air lors de la mise en œuvre. Une armature interne déploie le barrage ou l'aplatit lors du repli. Cette armature se présente sous la forme d'une bobine hélicoïdale, d'une structure pliante dotée de ressorts ou d'un arceau en nylon. Les barrages autogonflables sont faciles à stocker et rapides à déployer. La qualité des valves d'air et leur bon fonctionnement garantissent l'étanchéité du barrage (contact de l'eau lors du déploiement). Ces barrages sont, comme les barrages gonflables, plus sensibles aux crevaisons et aux déchirures. Leur structure interne nécessite un contrôle régulier (corrosion des ressorts). Il conviendra de privilégier des sections autogonflantes courtes

pour préserver la flottabilité du barrage en cas de fuite.

### Usages

On les utilise dans des **eaux calmes**, à faible courant, mais aussi dans des **eaux plus agitées** voire en pleine mer dans certains cas. La rapidité de mise en œuvre, le stockage réduit (toret) et un besoin moindre en matériels annexes sont les principaux avantages de ces barrages.



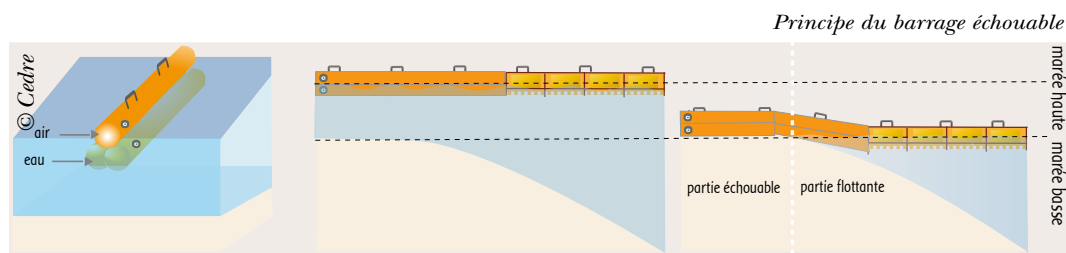
Ils sont bien adaptés pour répondre aux besoins d'installations industrialo-portuaires nécessitant le **déploiement très rapide** d'un dispositif destiné à contenir un rejet accidentel d'hydrocarbures lors d'opérations de chargement-déchargement.

Mise à l'eau  
d'un barrage  
autogonflable





## Type 6 : Barrage échouable



### Généralités

Ces barrages se composent d'un (ou deux) **boudin(s) inférieur(s) rempli(s) d'eau** servant à la fois de jupe et de lest et surmonté(s) d'un **boudin rempli d'air** assurant la flottabilité de l'ensemble.

Ils sont utilisés dans des zones de faible profondeur ou directement à même le sédiment, dans des zones découvertes à basse mer. Les boudins inférieurs jouent le rôle de lest quand le barrage flotte et reposent sur le sol en l'épousant lorsque le barrage est échoué. À marée descendante (au jusant), le barrage se pose sur la vase ou le sable. À marée montante (au flot), le barrage reprend sa fonction d'écran flottant. Son rôle est de **garantir une étanchéité à la jonction entre le sédiment et la limite haute des eaux sur l'estran**.

### Usages

Ces barrages sont préconisés dans les **eaux très peu profondes** et sont bien adaptés pour assurer le confinement des hydrocarbures libérés lors d'**opérations de lavage du littoral**. Ils conviennent également aux opérations en eaux intérieures. Idéalement utilisés en bordure de chenaux, ils sont mis en œuvre, dans certains cas, sur des sites à forts marnages et à faible bathymétrie, pour compléter, à chaque extrémité, un linéaire de barrages traditionnels. Il est alors nécessaire de se doter d'éléments de raccordement compatibles. Par exemple, leur utilisation peut être retenue pour barrer l'entrée d'un port où, à marée basse, il ne reste qu'une petite partie du chenal en eau.



Étant donné leur poids important, il est difficile de les déplacer une fois remplis d'eau. Il convient d'étudier précisément leur emplacement en tenant compte notamment du niveau maximum des hautes eaux.



© Cedre  
Déploiement d'un barrage flottant échouable à partir d'une cale



© Cedre  
Utilisation d'un barrage flottant échouable sur une zone de marais maritime

## Type 7 : Barrages spécifiques

### Barrages résistants au feu ou antifeu

Les barrages résistants au feu sont conçus pour garder leur intégrité lors d'opérations de **confinement d'une nappe en feu (brûlage ou incendie)**.

- Certains barrages sont de **type « plat », en acier inoxydable** ce qui les rend assez difficiles à stocker et à déployer (poids linéaire élevé). Ils sont plutôt destinés à un usage permanent en site portuaire, pour prévenir un éventuel accident.
- D'autres sont de **type « rideau »** et composés de flotteurs en acier inoxydable et d'une toile souple fabriquée à partir d'un **alliage de céramique**. Les toiles sont recouvertes d'une **enduction en silicone**, matériau élastique extrêmement résistant aux hautes températures (jusqu'à 1 000 °C).

Certains barrages antifeu sont équipés d'un **circuit interne de refroidissement à eau** qui permet de baisser suffisamment la température et ainsi protéger la structure du barrage. Ce type de barrage a été utilisé, en 2010, lors des opérations de brûlage de nappes de brut à la dérive, dans le golfe du Mexique après l'accident de la plate-forme *Deepwater Horizon*. Deux techniques ont été utilisées pour le brûlage pendant ces opérations antipollution :

- le brûlage isolé après confinement par barrage « antifeu » ;
- le brûlage alimenté en remorquage (2 navires opérant en bœuf), pour confiner et enflammer les nappes piégées.

Les opérations menées dans le golfe du Mexique ont montré des différences significatives en termes de réutilisation des différents modèles utilisés (variable en fonction de la qualité des matériaux utilisés).



© US Coast Guard Photo

Utilisation de barrage résistant au feu, pollution *Deepwater Horizon*, 2010



© US Coast Guard Photo

### Barrages de chalutage

Certaines sociétés proposent des barrages de confinement préformés pour le « chalutage » en surface des hydrocarbures. Ces systèmes composés d'éléments gonflables permettent de collecter et de concentrer les polluants à des vitesses pouvant aller jusqu'à 2,5 nœuds, voire plus pour certains modèles. Les dispositifs sont en forme de « V » ou de « U », remorqués par un ou deux navires. Le produit flottant est dévié vers le fond de l'entonnoir où peut être installé un dispositif de stockage amovible (cul de chalut détachable à maille fine ou poche adaptée au confinement permettant la concentration du produit et son pompage). L'efficacité de ces dispositifs remorqués sera optimale sur des pro-

duits très visqueux et ayant séjournés longtemps en mer (fioul lourd ou brut émulsionné). Ils atteindront très vite leur limite d'efficacité sur des produits légers (gasoil, bruts légers, fioul lourd frais...), même si l'utilisation de produits absorbants (feuilles, boudins) disposés au fond de leur poche peut aider à la récupération de petites quantités d'hydrocarbures.

Certains barrages à remorquer intègrent des dispositifs de récupération. Les barrages sont soit de faible longueur remorqués sur le côté du navire, soit de longueur plus importante (jusqu'à 300 m) et remorqués par deux navires. Dans ce dernier cas, le barrage peut intégrer dans sa conception un tuyau pour le pompage du polluant.



*Barrage de chalutage remorqué par deux navires*



*Barrage sur tangon intégrant un dispositif de récupération, déployé à partir d'un seul navire*

### Barrage absorbant à jupe lestée

Les barrages absorbants à jupe lestée, à **usage unique**, sont conçus pour des **interventions de première urgence**. Ils permettent de retenir, confiner et absorber une pollution d'hydrocarbures sur un plan d'eau calme. Ils ne sont absor-

bants que d'un seul côté, l'autre côté servant à assurer l'étanchéité et la solidité du barrage. L'absorbant est constitué d'un **matériau hydrophobe et oléophile** généralement en matière synthétique (fibres de polymères : polypropylène, polyuréthane, polystyrène).

© Dijope



*Barrage absorbant à jupe*

© Cedre



*Barrage absorbant à jupe lestée*



© Cedre

*Test d'un barrage absorbant à jupe lestée*

### Barrage anti-inondation

Initialement utilisés dans la lutte contre les inondations, certains de ces barrages peuvent être détournés de leur utilisation d'origine pour servir dans le cadre d'opérations de lutte antipollution.

Pour maintenir un transit hydraulique et éviter les fuites de polluants par débordement, on utilisera des barrages adaptés permettant un passage de l'eau par sous-verse (systèmes d'ouverture, ou buses, permettant de réguler le flux).



© Cedre

*Mise en place d'un barrage anti-inondation*

### Barrage submersible

L'utilisation de barrage submersible est possible dans des zones où un risque de pollution est localisé (ports, terminaux, raffineries). Le barrage repose en permanence sur le fond à même le sédiment et ses flotteurs sont remplis d'eau. Lorsque l'on décide sa mise en œuvre, un compresseur insuffle de l'air par le biais de flexibles et chasse l'eau pour faire remonter le barrage à la surface du plan d'eau. Ce dispositif, qui doit être clairement signalé (avant la réalisation de travaux maritimes ou de dragage), impose une maintenance et un nettoyage réguliers pour éviter sa colonisation par des espèces animales ou végétales.

### Barrage flexible

Ces barrages sont conçus pour assurer une étanchéité entre un quai vertical et une coque de navire. Ils peuvent être rapidement mis en place pour assurer un confinement suite à un déversement ou une fuite lors d'un transfert d'hydrocarbures, par exemple au niveau de la zone située sous un bras de chargement.

### Barrage de travaux maritimes



*Barrage de travaux maritimes :  
vue de la jupe en géotextile*

Destinés initialement à limiter l'envahissement des eaux portuaires par des déchets de chantier (poussières, huiles, sacs plastiques, débris flottants...), l'usage de barrages de travaux maritimes peut être détourné pour servir lors d'opérations de lutte antipollution.

Ils se composent :

- D'une partie immergée constituée d'un géotextile (filtre 50 – 100 µm d'ouverture), profonde de 2,5 à 5 m, lestée par une chaîne et fixée aux flotteurs ;
- De flotteurs, généralement plats en mousse.

### Barrage à bulles

Un écran vertical de bulles d'air, émis depuis le fond par un tuyau perforé, crée à la surface de l'eau un contre-courant bloquant le déplacement des hydrocarbures.

Ces barrages à bulles sont parfois utilisés pour la protection d'entrées de ports, de formes de radoub et dans des zones dans lesquelles les courants sont relativement faibles. L'intérêt principal du barrage à bulles est qu'il permet de ne pas positionner en surface des moyens conventionnels de type barrage flottant qui occasionnent des gênes pour la navigation et les manœuvres des navires. Leur efficacité est, par contre, rapidement limitée par l'agitation du plan d'eau (clapot, courant).

Des visites d'entretien périodiques (par plongeurs) et des mises en pression lors d'exercices, sont à prévoir pour s'assurer que les buses par lesquelles s'échappe l'air sous pression ne se colmatent pas avec les sédiments ou les organismes marins. Le compresseur d'air doit également être révisé régulièrement pour assurer le bon fonctionnement du dispositif. Comme pour les barrages submersibles, l'emplacement des barrages à bulles doit être signalé en surface pour éviter qu'ils ne soient détériorés lors d'opérations de dragage ou par des croches d'ancrages.



# Matériaux constitutifs des barrages

Les milieux où sont mis en œuvre les barrages sont agressifs :

- exposition aux UV, aux embruns, à l'eau de mer ;
- contact avec des polluants (hydrocarbures, produits chimiques) ou des macro-déchets ;
- présence d'éléments naturels (branches, troncs, roches, enrochements ...) ;
- efforts dus aux courants (profil du fond, marées, influence du vent de surface).

A4

## Raccords, éléments de tension, lests

L'utilisation de l'aluminium ou de l'acier traité contre la corrosion (galvanisation zinc, chromage, enduction avec résine spécifique) permet de ralentir la dégradation de l'accastillage des barrages.

## Jupe et boudins

Différentes enductions sont utilisées dans la confection des jupes ou des flotteurs. Voici un tableau permettant de comparer leurs propriétés :

Enduction	Étanchéité	Résistance hydrocarbures	Résistance produits chimiques*	Résistance UV	Résistance usure abrasion	Sensibilité hautes températures
PVC < 1000 g/m <sup>2</sup>	Limitée	Limitée	Très bonne	Très bonne	Très bonne	Très bonne
PVC > 3000 g/m <sup>2</sup>	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne
Polyuréthane	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne
Néoprène vulcanisé	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Très bonne
Hypalon®	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne

\* Tests de mise en contact de différents plastiques avec des produits chimiques (éthylène glycol, aniline, éthylbenzène) et essais de traction – Cedre 2007

Très bonne ■ Bonne ■ Limitée ■

Pour les barrages permanents, les flotteurs sont soit moulés en PEHD (polyéthylène haute densité), soit en polyester renforcé à la fibre de verre, remplis de polystyrène. Ces deux matériaux ont une résistance (chocs, UV, hydrocarbures) et une flottabilité quasiment identiques. Le PEHD vieillit mieux au contact prolongé de l'eau. Pour les barrages à système de flottaison intégré permanent ou non, les flotteurs sont sous forme de billes, de pains de mousse, de blocs rectangulaires ou cylindriques. Les matériaux utilisés sont les suivants :

- le **polyéthylène** : matériau semi-rigide et durable, étanche aux hydrocarbures mais sensible aux hautes températures et aux rayons ultraviolets ;
- le **polystyrène** : matériau plus léger que les autres plastiques, il assure donc une bonne flottabilité ;
- le **polyuréthane** : matériau très versatile, disponible sous forme flexible, semi-rigide ou rigide. Oléophile sous forme de mousse, il absorbe les hydrocarbures, il est donc généralement recouvert d'une enveloppe étanche.

## Normalisation

A5

### La norme NF T71-100

En 1995, une commission regroupant une vingtaine de membres, dont le *Cedre*, l'AFNOR, le syndicat français des fournisseurs d'équipements de lutte contre la pollution (Sycopol) et des responsables de ports autonomes, a été mise en place.

Les réflexions émanant de ce groupe de travail ont permis d'élaborer la norme NF T71-100 visant à homogénéiser la terminologie et la présentation des performances des barrages antipollution. Grâce à cette norme, les responsables de la lutte antipollution et les fabricants disposent d'un même référentiel.

L'AFNOR et l'ISO ont développé d'autres normes, en particulier pour la réalisation de tests sur des matériaux plastiques. En annexe, sont présentées les limites admissibles pour les barrages antipollution, faisant référence à ces normes.

### La norme ISO 16446:2002

Cette norme internationale fournit une méthode permettant de joindre deux barrages munis de connexions différentes, grâce à l'utilisation d'un adaptateur standard.

Cet adaptateur est connecté d'un côté au connecteur existant et de l'autre, il se compose d'une surface plane, type plaque à boulonner. Cette norme standardise les entraxes et les diamètres des perçages de ces adaptateurs (voir **A6**).

### Les normes ASTM (*American Society for Testing and Materials*)

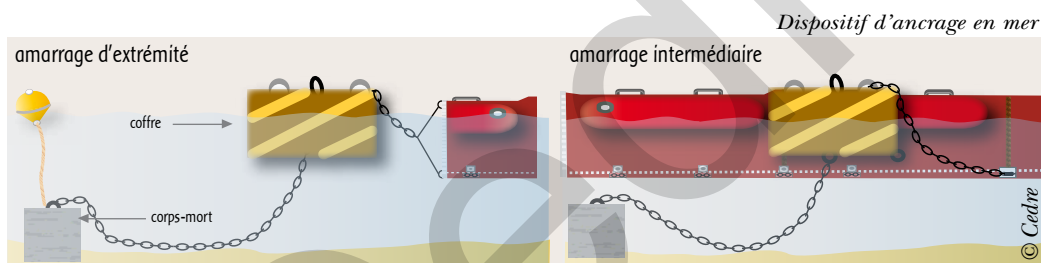
L'ASTM a développé plusieurs normes spécifiques à la lutte antipollution, dont quelques-unes traitent des barrages. Elles sont listées en annexe de ce guide. L'une d'entre elles décrit notamment le connecteur de barrages le plus universellement utilisé, dit ASTM.

## Ancrages et accessoires

### Systèmes d'ancrage en mer

La mise en place d'un barrage en pleine eau nécessite la présence, sur le fond, d'un ou plusieurs dispositifs d'ancrage. Ces points d'ancrage peuvent être des **corps-morts**, des **ancres**, des **pieux battus**. Ils sont reliés par une **chaîne** (et/ou du **cordage** dans le cas d'un barrage léger) à des **coffres flottants**, ou des **bouées** sur lesquelles sont amarrés les barrages.

Cet ensemble qui constitue la **ligne de mouillage** peut être complété par une bouée de repérage (ou de marquage) en surface, permettant d'indiquer la localisation des dispositifs d'ancrage, en particulier si l'on décide de laisser en permanence le mouillage en place.



Pour un gain de temps lors du déploiement, il est intéressant, dans la mesure du possible, de laisser en place les points d'ancrage en mer.

### Corps-morts

Ils sont utilisés pour résister à des efforts allant jusqu'à une centaine de kN (kilo Newton). Il est généralement admis qu'un bloc de béton immergé a une force de retenue égale à la moitié de son poids dans l'air. Ils sont mis en place à partir de navires spécifiques en mer (catamaran de pose de corps-morts ou baliseurs) ou à partir d'engins de levage si la zone de mouillage est accolée à un quai.

Des flotteurs de mouillage et de relevage de corps-morts (ou parachutes de relevage) permettent de décoller du fond les corps-morts pour les déplacer.



Il convient de prendre en compte les **phénomènes d'ensouillement** (enfouissement du corps-mort dans le sédiment), qui peuvent compliquer les opérations de relevage, après avoir favorisé la tenue de l'ancrage.

## Ancre

L'utilisation d'ancre est une **solution rapide** qui ne nécessite pas de gros moyens de manutention. L'emploi des ancre est **recommandé pour des mouillages légers, des linéaires de barrages limités et par petits fonds** (5 mètres maximum). Si l'ancre est bien positionnée sur le fond, sa tenue peut aller jusqu'à 10 fois son poids selon la nature des fonds. Les fonds les plus favorables sont des sables ou des argiles molles. Sur des fonds rocheux, les risques de croche ou de ripage sont importants.

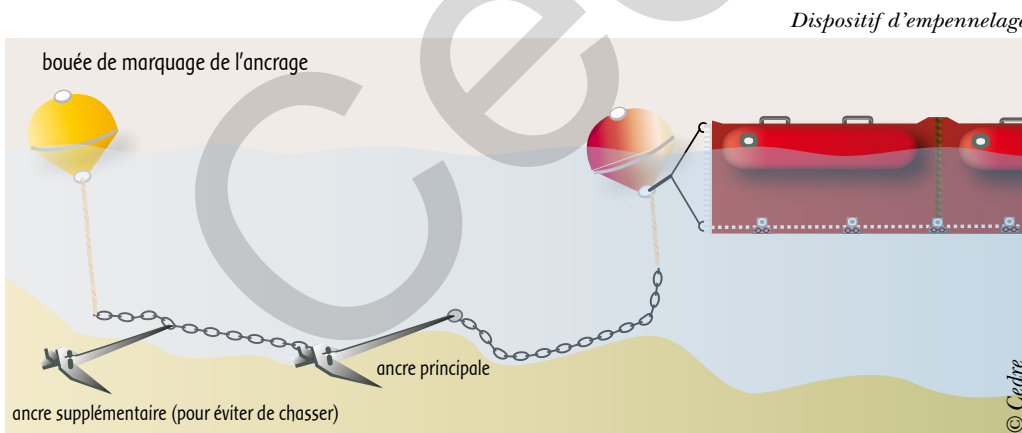
### Empenneler plusieurs ancre en série

Dans le cas de zones à fort courant, on peut choisir de mouiller le barrage en disposant plusieurs ancre en série. Cette technique de l'empennelage permet de garder une tension suffisante et d'éviter le déplacement de l'ancrage (chasse).

La longueur de chaîne entre les ancre doit être au moins de 5 mètres pour éviter à la deuxième ancre de travailler dans un sol remanié par la première. La tenue de l'ensemble est supérieure ou égale à 2 fois la tenue d'une ancre seule. Il convient de mettre l'ancre qui a la meilleure tenue en tête et la plus lourde derrière.

### Affourcher plusieurs ancre

On peut également réaliser un affourchage, qui consiste à mouiller deux ancre avec des longueurs de chaînes identiques formant un angle de 10 à 30°. La tenue de l'ensemble est inférieure à 2 fois la tenue d'une ancre seule, mais ce système permet de réduire le champ d'évitage et de reprendre les efforts dans plusieurs directions, ce qui peut être intéressant pour les sites soumis aux courants de marées.



## Pieux battus

De la même manière que sur l'estran ou sur une berge, des pieux métalliques (voire en bois) peuvent être battus en pleine eau. Ces moyens

d'ancrage sont fiables mais nécessitent cependant des moyens lourds de mise en œuvre et présentent l'inconvénient de constituer un obstacle permanent pour la navigation ou le passage d'engins à terre.

### Coffre d'amarrage, tonne d'amarrage ou bouée

Les coffres d'amarrage peuvent être soit des **flotteurs cylindriques rigides** (en acier généralement), soit des **flotteurs gonflables de forme conique rapides** à mettre en œuvre. Ils pèsent jusqu'à une tonne et mesurent jusqu'à deux mètres de diamètre. Ils disposent d'**organeaux** pour l'amarrage du barrage et la manutention. Parfois ceux-ci disposent également d'un trou d'homme pour leur entretien, ainsi que d'une main courante pour faciliter l'accostage. En partie immergée, ils disposent d'une boucle centrale pour la fixation de la ligne de mouillage. Suivant les dimensions et les caractéristiques du barrage, des bouées reliées aux lignes de mouillage peuvent suffire pour assurer l'amarrage.

### Ligne d'ancrage et d'amarrage

La ligne d'ancrage peut, tout comme les lignes d'amarrage, être un **cordage synthétique**, un **câble en acier**, une **chaîne** ou une **composition de plusieurs de ces matériels**.

Une longueur de chaîne lourde ou alors l'addition d'un poids intermédiaire entre l'ancre et la corde améliore très sensiblement la capacité de tenue d'une ancre et le comportement du barrage en surface (effet d'amortisseurs).

Il faut respecter le rapport entre la longueur de la ligne d'ancrage et la hauteur d'eau (entre 3 et 5 pour 1).

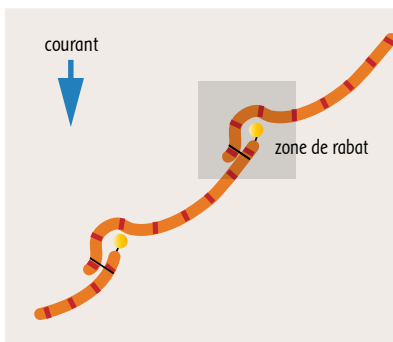
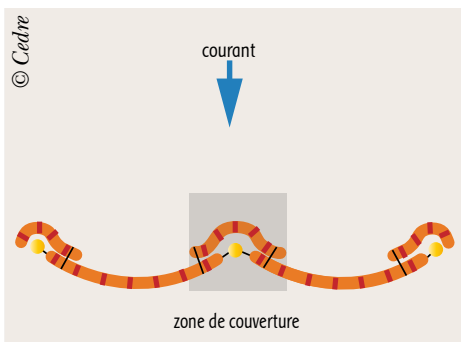
La longueur des lignes d'amarrage doit être adaptée à la houle et à l'amplitude de la marée. Si elles sont trop courtes, le barrage n'épousera pas correctement la forme des vagues. De plus, l'effet d'arrachement brusque exercé par les vagues est susceptible de faire déplacer les corps-morts et de détériorer la structure du barrage.

### Étanchéité et raccordement entre deux sections

Un barrage en tronçons séparés présente des zones de fuite au niveau des intersections. La solution est de **doubler le barrage aux intersections en réalisant une couverture ou un rabat**. Pour assurer une bonne étanchéité, on peut également utiliser un barrage en un tronçon ininterrompu et fixer des amarres intermédiaires aux coffres flottants.



Coffre gonflable conique (à gauche) et coffre métallique (à droite)



Système de couverture et de rabat aux intersections d'un barrage

### Systèmes d'ancrage à terre (fixes ou temporaires)

On veillera à ce qu'un point de fixation ou un ancrage fixe soit positionné à terre dans une zone accessible afin d'assurer son entretien de manière aisée et de contrôler son état périodiquement.

#### Ancrages sur quai et berge

Dans la plupart des dispositifs de protection, le barrage est relié à terre par ses deux extrémités, assurant ainsi l'étanchéité du dispositif et permettant de reprendre les efforts exercés. Les prises d'ancrages doivent être dimensionnées pour résister aux contraintes exercées sur le barrage. On peut utiliser en priorité, si leur emplacement correspond au plan de pose du barrage, des infrastructures et équipements portuaires (organeaux, bollards, blocs d'enrochement, bittes d'amarrage), des pieux métalliques ou des ouvrages improvisés (troncs d'arbres, corps-morts enterrés, ancre-tarrière).

Avant le déploiement du barrage, ne pas oublier d'amarrer une des extrémités à terre.

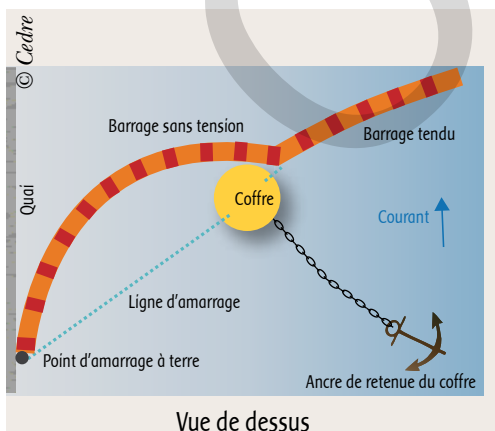


© Marine nationale

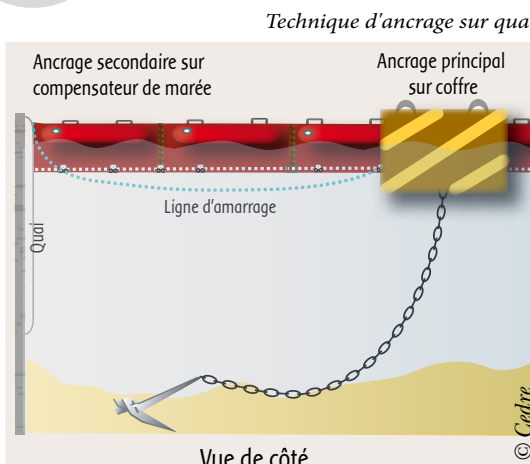


© Cedre

Ancrage sur bollard (en haut)  
Ancrage sur tronc d'arbre (en bas)



Vue de dessus



Vue de côté



On privilégiera le doublage des ancrages à terre dans les zones à forts courants. La reprise d'efforts ne se fera pas sur le dernier tronçon, présent pour assurer l'étanchéité. On placera l'ancrage (coffre/bouée) soumis à la tension, à une dizaine de mètres du rivage. Cette disposition simplifie la maintenance autour de l'ancrage et limite les risques en cas de rupture de chaîne.

### Compensateurs de niveau (ou de marée)

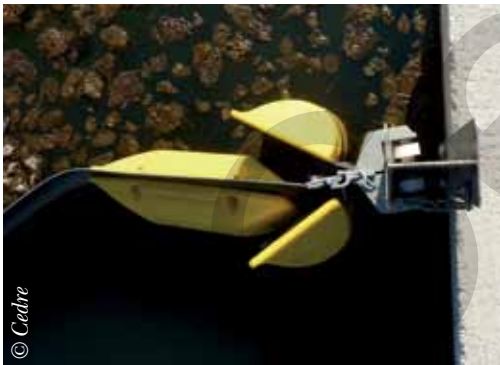
Lors des opérations de confinement en milieu portuaire, en particulier dans des zones de marnage, l'espace existant entre l'extrémité d'un barrage et son amarrage ou ancrage (quai, navire) constitue une zone de fuite par laquelle le polluant peut s'échapper.

Pour éviter toute fuite, il faut prévoir une **fixation adaptée au marnage ou aux variations des niveaux d'eau**. Les compensateurs de niveau (ou de marée) sont conçus pour suivre

les mouvements du clapot et assurer l'étanchéité quelles que soient les différences de hauteurs d'eau.

Il est préférable que le barrage soit relié au compensateur en assurant l'étanchéité par un raccord rapide démontable (type ASTM). Pour éviter les problèmes de corrosion, le compensateur peut être équipé d'un système anti-électrolyse et conçu en acier inox ou en aluminium.

Les fabricants ont développé différents systèmes de rails, avec flotteurs intégrés ou non.



Glissière en « T » avec roulements en téflon®



Flotteur cylindrique coulissant sur jonc fixe



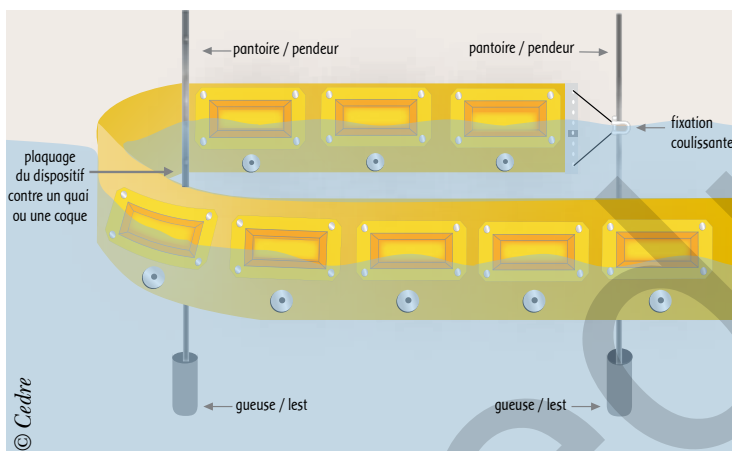
Tube cylindrique coulissant à l'intérieur d'une glissière fixe

### Câbles de maintien et de coulisse

Les objectifs de ces dispositifs sont :

- d'amarrer un barrage à un quai ou à un navire dans des zones où le niveau d'eau est variable ;
- d'assurer l'étanchéité en plaquant le barrage contre la coque ou le quai ;
- de fixer des barrages permanents sous des passerelles ou appontements.

On peut les utiliser en tant que **compensateurs de marées**. On se servira alors de manilles ou de crochets coulissants directement connectés sur le câble lesté. Le barrage suivra les variations des hauteurs d'eau (marées) tout en étant plaqué contre un quai vertical, une coque de navire ou un pan incliné.



*Principe de mise en place d'un câble de maintien et de coulisse contre une coque ou un quai*



*Cordage lesté pour plaquer le barrage contre un quai*



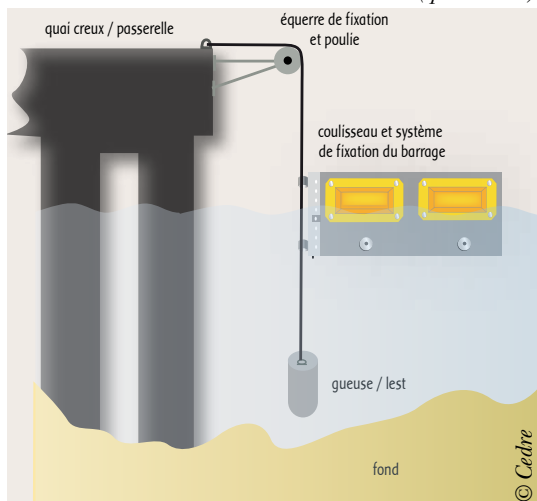
*Câble tendu entre deux organeaux verticaux*



*Câble de fixation sur estrans rocheux*



*Autre exemple de dispositif coulissant  
sur câble de maintien (quai creux)*



*Câble tendu entre deux organeaux  
verticaux*

### Ancrage magnétique

Un ancrage magnétique est très utile pour fixer un barrage antipollution sur une **surface métallique terrestre** (pieux, passerelles, ducs d'Albe) ou sur la **coque d'un navire**. Il sera souvent associé à un câble de maintien et de coulisse pour permettre au barrage de suivre les variations de hauteurs d'eau.

Son intérêt principal est sa **rapidité d'installation** lors de la connexion du barrage sur la surface métallique. En revanche, les ancrages magnétiques doivent être **déplacés verticalement** selon les variations de hauteurs d'eaux (marées ou opérations de chargement/déchargement).

### Cabestan

Pour déployer un barrage en zone portuaire, on peut utiliser un cabestan, système de **treuil à axe vertical**. Il faut veiller à ce que le cabestan ait une puissance suffisante pour absorber les efforts de traction générés par le remorquage du barrage. On peut l'associer à un **rouleau guide** pour limiter l'usure par ragage de l'aussière du barrage sur l'angle du quai.



*Ancrage magnétique sur coque de navire*

## Systèmes de connexion entre barrages et systèmes de remorquage

### Systèmes de connexion entre barrages

Lors de la mise en place d'un barrage, il est nécessaire de connecter plusieurs tronçons entre eux. Les éléments de raccordement doivent assurer une **continuité de l'étanchéité** de la jupe et du flotteur, ainsi que la **transmission des efforts de tension**.

Avant de choisir son système de connexion, et dans un souci de **compatibilité**, il est important de se renseigner sur les connexions des barrages déjà présents sur site ou que des partenaires (industriels voisins, exploitants portuaires) pourraient mettre à disposition en cas de pollution.

### Plaques boulonnées

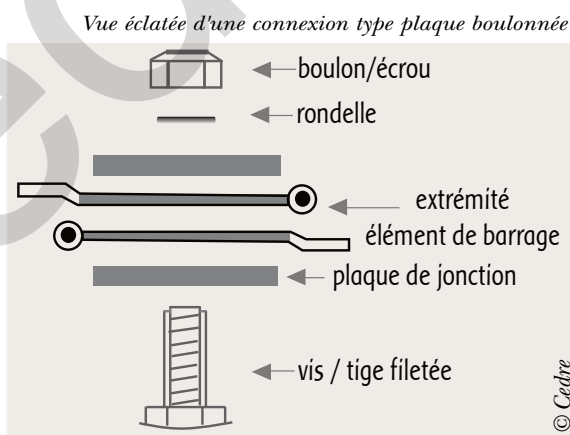
En France, le CETMEF (Centre d'Études Techniques Maritimes Et Fluviales) a, par exemple, standardisé les entraxes des plaques boulonnées, pour permettre une interconnexion entre les différents types de barrages. On fixe deux plaques boulonnées sur une section (une au niveau de la jupe et une au niveau du flotteur).

### Engoujures souples, vertèbres articulées

D'autres connexions, de type engoujures souples et vertèbres articulées, sont parfois utilisées en France. Les barrages utilisant ces types de connexions doivent être équipés de joncs à leurs extrémités.

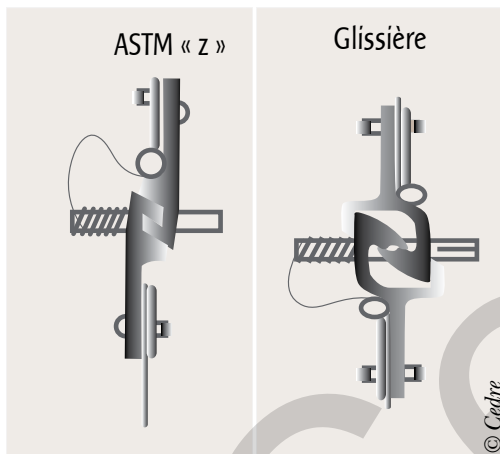


Élément de liaison type plaque boulonnée



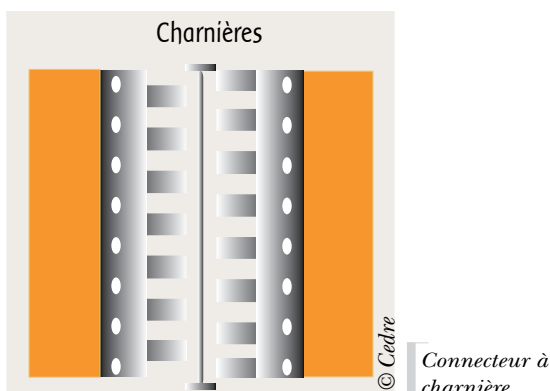
## ASTM

En 1986, l'*American Society for Testing and Materials* a développé un système de connexion standard pour les barrages (N° de la norme ASTM : F962-04), dans le but de permettre une interconnexion entre les différents barrages anti-pollution, quels que soient leur taille, leur forme ou leur fabricant. Ce connecteur a l'avantage de ne pas disposer de connexion mâle ou femelle, de ne pas nécessiter d'outils spécifiques pour l'assemblage et d'être rapide et facile à connecter.



Vue en coupe des principaux types de connexions ASTM « z » et glissière

Cependant, ce connecteur ASTM n'est pas recommandé au-delà d'une certaine tension. Sur des barrages gonflables lors d'interventions en mer, on utilisera en priorité des connexions à plaques boulonnées ou à charnières.



La norme internationale ISO 16446:2002 fournit une méthode permettant de joindre deux barrages munis de connexions différentes, grâce à l'utilisation d'un adaptateur standard.

## Systèmes de remorquage

Un système de remorquage se compose généralement :

- d'un tube en acier muni d'un dispositif de connexion adapté au barrage (visserie) et des câbles (« patte d'oie », excentrée afin de bien répartir les efforts lors du remorquage), reliés à l'élingue ;
- d'une élingue (ou aussière) de traction en acier galvanisé ou inoxydable, munie d'un anneau de traction et fixée au tube par des manilles.



Remorquage d'un barrage gonflable

### Paravane

Le paravane (ou panneau divergent) est un système hydrodynamique fonctionnant selon un **principe de déflexion**. Relativement complexe à mettre en œuvre, il permet néanmoins le déploiement et le maintien de différents types de barrage sur un plan d'eau avec un **courant** ou un **débit constant**. Il se compose de plusieurs ailettes verticales disposées sous un flotteur. Mis à l'eau depuis les berges d'un cours d'eau ou à partir d'un quai, le barrage va remonter perpendiculairement au courant, amarré à un point de tire à terre assurant son placement et son maintien. D'un tirant d'eau non négligeable, il est préférable de disposer d'un quai et d'une profondeur suffisante (1 m). Un **système de récupération** peut être positionné au fond de la poche formée par le barrage le long de la rive. Il peut également s'utiliser en mer à partir du bord d'un seul navire pour des actions de chalutage/remorquage.



*Détail du paravane disposé sur une berge avant sa mise à l'eau*

*Déploiement d'un barrage à l'aide d'un paravane et système de récupération associé*



# Limites opérationnelles à l'utilisation des barrages

Les limites d'utilisation des barrages sont liées à la possibilité de maintenir un dispositif de confinement ou de protection efficace, sans compromettre la sécurité humaine. Les limites proviennent aussi bien d'aspects opérationnels relatifs à la mise en place et au maintien des barrages, qu'à des phénomènes mécaniques et hydrodynamiques limitant leur efficacité.



Le responsable des opérations doit analyser la situation pour définir le cadre d'utilisation des barrages, en tenant compte de leurs limites opérationnelles.

## Limites liées aux paramètres environnementaux (houle, mer, courant)

Sans pouvoir établir de règle précise, on considère généralement qu'un état de mer 5 et/ou qu'un courant supérieur ou égal à 3 nœuds constituent la limite supérieure ou un niveau trop élevé pour permettre l'utilisation de barrages. Voir **E4** « Échelles de Beaufort et de Douglas ».

## Scénarios de fuites possibles

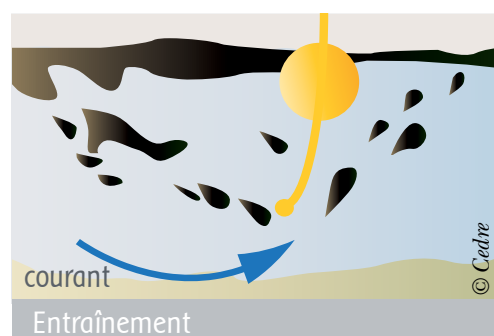
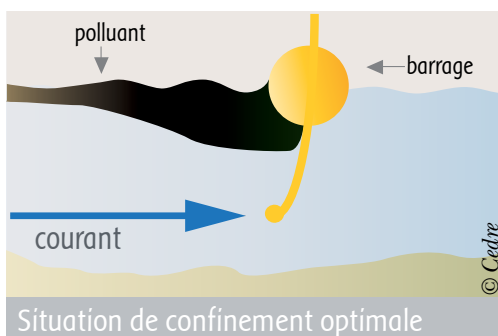
En général, sous l'action d'un courant faible, une nappe d'hydrocarbures rencontrant un barrage va prendre la configuration schématisée ci-dessous (configuration optimale d'équilibre).

Cependant, divers phénomènes hydrodynamiques ou ayant trait au comportement du barrage limitent son aptitude à retenir un polluant flottant. On peut distinguer six mécanismes principaux menant à une perte d'efficacité en conditions réelles. L'apparition de ces défauts de fonctionnement est naturellement dépendante des conditions environnementales, de la nature et

des propriétés du polluant ainsi que des caractéristiques du barrage.

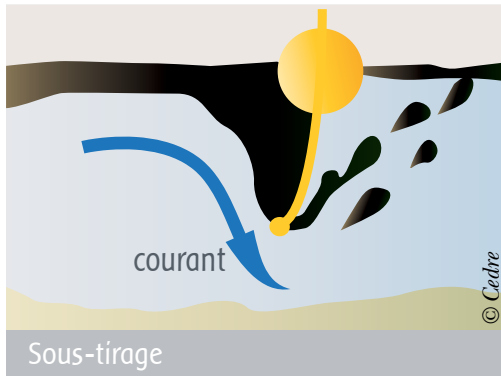
### 1. L'entraînement

Les phénomènes hydrodynamiques tendent à décrocher des gouttes sur la face inférieure de la nappe, lesquelles sont entraînées sous le barrage. Ce type de fuites constitue une contrainte forte sur l'utilisation des barrages, car elles apparaissent pour des valeurs faibles de courant : la valeur communément admise est proche de 0,7 nœud pour un barrage perpendiculaire au courant. Ce phénomène s'accroît avec l'augmentation de l'épaisseur de la nappe piégée et la force du courant.



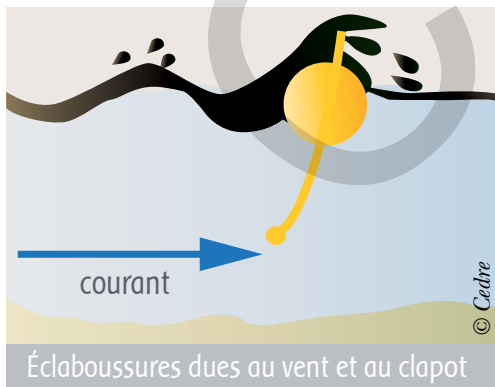
## 2. Le sous-tirage

Dans le cas d'hydrocarbures relativement denses, la nappe peut s'épaissir suffisamment pour déborder sous la jupe du barrage, phénomène accru par l'agitation du plan d'eau.



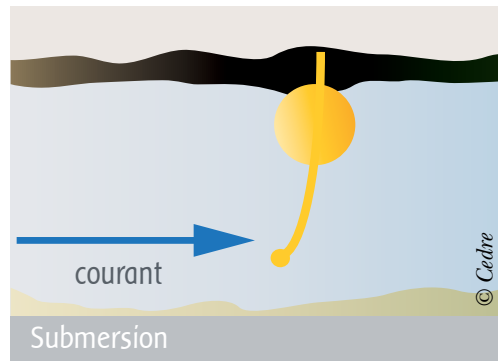
## 3. Les éclaboussures

Dans des conditions de mer hachée ou agitée, il est fréquent qu'une certaine quantité d'hydrocarbures soit projetée au-dessus du franc-bord du barrage (en particulier quand le tirant d'air du barrage est trop faible). Ce phénomène est accru par des vagues de forte amplitude et de faible longueur d'onde.



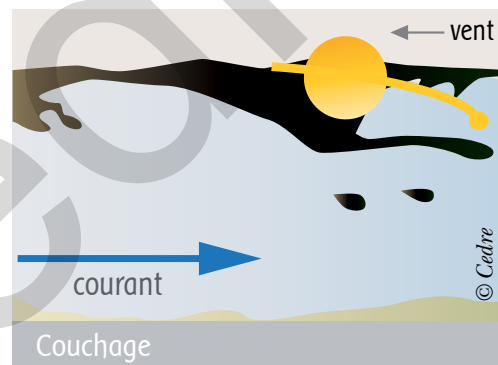
## 4. La submersion

Lorsqu'ils sont ancrés dans des zones de forts courants ou remorqués à des vitesses trop importantes, les barrages flottants peuvent être submergés. Le risque de détérioration est très élevé, le matériel ayant atteint ses limites d'utilisation.



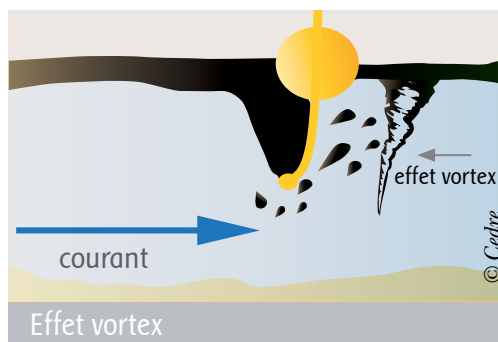
## 5. Le couchage

Un fort vent et/ou un fort courant contraire peuvent générer le couchage du barrage sur la surface, notamment si la jupe est trop faiblement lestée.



## 6. Le vortex

Souvent lorsque des vitesses trop grandes de remorquage sont atteintes ou dans des zones de forts courants, des effets de vortex peuvent se créer à l'arrière du barrage entraînant alors en dehors de la zone de récupération des gouttelettes de la nappe de polluant.



## Profondeur

Dans une zone de faible profondeur, le manque de hauteur d'eau sous le barrage entraîne une accélération du courant qui peut provoquer le soutirage ou l'entraînement sous le barrage de l'hydrocarbure retenu. **En théorie, il est souhaitable que la hauteur d'eau sous le barrage soit d'au moins 5 fois le tirant d'eau** de ce dernier pour éviter ces fuites et obtenir ainsi la condition théorique d'une bonne efficacité de rétention. En général, pour des barrages moyens (tirant d'eau de 0,70 m) et pour des hydrocarbures de viscosité moyenne, on admet qu'à partir d'une vitesse du courant de 0,7 nœuds, perpendiculaire au barrage disposé sur un plan d'eau de profondeur inférieure à 5 fois le tirant d'eau du barrage, les hydrocarbures s'échappent en dessous du barrage.

## Nature des fonds

Pour limiter les risques de détérioration, il faut éviter de placer le barrage dans les zones de déferlement ou dans des secteurs présentant un risque de croches (plateau rocheux, pied de falaise, épave, structure portuaire dégradée...).

## Limites des efforts de tension

Un barrage flottant est soumis à des efforts de tension dus au vent, au courant et à l'agitation de la surface de l'eau (houle, clapot). Pour diminuer les efforts exercés sur le barrage et ses ancrages, quelques règles pratiques :

- réduire l'angle de déploiement ;
- rapprocher les ancrages ;
- ne pas chercher à trop le tendre (risque de casse ou de déchirure).

Afin de limiter les risques liés aux efforts de tension, les résistances des éléments du barrage devront respecter les valeurs basses indiquées en annexe.

## Limites liées à la vitesse de mise en œuvre

Les vitesses de mise en œuvre sont très variables selon le type de barrage utilisé. On peut considérer dans des conditions normales de mise en œuvre qu'il faut :

- environ 10 min pour mettre à l'eau 100 m de barrages, type rideau à pain de mousse, stockés en conteneur ;
- environ 30 min pour déployer 100 m de barrages gonflables stockés sur touret.

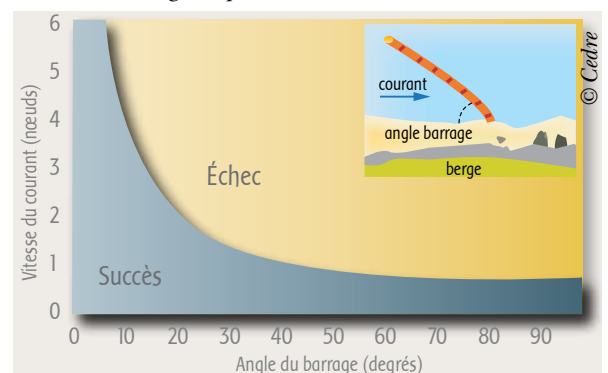
La rapidité de déploiement varie selon :

- la configuration choisie (longueur de barrage, nombre d'ancrages...),
- les caractéristiques du site (accessibilité, vitesse du courant, état de la mer...),
- les moyens de déploiement disponibles (délai d'intervention, moyens en personnel et qualification de celui-ci, moyens nautiques).

## Limites liées à la vitesse du courant

Il a été montré expérimentalement, et par retour d'expérience, qu'un barrage placé perpendiculairement au courant a une action de rétention des hydrocarbures limitée à une vitesse de 0,35 m/s ou 0,7 nœud. Pour des vitesses supérieures, il faut incliner le barrage par rapport au courant en respectant certaines règles.

Tenue du barrage en fonction du courant et de l'angle de pose



En présence d'un courant de vitesse  $V$ , l'angle de la perpendiculaire à la direction du courant et de la tangente au barrage doit satisfaire à l'inégalité :

$$\cos \leq 0,35/V$$

$V$  : vitesse du courant en mètre par seconde



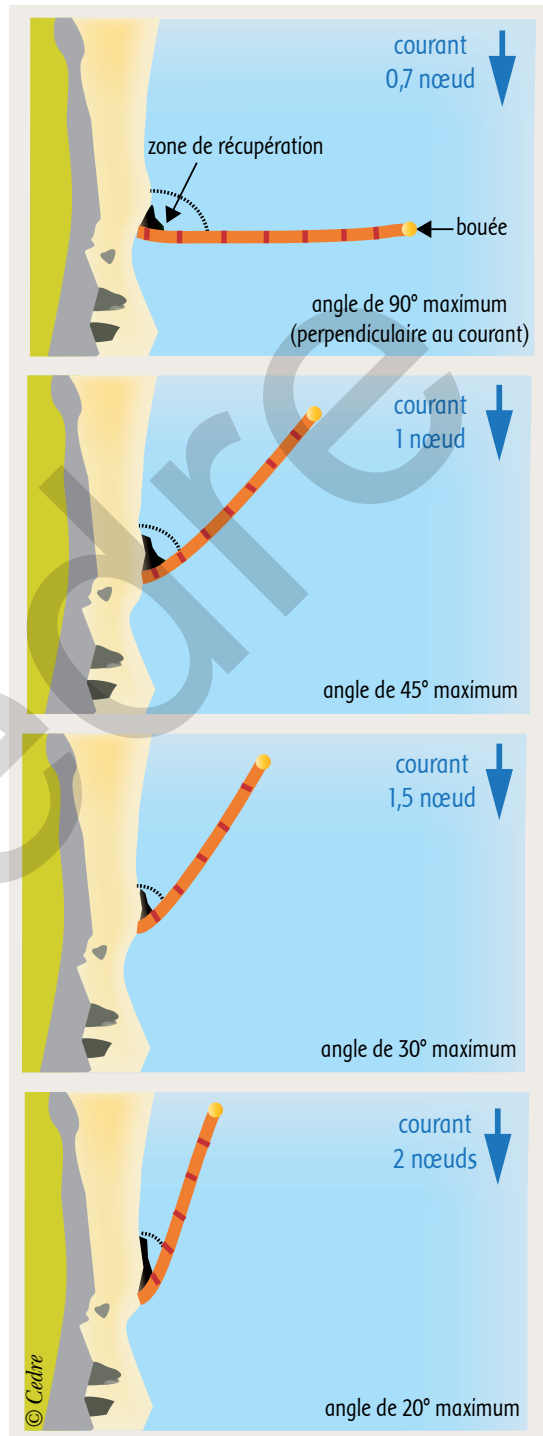
Au-delà de cette formule, il faut retenir que :

- la composante du courant, perpendiculaire au barrage, doit être inférieure à 0,35 m/s (ou 0,7 nœuds),
- un angle inférieur à 15° conduit à des longueurs excessives de barrage. Il est préférable dans ce cas de disposer plusieurs barrages en cascade ou en épis, voire de renoncer à l'utilisation de barrage.

La mise en place oblique permet de dévier les hydrocarbures vers des zones où la vitesse du courant est plus faible et où il est plus facile de les retenir et de les pomper. C'est pourquoi ce positionnement est conseillé dans presque tous les cas.

Au-delà de 2 nœuds, la capacité de confinement de la plupart des barrages devient très limitée. Dans ce cas, il sera préférable de disposer plusieurs tronçons en série avec des angles de pose réduits afin d'essayer de capter le maximum de polluant.

Variation des angles de déploiement d'un barrage selon la vitesse du courant





## Limites liées à l'utilisation de barrages en dynamique

Lors d'une opération de remorquage d'un barrage par un ou deux navires, dans le cadre d'une opération de confinement dynamique d'une nappe, il convient de respecter les consignes suivantes pour éviter la fuite de polluant ou la rupture des barrages :

- employer en priorité des **barrages de type gonflable** ;
- **limiter les vitesses des navires à 0,5 nœud, voir 1 nœud maximum** (selon la taille des navires et des barrages utilisés, selon les conditions météo océaniques de la zone) ;
- opter pour le choix de **navires capables de naviguer à des vitesses très faibles** pour ne pas risquer d'endommager le barrage remorqué ;
- en mer ouverte et dans certains cas, la stratégie à retenir peut être de privilégier un **positionnement « stationnaire » du dispositif de confinement** (couple de navires supports et remorqueurs portuaires par exemple), face aux trajectoires ou axes de dérive des nappes poussées par le vent et le courant de surface. **Dans ces circonstances, le guidage aérien est un élément clé de la bonne réussite des opérations de confinement et de récupération.**

## Limites chimiques liées aux produits à confiner

Un produit chimique déversé en mer peut réagir de différentes façons. Des changements d'états plus ou moins rapides du produit peuvent limiter l'utilisation des barrages. En présence d'un déversement, il est nécessaire de se référer à la **classification européenne SEBC (Standard European Behaviour Classification)**. Cette classification est établie à partir des principales propriétés physiques et chimiques du produit, à savoir son état (gaz, liquide ou solide), sa densité comparée à celle de l'eau, la pression de vapeur partielle, sa solubilité dans l'eau. Elle permet de connaître le comportement du polluant (coule, s'évapore, se dissout...).

En tout état de cause, il faut **s'assurer de la compatibilité de la substance à confiner avec les différents composants du barrage** (tissu, colle, liaisons...).

Classe SEBC		Exemple de produits	Utilisation de barrages
E	Substances qui s'évaporent	Hexane, benzène, essence	Généralement non recommandée
F	Substances qui flottent	Phtalates, fiouls lourds, huiles végétales	Recommandée
E et F	Substances qui flottent et s'évaporent	Styrène, xylène, aniline, ethylbenzène, pétroles bruts	Possible, voire recommandée
F et D	Substances qui flottent et se dissolvent	Gasoil	Possible
D	Substances qui se dissolvent	Acétones, acides, alcools, ammoniac	Non recommandée
S	Substances qui coulent	Diméthylsulfure	Non recommandée

## Stockage, prépositionnement et dimensionnement

Les barrages sont souvent déployés dans l'urgence pour faire face à un déversement accidentel. L'emplacement et le mode de stockage doivent donc être sélectionnés et aménagés pour **permettre une réponse rapide et un déploiement facile, de préférence près des sites à risque**. Les plans antipollution définissent, au préalable, les emplacements à retenir pour garantir un maximum d'efficacité en cas de déploiement. Par ailleurs, un mode et un lieu de stockage adaptés au reconditionnement du barrage favorisent la réalisation d'exercices réguliers de mise en œuvre.

### Mode de stockage

Le mode de stockage et le prépositionnement du barrage sont des facteurs prédominants pour la rapidité de mise en œuvre.

Les différents modes de stockage d'un barrage sont les suivants :

- **touret vertical/horizontal** pour les barrages gonflables/plats/autogonflables ;
- **caisse/palette** pour les barrages de petites dimensions et barrages à usage unique ;
- **conteneur ou remorque** pour les barrages à flottaison intégrée ;
- **ponton flottant en zone portuaire**, prépositionné pour intervenir plus rapidement en cas d'urgence ;
- **ponton flottant sur « ascenseur »** ;



*Barrage enroulé sur touret conteneurisé*



*Barrage sur ponton flottant*



*Barrage sur palette*



*Ponton antipollution sur ascenseur*

- Système de **stockage remorquable** à vitesse élevée.

Des fabricants proposent également des systèmes de stockage pouvant être rapidement remorqués vers une zone de pollution (vitesse de remorquage pouvant atteindre 10 - 15 nœuds). Le barrage est alors conditionné dans une grande poche sanglée qui peut être ouverte depuis le navire pour le déploiement du barrage.



*Barrage stocké dans un dispositif remorquable*

Pour assurer un futur déploiement, il est indispensable de correctement reconditionner le barrage après usage.

## Prépositionnement

Le prépositionnement du stock de barrage doit être au plus près du lieu de pollution, directement sur le plan d'eau dans certains cas. Un touret peut ainsi être positionné sur le pont d'un navire, un ponton, une barge, un quai, une jetée, idéalement **au plus près des zones à risques** afin de limiter les délais de mise en œuvre.

Le choix de stocker le matériel dans une remorque ou berce peut également être retenu. Cette option permet d'intervenir depuis la terre sur plusieurs secteurs du même site.

Le **barrage et ses accessoires doivent être protégés** du rayonnement solaire, du gel, des intempéries (embruns, vent...), des attaques acides du guano et des rongeurs pour éviter une détérioration prématurée.



*Touret stocké sur remorque*

Dans les zones où le climat est humide (type tropical ou équatorial), il faut veiller à ce que le conditionnement ne soit pas hermétique pour éviter les moisissures et la détérioration du matériel.



Lors de leur stockage et afin d'éviter leur détérioration prématurée, il est impératif de veiller à bien protéger les barrages des agressions extérieures.



*Tôles métalliques protégeant le barrage stocké sur touret contre les intempéries et les rongeurs*



*Barrage détérioré par un rongeur*

## Exemples de dimensionnement de stock (à titre indicatif)

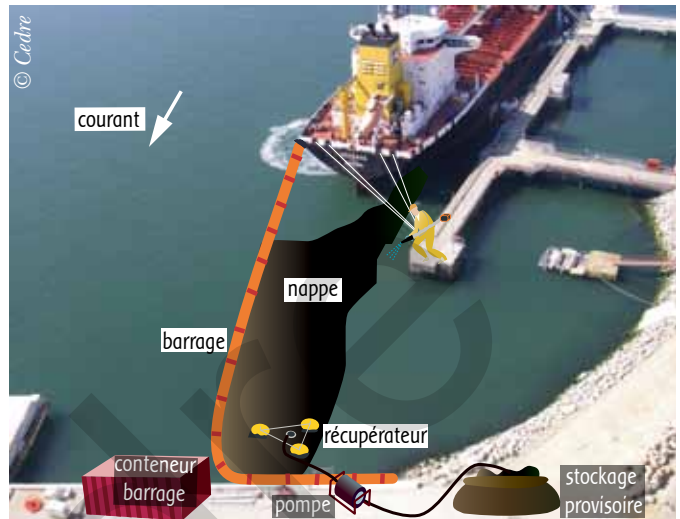
### EXEMPLE 1 : Protection d'un appontement pétrolier contre un déversement de FO/ FOD/HFO

**Scénario :** Fuite ou rupture sur bride, pipe, bras de déchargement ou collision avec un autre navire

**Conséquences :**

Étalement du produit le long du navire, autour du navire et dérive des nappes en fonction des courants de marée et du vent sur site au moment du déversement.

Principe d'intervention - matériel antipollution déployé



Moyens antipollution nécessaires (à titre indicatif) :

Désignation	Quantité
Barrage rideau à pain de mousse antipollution/stockage conteneur	2 X 150 m
Compensateur de marée	2
Ancrage magnétique	4
Pompe volumétrique	1
Récupérateur / écrémeur à seuil auto-ajustable	1
Bac de stockage provisoire	2 x 10 m <sup>3</sup>
Barrage absorbant à jupe lestée	5 x 10 m
Boudin absorbant	5 x 10 m
Moto-pompe multi usage pour aide au confinement et rinçage	1
Absorbant en feuilles	2 sacs de 100 feuilles
Remorque de transport ou conteneur	1
Kit de traction (triangle de remorquage, câble d'acier...)	1

À ce matériel, il faut adjoindre les moyens nautiques (vedette du service de lamanage, remorqueur et/ou autre embarcation disponible) indispensables au déploiement des barrages flottants, chalutage des nappes, protection des prises d'eau sur le littoral, mise à l'eau de

l'écrémeur, collecte des macro-déchets flottants pollués. Un camion d'assainissement ou une hydrocureuse devra également être sur le site pour pomper régulièrement le polluant stocké provisoirement dans les bacs situés sur le quai.



Une fois la décantation effectuée et le polluant pompé, le rejet des eaux « claires » se fera impérativement dans la zone de confinement.



© Cedre

Récupération d'une nappe confinée à l'aide d'un barrage gonflable à partir du BSAD Ailette, Prestige, 2002

#### EXEMPLE 2 : Récupération d'une nappe de Fioul lourd (FO) en mer

**Scénario :** Déversement accidentel de grande ampleur en pleine mer, par mer peu agitée.

**Conséquences :** Étalement et dérive de polluant par nappes en fonction du courant et du vent.



© Marine nationale

Prépositionnement d'un barrage en J, pollution du CMA CGM Strauss, 2010

Moyens antipollution nécessaires :

Désignation	Quantité
Barrage gonflable antipollution / stockage sur touret	1 X 200 m
Récupérateur / écrémeur à seuil auto-ajustable avec pompe incorporée	1
Gonfleur thermique	2
Groupe pompe hydraulique	1
Navire « supply »	1
Navire remorqueur « type portuaire »	1
Stockage cuve du bord (interne au navire)	Volume > 500 m <sup>3</sup>



Il est primordial d'avoir un support aérien (hélicoptère ou avion) pour le guidage des navires de dépollution vers les zones de forte concentration de polluant.

# Stocks de matériels, conventions d'assistance, assurance, location - prêt

## Stocks de matériels



**Oil Spill Response** est actuellement la plus grande coopérative

internationale de lutte contre les pollutions accidentelles par hydrocarbures. Basée en Europe, elle dispose d'antennes régionales en Asie et au Moyen-Orient. Plus d'informations sur : [www.oilspillresponse.com](http://www.oilspillresponse.com)

D'autres coopératives fonctionnent selon le même principe : *Clean Caribbean & Americas*, *Alaska Clean Seas*, *Marine Spill Response Corporation*, *Eastern Canada Response Corporation*, *Australian Marine Oil Spill Centre*, NOFO.



Le **FOST** (*Fast Oil Spill Team*) est un stock de matériel de lutte

contre les pollutions par hydrocarbure appartenant au groupe Total. Il se trouve dans les Bouches-du-Rhône. Il dispose des moyens nécessaires pour intervenir en France ou à l'étranger sur des installations pétrolières du groupe Total ou d'autres industriels ayant passé des conventions avec le FOST. Le FOST bénéficie de la compétence du personnel du BMPM (Bataillon des Marins-Pompiers de Marseille). Son stock de matériel qui intègre près de 5 km de barrage (en 2011) est prêt à être expédié par voie routière ou aérienne en cas de nécessité. Plus d'informations sur : [www.fost.fr](http://www.fost.fr)



La France compte **14 centres inter-départementaux POLMAR-Terre** répartis sur tout le littoral français, 8 en métropole, 6 en outre-mer qui totalisent plus de 50 km de barrages (en 2011) destinés en priorité

à la protection des sites sensibles. Ces centres sont gérés par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL). Plus d'informations sur : [www.cetmef.developpement-durable.gouv.fr](http://www.cetmef.developpement-durable.gouv.fr)

## Conventions d'assistance entre acteurs portuaires

Il est conseillé de réaliser des conventions entre acteurs portuaires afin d'unir les moyens de lutte en cas de déversement accidentel. Il est important de vérifier le bon renouvellement de ces conventions et de provoquer régulièrement des exercices de déploiement des moyens antipollution entre les acteurs d'une même zone portuaire, sans exclure les autorités locales.

## Location / prêts de matériels en cas d'accident

Il s'agit d'accords passés entre acteurs portuaires ou industriels, notamment avec des sociétés sous-traitantes spécialisées dans la lutte antipollution pouvant rapidement mettre à disposition du matériel. Il faudra veiller à ce que le matériel de lutte soit interconnectable et compatible. En cas de prêt ou de location, il est important de se renseigner sur les modalités de remboursement ou de remplacement en cas de dommages matériels.

## Assurance

Dans le cadre d'exercices ou de mise en œuvre lors de pollutions réelles, le matériel déployé peut, dans certains cas, être assuré contre les dégradations lors de son utilisation sur site, voire contre d'éventuels actes de vandalisme.

# Évaluation de la situation

- Quand et où utiliser les barrages ? \_\_\_\_\_ **B1**
- Critères de sélection \_\_\_\_\_ **B2**
- Quelle logistique prévoir ? \_\_\_\_\_ **B3**

**B**



Protection d'un îlot, pollution de Deepwater Horizon, 2010

# Quand et où utiliser les barrages ?

## Conditions d'utilisation



La nature du produit influe sur la décision d'utiliser ou non un barrage. Voici une liste des principaux produits pour lesquels l'utilisation du barrage est possible ou déconseillée.

### Usage possible

- Pétrole sous différentes formes (nappes, boulettes, émulsion) ;
- Macro-déchets ;
- Huile végétale (ricin, soja, acide oléique) ;
- Produits chimiques flottants à évaporation lente (phtalates) ;
- Styrène, xylène, aniline, ethylbenzène (à proximité des côtes ou en zone portuaire).

### Usage déconseillé

- Pétrole léger très volatil (risque d'explosion, évaporation rapide) type essence ;
- Produits chimiques qui se dissolvent ou coulent (acides, sodes, acétone, alcools) ;
- Produits chimiques à évaporation rapide (benzène, hexane).

B1

Un barrage flottant peut être déployé pour réaliser les opérations suivantes :

- confinement d'une pollution accidentelle ;
- chalutage en pleine mer ou en zone portuaire ;
- protection d'un site sensible par encerclement ou déviation ;
- confinement d'une pollution portuaire issue d'un navire à quai ;
- lutte en frange littorale, dans le cadre d'opé-

rations dites « de second rideau », en complément des opérations en mer réalisées par les navires spécialisés ;

- aide à la récupération d'effluents pollués lors du nettoyage à terre ;
- déviation d'une nappe sur un cours d'eau ;
- blocage d'une nappe à la côte ou sur la berge d'un plan d'eau pour éviter sa remobilisation et la pollution d'un autre site.



Barrage antipollution mis en place pour prévenir d'éventuelles fuites, Melbridge Bilbao, 2001



## Environnements d'utilisation

Les barrages antipollution sont utilisés sur des plans d'eaux de nature différente. Selon le milieu (offshore, littoral, portuaire, eaux intérieures) et les contraintes associées (hydrologie, courantologie, météorologie), les barrages sont mis en œuvre différemment.

### Offshore

En haute mer, les moyens de lutte antipollution doivent être mis en œuvre rapidement, après déclaration du naufrage ou de l'accident, afin de limiter la dérive et réduire la quantité de produit susceptible d'arriver sur le littoral. La pollution peut résulter du naufrage d'un navire ou d'une plate-forme, d'un déversement accidentel ou volontaire.

Les barrages sont alors utilisés :

- en **mode dynamique**, remorqués par un ou plusieurs bateaux qui assurent une récupération en surface ;
- en **mode quasi-statique**, sous le vent des nappes et dans l'axe du courant afin de recueillir en fond de poche les « veines » de polluant dérivant en surface ;
- en **mode statique**, pour confiner une pollution à sa source (autour d'une épave par exemple).



Barrage autour de l'épave du MV Princess of the Stars, 2008

### Littoral

Aux abords des côtes, les barrages sont souvent utilisés comme **moyen de protection**. Ils peuvent également, selon la topographie, la morphologie et la courantologie du site, être utilisés en **déviations pour faciliter la récupération** du produit ou **bloquer la nappe** à la côte afin d'éviter qu'elle ne reparte polluer d'autres sites.

- **Falaises** : elles sont en général, en zone exposée, avec un accès difficile et sont rarement des sites à protéger en priorité. Seules les falaises en sites abrités peuvent être, dans certains cas, protégées.
- **Rochers** : compte tenu de la difficulté rencontrée lors de leur nettoyage et leur capacité de piégeage, les côtes rocheuses mériteraient d'être protégées. Néanmoins, elles ne peuvent l'être efficacement que si elles forment une baie peu soumise aux vagues et aux courants.
- **Plages / cordons de galets** : en zone abritée, la protection de ces sites est envisageable et se justifie surtout par la difficulté de nettoyage de tels sites lorsqu'ils sont pollués.
- **Plages de sable** : lorsque ces plages se trouvent en fond de baies (exposition moindre), elles peuvent soit être protégées, soit servir au piégeage du polluant. Le nettoyage d'une plage de sable fin peut stratégiquement être « préféré » à des opérations de nettoyage de substrats rocheux. Mais, dans les deux cas, des barrages peuvent être utiles soit pour les protéger, soit pour dévier et retenir le polluant.
- **Marais** : ces secteurs sont à protéger en priorité par barrages, tant que le clapot et les courants ne dépassent pas les limites d'efficacité des barrages posés. On évitera de piéger du polluant dans ces zones, en raison des grandes difficultés d'accès, des longs délais d'auto-nettoyage et de leur sensibilité.
- **Lagunes** : difficilement protégeables au niveau de leur passe d'entrée, il peut être envisagé de poser des barrages à l'intérieur des lagunes, où les courants sont plus faibles.

- **Estuaire** : La protection d'un estuaire peut être réalisée en plaçant des barrages pour dévier la nappe vers un lieu de récupération accessible par des moyens terrestres ou un site « sacrifié » jugé moins sensible. Pour les sites soumis au phénomène de marnage (différence de hauteur d'eau), les barrages doivent avoir de bonnes aptitudes à l'échouement. Cependant, peu d'estuaires sont protégeables en raison de courants souvent trop importants.

#### Milieu portuaire

En zone portuaire, la localisation des potentielles sources de déversement est généralement connue. Dans certains cas, l'utilisation de **barrages permanents** peut être envisagée. Souvent avec un faible courant, ces zones permettent la tenue de différents types de barrages. Il n'en va pas de même pour certains ports d'estuaires où il faudra anticiper la renverse du courant par la mise en place d'ancrages adaptés.

#### Zone d'opérations de nettoyage

Associés aux opérations de nettoyage sur les berges ou sur le littoral, les barrages vont permettre de **confiner les effluents de lavage** sur le plan d'eau avant leur récupération.

#### Eaux intérieures

##### Lacs et étangs

En milieu lacustre, il peut y avoir des courants créés par des cours d'eaux ou par d'autres mécanismes, comme l'action du vent à la surface de l'eau. Les techniques de lutte par barrage anti-pollution ont alors les mêmes contraintes qu'en pleine mer.

Lorsque le plan d'eau est calme et qu'un risque de pollution est préalablement identifié (présence d'une industrie pétrochimique à proximité par exemple), des barrages peuvent être posés de façon permanente.

#### Rivières et fleuves

En fonction du débit et des courants rencontrés sur les rivières ou les fleuves, les barrages seront disposés avec un angle plus ou moins fermé (en épis ou en chevrons). La nappe sera alors détournée vers un secteur du cours d'eau où la vitesse plus réduite facilitera la récupération. Il faudra éviter que les macro-déchets flottants (branchages, débris...), entraînés par le courant et piégés dans les barrages, ne viennent perturber les opérations de récupération et endommager le matériel.






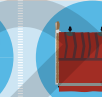

#### Petits cours d'eau

Dans les ruisseaux, les barrages seront disposés en travers, d'une berge à l'autre, de manière à barrer et retenir le passage de polluant.



*Piégeage d'hydrocarbures à l'aide d'un barrage et d'absorbants*

# Critères de sélection

Type Barrière		Type Rideau				
Permanent	Pain de mousse	Pain de mousse		Gonflable	Auto-gonflable	Échouable
		Compartimenté	Non Compartimenté			
						

LOCALISATION / MILIEU	MER								
	PORTS								
	ESTUAIRES								
	PLAGES / ZONE COTIÈRE								
	EAUX INTERIEURES								
	CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES	Houle Clapot	Jusqu'à 2 m						
< 1 m									
Courant de surface		> 1 nœud < 3 nœuds							
		0,5 - 1 nœud							
Fonds		< 0,5 nœud							
Vent		Tenue sur l'estran							
RÉSISTANCE - STOCKAGE - MISE EN ŒUVRE	Stockage sur touret								
	Stockage en conteneur								
	Résistance aux débris flottants								
	Résistance au remorquage ou à la traction								
	Nettoyage aisé								

B2

Recommandé  À envisager dans certaines conditions  Peu approprié 



La lecture de cette approche multicritères doit se faire avec précaution. Ce tableau fixe un cadre pour la sélection des barrages antipollution qui devra être affinée au cas par cas.

## Quelle logistique prévoir ?



© Cedre  
Déploiement de barrage avec engin de travaux publics

### Moyens matériels

Le transport et la préparation de la pose d'un barrage nécessitent des moyens spécifiques :

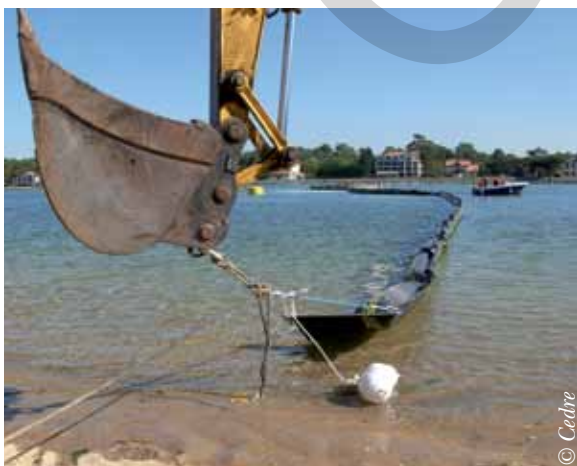
- Véhicule, type fourgon ou 4x4, pour le déplacement sur site ;
- Grues, ou potence de manutention, chariot élévateur pour soulever le barrage et ses accessoires ;
- Tractopelles pour disposer les corps-morts à marée basse ;
- Catamarans de pose de corps-morts ou navires spécialisés dans la pose de mouillage (bras de charge et plage arrière) ;
- Navire de type « quillard » (vedette de lamination, petit remorqueur, vedette portuaire, chaloupe) avec motorisation adaptée aux vitesses lentes de remorquage ;
- Si besoin, petites unités nautiques pour guider le déploiement et réaliser la maintenance sur l'eau et/ou assurer la sécurité des plongeurs (si mobilisés) ;
- Compresseur de chantier ou soufflante à dos thermique pour gonfler les barrages ;
- Groupe électrogène / centrale hydraulique / alimentation électrique pour les tourets ;
- Lance-amarres ;
- Matériels pour le raccordement de tronçons et l'amarrage : chaînes avec manilles, crochets, sangles... ;
- Tracteur ou engin TP pour manipuler le barrage depuis un quai, une rive ou encore assurer son repli ;
- Émetteur-récepteur avec canaux programmés (type VHF ou Talkie Walkie).



Pour les sites sensibles inventoriés dans les plans d'urgence comme susceptibles de faire l'objet d'une protection par barrages flottants, il est souhaitable d'inventorier les moyens requis pour mettre en œuvre ces protections dans les documents annexes aux plans d'urgence (plans de protection de site, plans de pose de barrages).



Sortie d'un barrage barrière suite à un déploiement à partir d'un appontement



Assistance d'une pelle mécanique dans la mise en œuvre d'un barrage

## Moyens humains

La mise en place d'un barrage depuis un port nécessite au minimum la présence de 4-5 personnes.

- 1 chef d'équipe sur le quai accompagné d'un opérateur en contact avec le bateau qui vérifient le bon déploiement du barrage et amarrent le barrage à terre si besoin ;
- 2/3 personnes sur l'embarcation (1 pilote, 1 manœuvre, 1 opérateur polyvalent en charge des liaisons radios lors des opérations).



Pour assurer une sécurité sur le plan d'eau (moyens humains et matériels), il est conseillé d'avoir sur site des plongeurs lors des opérations de déploiement ou de repli ainsi que pour la maintenance sur l'eau des barrages.

Évidemment, il convient d'adapter les besoins en personnels, selon le type de barrage utilisé sur le site, son linéaire, ainsi que les conditions courantologiques et météorologiques au moment du déploiement. Ces besoins peuvent être utilement anticipés dans des annexes aux plans d'urgence (plans de protection des sites, plans de pose des barrages).

Cedre

# Interventions - Fiches pratiques

- Quelles précautions respecter avant l'intervention ? \_\_\_\_\_ C1
- Fiches pratiques de mise en œuvre de barrages \_\_\_\_\_ C2
  - Aide à la mise à l'eau
  - Protection d'un site sensible par fermeture complète
  - Protection d'un site sensible en déviant le polluant
  - Confinement autour d'un navire
  - Récupération dynamique d'une nappe en mer ouverte
  - Récupération dynamique d'une nappe en zone côtière
  - Mise en place d'un barrage flottant en rivière
  - Utilisation de barrages lors d'un chantier de nettoyage
- Comment nettoyer les barrages ? \_\_\_\_\_ C3
- Quel entretien nécessitent le barrage et ses accessoires ? \_\_\_\_\_ C4
- Comment reconditionner le barrage après utilisation ? \_\_\_\_\_ C5
- Que faire des barrages hors d'usage ? \_\_\_\_\_ C6

## Quelles précautions respecter avant l'intervention ?

Lors d'opérations de lutte antipollution, il est indispensable de **fournir aux opérateurs des Équipements de Protection Individuelle (EPI), adaptés aux opérations (manutention, levage, milieu aquatique...)** mais aussi aux produits à confiner et à récupérer.

Pour adapter précisément les EPI aux besoins, il est nécessaire de consulter la Fiche de Données de Sécurité (FDS) du produit. Elle donne des informations sur les caractéristiques du polluant, les risques encourus par les opérateurs, les impacts possibles sur l'environnement en cas de pollution, le comportement du produit dans l'environnement.

Lors du déploiement d'un barrage, les opérateurs seront équipés de :

- Gilet de sauvetage pour le personnel sur les embarcations et opérant en bordure du plan d'eau ;
- Bottes ou chaussures de sécurité (pour des raisons de sécurité, privilégier les chaussures pour les opérations sur l'eau) ;
- Casque de protection ;
- Gants de travail ;
- Bouchons d'oreilles antibruit (si présence de groupe thermique ou d'une autre source de bruit) ;
- Lunettes de protection (opérateur groupes hydraulique ou thermique)...

Si les opérateurs risquent d'être en **contact avec le polluant**, un équipement complémentaire pourra être prévu :

- Gants et combinaison résistants et imperméables, répondant aux normes en vigueur (risques mécaniques, chimiques, biologiques...);
- Lunettes de protection ;

- Masque de protection équipé de cartouches filtrantes adaptées aux vapeurs émises par le polluant, si justifié ;
- Détecteur d' $H_2S$  ;
- Appareil Respiratoire Isolant (ARI) si le polluant produit des vapeurs toxiques ou particulièrement nauséabondes.



Opérateur en tenue adaptée (EPI) aux travaux à effectuer



# Fiches pratiques de mise en œuvre de barrages

- Fiche 1 : Aide à la mise à l'eau
- Fiche 2 : Protection d'un site sensible par fermeture complète
- Fiche 3 : Protection d'un site sensible en déviant le polluant
- Fiche 4 : Confinement autour d'un navire
- Fiche 5 : Récupération dynamique d'une nappe en mer ouverte
- Fiche 6 : Récupération dynamique d'une nappe en zone côtière
- Fiche 7 : Mise en place d'un barrage flottant en rivière
- Fiche 8 : Utilisation de barrages lors d'un chantier de nettoyage

## Aide à la mise à l'eau

### Avant la mise à l'eau

- ▶ Vérifier que le barrage ne risque pas de se détériorer sur des surfaces rugueuses lors de son déploiement (ragage) ;
- ▶ Faciliter la mise à l'eau du barrage avec des **tapis de sol** ou **bâches** disposés à même le sol. Dans certains cas, notamment lorsqu'il s'agit d'un déploiement en milieu portuaire à partir d'un quai, des **rouleaux guides** ou des **protections d'angles** peuvent aider au déploiement ;
- ▶ S'assurer que les éléments d'amarrage et de connexion sont compatibles entre eux ;
- ▶ Dérouler et prépositionner le barrage dans sa longueur totale en « accordéon » sur une cale de mise à l'eau ;
- ▶ **Mettre une bouée à l'extrémité du barrage sur la tringle pour éviter que cette dernière ne coule**, et favoriser sa remontée à bord ou sa prise en remorque en cas de besoin ;
- ▶ Toujours s'assurer de l'amarrage à terre de l'autre extrémité du barrage ;
- ▶ Prévoir, si le site est soumis au courant, un dispositif d'ancrage correctement dimensionné (amarrage double).

### Au moment de la mise à l'eau

- ▶ Veiller à ce que le barrage ne vrille pas sur lui-même ;
- ▶ Respecter les **vitesse réduites de remorquage** (3 à 5 nœuds maximum) et maîtriser en continu la vitesse de mise à l'eau ;
- ▶ Tenir compte du vent ou du courant transversal : idéalement déployer le barrage dans l'axe du vent et/ou du courant et maintenir le linéaire déployé avec des embarcations supplémentaires type semi-rigides, afin d'éviter que le barrage ne s'échoue ou ne perturbe le trafic. Privilégier la période d'étal quand cela est possible ;
- ▶ Assurer une communication (VHF, Talkie Walkie ou, à défaut, téléphone portable) permanente entre le chef de manœuvre à terre et le pilote de l'embarcation.

### Pendant l'opération de confinement, déviation, protection, ou chalutage

- ▶ S'assurer que les tensions au niveau du barrage ne sont pas excessives (risques de détérioration et d'arrachage importants) ;
- ▶ Faire surveiller régulièrement par un opérateur (surtout avec des coefficients de marée croissants, ou des conditions météorologiques se dégradant) la configuration du barrage (plan de pose) et la tenue de ses ancrages ;
- ▶ Veiller à l'absence de débris flottants (macro-déchets) s'accumulant et risquant d'endommager le barrage.



© Cedre

Mise à l'eau d'un barrage rideau à pain de mousse non compartimenté

## Protection d'un site sensible par fermeture complète

- **Environnement** : zones côtières et portuaires, estuaires, marais, eaux intérieures, zones de loisirs.



*Déploiement d'un barrage gonflable entre les passes d'un port*

*Déploiement d'un barrage barrière à pains de mousse pour fermer l'entrée d'un port*

- **Matériels nécessaires pour protéger l'entrée d'un port**

Barrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barrage moyen de protection type rideau ou barrière (le plus communément utilisé) ou gonflable, à adapter selon le site.</li> <li>• Barrage échouable (si rivage en pente douce et estran à marée basse).</li> </ul>
Moyens nautiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petit remorqueur / vedette de lamanage.</li> <li>• Embarcation de soutien semi-rigide.</li> </ul>
Moyens d'ancrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si ancrages intermédiaires : corps-morts, coffres métalliques ou bouées, ancres, pieux...</li> <li>• Dispositif d'ancrage à terre (câbles de maintien fixés à la verticale des quais ou compensateurs de marées).</li> </ul>
Moyens annexes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VHF, Talkie Walkie, moyens de radiocommunication.</li> <li>• Gonfleur thermique (si barrage gonflable), tapis de mise à l'eau, EPI et équipements de sécurité (brassières, bouées de sauvetage).</li> </ul>

- **Durée de mise en place** : moins d'une heure (pour barrer 100 m), variable selon la longueur du barrage et les contraintes du site.
- **Nombre d'opérateurs nécessaire** : 1 chef des opérations et 2 assistants ; 1 conducteur d'engins ; 3 manœuvres (1 sur chaque embarcation et 2 à terre) ; équipage des bateaux. D'autres opérateurs peuvent être nécessaires pour aider à la préparation du barrage à terre.
- **Après utilisation** : voir **C3** **C4** **C5** **C6**

### Avantages

- Protection des installations portuaires et des zones sensibles contre les pollutions accidentelles flottantes.

### Inconvénients

- Surveillance et maintenance régulières (durée variable).
- Perturbations possibles pour le trafic maritime (certains dispositifs disposent de portes).

## Mise en œuvre d'un barrage antipollution pour protéger l'entrée d'un port

1. Le barrage est déroulé sur une cale ou un terre-plein proche de l'eau, prépositionné en accordéon pour faciliter sa mise à l'eau.
2. L'embarcation (de soutien) saisit l'extrémité du barrage et la donne à la vedette qui va remorquer l'ensemble. L'autre extrémité du barrage est amarrée à terre.
3. Le barrage est remorqué sur le plan d'eau à vitesse réduite
4. Le barrage est amarré aux câbles d'amarrage par les attaches prévues à cet effet. Les opérateurs s'assurent de la tenue du dispositif et de son étanchéité (au niveau des quais et des extrémités du barrage).



Phases de déploiement d'un barrage à l'entrée du chenal d'un port

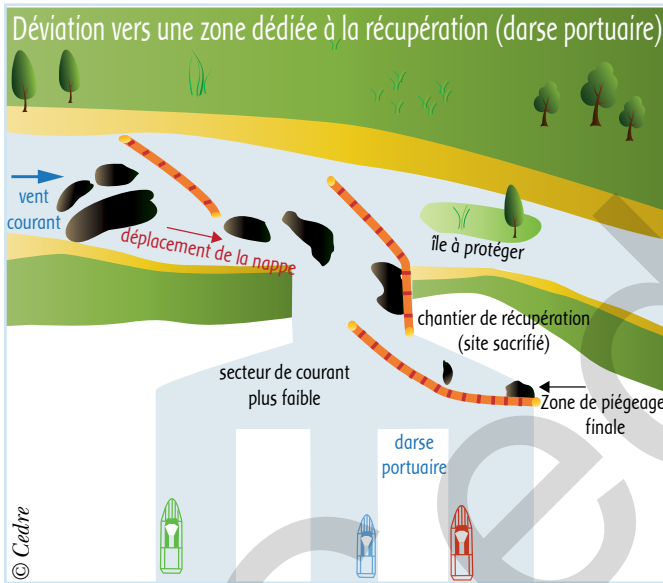


### Conseils et astuces

- Organiser au préalable un briefing indiquant clairement les opérations et manœuvres à effectuer ainsi que l'attribution des rôles de chaque intervenant.
- Établir le plan de pose en fonction des courants et de l'exposition du site (improvisations = risques accrus).
- Tirer profit des courants et du vent pour la mise en place.
- Favoriser une pose à l'étable dans les zones de marées.
- Installer une porte, c'est-à-dire une ouverture (tronçon de barrages amovibles) entre deux points d'ancrage, au milieu d'un linéaire, pour faciliter la navigation et ne pas bloquer le trafic (ports de pêche, trafic passagers de ferries...).
- Prévenir les inversions de courant en réalisant un amarrage double.
- Ne pas trop tendre le barrage (risque de rupture, arrachement et couchage).
- Favoriser des plans de pose légèrement obliques pour dévier le polluant vers une zone de confinement/récupération accessible depuis la terre et ainsi éviter une concentration de produit en plein milieu d'un tronçon.

## Protection d'un site sensible en déviant le polluant

- **Environnement** : zones côtières et portuaires, estuaires, marais, eaux intérieures, zones de loisirs.



- **Durée de mise en place** : environ 2 - 3 heures (pour déployer trois sections de 30 m).
- **Nombre d'opérateurs nécessaires** : 1 chef des opérations et 2 assistants – 1 conducteur d'engins – 2 manœuvres sur le navire et l'équipage. D'autres opérateurs peuvent être nécessaires pour aider à la préparation du barrage à terre.

- **Matériels nécessaires pour dévier une pollution à l'entrée d'une darse portuaire**

Barrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barrage moyen de protection type rideau ou barrière (les plus communément utilisés), ou gonflable, à adapter selon le site.</li> <li>• Barrage échouable (si rivage en pente douce et zone découverte à marée basse).</li> </ul>
Moyens nautiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petit remorqueur / vedette de lamanage / embarcation type semi-rigide.</li> <li>• Utilisation éventuelle d'un paravane à partir de la terre.</li> </ul>
Moyens d'ancrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si ancres intermédiaires : corps-morts, coffres métalliques ou bouées, ancres, pieux...</li> <li>• Dispositif d'ancrage à terre (câbles de maintien et de coulisse fixés à la verticale des quais ou compensateur de marée fixe).</li> </ul>
Moyens annexes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VHF, Talkie Walkie, moyens compacts de radiocommunication.</li> <li>• Gonfleur thermique (si barrage gonflable), tapis de mise à l'eau, équipements de sécurité (brassières, bouées de sauvetage).</li> </ul>

- **Après utilisation** : voir [C3](#) [C4](#) [C5](#) [C6](#)

### Avantages

- Évite la pollution de certains sites en déviant le polluant vers des zones jugées « moins sensibles » et plus favorables au confinement et à la récupération.
- Bonne tenue au courant si angle de pose respecté.

### Inconvénients

- Nécessite de « sacrifier » une zone pour la récupération du produit.
- Impose une surveillance et une maintenance régulières.
- Oblige la réalisation d'opérations de récupération du produit confiné en simultané pour éviter les risques de fuite.

## Différentes configurations de protection d'un site sensible en le barrant partiellement

Barrage déviateur, amarré à un tronc d'arbre



Protection des prises d'eau d'une ferme à turbots, pollution du Prestige, 2002



Mise en place d'un barrage de déviation au moyen d'un paravane



Déploiement d'un linéaire de barrage gonflable sur une rivière



### Conseils et astuces

- ▮ Dévier et acheminer le produit vers une zone calme pour faciliter sa récupération.
- ▮ Privilégier la mise en place de barrages en série lorsque le site le permet.
- ▮ Veiller à respecter les angles de pose des barrages déviateurs en fonction du courant relevé sur zone. Trouver le bon compromis angle/efficacité du confinement.

## Confinement autour d'un navire

- **Environnement** : mer ouverte, zone abri, zone portuaire, voie navigable.



© Cedre

- **Durée de mise en place** : environ 2 - 3 heures
- **Nombre d'opérateurs nécessaire** : 1 chef des opérations et 2 assistants, 2 manœuvres sur l'embarcation et équipage, effectifs variables selon la taille des navires..

### Matériels nécessaires

*Barrage antipollution déployé autour d'un navire, pollution du Rokia Delmas, 2006*

<b>Barrage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barrage léger, moyen voire lourd (hauturier).</li> </ul>
<b>Moyens nautiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petit remorqueur / vedette de lamanage (uniquement zone abri ou portuaire) / semi-rigide.</li> </ul>
<b>Moyens d'ancrage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si ancrage intermédiaire en pleine eau : corps-morts, coffres métalliques ou bouées, ancres, pieux.</li> <li>• Si ancrage à terre : câbles de maintien et de coulisse, compensateurs de marée fixe, ou ancrage fixe depuis la terre.</li> <li>• Ancrage magnétique.</li> </ul>
<b>Moyens annexes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VHF, Talkie Walkie, moyens compacts de radiocommunication.</li> <li>• Gonfleur thermique (si barrage gonflable), équipements de sécurité (brassières, EPI, bouées de sauvetage).</li> </ul>
<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet de limiter l'impact de la pollution en confinant au plus près de la source ce qui s'échappe du navire en attendant le début des opérations d'allègement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difficilement réalisable par mer agitée et dans des zones soumises à des courants importants.</li> <li>• Nécessite des moyens de pompage/récupération associés pour limiter les fuites.</li> </ul>

- **Après utilisation** : voir    

## Confinement d'une pollution autour d'un navire

### Confinement autour d'un navire à quai

(Exemples de manœuvres donnés à titre indicatif)

1. Le barrage est pris en remorque et déployé en progressant lentement dans l'axe du vent et/ou du courant.
2. Fixer la première extrémité à un dispositif d'amarrage à terre. Accrocher, si nécessaire, le barrage à des points d'amarrage intermédiaires.
3. Amarrer l'autre extrémité du barrage à terre ou sur le navire de manière à l'entourer et éviter les fuites (si disponible, utiliser des ancrages magnétiques).



Confinement autour d'un pétrolier à l'appontement

### Confinement en pleine mer

- L'assistance d'un navire de soutien peut s'avérer nécessaire pour maintenir en position le barrage disposé autour du navire fuyard.
- Le plan de pose du barrage devra permettre de faciliter la récupération du polluant au niveau d'une poche de confinement, idéalement placée sous le vent du navire.



Barrages déployés autour du Rokia Delmas échoué, 2006

### Cas particulier des épaves

Lors d'opérations de pompage d'hydrocarbures contenus dans des épaves, un barrage antipollution (gonflable de préférence) est disposé à la verticale de l'épave ou décalé en fonction du courant et de la hauteur d'eau sur zone. Ce dispositif permettra de récupérer les éventuels résidus remontant en surface en cas de fuites lors des connexions de flexibles pour le pompage ou en cas de largage volontaire contrôlé.



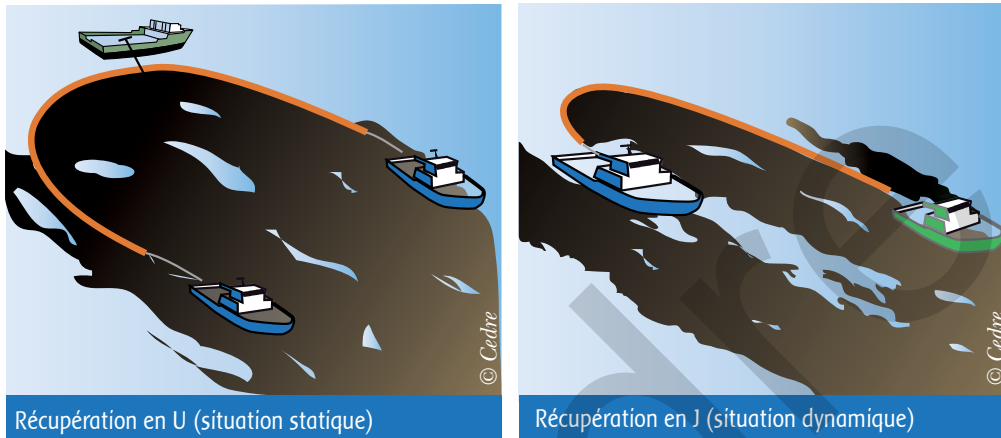
### Conseils et astuces

- ▶ En présence de courant ou de vent de mêmes directions, il n'est pas nécessaire d'entourer complètement le navire : le barrage peut être placé à l'extrémité du navire (aval du courant ou zone sous le vent), entre celui-ci et l'appontement, pour former une poche de confinement.
- ▶ Disposer le barrage sous le vent du navire dans la zone abritée créée par la coque du navire.
- ▶ La renverse de courants (type marée) ou un changement de direction du vent nécessite une surveillance de la part des navires d'intervention afin d'éviter le plaquage du barrage contre la coque du navire fuyard. Dans ce cas, des systèmes de tangons écarteurs peuvent être mis en place.



# Récupération dynamique d'une nappe en mer ouverte

- **Environnement** : mer ouverte. Faiblement à modérément agitée (état de mer 4 à 5 maximum).



Récupération en U (situation statique)

Récupération en J (situation dynamique)

- **Matériels nécessaires**

<b>Barrage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barrage (type gonflable), lourd (hauteur &gt; 1 m).</li> </ul>
<b>Moyens nautiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un navire de type « supply », pour la mise à l'eau du barrage et la mise en œuvre du récupérateur, possédant des capacités de stockage internes (cuves intégrées dans la structure du navire et, si possible, un dispositif de réchauffage favorisant le pompage de produits visqueux). Des capacités de stockage embarquées disposées sur le pont peuvent être également utilisées.</li> <li>• Un remorqueur portuaire, chalutier ou grosse vedette suffisamment motorisée pour tracter le linéaire de barrage et assurer l'ouverture et le maintien de la poche de confinement.</li> </ul>
<b>Support aérien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hélicoptère, avion de guidage ou autres moyens aériens (type ULM, drone).</li> </ul>
<b>Moyens annexes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VHF, Talkie Walkie, moyens de radiocommunication.</li> <li>• Gonfleur thermique, équipements de sécurité (brassières, bouées de sauvetage)</li> <li>• En cas d'hydrocarbures légers ou de bruts, utiliser impérativement des moyens de mesure de type explosimètre et EPI adaptés (masques respiratoires, gants...).</li> </ul>

- **Durée de mise en place** : environ 2 h (gonflage, mise à l'eau du barrage et dispositif opérationnel).
- **Nombre d'opérateurs nécessaire** : une dizaine (variable selon les cas).

- **Après utilisation** : voir    

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limite l'impact de la pollution sur le littoral en récupérant le maximum de polluant en mer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite des capacités de stockage importantes à bord pour réduire les transferts à terre (favoriser la décantation en mer).</li> <li>• Efficacité du dispositif de récupération/confinement très dépendante des conditions météo océaniques sur les zones de travail.</li> </ul>

## Mise en place d'une configuration de récupération dynamique

1. Le barrage est gonflé et mis à l'eau depuis le navire support de lutte antipollution.
2. Un remorqueur portuaire saisit l'extrémité libre du barrage et remonte en contournant au mieux la nappe dérivante pour finir par se positionner en amont du navire support de manière à ce que le barrage remorqué prenne la forme d'un « J ». La nappe rentre alors dans le dispositif de confinement et s'accumule en fond de poche.
3. La nappe piégée dans la poche créée par le barrage est récupérée par des opérations de pompage.



Piégeage d'une nappe, pollution du Prestige, 2002

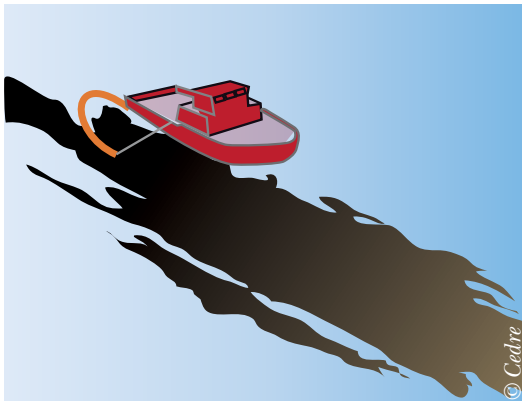


### Conseils et astuces

- ▶ Disposer de navires très manœuvrants, capables d'évoluer à des vitesses faibles (< 2 nœuds).
- ▶ Éviter toute accélération, changement de vitesse ou virage brutal.
- ▶ Avoir le cul du barrage (fond de poche) au plus près du « supply » pour limiter les longueurs de flexibles du récupérateur (perte de charges).
- ▶ Une fois la quantité de polluant piégé dans le barrage jugée suffisante, mettre en place rapidement le récupérateur pour limiter les fuites.
- ▶ Guider les navires par moyen aérien (avion, hélicoptère, drone...) pour aider au repérage des nappes.
- ▶ Déposer dans les nappes des moyens de repérage pour suivre leur dérive (bouée de marquage).
- ▶ Éviter autant que possible que les navires antipollution fragmentent la nappe, en particulier lorsqu'il s'agit de produits lourds visqueux qui peuvent être pompés.
- ▶ Des courantomètres « doppler » peuvent être fixés sur le barrage en fond de poche pour s'assurer que la vitesse de chalutage n'excède pas les capacités du barrage.

## Récupération dynamique d'une nappe en zone côtière

- Environnement** : zones portuaires, zones estuariennes, zones côtières à faible profondeur (bathymétrie n'autorisant pas l'évolution de navires de lutte antipollution de haute mer).



Récupération par un seul bateau muni d'un targon



Récupération en V avec barge récupératrice

### Matériels nécessaires

Barrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>Barrage moyen de type rideau ou gonflable ou encore barrage absorbant (de préférence à jupe lestée, utilisé exclusivement dans des zones très abritées pour la récupération d'irisations).</li> </ul>
Moyens nautiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Support nautique : 1 ou 2 embarcations légères de faible tirant d'eau, d'une puissance suffisante (&gt; 55 cv), chalutier, barge ostréicole, ...</li> <li>1 paravane (optionnel, privilégier les embarcations manœuvrables).</li> </ul>
Moyens annexes	<ul style="list-style-type: none"> <li>VHF, Talkie Walkie, câbles ou aussières de remorquage, targon écarteur si chalutage par un seul navire.</li> </ul>

- Durée de mise en place** : environ 30-45 min (voir plus selon le pré-positionnement des moyens nautiques et des barrages).
- Nombre d'opérateurs nécessaire** : 1 pilote et 2 manœuvres par embarcation (variable selon la taille de l'embarcation).

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>Permet d'opérer en mode dynamique en allant à la rencontre des nappes dans des zones peu profondes où les moyens de haute mer ne peuvent plus intervenir.</li> <li>Permet de récupérer du polluant dans des zones difficiles d'accès.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opérations délicates nécessitant un bon entraînement des équipages et des moyens nautiques adaptés.</li> <li>Nécessite une bonne connaissance de la zone d'intervention (hauts-fonds, courants)</li> <li>Opérations inefficaces sur un plan d'eau trop agité.</li> </ul>

- Après utilisation** : voir **C3** **C4** **C5** **C6**

## Remorquage dynamique (chalutage de surface)

Remorquage au moyen d'une seule embarcation d'un barrage absorbant à jupe lestée ou d'un barrage rideau moyen

1. Installer un tangon écarteur débordant d'une largeur minimum de 3 mètres à l'avant ou sur l'arrière du navire selon les possibilités de fixation.
2. Amarrer le barrage (longueur maximum 15 mètres) aux deux extrémités du tangon en utilisant des élingues ou funes de remorquage.
3. Lorsque le dispositif est saturé, remorquer l'ensemble à vitesse réduite (< à 0,7 nœud) à terre (ou vers un navire) pour procéder à la récupération.

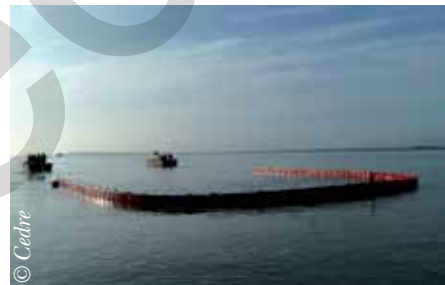
L'utilisation d'un paravane pour écarter le barrage du bateau est également possible.

Remorquage au moyen de deux embarcations d'un barrage rideau

1. Mettre à l'eau le barrage et le prendre en remorque, en ligne (ou en « drapeau ») derrière l'une des embarcations.
2. En arrivant à proximité de la nappe de polluant, le second bateau saisit l'extrémité libre du barrage et adopte une configuration de chalutage en U. Le dispositif se place face au courant et se déplace à très faible vitesse (moins de 0,7 nœud).
3. Lorsque le dispositif est saturé, tenter de remorquer l'ensemble à terre en respectant une vitesse réduite et procéder à la récupération du polluant (ou utiliser un troisième navire pour assurer la collecte du polluant en fond de poche).



Remorquage en U à l'aide d'une embarcation et d'un paravane



Configuration de remorquage en U au moyen de deux embarcations

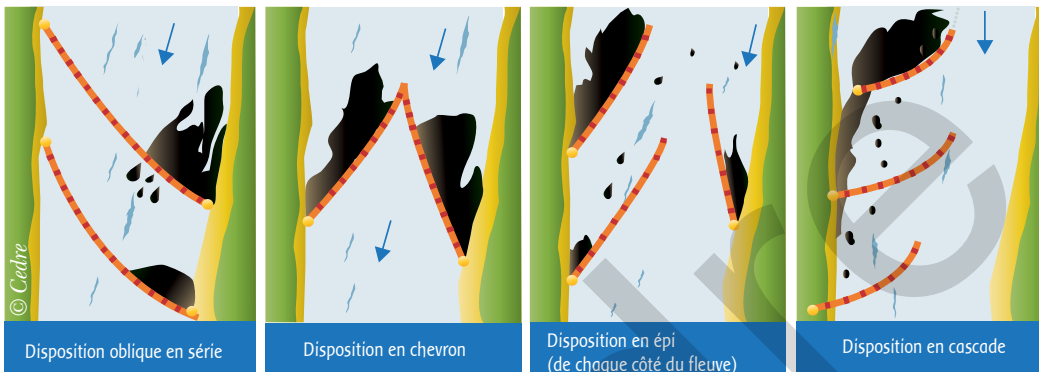


### Conseils et astuces

- ▶ Préférer une embarcation ayant une carène avec dérive (semi-rigide).
- ▶ Diriger les bateaux en se plaçant en hauteur par rapport au plan d'eau (sur une colline ou au sommet d'un bâtiment) et en communiquant au moyen de VHF.
- ▶ Disposer de bateaux à faible tirant d'eau d'une puissance suffisante et d'une bonne tenue à la dérive (effort latéral de traction).
- ▶ Confiner de petites quantités en maîtrisant bien le transfert du polluant piégé vers la terre ou vers un autre navire, plutôt que des volumes importants qui risqueraient de sortir de la zone de confinement.
- ▶ Si les conditions météo océaniques sont optimales, une technique consiste à refermer les barrages après chaque opération de confinement et de laisser dériver les nappes ainsi piégées avant l'arrivée des moyens de récupération.

# Mise en place d'un barrage flottant en rivière

- **Environnement** : rivières, parties calmes des fleuves et estuaires, eaux continentales en général



- **Matériels nécessaires pour déployer un barrage antipollution en oblique sur une rivière**

<b>Barrage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barrages flottants (type barrière ou rideau).</li> </ul>
<b>Moyens nautiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embarcation à moteur sauf pour les cours d'eau de faible profondeur et de largeur limitée ou le déploiement peut se faire à pied.</li> </ul>
<b>Moyens d'ancrage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si ancrage intermédiaire (corps-morts, coffres métalliques ou bouées, ancrs, pieux).</li> <li>• Lance-amarres.</li> <li>• Dispositif d'ancrage à terre.</li> <li>• Dans des zones à courant constant, où la profondeur d'eau est suffisante, les systèmes de paravane peuvent obtenir de bons résultats.</li> </ul>
<b>Moyens annexes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VHF, Talkie Walkie, moyens de radiocommunication.</li> <li>• Tapis de mise à l'eau, équipements de sécurité (brassières, bouées de sauvetage).</li> </ul>

- **Durée de mise en place** : variable en fonction du dispositif à mettre en œuvre.
- **Nombre d'opérateurs nécessaire** : 1 pilote et 1 manœuvre sur une première embarcation, 1 chef des opérations et 2 opérateurs à terre. 2 opérateurs sur une seconde embarcation selon disponibilité.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet de canaliser le polluant en amont d'un site à protéger.</li> <li>• Facilité de mise en œuvre des moyens de lutte (équipements légers).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut occasionner des gênes à la navigation.</li> <li>• Limite d'efficacité (si le courant est &gt; 2 nœuds) et récupération aléatoire.</li> <li>• Difficulté pour définir les zones de déploiement du matériel (dérive du polluant).</li> </ul>

- **Après utilisation** : voir    

## Exemple d'un déploiement : disposition oblique

1. Saisir l'élingue de remorquage et l'amarrer à l'embarcation. Remorquer le barrage à faible vitesse en vérifiant son bon déploiement.
2. Ancrer l'extrémité du barrage à la berge en respectant l'angle de pose défini au préalable (utiliser si nécessaire un lance-amarres).



3. Protéger la berge du côté de la zone de récupération avec de l'absorbant (ou tapis de rive). Le jet d'eau plat de la lance incendie, en créant un courant de surface, favorise le confinement du polluant dans la poche où se situe le récupérateur.
4. En fin d'opération, remonter le barrage à partir de la cale de mise à l'eau en s'aidant des sangles de manutention. Après nettoyage et séchage, le replier de façon à assurer une mise en œuvre rapide et efficace, lors d'un futur déploiement.



Mise à l'eau, utilisation et repli d'un barrage en rivière

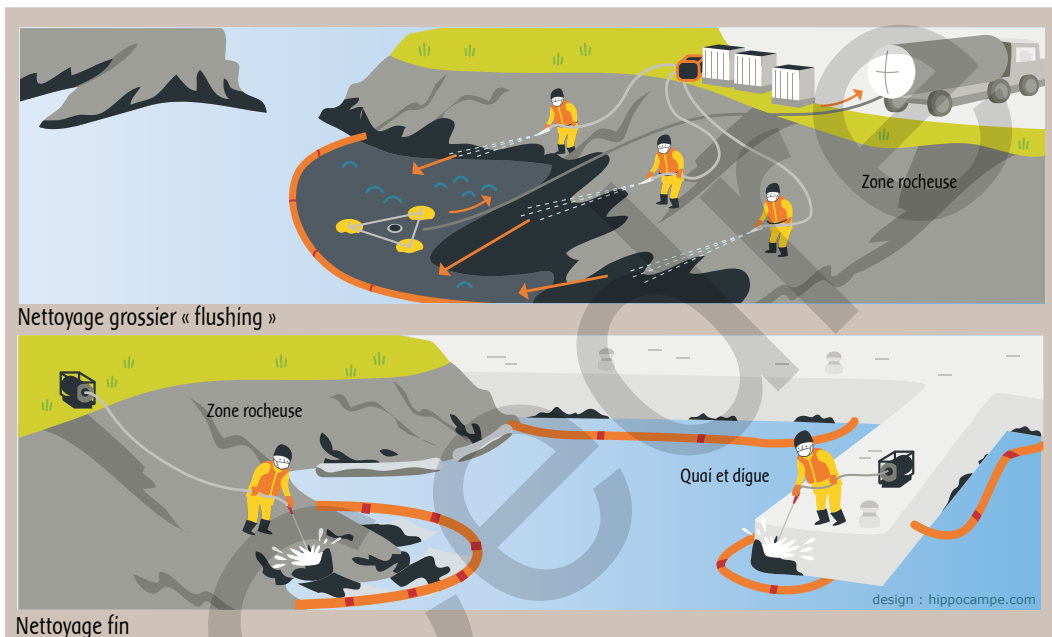


### Conseils et astuces

- ▶ L'absence de débris flottants (macro-déchets) dans la zone de confinement facilite la récupération du polluant. Dans certains cas, les barrages peuvent être protégés, en amont, des débris flottants par des filets tendus en surface. L'entretien de ces filets devra se faire périodiquement.
- ▶ Sur les voies navigables, la circulation des navires génère une vague d'étrave sollicitant fortement les ancrages et modifiant la flottabilité du barrage. Si des opérations de dépollution sont en cours, il est conseillé de faire réduire la vitesse de passage des navires (moins de 3 nœuds) et si besoin de surdimensionner les dispositifs en place.
- ▶ On observe généralement un contre-courant au niveau de la zone de récupération le long de la berge : veiller à bien assurer l'étanchéité de cette poche de récupération pour contrer l'éventuelle remontée de polluant vers l'amont.

# Utilisation de barrages lors d'un chantier de nettoyage

- **Environnement** : zones côtières et portuaires, estuaires, berges... (toute zone littorale ou zone en eau intérieure polluée nécessitant des opérations de dépollution)



- **Matériels nécessaires pour déployer un barrage antipollution**

<b>Barrage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barrage échouable, barrage léger flottant (si récupération sur l'eau), barrage barrière ou barrage absorbant à jupe lestée ou classique.</li> </ul>
<b>Moyens annexes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelles, pelles mécaniques, planches...</li> <li>• Géotextile.</li> <li>• Absorbants (feuilles, boudins, tapis...).</li> <li>• Moyens de lavage (nettoyeurs HP...).</li> </ul>

- **Durée de mise en place** : variable en fonction du dispositif à mettre en œuvre.
- **Nombre d'opérateurs nécessaire** : minimum 2.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet de limiter la dispersion du polluant et de piéger des effluents de lavage, dans le but de les récupérer.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispositif dépendant du marnage.</li> <li>• Utilisation délicate dans les zones d'accès difficile (falaises sans accès terrestre, plates-formes rocheuses...).</li> </ul>

- **Après utilisation** : voir    

## Mise en place d'un chantier de nettoyage

### Confinement et récupération des effluents sur l'eau

L'objectif consiste à mettre en place un dispositif permettant la récupération des effluents surnageants, issus des opérations de lavage, au droit des chantiers de nettoyage.

Le confinement se fait à l'aide de barrages flottants ou de barrages absorbants amarrés à terre. Le polluant est récupéré, par absorption ou pompage, au niveau des zones d'accumulation.

### Confinement et récupération des effluents sur l'estran

L'objectif est de permettre la récupération sur la plage des effluents issus des opérations de lessivage / lavage / drainage. Il s'agit de canaliser les écoulements à l'aide de sillons et de fosses (réalisé à l'aide de bâches ou de planches). Le barrage échouable peut servir de rétention. On peut également réaliser un barrage avec des merlons de sable bâchés.



© Cedre  
Effluents confinés par des barrages lors d'un chantier de nettoyage d'enrochements



© Cedre  
Vue générale d'un chantier de nettoyage et d'un tronçon de barrage échouable servant à confiner les effluents pollués



### Conseils et astuces

- ▶ En zone abritée à faible courant, les barrages absorbants classiques peuvent aider à confiner une pollution. Ces barrages sont très légers. Des modèles avec des jupes lestées intégrées existent également sur le marché.
- ▶ Utiliser une lance incendie associée à une motopompe pour aider à confiner les effluents (eau polluée et résidus de lavage) vers une zone de récupération.



## Comment nettoyer les barrages ?



Un pétrole vieilli qui a séché sur un barrage rend le nettoyage difficile et très contraignant. Il est donc conseillé de laver les barrages le plus tôt possible après leur utilisation.

À titre indicatif, voici un inventaire du matériel nécessaire pour le nettoyage de 100 m de petit barrage plat :

- Plate-forme de lavage (surface minimale 20 m x 5 m) étanche avec caniveau et séparateur d'huile (type cale de carénage, forme de radoub ou installation de traitement) ;
- Absorbants : 2 rouleaux d'absorbants de 30 m chacun et 20 m de barrages absorbants (si risque de fuites des effluents vers un plan d'eau) ;
- Géotextile (type géotextile non-tissé de grammage 150 g/m<sup>2</sup> pour protection du sol) environ 50 m<sup>2</sup> ;
- Produit de lavage sans tensioactifs (80 litres), pulvérisateur ;
- Nettoyeur Haute Pression avec buse adaptée (pression 80 bar) et motopompe (avec raccords, lance, jerrican, entonnoir), carburant ;
- Eau douce (environ 5 m<sup>3</sup>) ;
- Brosse, pelle, seau, big bag, benne de stockage pour récupération et stockage des déchets (absorbants souillés, barrages endommagés...) ;
- Engin de manutention pour l'évacuation des déchets (tracteur, chargeur ou grue ; muni de crochets et sangles).

Pour estimer le temps de nettoyage d'un barrage, compter environ :

- une heure pour 50 m de barrage en présence d'un produit peu adhérent,
- une heure pour 10 m de barrage en présence d'un produit visqueux.



État d'un barrage après une opération de confinement / récupération en mer, pollution du Prestige, 2002

Les étapes du nettoyage sont les suivantes :

- Préparation de l'aire de lavage ;
- Pulvérisation du produit de lavage si nécessaire ;
- Temps de repos pour laisser agir le produit (au moins 15 min) ;
- Brossage du barrage ;



Nettoyage haute pression des barrages antipollution

- Nettoyage à l'eau à l'aide de lances à incendie ou nettoyeurs haute pression à froid ou à chaud en utilisant une buse adaptée ;
- Rinçage basse pression à l'eau douce pour évacuer le film gras et les petites boulettes d'hydrocarbures générées par les actions précédentes ;
- Rinçage rapide de l'aire de nettoyage, si besoin ;
- Lavage de la seconde face suivi éventuellement d'un nouveau lavage de la première face si celle-ci a été recontaminée ;
- Séchage et talquage ;
- Reconditionnement du barrage dans son stockage (touret, conteneur, remorque...) Voir **C5** ;
- Démontage du chantier.



- Rincer à l'eau douce les gaines des chaînes pour éviter que l'eau de mer ne les corrode. Idéalement les faire sécher avant reconditionnement ;
- Adapter la pression et la température du nettoyage (80-90 bars, 80 °C max) pour éviter d'altérer les toiles du barrage ;
- Ne jamais mettre en contact la buse de la lance HP (Haute Pression) avec la toile du barrage, en particulier pour les barrages gonflables ;
- Récupérer ou filtrer les eaux de lavage ;
- Fixer le barrage en hauteur pour le laver lorsque cela est possible.

Il existe des machines destinées au nettoyage des barrages. Certaines ont été inventées lors des opérations dans le golfe du Mexique en 2010, suite au naufrage de la plate-forme *Deepwater Horizon*. Il existe aussi des bancs de lavage fixes permettant de maintenir les barrages en hauteur, rendant ainsi leur nettoyage plus aisé (accès aux deux faces).



Barge mobile de nettoyage

## Quel entretien nécessitent le barrage et ses accessoires ?

Les opérations d'entretien à réaliser sur le barrage hors de l'eau sont les suivantes :

- **Réparation des tissus déchirés** avec le kit fourni par le fournisseur qui contient au minimum : pièces de tissu plastique, tube de colle, solvant, paire de ciseaux... L'hygrométrie et la température des lieux où sont réalisés les collages sont très importantes pour la tenue de la réparation.
- **Graissage** des manillons.
- **Frettage** des manillons.
- **Talquage** de la toile.
- **Contrôle et/ou remplacement des boulons « fusibles »** en plastique en bas de toile, conçus pour céder avant que le tissu ne se déchire.
- **Vérification des valves de gonflage**, système de ressort/clapet.

Pour les barrages gonflables, veiller à bien vider l'air présent dans les flotteurs. En effet, l'humidité de l'air pourrait endommager le barrage lors de son stockage.

Il faut également bien **vérifier le bon fonctionnement des valves de gonflage** et réaliser fréquemment des **tests de tenue à la pression**.

Enfin, il est important de **surveiller la qualité des soudures de la toile**. Après utilisation, les hydrocarbures ou autres polluants pénètrent dans la toile, risquant d'affecter les propriétés mécaniques du barrage.

Des **vérifications régulières** des équipements dit « annexes » tels que les tourets, les systèmes d'ancrage, les remorques, les centrales thermiques ou hydrauliques... doivent également être programmées.



*Boulon plastique « fusible »*



*Valve de gonflage*



*Assemblage de différentes pièces de tissus par thermosoudage*

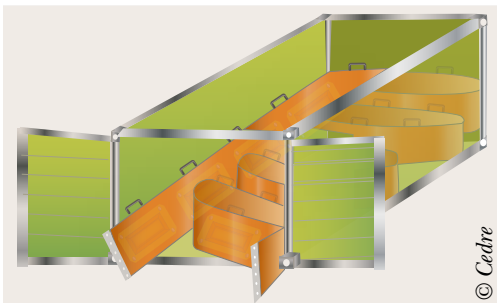
## Comment reconditionner le barrage après utilisation ?

Une fois le barrage **nettoyé, séché et talqué** (voir **C3**) il convient de songer à son reconditionnement. Au préalable, il faudra contrôler tous les points inhérents à son bon fonctionnement en s'appuyant sur une « check list » complète.

CHECK LIST	
Vérifier l'état (usure, oxydation, déformation) :	
• de la chaîne	<input type="checkbox"/>
• des visseries	<input type="checkbox"/>
• des raccords	<input type="checkbox"/>
• patte d'oie de remorquage, élingue de traction	<input type="checkbox"/>
Présence et état de l'ensemble des boulons fusibles	<input type="checkbox"/>
Traces de ragage, déchirures, amorces de rupture...	<input type="checkbox"/>
État des soudures au niveau de la toile	<input type="checkbox"/>
Pour barrage gonflable, autogonflable, échouable :	
• repérage des sections ayant perdues de la pression	<input type="checkbox"/>
• contrôle du fonctionnement des valves	<input type="checkbox"/>

Après ces contrôles et les réparations qui peuvent en découler, le barrage sera **reconditionné de façon à favoriser la rapidité de mise en œuvre lors d'un prochain déploiement**. Les toiles des barrages auront au préalable été talquées.

Il est nécessaire de protéger le barrage une fois reconditionné (pluie, embruns, soleil, guano, rongeurs...). Pour prévenir ces agressions, un conteneur fermé est souvent la solution de stockage retenue.



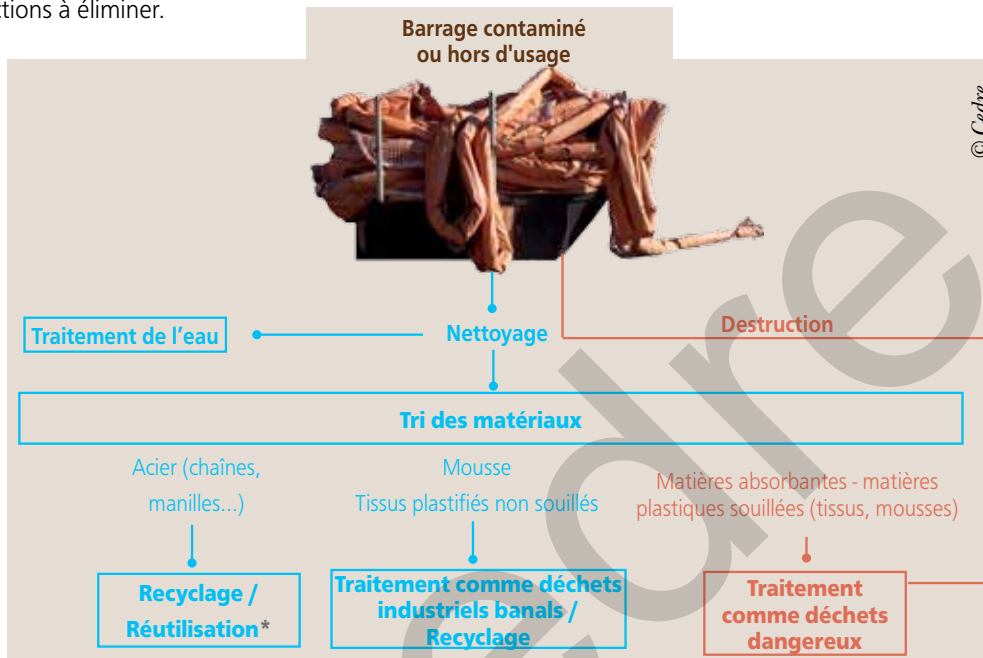
Méthode de pliage d'un barrage stocké en conteneur facilitant son déploiement et son amarrage



Barrage rideau à pain de mousse non compartimenté en conteneur

## Que faire des barrages hors d'usage ?

Les voies d'élimination des barrages hors d'usage dépendent du degré de salissure constaté sur les sections à éliminer.



### Collecte, transport

Les filières de collecte, de transport des barrages hors d'usage seront identiques à celles des produits qui les ont pollués. Par exemple, en Europe les déchets souillés aux hydrocarbures sont soumis à la réglementation ADR (Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route) spécifique aux hydrocarbures.

### Traitement comme déchets industriels banals

Selon les filières disponibles localement, les déchets seront :

- enfouis dans des centres de stockage pour déchets banals (CET) ;
- incinérés avec ou sans récupération d'énergie ;
- recyclés.

Les déchets ne seront envoyés en CET que si le recyclage et l'incinération ne sont pas possibles

dans des conditions techniquement et économiquement acceptables.

### Traitement comme déchets dangereux

Les déchets souillés et dangereux seront soit incinérés en centres spécialisés pour déchets dangereux, soit enfouis dans des centres de stockage spécifiques aux déchets dangereux.

Un bordereau de suivi de déchets dangereux devra être émis par le producteur du déchet et transmis à chaque intervenant de la collecte, du transport au traitement. En France, ce bordereau doit être conservé 5 ans.

### Le recyclage

Le recyclage consiste à réintroduire les éléments du barrage dans le cycle de production dont ils sont issus, en remplacement total ou partiel de la matière première neuve.



\* De nombreux éléments constituant les barrages flottants peuvent être réutilisés dans la fabrication de barrages à façon : toiles, pains de mousse, chaînes...

Cedre

# Suivi et évaluation

- Ce qu'il ne faut pas faire \_\_\_\_\_ **D1**
- Les points faibles des barrages \_\_\_\_\_ **D2**
- La pratique, la formation, les exercices \_\_\_\_\_ **D3**
- La signalisation maritime/fluviale \_\_\_\_\_ **D4**
- La maintenance sur l'eau \_\_\_\_\_ **D5**
- L'impact médiatique des barrages \_\_\_\_\_ **D6**



© Cedre

Limite d'utilisation d'un barrage dans le courant

D

## Ce qu'il ne faut pas faire



D1

- ▶ **Ne pas amarrer le barrage au niveau des poignées de manutention** souvent placées au sommet des flotteurs ou des compartiments.
- ▶ Connecter au niveau de la chaîne de lest ou de l'élément de reprise de tension.

- ▶ **Ne pas laisser un écartement entre deux sections de barrage.**
- ▶ Vérifier l'étanchéité au niveau des connexions (problèmes de compatibilité ou rupture dus à des tensions trop importantes).



- ▶ **Ne pas déployer un barrage dans la précipitation** (afin d'éviter par exemple qu'il ne fasse un tour ou une vrille sur lui-même).
- ▶ Guider et contrôler sa mise à l'eau.



- ▶ Ne pas amarrer un barrage à un point fixe dans une zone soumise à une variation du niveau d'eau.
- ▶ Utiliser des compensateurs de marée ou assurer une surveillance.
- ▶ Ne pas stocker le barrage exposé au soleil (UV), aux intempéries, aux embruns, aux rongeurs.
- ▶ Privilégier le stockage du barrage en conteneurs fermés, sous abri ou hangar ou le protéger par des bâches.



- ▶ Ne pas déployer un barrage à proximité immédiate d'un secteur où le courant s'accélère (piles de pont, étranglement du lit d'un cours d'eau...).
- ▶ Décaler le plan de pose vers une zone plus calme.
- ▶ Lors d'opérations de récupération dynamique sur le plan d'eau, ne pas remorquer le barrage à une vitesse risquant de le faire couler ou d'entraîner des fuites.
- ▶ Adapter sa vitesse pour obtenir le meilleur rendement en termes de récupération.

## Les points faibles des barrages

Parmi les principaux points faibles identifiés sur les barrages, on note :

- les flotteurs gonflables sensibles à la perte de pression, au percement, au ragage ou poinçonnement par frottement sur des surfaces rugueuses ;
- les éléments de jonctions ou de liaisons (manilles, connecteurs, visserie, fixation sur compensateur) ;
- les ancrages sous-dimensionnés, susceptibles de chasser ;
- la colonisation par des organismes aquatiques (algues, balanes), fixés sur la partie immergée du barrage, pouvant modifier son équilibre en cas d'utilisation prolongée ou permanente ;
- le vieillissement lié aux agents environnementaux (température, UV, sel, embruns) ;
- la résistance à la traction lors de remorquage ou chalutage ;
- la qualité des matériaux et accastillages utilisés (privilégier les équipements testés et réputés fiables) ;
- l'électrolyse des parties métalliques ;
- la reprise de tension au niveau de la chaîne.



Arrachage au niveau du compensateur de marée



Rupture de la chaîne entraînant une déchirure



Rupture d'un élément de liaison lors d'opérations de récupération en mer (pollution du Prestige, Espagne)



Déchirure lors du remorquage d'un barrage gonflable, suite à un effort de traction trop important

## La pratique, la formation, les exercices

Les entraînements et exercices faisant intervenir opérateurs du site et opérateurs extérieurs (station de lamanage, pilotage, gestionnaire d'un port) sont à **réaliser périodiquement** au même titre que les exercices de lutte contre l'incendie. Il faut effectuer aussi fréquemment que possible ces exercices afin de **maintenir un bon niveau de connaissance et de réactivité** en tenant compte, le cas échéant, du renouvellement du personnel.

Lors des exercices, les stratégies de réponse prévues dans le **plan d'intervention** sont mises en œuvre. Les exercices permettent aux opérateurs de se familiariser avec la manipulation du matériel antipollution et, notamment, de s'entraîner aux manœuvres des moyens nautiques impliqués pour la mise à l'eau et le repli des barrages.



Associés à des actions de formation programmées, les exercices permettent en outre de valider ou d'améliorer des plans de pose préétablis.



Briefing lors d'une formation pratique



Exercice de mise en place d'un barrage sur une rivière

## La signalisation maritime/fluviale



D4

© Cedre

Lors de mises en œuvre de barrages en mer ou en eaux intérieures, il est indispensable de signaler la présence du dispositif par :

- des **signalisations lumineuses des coffres d'amarrage** ;
- des **signalisations lumineuses des portes** dans le cas où la navigation n'est pas arrêtée (entrée de port ou chenal de navigation) ;
- une information destinée :
  - aux autorités maritimes en charge de la surveillance du trafic (CROSS, MRCC...) de la présence du dispositif pour la diffusion d'un **Avis d'Urgence aux NAVigateurs (AVURNAV)** émis en France sur le canal 16 de la VHF et affiché dans les capitaineries des ports.
  - aux services de contrôle de la navigation, dans les voies navigables et les écluses.

Il est conseillé d'utiliser des barrages eux-mêmes facilement repérables (couleurs vives, bandes réfléchissantes). Pour compléter leur signalisation, on pourra mettre en place des feux à éclats ou des plaques métalliques destinées à réfléchir les ondes (radars).



Prévoir une présence régulière sur site pour vérifier le bon fonctionnement des signalisations lumineuses et la bonne tenue du dispositif déployé.

Mise en place d'une signalisation lumineuse sur corps-mort

## La maintenance sur l'eau

Une fois le barrage flottant positionné sur un site, il faut vérifier son efficacité durant toute la période de menace de pollution.

Une veille régulière devra être assurée en fonction du type de barrage et des conditions locales, pour contrôler l'état du barrage et notamment les points sensibles tels que :

- **La configuration générale du dispositif** : vérifier que les ancrages et le barrage sont restés dans leur configuration initiale, notamment lors des renverses de courants de marées. Augmenter la résistance des points d'ancrage, voire en ajouter d'autres si un décalage est constaté.

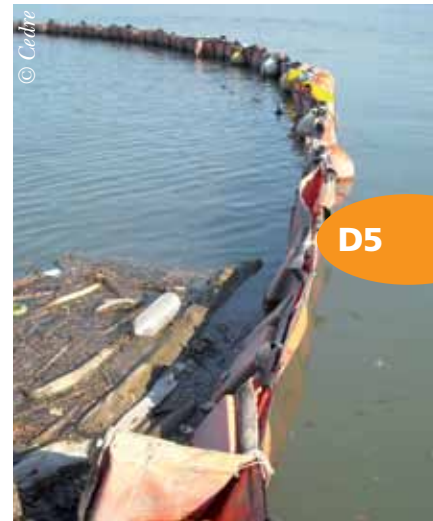


- **L'étanchéité** : vérifier le linéaire de barrage qui peut avoir été endommagé par le passage d'un bateau (installer préventivement des balises lumineuses pour signaler sa présence) ; vérifier le serrage des manilles assurant les connexions entre deux barrages (éventuellement les fretter à l'aide d'un fil de fer pour éviter tout desserrage).
- **L'intégrité des flotteurs** : s'assurer que l'élément de flottaison d'un barrage gonflable ou autogonflable n'est pas percé (fuyard), dégonflé ou perméable. Dans certains cas, il peut être judicieux de rajouter des flotteurs pour améliorer la tenue du barrage.

- **Les algues et coquillages** : nettoyer à terre ou à partir d'une embarcation à la lance à incendie ou, si l'incrustation est importante, au nettoyeur haute pression (l'utilisation d'une raclette à main ou d'une brosse est également possible).



- **L'état et l'usure des cordages** : surveiller leur état s'ils sont soumis au ragage contre une partie métallique ou bétonnée. Les remplacer en cas d'usure.
- **Les macro-déchets** : évacuer fréquemment les déchets flottants (végétaux, plastiques...) piégés dans le barrage.



D5



Cette veille s'effectuera au moyen d'une petite embarcation légère, avec l'assistance éventuelle de plongeurs pour intervenir sur les petits dommages. Les opérations de maintenance plus lourdes (réparation d'un barrage déchiré par exemple) nécessitent une sortie de l'eau.

## L'impact médiatique des barrages

Les actions de communication se font au plus près des sites et des zones de pollution. En présence de médias et du grand public, il faut parfois savoir expliquer qu'un **barrage flottant n'est pas un obstacle infranchissable** et que, au-delà d'une certaine vitesse de courant, même si le barrage affiche une configuration correcte, il y a un **risque de fuite**.

Pourtant, en réponse à une pollution accidentelle sur un plan d'eau, le barrage est souvent le premier élément de la lutte à être déployé. Souvent de couleur vive, bien visible dans le paysage, il permet alors de montrer clairement aux médias et à l'opinion publique que des moyens de lutte sont engagés. Il constitue souvent la « preuve matérielle » que les opérateurs disposent de moyens de réponse.

Cependant, le **déploiement de barrages n'est pas justifié dans toutes les situations** :

- Quand l'environnement et les conditions météorologiques ne le permettent pas. Dans ces conditions, il est préférable d'éviter l'utilisation des barrages plutôt que de mettre les opérateurs en danger, de provoquer des détériorations sur le matériel, de générer des images de fuites de polluant derrière le barrage qui seront inévitablement reprises par les journalistes et mettront à mal la crédibilité des opérations.
- Quand le dispositif s'avère réellement inefficace, il ne retient pas le polluant suffisamment pour permettre sa récupération.



# Compléments d'information

■ Glossaire et sigles	_____	E1
■ Normes AFNOR	_____	E2
■ Normes ASTM	_____	E3
■ Échelles de Beaufort et de Douglas	_____	E4
■ Bibliographie	_____	E5

## Glossaire et sigles

**Absorbant** : tout produit destiné à absorber des liquides déversés dans l'environnement afin de faciliter leur récupération.

**Accastillage** : ensemble des accessoires de pont (tels que les manilles, mousquetons, taquets, feux de route, treuil...) que l'on trouve sur un navire de faible tonnage.

**ADR** : accord européen relatif au transport de marchandises dangereuses par route.

**Affourchage** : technique consistant à mouiller deux ancrs avec des longueurs de chaînes identiques formant un angle compris entre 60 et 120°, ce qui permet de stabiliser un mouillage lors de la renverse du courant de marée par exemple.

**AFNOR** : Association Française de NORmalisation.

**Amarrage** : l'amarrage d'un barrage consiste à le maintenir contre un quai ou un objet flottant à l'aide d'aussières (ou amarres).

**Appontement** : plate-forme avec tablier et pont sur pilotis le long de laquelle un navire vient s'amarrer.

**ASTM** : « *American Society for Testing and Materials* » est un organisme américain éditant des normes concernant les matériaux, produits, systèmes et services.

**Aussière** : gros cordage servant à amarrer les navires.

**Big bag** : conteneur souple de grande capacité muni de sangles.

**Boulette** : petite boule de pétrole vieilli (de 1 cm à 10 cm), une microboulette est inférieure à 1 cm.

**CETMEF** : Centre d'Etudes Techniques Maritimes Et Fluviales.

**Chromage** : galvanisation avec le métal chrome.

**Croche** : obstacle (rocher ou épave) sur lequel peut s'accrocher un objet flottant (navire, barrage...).

**DaN** : Un décanewton équivaut à 10 newtons. Un newton est la force capable de communiquer à une masse de 1 kilogramme une accélération de 1 m/s. On dira qu'il faut donc un newton pour augmenter la vitesse d'une masse de 1 kilogramme de 1 mètre par seconde. Les forces exercées sur les barrages sont parfois données en tonne force. (1 tonne force = 981DaN).

**DTEX** : poids en grammes de 10 000 m de fil.

**Effluents** : eaux usées ou déchets liquides rejetés dans l'eau lors d'opérations de nettoyage dans la lutte contre les pollutions.

**Élingue** : filin ou chaîne destinée à saisir des marchandises et à les crocher au palan d'une grue pour les embarquer ou les débarquer.

**Embruns** : gouttelettes formées par les vagues qui se brisent, et emportées par le vent.

**Enduction** : action d'enduire la surface d'une toile d'une couche protectrice généralement en matériau plastique.

**Estran** : portion du littoral entre les plus hautes et les plus basses mers.

**Évitage** : le cercle d'évitage est la surface que va balayer un navire en tournant autour de son mouillage.

**Frettage** : assemblage de deux pièces (corps d'un manille et son manillon) par un ajustement serré. Le principe consiste à chauffer ces dernières pièces, pour causer une dilatation du métal et une augmentation du diamètre.

**FO** : *Fuel Oil*.

**FOD** : *Fuel Oil Domestique*.

**Galvanisation** : fixation d'un sel métallique (zinc, chrome, cuivre) sur un métal pour le préserver de la corrosion.

**GO** : Gasoil.

**Guano** : matière constituée par les amas de déjections d'oiseaux marins.

**Hauturier** : qui est relatif à la haute-mer.

**HFO** : *Heavy Fuel Oil* (fioul lourd).



**H<sub>2</sub>S** : sulfure d'hydrogène ou hydrogène sulfuré, composé chimique de soufre et d'hydrogène, responsable de l'odeur désagréable d'œuf pourri et toxique pour l'homme au-delà de 14 mg/m<sup>3</sup>, soit 10 ppm.

**HT** : Hauteur Totale (pour un barrage flottant : HT = Tirant d'eau + Tirant d'air).

**Hydrocarbure** : composé contenant seulement du carbone et de l'hydrogène, principal constituant du pétrole.

**Hygrométrie** : degré d'humidité de l'atmosphère.

**ISO** : *International Organization for Standardization* est une organisation internationale de normalisation.

**Laisse de haute mer** : correspond au plus haut point atteint par la marée haute sur l'estran.

**Longueur d'onde** : en terme maritime, c'est la durée entre 2 ondulations (ou vagues).

**Macro-déchets** : déchets de toutes natures de formes variées et d'origine humaine aussi bien que naturelle, flottant en mer ou déposés sur le littoral.

**Manille** : pièce métallique en forme de U qui sert à relier deux chaînes entre elles.

**Marnage** : amplitude de la marée, différence de hauteur d'eau entre la basse mer et la haute mer.

**Merlon** : construction ou levée de terre éventuellement maintenue par un soutènement pierreux.

**MRCC** : *Maritime Rescue Coordination Center*, centre de surveillance et de sauvetage en mer. En France, les MRCC sont assurés par les Centres régionaux opérationnels de surveillance et de sauvetage (CROSS).

**Nœud** : unité de vitesse correspondant à 1 nautique (ou mille marin) par heure soit 1 852 m/h ou encore 0,514 m/s.

**PEHD** : polyéthylène haute densité.

**PVC** : polychlorure de vinyle.

**Radoub** : encore appelé cale sèche, une forme de radoub est un bassin qui permet l'accueil de navires et leur mise à sec.

**SEBC** : *Standard European Behaviour Classification*, système standard européen de classification du comportement des produits chimiques déversés en mer.

**SNSM** : Société Nationale de Sauvetage en Mer.

**Supply** : navire d'avitaillement à grande capacité de stockage en pontée et en soute.

**TA** : tirant d'air, est la hauteur de la partie hors de l'eau de l'objet flottant (barrage, navire).

**TE** : tirant d'eau, est la hauteur de la partie immergée de l'objet flottant (barrage, navire).

**Vortex** : tourbillon creux, qu'on peut observer en particulier lors de la vidange d'une baignoire.

## Normes AFNOR

Caractéristiques	Normes	Contenu	Exemple de limite admissible pour un barrage antipollution moyen (dans le cadre de la protection d'un site sensible du littoral Atlantique)
Résistance à la rupture	NF EN ISO 1421 (2011)	Supports textiles revêtus de caoutchouc ou de plastique. Détermination de la force de rupture et de l'allongement à la rupture	Ensemble de la structure : 5 000 daN Tissu et liaison de raccordement : 250 daN/5cm
Températures d'utilisation	ISO 4675 (1990)	Supports textiles revêtus de caoutchouc ou de plastique. Essai de flexion à basse température	Tissu : résistance jusqu'à -15 °C
Résistance à la perforation	ISO 7765-2 (1994)	Fibres et feuilles plastiques. Détermination de la résistance au choc par la méthode par chute libre de projectile	Tissu : 40 daN
Résistance à la déchirure	NF EN 1875-3 (1998)	Détermination de la résistance aux déchirements. Partie 3 : méthode sur éprouvette trapézoïdales	Tissu : 20 daN
Résistance à l'abrasion	NF EN ISO 5470-1 (1999)	Détermination de la résistance à l'usure par abrasion. Partie 1 : appareil d'essai d'abrasion Taber	Perte de poids par abrasion < 0,04 %
Résistance à la pression hydrostatique	NF EN 1734 (1997)	Détermination de la résistance à la pénétration de l'eau. Méthode à basse pression	Subir avec succès le test d'imperméabilité à l'eau
Résistance à l'adhérence	NF EN ISO 2411 (2000)	Détermination de l'adhérence du revêtement	Adhérence de l'enduction sur le support textile > 10 daN
Résistance du tissu à la chaleur	NF EN 12280-1 (1998)	Essais de vieillissement accéléré à la chaleur. Partie 1 : vieillissement à la chaleur des caoutchoucs vulcanisés ou thermo-plastiques	Pertes de caractéristiques physiques et mécaniques suivant un vieillissement artificiel de 168 heures à + 70°C (< 5 %)
Résistance du tissu aux hydrocarbures et agents de lavage	NF ISO 1817 (2011)	Détermination de l'action des liquides	Pertes de caractéristiques physiques et mécaniques inférieures à 5 %

## Normes ASTM

### Spécifications des barrages

- ▶ ASTM F1523-94 (2007) : Sélection des barrages selon les types de plan d'eau. Cette norme donne des recommandations pour la sélection d'un barrage en fonction du plan d'eau. Elle distingue 4 situations principales : eaux calmes, eaux calmes avec courant, eaux protégées et mer ouverte, et définit à partir de cette classification les caractéristiques des barrages les plus appropriés.

Caractéristiques du barrage	Eau calme	Eau calme avec courant	Eaux protégées	Mer ouverte
Hauteur totale <sup>(1)</sup> (cm)	15-60	20-60	45-110	>90
Rapport minimum Réserve de flottabilité/poids	3 : 1	4 : 1	4 : 1	8 : 1
Résistance totale à la tension (DaN)	680	2300	2300	4500

(1) Il est fait référence à la hauteur totale, considérant un tirant d'air minimum de 33% de la hauteur totale pour les plans d'eau calme, les zones protégées ou la mer ouverte, et jusqu'à 50% pour les forts courants.

- ▶ ASTM F2682-07 : Détermination du rapport réserve de flottabilité / poids. Ce rapport correspond à la flottaison brute (=poids du volume d'eau pris par un barrage totalement submergé) divisé par le poids du barrage sec.
- ▶ ASTM F818- 93 (2009) : Terminologie relative à l'antipollution. Ce document est un glossaire de l'ensemble des termes techniques relatifs aux barrages antipollution et repris dans les différentes normes ASTM.
- ▶ ASTM F1093-99 : Méthode d'évaluation de la résistance à la traction des barrages antipol-

lution. Cette norme définit la méthode pour mesurer la résistance de la jupe et du point d'ancrage à la traction :

- bancs d'essais : longueur de barrage, dispositif de traction, type de connecteurs,
- évaluation de l'effort cyclique : répétition de charges de traction à partir des données de résistance du fournisseur,
- mesure de la charge maximale admissible avant rupture des connections ou déchirure de la jupe.

- ▶ ASTM F2084-01 : Évaluation des performances des barrages de « chalutage ». Ce document définit la méthode pour tester les capacités de rétention des barrages à différentes vitesses de chalutage et sous différentes conditions de houle.

### Brûlage de nappes

- ▶ ASTM F2152-07 : Évaluation des performances des barrages résistants au feu. Cette norme quantifie les performances minimum à atteindre pour les barrages antifeu : résistance au feu (en kwh/m<sup>2</sup>), réserve de flottabilité, résistance à la traction et la déchirure (en N).

### Connecteurs

- ▶ ASTM F962-04 (2010): Spécifications techniques du connecteur ASTM (en Z).
- ▶ ASTM F2438-04 (2010): Spécifications techniques du connecteur ASTM (Slide Connector ou à glissière).

Ces normes précisent les exigences de conception des connecteurs ASTM (caractéristiques des matériaux, plan des pièces : goupille et barrette de connexion...). Ces deux connecteurs (en Z et à glissière) sont interconnectables.

## Échelles de Beaufort et de Douglas

### Échelle de Beaufort et description de l'état de la mer

L'échelle de Beaufort est une échelle de mesure empirique de la vitesse moyenne du vent sur une durée de dix minutes utilisée dans les milieux maritimes. Elle comporte 13 degrés. En mer, il est pratique d'estimer cette vitesse par la seule observation des effets du vent sur la surface de la mer.

FORCE	APPELLATION	VITESSE DU VENT		ASPECT DE LA MER
		NŒUD	KM/H	
0	Calme	1	1	la fumée s'élève verticalement ; la mer est comme un miroir
1	Très légère brise	1 à 3	1 à 5	il se forme des rides, mais il n'y a pas d'écume
2	Légère brise	4 à 6	6 à 11	vaguelettes courtes ; leurs crêtes ne déferlent pas
3	Petite brise	7 à 10	12 à 19	très petites vagues ; écume d'aspect vitreux
4	Jolie brise	11 à 16	20 à 28	petites vagues devenant plus longues ; moutons nombreux
5	Bonne brise	17 à 21	29 à 38	vagues modérées, allongées ; moutons nombreux
6	Vent frais	22 à 27	39 à 49	des lames se forment ; crêtes d'écume blanche plus étendues
7	Grand frais	28 à 33	50 à 61	la mer grossit ; l'écume est soufflée en traînées ; lames déferlantes
8	Coup de vent	34 à 40	62 à 74	lames de hauteur moyenne ; de leurs crêtes se détachent des tourbillons d'embruns
9	Fort coup de vent	41 à 47	75 à 88	grosses lames ; leur crête s'écroule et déferle en rouleaux
10	Tempête	48 à 55	89 à 102	très grosses lames à longues crêtes en panache ; déferlement en rouleaux intense et brutal
11	Violente tempête	56 à 63	103 à 117	lames exceptionnellement hautes ; mer recouverte de bancs d'écume blanche
12	Ouragan	64 et +	118 et +	air plein d'écume et d'embruns ; mer entièrement blanche ; visibilité très réduite

### Échelle de Douglas

L'état de la mer est la description de la surface de la mer soumise à l'influence du vent (qui génère les vagues), et de la houle. Les marins utilisent l'échelle de Douglas, qui donne 9 classes de valeur pour cette « hauteur de la mer du vent ».

Force	Descriptif	Hauteur en mètres*
0	calme	0
1	ridée	0 à 0,1
2	belle	0,1 à 0,5
3	peu agitée	0,5 à 1,25
4	agitée	1,25 à 2,5
5	forte	2,5 à 4
6	très forte	4 à 6
7	grosse	6 à 9
8	très grosse	9 à 14
9	énorme	14 et plus

\*(mesure du creux entre deux vagues à la crête de la vague)

## Bibliographie

AFNOR. *Essais des eaux - Détermination du pouvoir absorbant. Capacité de rétention en huile. NF T90-360*. Paris : Afnor, 1997. 10 p.

AFNOR. *Matériels de lutte contre la pollution des eaux par des hydrocarbures. Barrages flottants. Fiche technique, plan type. NF T 71-100*. Paris : Afnor, 1998. 7 p.

AMINI A. *Contractile floating barriers for confinement and recuperation of oil slicks. Thèse de doctorat de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne n°3941*. Lausanne : Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 2007. 203 p.

ASTM. *Standard Specification for Oil Spill Response Boom Connection: Z-Connector. F962-04*. West Conshohocken (PA) : ASTM International, 2004. 6 p.

ASTM. *Standard Guide for Selection of Booms in Accordance With Water Body Classifications. F-1523 94*. West Conshohocken (PA) : ASTM International, 2007. 2 p.

ASTM. *Standard Guide for Determining the Buoyancy to Weight Ratio of Oil Spill Containment Boom. F2682-07*. West Conshohocken (PA) : ASTM International, 2007. 3 p.

ASTM. *Standard Test Methods for Tensile Strength Characteristics of Oil Spill Response Boom. F1093-99*. West Conshohocken (PA) : ASTM International, 2007. 4 p.

ASTM. *Standard Guide for Collecting Containment Boom Performance Data in Controlled Environments. F2084-01*. West Conshohocken (PA) : ASTM International, 2007. 7 p.

ASTM. *Standard Guide for In-Situ Burning of Spilled Oil: Fire-Resistant Boom. F2152-07*. West Conshohocken (PA) : ASTM International, 2007. 3 p.

ASTM. *Standard Terminology Relating to Spill Response Barriers. F818-93*. West Conshohocken (PA) : ASTM International, 2009. 3 p.

ASTM. *Standard Specification for Oil Spill Response Boom Connection: Slide Connector. F2438-04*. West Conshohocken (PA) : ASTM International, 2010. 5 p.

BEAU, N., MAHIER, M. *EROCIPS Emergency Response to coastal Oil, Chemical and Inert Pollution from Shipping. WP 2: Response Information. Task 2.2: Booming and Protection*. Brest : Cedre (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), 2007. 119 p.

CEDRE. *Guide pratique de lutte contre les pollutions accidentelles du littoral par les hydrocarbures. Guide Bleu DTMPL*. Paris : Direction des ports et de la navigation maritimes (DPNM), 1987. Vol. 2 – Vol. 3

CEDRE. Confinement et récupération : les barrages et leur mise en œuvre. IN : *Lutte contre les pollutions accidentelles par hydrocarbures « savoir faire »*. Guide du savoir-faire. Plouzané : Cedre (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), 1996. Chap 5. pp. 1-7

COE, T. Control of oil spills in fast water currents. A technology assessment. *IN : 1999 International Oil Spill Conference (IOSC). Seattle (USA) March 8-11, 1999.* Washington : American Petroleum Institute (API), 1999. pp. 1245-1248

COMBY, J.Y. *Mise en œuvre de barrages antipollution en mer ouverte. Expérimentation CASTOR. IROISE 05.05.82. R.82.585.R.* Plouzané : Cedre (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), 1982. 16 p.

DHENNIN, A. *Confinement et récupération en mer. Etude et réalisation d'un dispositif de déploiement rapide de barrage. R.88.358.C.* Plouzané : Cedre (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), 1988. 25 p. + annexes.

DHENNIN, A. *Allègement de navires en difficulté. Mise en œuvre de barrages au cours d'opérations d'allègement : choix des systèmes de fixation. R.86.228.C.* Plouzané : Cedre (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), 1986. 5 p. + annexes.

DHENNIN, A. *Les barrages flottants. R.86.166.R.* Plouzané : Cedre (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), 1986. 13 p.

DHENNIN, A. *Etude de la mise en place d'un cadre d'essais permettant d'évaluer les qualités de retenue aux hydrocarbures des barrages flottants antipollution. R.83.781.R.* Plouzané : Cedre (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), 1983. 13 p. + annexes.

EXXONMOBIL RESEARCH AND ENGINEERING. Booms. *IN : ExxonMobil Oil spill response field manual: Revised 2008.* USA : ExxonMobil, 2008. pp. 5.1-5.30

EXXONMOBIL RESEARCH AND ENGINEERING. Shoreline protection. *IN : ExxonMobil Oil spill response field manual: Revised 2008.* USA : ExxonMobil, 2008. pp. 6.1-5.14

FAUVRE, D. *Guide d'ancrage des barrages. Recommandations pratiques pour la conception et le dimensionnement des ancrages ou amarrages de barrages antipollution. R.92.10.C.* Plouzané : Cedre (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), 1992. 43 p.

FAUVRE, D. *Évaluation des conditions de pose de barrage en zones à forts marnages et courants : étude expérimentale sur le traict du Plouzané. R.94.02.C.* Plouzané : Cedre (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), 1994. 29 p. + annexes

FINGAS, M. Containment on water. *IN : The basics of oil spill cleanup. Second edition.* Boca Raton (USA) : CRC Press (Chemical Rubber Publishing Company), 2001. pp. 73-88. (Environmental Engineering/Remediation)

HANSEN, K. Fastwater techniques and equipment evaluation. *IN: Global strategies for prevention, preparedness, response and restoration - Proceedings 2001, International Oil Spill Conference (IOSC).* Tampa (FLORIDA): March 26-29, 2001. Tampa : American Petroleum Institute (API). pp. 1347-1353

HANSEN, K., THOMAS C. *Oil spill response in fast currents. A field guide.* Groton : US Coast Guard, 2001. 122 p.

ISO. *Ships and marine technology. Marine environmental protection. Adaptor for joining dissimilar boom connectors. ISO 16446.* Geneva : ISO, 2002. 5 p.

ITOPF. Confinement. *IN : La lutte contre la pollution*. Londres : International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF), 1987. pp. 1.1-1.22

KERAMBRUN, L. *Guide pratique de lutte contre les pollutions accidentelles du littoral par hydrocarbures. Fiches matériels. R.87.310.C*. Plouzané : Cedre (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), 1987. Vol. 4

LAURENT, M. *Fiches pratiques d'intervention contre les pollutions accidentelles par hydrocarbures. R.06.43.C*. Brest : Cedre (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), 2006. Non p.

OIL SPILL SOLUTIONS. *Booms* [En ligne] (Consulté le 03.01.2011). Disponible sur : [www.oilspillsolutions.org/booms.htm](http://www.oilspillsolutions.org/booms.htm)

PEIGNE, G. *Projet SPREEX. Oil containment and recovery equipment. State of the art report. R.07.25.C*. Brest : Cedre (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), 2007. 31 p. + 15 p. d'annexes

PEIGNE, G., DHENNIN, A., NAOUR, Y. *Adéquation barrages-récupérateurs. R.85.149.R*. Plouzané : Cedre (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), 1985. Non p.

POTTER, S. *Booms. IN : World catalog of oil spill response products 2008. A complete listing of booms, skimmers, sorbents, pumps, oil/water separators, beach cleaners, dispersant application equipment, temporary storage devices. Ninth edition*. Ottawa : SLRoss Environmental research Ltd., 2008. pp. 1.1-1.43

TEDESCHI, E. *Booms. Pure Appl. Chem. 1999, vol. 71, n. 1, pp. 17-25.*

## Dans la même collection

Les barrages antipollution à « façon »  
Guide à destination des autorités locales : Que faire face à une pollution accidentelle des eaux ?  
Implication des professionnels de la mer dans le cadre d'une pollution accidentelle des eaux  
Gestion des bénévoles dans le cadre d'une pollution accidentelle du littoral  
Conteneurs et colis perdus en mer  
L'observation aérienne des pollutions pétrolières en mer  
Utilisation des produits absorbants appliquée aux pollutions accidentelles  
Lutte contre les pollutions portuaires de faible ampleur  
Reconnaissance de sites pollués par des hydrocarbures  
Traitement aux dispersants des nappes de pétrole en mer - Traitement par voie aérienne et par bateau  
Gestion des matériaux pollués et polluants issus d'une marée noire  
Les huiles végétales déversées en mer  
Le suivi écologique d'une pollution accidentelle des eaux  
Le décideur face à une pollution accidentelle des eaux

Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations  
sur les pollutions accidentelles des eaux

715 rue Alain Colas, CS 41836, F 29218 BREST CEDEX 2

Tél. +33 (0)2 98 33 10 10 - Fax +33 (0)2 98 44 91 38

Courriel : [contact@cedre.fr](mailto:contact@cedre.fr) - Internet : [www.cedre.fr](http://www.cedre.fr)



ISBN 978-2-87893-111-2

ISSN 1950-0556

© Cedre - 2015