

# Table des matières

<i>Sigles et acronymes</i> .....	9
----------------------------------	---

<i>Introduction</i> .....	13
---------------------------	----

## *Première partie*

### **LES RISQUES**

<b>Introduction</b> .....	21
---------------------------	----

<b>1 Les pollutions par hydrocarbures</b> .....	23
---	----

Estimations d'hydrocarbures entrant dans l'environnement marin.....	23
---	----

<i>Nombre d'accidents par hydrocarbures en mer et quantités déversées</i> .....	24
---	----

<i>Tendances sur le nombre de pollutions</i> .....	25
--	----

<i>Tendances sur les quantités déversées</i> .....	26
--	----

<i>Types de polluants, nombre de pollutions et quantités déversées</i> .....	27
--	----

Les causes techniques des accidents.....	28
--	----

<i>La part respective des opérations portuaires et des accidents</i> .....	28
--	----

<i>Les autres causes : les déballastages volontaires</i> .....	29
--	----

<b>2 Analyse des facteurs de risque dans le domaine des pollutions</b> .....	33
--	----

Définitions (risques, aléas vulnérabilité).....	33
---	----

<i>Le risque</i> .....	33
------------------------	----

<i>Les aléas</i> .....	36
------------------------	----

<i>La vulnérabilité</i> .....	36
-------------------------------	----

Les facteurs de risque et de vulnérabilité dans le domaine des pollutions par les hydrocarbures.....	37
---	----

<i>Risques globaux et régionaux : quelques variables et des disparités spatiales de la vulnérabilité</i> .....	38
--	----

<i>Flux de transports d'hydrocarbures et risques d'accidents : une relation prévisible</i> .....	38
--	----

<i>Taille des pétroliers et accidents : une relation qui n'est pas évidente</i> .....	41
---	----

<i>Types et âges des pétroliers : une composante importante pour l'étude des accidents</i> .....	42
--	----

<i>La dure loi du marché : concurrences sauvages et risques accrus</i> .....	43
--	----

<i>Les autres facteurs de risques</i> .....	44
---	----

<i>Une approche régionale des risques</i> .....	45
---	----

<b>3</b>	<b>Le droit et les pollutions pétrolières : facteur de réduction des risques?...</b>	<b>49</b>
	Le droit international public et privé : des réactions à « chaud et à minima » .....	49
	<i>Des approches spécifiques et ponctuelles</i> .....	50
	<i>Le droit international public</i> .....	51
	<i>MARPOL (MARine POLLution)</i> .....	51
	<i>La Convention de Montego Bay du 10 décembre 1982</i> .....	54
	<i>Le droit international privé</i> .....	54
	<i>La Convention de Bruxelles de 1969 (CLC 1969)</i> .....	55
	<i>La Convention de Bruxelles de 1971 (FUND)</i> .....	55
	<i>La révision des régimes (CLC 92 et FUND 92) : vers le relèvement des plafonds</i> .....	58
	Le droit communautaire .....	61
	L'approche régionale .....	64
	L' <i>Oil Pollution Act</i> (États-Unis) .....	65
	Le droit est-il un instrument de la prévention des risques? .....	67
	<b>Conclusion</b> .....	<b>73</b>

*Deuxième partie*

**LES IMPACTS**

	<b>Introduction</b> .....	<b>77</b>
<b>4</b>	<b>Nature du pétrole et comportement dans le temps</b> .....	<b>79</b>
	Propriétés physico-chimiques des hydrocarbures .....	80
	<i>Chimie des hydrocarbures</i> .....	80
	<i>Les alcanes (ou paraffines) – aliphatiques</i> .....	81
	<i>Les cycloalcanes (naphthalènes ou cycloparaffines) – aliphatiques</i> .....	81
	<i>Les hydrocarbures aromatiques</i> .....	81
	<i>Les asphaltènes et les résines (Polaires ou NSO)</i> .....	82
	<i>Propriétés physiques des hydrocarbures</i> .....	82
	<i>La densité</i> .....	83
	<i>La viscosité</i> .....	84
	<i>Le point d'écoulement</i> .....	84
	<i>Le point éclair</i> .....	85
	<i>Le point d'ébullition</i> .....	85
	<i>La tension superficielle</i> .....	85
	Évolution et altération des hydrocarbures .....	86
	<i>Les altérations physiques</i> .....	86
	<i>L'évaporation</i> .....	86
	<i>La dissolution</i> .....	87
	<i>L'émulsion</i> .....	88
	<i>La floculation</i> .....	89
	<i>La sédimentation au fond</i> .....	89
	<i>Les modifications chimiques</i> .....	89

<i>La photo-oxydation</i> .....	89
<i>La biodégradation</i> .....	90
Épaisseurs et dérives des nappes .....	92
<i>Le rôle du vent</i> .....	94
<i>Le rôle des courants</i> .....	94
Analyse comparative d'évolution des hydrocarbures dans les milieux et proposition de calcul d'un indice de résistance des milieux .....	96
<b>5 Impacts sur le vivant</b> .....	101
Facteurs qui déterminent l'importance d'une pollution .....	102
<i>L'habitat</i> .....	102
<i>Le type d'hydrocarbure et la toxicité</i> .....	102
<i>Populations, peuplements et espèces</i> .....	104
<i>La période de déversement (saison et stade d'évolution des espèces)     et les conditions hydrométéorologiques</i> .....	105
<i>Le climat</i> .....	105
<i>Fréquence et durée d'exposition</i> .....	106
<i>Efficacité des moyens de lutte</i> .....	106
Impacts sur les communautés vivantes de la colonne d'eau .....	107
<i>Dispersion et dissolution</i> .....	107
<i>Effets</i> .....	107
Impacts sur les estrans et les fonds marins .....	109
<i>Différenciations verticales</i> .....	109
<i>Le supralittoral</i> .....	109
<i>Le médiolittoral (zone intertidale)</i> .....	110
<i>Le sublittoral ou infralittoral (subtidal)</i> .....	110
<i>Richesses des estrans</i> .....	111
<i>Les estrans rocheux</i> .....	111
<i>Les estrans meubles</i> .....	112
<i>Les marais littoraux</i> .....	113
<i>Impacts des pollutions sur les zones subtidales et intertidales</i> .....	114
<i>Impacts sur les organismes et les peuplements des substrats sableux et rocheux</i> .....	114
<i>Impacts sur les marais maritimes</i> .....	116
<i>Impacts sur les ressources exploitables</i> .....	117
Impacts sur les oiseaux et les mammifères .....	120
Impacts sur la santé humaine .....	124
Résilience des milieux .....	125
<b>6 Les impacts à terre : morphologie des côtes et pollutions</b> .....	131
Impacts directs .....	131
<i>Arrivages à la côte</i> .....	131
<i>Quantités déversées et longueurs de côtes polluées</i> .....	131
<i>Mode de dépôt</i> .....	132
<i>Qualification des hydrocarbures</i> .....	133

<i>Capacité de piégeage</i> .....	134
<i>La perméabilité</i> .....	134
<i>La rétention</i> .....	135
<i>Le recouvrement</i> .....	136
<i>Le piégeage biologique</i> .....	137
<i>Impacts à la côte</i> .....	138
<i>Côtes rocheuses</i> .....	138
<i>Plages</i> .....	139
<i>Vasières, marais et mangroves</i> .....	141
<i>Rémanence du pétrole</i> .....	142
<i>L'exposition aux vagues</i> .....	143
<i>Marées, nappes phréatiques et pollution</i> .....	144
<i>Pluies et glaces</i> .....	145
<i>Floculation et propriétés adhésives</i> .....	145
<i>Facteurs bio-sédimentaires</i> .....	146
<i>Rémanence et types de côtes</i> .....	146
<i>Impacts induits</i> .....	148
<i>Nettoyage par grand type de milieux</i> .....	149
<i>Nettoyage des côtes rocheuses</i> .....	149
<i>Le nettoyage des plages</i> .....	151
<i>Le nettoyage des vasières et marais</i> .....	160
<i>Impacts sur la végétation terrestre</i> .....	162
<b>Conclusion</b> .....	165

*Troisième partie*

**GESTION DE LA CRISE ET COÛTS DES MARÉES NOIRES**

<b>Introduction</b> .....	169
<b>7 La gestion de la pollution en France</b> .....	171
<b>Les plans Polmar</b> .....	171
<i>Le Polmar Mer</i> .....	172
<i>Le Polmar Terre</i> .....	173
<i>Évolutions du plan Polmar</i> .....	173
<i>Structuration du plan Polmar</i> .....	175
<i>Acteurs impliqués dans la gestion de la crise</i> .....	176
<i>Limites des plans Polmar</i> .....	177
<i>Avant l'Erika : des mises à jour aléatoires, des acteurs absents</i> <i>et des plans sans véritable contenu</i> .....	177
<i>Retour d'expérience des marées noires et propositions d'amélioration</i> .....	179
<b>Les plans récents</b> .....	179
<i>Des avancées notables</i> .....	179
<i>... avec des moyens de lutte en frange littorale pour minimiser les impacts terrestres</i> .....	181
<i>... mais aussi quelques lacunes</i> .....	182

Analyse du jeu des acteurs en période de crise .....	185
<i>Les décideurs</i> .....	185
<i>L'État et ses services</i> .....	185
<i>Les services déconcentrés de l'État</i> .....	186
<i>Les services décentralisés</i> .....	190
<i>Les opérationnels (acteurs de terrain)</i> .....	193
<i>Les experts</i> .....	193
<i>Les nettoyeurs</i> .....	197
<b>8 Exemple de planification ailleurs dans le monde</b> .....	205
La planification américaine .....	205
<i>Préparation aux pollutions : le Contingency Planning</i> .....	205
<i>Le système de réponse : Response System</i> .....	207
<i>Le On-Scene coordinator (FOSC ou OSCs)</i> .....	208
<i>Le National Response Teams (NRT)</i> .....	209
<i>Les Regional Response Teams (RRTs)</i> .....	209
<i>Un arsenal d'outils à la disposition des acteurs</i> .....	210
<b>9 Impacts économiques</b> .....	213
Concepts et méthodes d'évaluation des coûts .....	213
Coûts de quelques catastrophes .....	215
Estimation des coûts directs par les méthodes d'évaluation économique .....	217
<i>Facteurs de limitation ou d'augmentation des coûts</i> .....	218
<i>Type de pétrole et coûts</i> .....	218
<i>La quantité déversée</i> .....	220
<i>Le temps de pollution</i> .....	220
<i>Le lieu de déversement et l'intervention en mer</i> .....	221
<i>Les stratégies de nettoyage et coûts</i> .....	221
<i>Les facteurs sociopolitiques</i> .....	222
<i>Coûts directs : le nettoyage des côtes (ou coûts d'atténuation)</i> .....	223
<i>À propos de quelques dommages aux biens</i> .....	227
Estimation des coûts indirects et pertes par les méthodes d'évaluation économique .....	230
<i>Pertes pour le tourisme</i> .....	230
<i>Les pertes économiques subies par les professionnels du tourisme</i> .....	230
<i>Les pertes économiques subies par les professionnels de la mer (pêche et ostréiculture)</i> .....	232
<i>Les pertes d'aménités et les pertes aux biens         et services environnementaux (non marchands)</i> .....	235
<i>Les pertes d'aménités (méthodes indirectes)</i> .....	236
<i>Les dommages à l'environnement</i> .....	238
<i>Le Natural Resource Damage Assessment (annexe de l'OPA, 1990, USA)</i> .....	240
Déphasage entre les montants des estimations et la réalité des remboursements .....	243
Vers une meilleure intégration de l'indemnisation de tous les dommages au sein du régime international? .....	245

<i>Aspects du régime international</i> .....	245
<i>Le quantifiable</i> .....	246
<i>Le non-monétaire</i> .....	247
<b>Conclusion</b> .....	249

*Quatrième partie*

**APPROCHE DE GESTION INTÉGRÉE :  
CONSTRUCTION D'UN INDICE GLOBAL INTÉGRANT LA SENSIBILITÉ  
ENVIRONNEMENTALE ET LA VULNÉRABILITÉ SOCIOÉCONOMIQUE**

<b>Introduction</b> .....	253
---------------------------	-----

**10 La vulnérabilité du milieu aux pollutions par hydrocarbures** ..... 257

Construction d'un indice de vulnérabilité morphologique .....	257
---	-----

<i>Évolution de l'Environmental Sensitivity Index (ESI)</i> .....	257
---	-----

<i>Rémanence et exposition</i> .....	258
--------------------------------------	-----

<i>Vers une intégration progressive de la sensibilité écologique dans l'ESI</i> .....	260
---	-----

*L'Impact Reference System de O'Sullivan et Jacques :*

<i>prise en compte de la nature des hydrocarbures et résilience des milieux (1991)</i> .....	260
--	-----

<i>Les indices multicritères (avec des variables qualitatives ou semi-quantitatives)</i> .....	263
--	-----

<i>L'indice bio-morpho-sédimentaire : ESI et résilience des milieux (Page-Jones, 1996)</i> .....	263
--	-----

<i>Les mises à jour d'ESI : un outil avant tout opérationnel qui intègre des quantifications</i> .....	264
--	-----

<i>Vers une plus grande prise en compte des habitats : approches qualitatives ou semi-quantitatives</i> .....	265
---	-----

<i>Approches qualitatives</i> .....	265
-------------------------------------	-----

<i>Vulnérabilité des communautés : approches multicritères qualitatives</i> .....	266
---	-----

<i>CAMCAT (2003)</i> .....	266
----------------------------	-----

<i>Les autres approches de la sensibilité des communautés</i> .....	267
---	-----

<i>Vulnérabilité biologique : méthodes quantitatives</i> .....	267
--	-----

**11 La vulnérabilité socioéconomique aux pollutions par hydrocarbures** .. 271

Diverses approches de la vulnérabilité socioéconomique .....	271
--	-----

<i>Les cartes ESI : superposition d'enjeux sur un fond de vulnérabilité physique</i> .....	271
--	-----

<i>Une approche multicritère avec spatialisation des usages (aléa non spatialisé)</i> .....	272
---	-----

<i>Une approche multicritère avec spatialisation d'un usage en fonction de l'aléa spatialisé</i> ...	273
--	-----

<i>La vulnérabilité des territoires : une approche multicritère et non spatialisée (action de recherche thématique ART n° 6)</i> .....	274
--	-----

<i>La vulnérabilité des activités : tourisme, pêche et industrie (CAMCAT, 2003)</i> .....	277
---	-----

<i>Tentative d'élaboration d'un indice socioéconomique global multicritère et spatialisé</i> .....	279
--	-----

Des approches complémentaires à la problématique pollution .....	280
--	-----

<i>Estimation des enjeux et des biens</i> .....	280
---	-----

<i>L'évaluation des modes de gestion</i> .....	285
--	-----

<b>12</b>	<b>Réflexions autour de la construction d'un indice d'estimation de la vulnérabilité globale</b> .....	287
	Le niveau environnemental .....	287
	<i>Les paramètres météo marins</i> .....	287
	<i>Le vent</i> .....	287
	<i>Les boules et les dérives littorales</i> .....	288
	<i>La marée</i> .....	288
	<i>Les paramètres géomorphologiques</i> .....	290
	<i>Rémanence, piégeage et intensité de l'impact</i> .....	290
	<i>Les paramètres biologiques</i> .....	292
	<i>La résilience</i> .....	293
	Le niveau socioéconomique .....	296
	<i>La vulnérabilité des infrastructures</i> .....	297
	<i>La vulnérabilité des activités</i> .....	298
	<i>La pêche</i> .....	299
	<i>Le tourisme</i> .....	305
	<i>L'industrie</i> .....	308
	<i>L'agriculture</i> .....	309
	<i>La vulnérabilité des patrimoines ou de la biodiversité</i> .....	309
	<i>La vulnérabilité des modes de gestion</i> .....	309
<b>13</b>	<b>Le niveau complexe des combinaisons : construction d'un indice de vulnérabilité global</b> .....	315
	Des tâtonnements qui reflètent la complexité .....	315
	Proposition nouvelle pour une vulnérabilité globale .....	319
<b>14</b>	<b>Du calcul à la carte</b> .....	321
	Apports des SIG et approches thématiques .....	321
	Évaluation de la vulnérabilité appliquée à l'île de Noirmoutier .....	324
	<i>Les métadonnées</i> .....	324
	Construction de la carte de vulnérabilité globale : outil d'aide ou document de réflexion?.....	327
	<i>Traitements pour chacun des blocs</i> .....	327
	<i>Données du milieu : les variables spatialisables</i> .....	327
	<i>Données du milieu</i> .....	333
	<i>Données socioéconomiques</i> .....	337
	<i>Les résultats</i> .....	344
	<i>Les données</i> .....	344
	<i>Les cartes</i> .....	346
	<b>Conclusion</b> .....	355
	<i>Conclusion générale</i> .....	357
	<i>Glossaire</i> .....	363
	<i>Bibliographie</i> .....	367