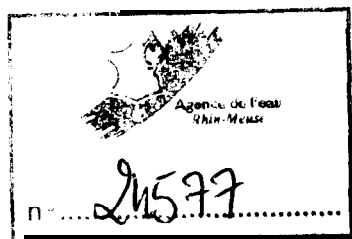


ECOLE NATIONALE DE LA SANTE PUBLIQUE

AVENUE VU PROFESSEUR LEON BERNARD - 35043 - RENNES



Section "INGENIEURS EN GENIE SANITAIRE"

1983-1984

Mémoire de fin d'études

Techniques de détection et de lutte
contre la pollution des eaux
continentales par les hydrocarbures

(mémoire)

tome 1

Alain **POIREL**

Ingénieur E.N.S.G.

3.E.A. de **Géologie**

RESUME

Le but de ce **mémoire** a été de faire une synthèse de tous les problèmes liés aux pollutions par hydrocarbures dans les eaux continentales afin de déboucher sur un **guide** pratique . Ce guide a pour vocation de donner les **principaux** renseignements qui permettent **d'éviter** les erreurs de décision assez fréquemment observées lors des pollutions par hydrocarbures .

Dans **un premier temps** , cette étude s'est attachée **à décrire** les propriétés des hydrocarbures et donc les **diverses** méthodes analytiques qui en découlent . Leur **toxicité** et les nuisances **qu'ils** apportent vis **à vis** de l'homme ou de l'environnement ont permis de situer l'importance du **problème** et de mettre en évidence la nécessité de la lutte contre les pollutions par hydrocarbures.

Dans un deuxième temps , nous avons étudié le comportement des hydrocarbures dans les sols , les eaux continentales superficielles et souterraines . Cela débouche sur une série de **modélisations** fondamentales **et** pratiques qui permettent **d'évaluer** le risque **lié** à la **pollution** sous de nombreux aspects .

Enfin , nous nous sommes attachés **à décrire** les techniques de lutte contre la pollution et les techniques de dépollution qui sont couramment utilisées dans les différents milieux récepteurs : sols , eaux superficielles , eaux souterraines . Nous avons cherché à donner autant que possible des techniques "artisanales" très rapides à mettre en oeuvre ainsi que des **techniques** plus **élaborées** (et **plus** performantes) .

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	P	1
INTRODUCTION	p	2
1) LES HYDROCARBURES : définitions et propriétés	P	4
1.1) Physico-chimie des hydrocarbures	P	6
1.1.1) Classification et propriétés chimiques	P	6
1.1.1.1) classification des hydrocarbures	P	6
1.1.1.2) propriétés chimiques des hydrocarbures	P	8
1.1.2) Propriétés physiques des hydrocarbures	P	11
1.1.2.1) densité	P	13
1.1.2.2) viscosité	p	13
1.1.2.3) solubilité	P	13
1.1.2.4) autres paramètres physiques	p	13
1.1.3) Dénomination des produits pétroliers	p	15
1.2) Détection des hydrocarbures	P	17
1.2.1) Généralités	P	17
1.2.2) Echantillonnage des hydrocarbures dans les eaux	P	18
1.2.2.1) films flottants en surface	P	18
1.2.2.2) prélèvement pour analyse des hydrocarbures dissous	P	19
1.2.3) Dosage des hydrocarbures	P	20
1.2.3.1) méthodes empiriques et approximatives	P	20
1.2.3.2) grandes voies analytiques	p	21
1.2.3.3) détection en continu	p	27
1.2.4) Analyse des hydrocarbures dans les sols	P	28
1.2.4.1) échantillonnage	P	28
1.2.4.2) analyse des hydrocarbures des sols	P	30
1.3) Nuisances dues aux hydrocarbures	P	31
1.3.1) Toxicité des hydrocarbures	P	31
1.3.1.1) toxicité pour l'homme	P	31
1.3.1.2) écotoxicité des hydrocarbures	P	32
1.3.2) Les hydrocarbures dans les filières de potabilisation	P	36
1.3.2.1) protection des prises d'eau contre les hydrocarbures	P	36
1.3.2.2) comportement des hydrocarbures dans les filières de potabilisation	P	37
1.3.2.3) conduite d'une usine de potabilisation en cas de pollution par les hydrocarbures	P	40
1.3.3) Normes relatives aux hydrocarbures	p	41
2) COMPORTEMENTS DES HYDROCARBURES EN CAS DE POLLUTION	P	43
2.1) Généralités sur le comportement des hydrocarbures	P	44
2.2) Comportement des hydrocarbures déversés en eau de surface	P	46
2.2.1) Description des phénomènes	P	46
2.2.2) Dissolution et émulsification des hydrocarbures en eau superficielle	p	47
2.2.3) Evaporation des hydrocarbures	p	49
2.3) Comportement des hydrocarbures dans les sols	P	50
2.3.1) Description des phénomènes	p	50
2.3.2) Rappels d'hydrodynamique	p	62
2.3.2.1) notion de milieu poreux	P	52
2.3.2.2) forces agissant sur un fluide	P	54
2.3.2.3) loi de Darcy	p	55
2.3.2.4) équation de la diffusion	p	56
2.3.2.5) théorie des images	P	56
2.3.3) Théorie des fluides immiscibles	P	60
2.3.3.1) équations de déplacement pour deux phases	p	80
2.3.3.2) rôle des forces capillaires	p	61
2.3.3.3) migration de l'huile	P	65
2.3.3.4) méthode d'évaluation simplifiée	p	67

2.3.3.5) évaluation du volume de polluant	P	69
2.3.3.6) dispersion des hydrocarbures dans un aquifère	P	70
2.4) Evaluation du risque et des nuisances	P	77
2.4.1) Différents types de risques et de nuisances	P	77
2.4.2) Risques et nuisances en eau de surface	P	78
2.4.3) Evaluation des risques et nuisances dans les eaux de nappe	P	78
3) TECHNIQUES DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION	P	81
3.1) Origine des pollutions par hydrocarbures	P	82
3.1.1) Principales sources d'hydrocarbures	P	82
3.1.1.1) sources naturelles	P	82
3.1.1.2) sources d'origine humaines	P	83
3.1.2) Détection de l'origine d'une pollution	P	86
3.2) Premières dispositions - récupération des hydrocarbures sur les sols	P	88
3.2.1) Techniques de confinement	P	88
3.2.1.1) justification du confinement	P	88
3.2.1.2) méthodes de confinement	P	90
3.2.2) Récupération des hydrocarbures sur les sols	P	91
3.2.2.1) méthodes de récupération	P	91
3.2.2.2) stockages temporaires de l'huile	P	94
3.3) Lutte contre la pollution des eaux	P	96
3.3.1) Lutte contre la pollution des eaux continentales superficielles	P	96
3.3.1.1) méthodes de confinement	P	96
3.3.1.2) méthodes de récupération de l'huile	P	105
3.3.2) Méthodes de dépollution en nappe aquifère	P	112
3.3.2.1) confinement et écrémage de l'huile	P	112
3.3.2.2) séparation des hydrocarbures et de l'eau	P	119
3.3.3) Dégradation des hydrocarbures	P	121
3.3.3.1) microorganismes dégradant les hydrocarbures	P	122
3.3.3.2) mécanismes et vitesse de biodégradation	P	123
3.3.3.3) accélération des processus de biodégradation	P	125
3.3.4) Devenir des hydrocarbures après dépollution	P	130
3.3.4.1) utilisation des hydrocarbures récupérés	P	130
3.3.4.2) élimination des huiles polluantes	P	131
3.3.4.3) les stockages des déchets de pollution par hydrocarbures	P	131
3.4) Exemples de pollutions	P	133
3.4.1) Pollution de la nappe de la craie	P	133
3.4.1.1) découverte de la pollution	P	133
3.4.1.2) contexte géologique	P	133
3.4.1.3) propagation de la pollution	P	133
3.4.1.4) récupération des hydrocarbures	P	134
3.4.2) Pollution de la nappe de la plaine d'Alsace	P	136
3.4.2.1) description du problème	D	136
3.4.2.2) première Phase de la lutte contre la pollution	P	136
3.4.2.3) réalisation de puits de fixation	P	138
3.4.2.4) contrôle de la nappe polluante	P	138
3.4.2.5) récupération des hydrocarbures	P	138
CONCLUSIONS	P	141
BIBLIOGRAPHIE	P	142

INTRODUCTION

Ce mémoire a pour objet de faire le point des connaissances actuelles en matière de lutte contre la **pollution** par les hydrocarbures dans les eaux continentales . Sa finalité **est de déboucher** sur un guide pratique qui permette d'éviter au **maximum** les erreurs souvent lourdes de conséquences dues à l'affolement et à la précipitation lors des pollutions accidentelles par hydrocarbures .

La fréquence de ces pollutions s'explique par l'importance des produits pétroliers **dans** l'économie mondiale : environ 3 000 millions de tonnes sont extraites chaque année et l'industrie du pétrole en France traite **approximativement 110** millions de tonnes par an . Entre le pétrole **brut** importé par tankers et l'essence **qu'on** trouve à la station service s'étend un vaste réseau de distribution et de raffinage (**650** dépôts , 20 000 véhicules spécialisés , 50 000 revendeurs . . .) . Entre le puits de production et la pompe à **essence** , les produits pétroliers subissent en moyenne une dizaine de **chargement/déchargement** . Toutes ces **données** permettent de situer le problème dans son contexte **socio-économique** et expliquent pourquoi les pollutions sont **inévitables** .

Les accidents sont en **général** d'autant plus graves que le volume mis en jeu est important . Si les pollutions en mer sont parfois gigantesques (**Torrey Canyon, Amoco Cadiz** ou **Tanio**) , les pollutions des eaux continentales sont aussi **très** graves bien que moins spectaculaires . En effet , elles touchent un milieu récepteur en général plus fragile et elles peuvent **nuire à la** ressource en eau potable et industrielle . **C'est** dans les années **soixante** que des recherches ont **été développées** en Allemagne , en Suisse et en France . Ces états ont pris conscience du risque **créé** par **l'installation** de nombreux complexes industriels traitant des hydrocarbures sur la puissante mais vulnérable nappe de la Plaine **d'Alsace** .

Le premier chapitre de ce **mémoire** est **consacré** à **l'étude des hydrocarbures proprement** dits : propriétés physico-chimiques , méthodes **analytiques** et toxicité vis à vis de **l'homme** et des **différents** milieux **récepteurs** .

Dans le second se trouve une description du comportement des **hydrocarbures** dans le milieu naturel . Cette partie est surtout axée sur la **modélisation** de ce **comportement** dans les sols et les nappes **phréatiques** . **En** effet la **prévision** de l'extension des pollutions est **primordiale** dans ce cas .

Le troisième chapitre donne les techniques les plus employées **dans** la lutte contre les pollutions par hydrocarbures ainsi qu'un **aperçu** des **phénomènes** de **dégradation** naturelle (ou accélérée artificiellement) des produits **pétroliers** dans l'**environnement** .

CONCLUSIONS

Ce **mémoire** a essayé de **faire** le point sur les connaissances **actuelles** en matière de **lutte contre les hydrocarbures** . Bien que ces produits **soient** relativement **peu** toxiques ils constituent **à long terme** un **danger** important pour **l'environnement** et donc un danger **pour l'homme** . De plus , **ils engendrent** des nuisances importantes au **niveau** des **eaux** potables **en** leur donnant un **mauvais** goût.

Il **m'est apparu** tout au **long** de ce travail que les pollutions **accidentelles** peuvent être assez **facilement** endiguées **lorsqu'elles sont contrôlées** dès le **début** par une équipe compétente qui coordonne les **actions** de tous les organismes . Par contre , **il faut** avant tout **se garder d'un interventionnisme trop précipité** car **il** est souvent **à la base d'une** aggravation des **problèmes** . La **dépollution** est toujours **longue** et **onéreuse** , souvent **incomplète** en particulier **pour** les **nappes phréatiques** . Le **prix limité** quelquefois les **interventions** de **dépollution** surtout lorsque les risques **Immédiat** sont faibles . La **qualité** de **la** future **ressource en eau** est souvent **négligée** .

Il **me** semble **d'autre** part **qu'un** effort important pourrait être entrepris **contre les pollutions** diffuses par hydrocarbures sur les **réseaux d'eaux** pluviales . Bien **que** difficilement chiffrable , cette pollution , **à laquelle** il **convient** d'associer les **micro-pollutions** accidentelles ou **volontaires** , constitue une des **sources les plus importantes** d'introduction des hydrocarbures dans **l'environnement** . De plus **les polluants ainsi apportés** contiennent souvent des **hydrocarbures aromatiques polycycliques cancérogènes** .

Enfin , **j'espère** que ce **mémoire** permettra de **mieux comprendre** au **niveau** fondamental **le** comportement **des hydrocarbures** dans les **milieux récepteurs** afin de pouvoir adapter chaque **action de lutte** à son contexte local .