
Introduction

Les dernières décennies ont vu émerger une prise de conscience des problèmes environnementaux aux échelles locales et régionales (pollution de l'air urbain et de l'environnement industriel, pollution des eaux et des sols) jusqu'à l'échelle planétaire (augmentation des teneurs en gaz à effet de serre dans la haute atmosphère). La question du réchauffement global par les gaz à effet de serre est posée et en dépit des incertitudes scientifiques qui subsistent quant au niveau de leur contribution et des effets prévisibles à moyen terme, il a été décidé par de nombreux pays (protocole de Kyoto) d'engager, au nom du principe de précaution, des efforts considérables pour en réduire les émissions, en particulier celles de dioxyde de carbone générées par la combustion des combustibles fossiles que sont le pétrole, le gaz naturel et le charbon, produits et consommés annuellement de nos jours à hauteur de 3,5 milliards de tonnes, 2,5 milliards de tonnes et 2 milliards de tonnes respectivement, pour une grande part dans les centrales électriques, les fours et chaudières industrielles, les installations de chauffage domestique et le transport, selon la source d'énergie. Bien que les réserves de charbon soient considérables (1 000 milliards de tonnes) et que la part du gaz naturel dans la production totale d'énergie soit appelée à augmenter, la croissance inéluctable des besoins énergétiques de la planète fera que le pétrole, dont les réserves prouvées s'élèvent à plus de 140 milliards de tonnes (sans compter les réserves probables), restera une source d'énergie importante pour les 50 ans à venir. C'est bien dans cette perspective que le concept de développement durable a fait son chemin.

La question relative à la qualité des eaux de toutes natures et des sols s'est trouvée posée bien avant celle du réchauffement climatique et reste une préoccupation constante. Ces milieux sont des ressources essentielles à la vie en général (biodiversité) et aux sociétés humaines en particulier (alimentation en eau potable et autres usages, sols agricoles et urbains), dont il faut protéger la qualité en prévenant les pollutions de toutes natures et en restaurant si nécessaire les compartiments pollués, sans nuire de façon excessive au développement économique. On trouve dans ces notions toutes les ambiguïtés qui génèrent des positions extrêmes : celles, maximalistes, de certaines tendances écologistes et celles, minimalistes, de certains groupes d'influence industriels. Les substances xénobiotiques susceptibles de contaminer les eaux et les sols sont extrêmement nombreuses et diverses en raison des activités humaines multiples qui peuvent en être la source, mais l'attention est plus particulièrement portée, selon qu'on s'intéresse aux sols et aux eaux continentales ou au milieu marin, sur les engrais, les pesticides et herbicides, les dioxines, les métaux lourds, les hydrocarbures et certains produits pétrochimiques de grande consommation tels que les solvants chlorés, sans oublier les substances radioactives. Il n'y a guère de sens à établir

une hiérarchie dans le caractère polluant de ces substances, tant elles diffèrent par leur comportement dans les milieux physiques, par leurs effets biologiques et par les quantités susceptibles de contaminer ces milieux sous forme diffuse ou localement massive. On connaît la phrase célèbre de Paracelse qui, au XVI^e siècle, affirmait : « Tout est poison, rien n'est poison, seule la dose fait le poison ». Si la toxicologie moderne est infiniment plus nuancée et plus fine, bien qu'encore loin de la perfection dans ses prévisions, il reste que les hydrocarbures occupent une position particulière en raison de la toxicité et de l'effet cancérogène de certains d'entre eux, équivalents à celles d'autres substances mais potentiellement exacerbés en raison des quantités importantes susceptibles d'être introduites dans l'environnement. C'est lié aux volumes considérables de pétroles bruts extraits et transportés puis transformés en produits raffinés légers et lourds, ainsi qu'en produits issus de la pétrochimie, eux-mêmes transportés, stockés, distribués et utilisés, sans oublier les pollutions historiques dues aux résidus de distillation de la houille, pratiquée pendant des décennies pour produire le gaz de ville, qu'on trouve encore enfouis dans les sols des anciennes usines à gaz et cokeries sous forme de goudrons à fortes teneurs en hydrocarbures aromatiques polycycliques. Mais il faut noter que si l'ère du pétrole a débuté en 1859 par le premier forage réalisé en Pennsylvanie par le Colonel Drake, l'utilisation du bitume récupéré dans des affleurements pour calfater les bateaux remonte à plusieurs millénaires et si plus personne aujourd'hui ne songerait à utiliser les vertus médicinales du même bitume et de ses extraits pour soigner, comme au Moyen Âge, les blessures de guerre et diverses pathologies, on doit constater que les hydrocarbures, en tant que famille chimique, font partie depuis longtemps de l'environnement humain. Au-delà de l'anecdote, il faut aussi retenir qu'on trouve, en faibles concentrations dans divers compartiments de l'environnement terrestre et marin, y compris dans des végétaux et des organismes vivants, des hydrocarbures de structures diverses d'origine biogénique dite récente, c'est-à-dire synthétisés par le métabolisme cellulaire de certains organismes. On voit donc bien qu'en première analyse la notion de pollution de l'environnement par des hydrocarbures doit s'appuyer sur des critères de nuisances générées par des concentrations anormalement élevées et par leur caractère éventuellement toxique.

Pour ce qui concerne le milieu marin, les sources de pollutions chroniques et massives par des hydrocarbures d'origine pétrolière sont multiples :

- rejets industriels réglementés (raffineries, plates-formes marines, autres industries),
- ruissellement d'eaux urbaines et égouts,
- fuites et déversements accidentels d'oléoducs et d'installations côtières et fluviales,
- rejets opérationnels autorisés et illicites des navires-citernes (« tanker ») et des autres navires de commerce,
- déversements accidentels de navires-citernes (cargaisons de pétrole brut ou de produits pétroliers, fiouls de soute) et d'autres navires (fiouls de soute),
- fuites de fioul de soute des épaves de navires coulés,
- suintements naturels de gisements de pétrole,
- retombées atmosphériques.

Plusieurs évaluations des sources d'hydrocarbures entrant dans le milieu marin ont été effectuées depuis une trentaine d'années. On citera en particulier celle du NRC (National Research Council) aux États-Unis et celle du GESAMP (Joint Group of Experts on the

Scientific Aspects of Marine Protection) sous l'égide de l'OMI (Organisation Maritime Internationale). La plus récente est celle du NRC publiée dans une version Internet de 2003 et dont les données sont rassemblées dans le tableau 1. Elles correspondent à des valeurs annuelles moyennes sur les années 1990-99 évaluées par secteurs d'activités, mis à part les suintements naturels, avec des méthodes affinées par rapport aux évaluations précédentes mais qui aboutissent cependant à des écarts considérables entre minimum et maximum pour certaines sources (suintements naturels, sources terrestres). Le chiffre global de 1,3 million de tonnes annuelles est considéré comme la meilleure estimation, à comparer à l'estimation du même NRC de 3,2 millions de tonnes en 1985 et à celle du GESAMP de 2,3 millions de tonnes pour 1990 [GESAMP, 1993]. Les évolutions les plus notables dans les estimations, de 1985 à 1990-99, portent sur les suintements naturels (de 200 000 à 600 000 tonnes), les sources terrestres (de 1,18 million de tonnes à 140 000 tonnes), les rejets opérationnels de l'ensemble des navires (de 1,42 million de tonnes à 306 000 tonnes) et les déversements accidentels des « tankers » (de 400 000 à 100 000 tonnes). Il est probable qu'une partie importante de ces évolutions résulte des méthodes d'estimation elles-mêmes, sauf pour ce qui concerne les déversements accidentels qui sont comptabilisés avec une marge d'erreur relativement faible et qui ont effectivement diminué, en restant cependant stables en moyenne au cours de la dernière décennie. La réduction des rejets opérationnels estimés est probablement due à la fois aux méthodes d'estimation et à une réduction effective. Quelle que soit la signification réelle de la réduction des rejets opérationnels estimés pour l'ensemble des navires, le NRC fait apparaître, comme base d'estimation, les quantités autorisées par la convention MARPOL 73-78 (au-delà des 50 milles nautiques pour les navires-citernes et en deçà de certaines limites quantitatives), évidemment beaucoup plus faibles que les rejets réels. Il faut noter à cet égard que les rejets des navires-citernes transporteurs de pétrole, au nombre de 7 270 en 1999, ne représentent qu'une partie des rejets totaux d'hydrocarbures des quelque 86 800 navires marchands de plus de 100 tonneaux, constitués par des boues, huiles et eaux de cales. Pour ce qui concerne les navires-citernes, il est indéniable que l'évolution des procédés de lavage des citernes (réduction des volumes d'eau polluée par la généralisation du lavage au pétrole brut avec rinçage) et l'obligation d'équiper les nouveaux navires avec des citernes à ballast séparé ont permis de réduire les rejets de déballastage, mais aussi que les rejets illicites sont encore considérables malgré la multiplication des accords internationaux, les progrès des actions de surveillance aérienne et l'alourdissement des peines infligées aux contrevenants pris en flagrant délit, jugées par beaucoup encore très insuffisantes et de fait notablement plus faibles en Europe qu'aux États-Unis. On peut penser raisonnablement que la communauté internationale parviendra à mettre en œuvre les mesures qui s'imposent pour réduire considérablement les rejets des navires de toutes catégories qui contribuent encore pour environ 25 % des entrées totales d'hydrocarbures estimées dans le milieu marin. Beaucoup de ceux qui se sont penchés sur cette question jugent que la solution la plus efficace est le contrôle portuaire de l'obligation faite à tous les navires de décharger leurs résidus d'hydrocarbures dans les stations portuaires de réception (voir par exemple le rapport de la commission d'enquête sur la sécurité du transport maritime des produits dangereux ou polluants déposé le 5 juillet 2000 à l'Assemblée Nationale de la République Française). Va en ce sens la directive de la Commission Européenne (journal officiel du 27 décembre 2000) qui fait obligation aux états de disposer dès 2003 des installations portuaires nécessaires, ce qui était déjà inscrit dans la convention MARPOL

entrée en vigueur en 1983. Il faut bien reconnaître que l'application effective de cette directive tarde à être mise en œuvre, ce qui ne permet cependant pas d'absoudre les responsables des navires contrevenants puisque les installations de réception existantes (la France étant loin d'en être dépourvue) ne sont pas utilisées à pleine capacité. Il n'y a pas encore d'accord au niveau européen sur le contrôle portuaire obligatoire qui seul, probablement, éviterait que nombre de contrevenants choisissent le risque de la sanction financière. On doit constater les limites du droit maritime et de son application pour ce qui touche à la protection de l'environnement.

Tableau 1 Origines des hydrocarbures dans le milieu marin et quantités estimées en moyenne annuelle sur la période 1990-1999.

Provenance des hydrocarbures dans le milieu marin	Moyenne annuelle sur la période 1990-1999 (en milliers de tonnes)		
	Meilleure estimation	Minimum	Maximum
Fuites naturelles de gisements de pétrole	600	200	2 000
Production de pétrole			
Déversements accidentels de forages et plates-formes	0,86	0,29	1,4
Retombées atmosphériques	1,3	0,38	1,6
Rejets d'eaux de production	36	19	58
Total Production	38	20	62
Transport de pétrole			
Fuites accidentelles d'oléoducs	12	6	37
Accidents de navires-citernes	100	93	130
Rejets opérationnels de navires-citernes (déballastage, lavage)	36	18	72
Déversements accidentels d'installations côtières	4,9	2,4	15
Retombées atmosphériques	0,4	0,2	1
Total transport de pétrole	160	120	260
Utilisation des produits pétroliers			
Apports terrestres par fleuves	140	7	5 000
Déversements accidentels de navires	7,1	6,5	8,8
Rejets opérationnels de navires (> 100 tonneaux)	270	90	810
Rejets de carburant par avions	7,5	5	22
Total général	1 300	470	8 300

Source : National Research Council (USA).

La prévention des déversements accidentels d'hydrocarbures en mer est-elle par ailleurs un défi au rationalisme ? Il faut d'abord noter que si les quantités totales d'hydrocarbures déversés accidentellement (dont 93 % par les cargaisons des navires-citernes et 7 % par les fiouls de soute des autres navires) sont trois à cinq fois moins élevées que celles des rejets opérationnels de l'ensemble des navires (rejets autorisés et rejets illicites) et ne représentent que 5 à 10 % des entrées d'hydrocarbures dans le milieu marin, le caractère généralement massif des déversements qui ont été appelés « marées noires » entraîne souvent des domma-

ges considérés comme plus importants à l'échelle locale du fait d'une concentration considérablement plus élevée ; ces pollutions massives mobilisent souvent des moyens d'intervention beaucoup plus importants et entraînent des coûts de nettoyage beaucoup plus élevés. L'exploitation de la base de données TANKER [Bertrand, 2000] a permis de mettre en évidence la diminution, depuis 1979, du nombre annuel de déversements accidentels de plus de 700 tonnes dus à des navires-citernes et celle concomitante du volume correspondant de pétrole déversé, comme le montre la figure 1, publiée dans la brochure de l'IFP Panorama 2001 (site Internet www.ifp.fr), relative aux accidents dans le transport maritime pétrolier. Les auteurs notent que cette diminution est à rapprocher de la diminution du volume transporté à partir de la même année, ce qui a conduit à retirer du marché du transport de pétrole un certain nombre de navires parmi les moins performants et aussi parmi les plus petits. Si la diminution du volume annuel d'hydrocarbures déversés est moins nette, la tendance est réelle en moyenne, avec cependant quelques pics et une remontée vers la fin des années 1990 (réaigulement du trafic pétrolier) mais avec une nette décroissance depuis 1992, hormis un nouveau pic en 2002 dû au naufrage du *Prestige*. Trois des plus récentes marées noires survenues dans les eaux européennes (*Erika* en 1999, *Baltic Carrier* en 2001 et *Prestige* en 2002) ont concerné des cargaisons de fioul lourd, illustrant la tendance, rapportée par l'ITOPF (International Tanker Owner Pollution Federation), à l'augmentation au cours de ces dernières années des cas de pollution par ce produit, difficile à combattre et fortement nuisante. Une possible explication statistique de cette augmentation est basée sur l'accroissement du transport de fioul lourd, produit à faible valeur en excédent dans de nombreux pays industrialisés mais correspondant à une demande dans un certain nombre de pays en développement. Mais il reste que les deux plus importantes pollutions par du fioul lourd ont été causées par le naufrage de deux navires-citernes relativement âgés (*Erika* datait de 1975 et le *Prestige* de 1976) dont la maintenance a été considérée comme douteuse, voire délibérément négligée pour des raisons évidemment économiques. La troisième, de volume plus faible (2 700 tonnes), a été causée par la collision d'un cargo avec le *Baltic Carrier*, navire-citerne à double coque construit en 2000, ce qui pourrait conforter, avec cependant toutes les réserves d'usage, l'intérêt de ce type de navire pour limiter les déversements, sans toutefois les empêcher dans tous les cas. Les accidents de *Erika* et du *Prestige* ont résulté en de nouvelles actions réglementaires pour améliorer la sécurité du transport pétrolier. La Commission Européenne a ainsi décidé d'interdire les eaux de l'Union Européenne aux navires-citernes à simple coque transportant du fioul lourd dès 2003 et collaboré avec l'OMI pour mettre en place une réglementation internationale visant à interdire tous les navires-citernes à simple coque de plus de 5 000 tpl en 2015 (MARPOL 13G révisée), bien qu'un calendrier plus contraignant ait été souhaité par un certain nombre d'états européens. D'autres mesures relatives à un renforcement des contrôles de l'état des navires devraient aussi permettre d'améliorer la sécurité du transport d'hydrocarbures. Selon les données de l'ITOPF la plupart des accidents ayant entraîné des déversements supérieurs à 700 tonnes de 1974 à 2003 ont été causés par des collisions (pour 28 %) et des échouages (pour 34 %), les défaillances de structure et les incendies et explosions n'ayant causé que 13 % et 9 %, respectivement, du nombre de déversements (site Internet www.itopf.com). Mais selon la base de données TANKER, les chiffres sont inversés pour ce qui concerne les accidents de navires-citernes de plus de 5 000 tpl sur la période 1951-1998 (7 %, 19 %, 32 % et 37 % respectivement pour les quatre causes mentionnées ci-dessus). On doit donc rester prudent pour interpréter les données statistiques de ce

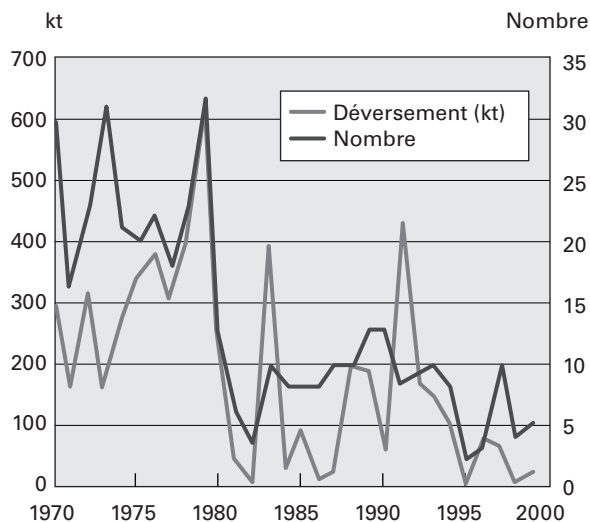


Figure 1

Évolution du nombre annuel de déversements accidentels de pétrole en mer de plus de 700 tonnes et du volume total déversé, sur la période 1970-2000.

Source : IFP, Panorama 2001.

type. À titre indicatif, les 30 déversements les plus importants en volume sont rappelés dans le tableau 2, qui mentionne également celui de l'*Erika* pour ses conséquences particulières. On peut remarquer qu'un bon tiers d'entre eux concerne les eaux européennes.

Si l'ensemble des mesures de prévention, de celles mises en œuvre après l'*Amoco Cadiz* en 1978 (réglementation et surveillance du trafic) à celles décidées récemment, est indéniablement de nature à réduire le nombre et la gravité des accidents entraînant une pollution par hydrocarbures, on peut penser, comme de nombreux experts et à vrai dire comme le bon sens le dit, que le risque zéro n'existant pas, des causes humaines ou matérielles irréductibles continueront fatalement à provoquer des accidents maritimes, sans oublier les causes de guerre (déversements dans le Golfe arabo-persique d'environ 1,5 million de tonnes pendant la guerre Irak-Iran entre 1985 et 1988 et entre 1 et 1,5 million de tonnes durant la guerre du Koweït en 1991) ou les actions terroristes. On peut constater la permanence des déversements accidentels à travers le monde en consultant par exemple le site Internet du CEDRE (www.le-cedre.fr). Le développement de techniques visant à vidanger rapidement un navire-citerne accidenté ou en avarie est considéré par certains experts comme pouvant contribuer à limiter les déversements dans les cas favorables.

Par ailleurs, l'exploration et l'exploitation des gisements de pétrole « off-shore » est aussi une source potentielle de pollutions. Selon la banque de données PLATFORM [Bertrand, 2000], les 11 accidents de plates-formes d'exploration ou de production les plus graves ont entraîné, de 1971 à 1989, des déversements d'un volume total supérieur à 1 million de tonnes (près de 500 000 tonnes dans le cas d'*Ixtoc I* dans le golfe du Mexique en 1979, plus de 250 000 tonnes dans le cas de *Treasure Saga* en mer du Nord en 1989). Il est certain

Tableau 2 Les 30 déversements d'hydrocarbures les plus importants en volume dus à des accidents de navires-citernes (plus celui de l'*Erika*).

Nom du navire	Année de l'accident	Lieu de l'accident	Quantité déversée (10 ³ t)
<i>Atlantic Empress</i>	1979	large de Tobago	287
<i>ABT Summer</i>	1991	large de la Namibie	260
<i>Castillo de Bellver</i>	1983	large du Cap	252
<i>Amoco Cadiz</i>	1978	Bretagne, France	223
<i>Haven</i>	1991	Gênes, Italie	144
<i>Odyssey</i>	1988	Atlantique Nord	132
<i>Torrey Canyon</i>	1967	Cornouailles, GB	119
<i>Sea Star</i>	1972	Golfe d'Oman	115
<i>Irenes Serenade</i>	1980	Grèce	100
<i>Urquiola</i>	1976	La Corogne, Espagne	100
<i>Hawaiian Patriot</i>	1977	Pacifique Nord	95
<i>Independenta</i>	1979	Bosphore, Turquie	95
<i>Braer</i>	1993	Shetlands, Écosse	85
<i>Jacob Maersk</i>	1975	Portugal	85
<i>Khark 5</i>	1989	large du Maroc	80
<i>Aegean Sea</i>	1992	La Corogne, Espagne	74
<i>Sea Empress</i>	1996	Milford Haven, Galles	72
<i>Katina P</i>	1992	large du Mozambique	72
<i>Prestige</i>	2002	Galicie, Espagne	63
<i>Epic Colotranis</i>	1975	large de Porto Rico	61
<i>Assimi</i>	1983	large de Muscat	53
<i>Yuyo Maru 10</i>	1974	Baie de Tokyo	53
<i>Metula</i>	1974	Detroit de Magellan	53
<i>Sinclair Petrolore</i>	1960	large du Brésil	52
<i>Andros Patria</i>	1978	large de l'Espagne	50
<i>Pericles GC</i>	1983	large du Qatar	46
<i>World Glory</i>	1968	large de Durban	45
<i>Burmah Agate</i>	1979	Baie de Galveston, USA	40
<i>Wafra</i>	1971	large du Cap	38
<i>Exxon Valdez</i>	1989	Valdez, Alaska	37
<i>Erika</i>	1999	Bretagne Sud, France	18

Sources : ITOPF et base de données TANKER.

que les progrès technologiques, en particulier, ont considérablement amélioré la prévention des éruptions au point qu'aucun accident important n'est survenu depuis 15 ans, mais dans ce domaine aussi, le risque zéro n'existe probablement pas.

Il faut craindre que les marées noires ne soient jamais totalement du passé et il apparaît donc nécessaire de continuer à en améliorer la maîtrise et la gestion des conséquences, en apportant des réponses appropriées aux deux questions fondamentales :

- **Quand doit-on considérer qu'un milieu est pollué et, en corollaire, jusqu'où faut-il chercher à le réhabiliter ?**
- **Comment gérer les actions de dépollution au regard des limites techniques et économiques ?**

Si on écarte les positions maximalistes irréalistes, c'est clairement la notion de risques qui constitue la base des réponses.

La pollution des sols et des eaux souterraines par les hydrocarbures est une problématique qui présente des caractéristiques spécifiques mais qui pose en fin de compte les mêmes questions que la pollution du milieu marin. Les sociétés humaines ne se préoccupent réellement de l'impact de leurs activités sur la qualité des sols que depuis une trentaine d'années, principalement dans les pays industrialisés, bien que la qualité des eaux souterraines exploitées, qui pourtant en dépend largement, ait été prise en compte depuis plus longtemps.

L'origine des pollutions, localisées ou diffuses, est liée aux activités industrielles, militaires et urbaines, contemporaines ou passées :

- déversements plus ou moins massifs lors d'accidents de transport d'hydrocarbures par route ou chemin de fer, lors de ruptures accidentelles d'oléoducs, lors d'incendies ou d'explosions d'unités de production industrielle ou de cuves de stockage hors sol dans les centres de distribution, lors des opérations de transfert et de distribution (fausses manœuvres humaines) ;
- fuites d'oléoducs et de cuves enterrées, industrielles (stations-service par exemple) ou domestiques, résultant souvent de la corrosion des installations ;
- infiltrations à partir de dépôts de déchets industriels et urbains contenant des hydrocarbures, mal stockés et mal contrôlés ;
- déversements et enfouissements volontaires de déchets d'hydrocarbures, liés à des activités domestiques, artisanales, commerciales, agricoles ou industrielles ;
- retombées atmosphériques dans les zones urbaines et industrielles ou leurs périphéries (hydrocarbures volatils, imbrûlés de combustions diverses).

Au regard des quantités d'hydrocarbures contaminant les sous-sols, la plupart des pollutions sont considérées comme localisées au sens où de fortes concentrations sont présentes sur les sites où se trouve la source en intégrant cependant l'aquifère en aval hydraulique dans un périmètre plus ou moins étendu puisque des produits atteignant la nappe phréatique sont susceptibles de migrer avec elle et de s'y dissoudre partiellement.

On considère généralement que les pollutions par des hydrocarbures de diverses natures et origines, seuls ou associés à d'autres substances, constituent plus de 50 % des cas de pollutions identifiés, dont une grande partie concerne des pollutions « historiques » dues à des activités industrielles passées (friches industrielles et sites reconvertis) ou des pollutions plus ou moins anciennes dues à des activités encore présentes. Les pays les plus développés industriellement ont, à des degrés divers, entrepris le recensement des sites industriels du passé et des sites en activité. Ainsi, en France, 300 000 anciens sites industriels, dont il faut conserver la mémoire, sont en cours de recensement dans une base de données nommée BASIAS qui devrait être achevée en 2005. Une autre base de données, nommée BASOL, actualisée régulièrement, constitue un tableau de bord des quelque 3 000 sites qui nécessitent une investigation, voire une réhabilitation, en raison de leur impact potentiel ou effectif sur la qualité de l'environnement. Ces deux bases de données sont consultables sur le site Internet du ministère chargé de l'environnement.

Il arrive qu'un même site soit pollué par des hydrocarbures de différentes origines. On peut citer par exemple le cas du site sur lequel fut édifié le Stade de France à Saint Denis : une pollution par goudrons de houille résultait de l'activité d'une ancienne usine à gaz tandis qu'une pollution plus récente au niveau de la nappe phréatique résultait de la migration de solvants pétroliers infiltrés dans le sol en amont hydraulique du site et de provenance litigieuse.

Les hydrocarbures sont parfois associés, sur le même site, à d'autres polluants métalliques ou organiques qui confèrent à la pollution des caractéristiques spécifiques. Ainsi, le type de polluants le plus fréquemment rencontré avec les hydrocarbures, mais souvent aussi en tant que polluants uniques sur un site, est la famille chimique des solvants chlorés, classés dans la catégorie des COV (composés organiques volatils), qui sont plus solubles dans l'eau que les hydrocarbures et qui ont la propriété d'être plus denses que l'eau, donc susceptibles de s'infiltrer dans le sol, à l'état de phase organique, jusqu'au substratum d'une nappe phréatique.

La problématique particulière des sites potentiellement pollués en raison des activités passées ou présentes a conduit la plupart des pays de l'Union Européenne à mettre en place des politiques nationales visant à en encadrer la gestion. En France, le ministère chargé de l'environnement a piloté l'élaboration, par un certain nombre d'experts du BRGM, de l'INERIS et de l'ADEME, d'un document précisant la politique nationale et définissant des outils méthodologiques de diagnostic [Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, 2002]. Il s'agit d'abord de définir des critères permettant de déterminer si un site doit être considéré comme pollué ou non. La position maximaliste, consistant à considérer qu'un milieu est pollué s'il contient une substance xénobiotique à une concentration supérieure au « bruit de fond analytique », n'étant pas raisonnablement tenable, c'est le concept de risque qui a été retenu comme base de la politique de gestion. Ainsi, une phase de diagnostic initial doit aboutir à une évaluation simplifiée des risques (ESR) qui s'appuie sur des valeurs guides : valeurs de définition de source-sol (VDSS), concentrations en éléments ou substances permettant de définir qu'un sol est encore une source de pollution potentielle, et valeurs de constat d'impact (VCI), concentrations au-delà desquelles une pollution avérée a un impact sur l'homme ou sur l'environnement. Ces valeurs guides ont un caractère générique et ne constituent pas des objectifs de réhabilitation qui doivent être déterminés, eux, par une évaluation détaillée des risques (EDR) basée sur un diagnostic approfondi du site concerné.

Pour ce qui concerne les polluants pétroliers, les experts de l'IFP avaient, dès les années 1980, contribué à montrer qu'il était judicieux de distinguer la concentration en hydrocarbures totaux et la concentration en hydrocarbures à risques, volatils ou solubles dans l'eau, en prenant en compte les processus de transfert actifs dans le milieu considéré.

La démarche d'évaluation des risques s'applique aussi par principe dans les cas de pollution accidentelle constatée.

Il faut cependant remarquer que la détermination des objectifs de réhabilitation d'un site pollué sur la base de l'évaluation des risques en fonction de l'usage du site n'est pas sans ambiguïté sur le plan législatif. En effet, le législateur français impose la concertation entre l'exploitant du site, l'administration et le propriétaire du site le cas échéant pour fixer le niveau de réhabilitation. Selon le principe pollueur-payeur qui figure dans la législation

française (et maintenant européenne), c'est l'exploitant qui doit normalement prendre en charge les coûts de réhabilitation. On comprend qu'il puisse y avoir désaccord si l'une des deux autres parties veut imposer un usage futur nécessitant un niveau de réhabilitation plus coûteux.

La gestion des marées noires et celle des pollutions de sols et d'aquifères par des hydrocarbures relèvent en fin de compte de la même approche globale basée sur l'évaluation de l'impact et des risques potentiels sur l'environnement local et sur la santé humaine. Il en résulte qu'en termes de dépollution, on parle plutôt de réhabilitation des milieux puisque l'objectif n'est pas forcément, pour des raisons techniques et économiques, de restaurer l'état de ces milieux d'avant la pollution mais plutôt de limiter l'impact d'une pollution en évaluant ses risques. C'est la notion de bénéfice environnemental et économique net qu'il convient alors de définir et d'analyser. La démarche d'évaluation des risques s'appuie sur un ensemble d'outils, de méthodes et de connaissances scientifiques pluridisciplinaires dont les limites et les incertitudes doivent être prises en compte. C'est d'abord les méthodes de caractérisation et de détection des polluants, ainsi que les méthodes d'analyse quantitative des hydrocarbures dans les milieux naturels qu'il convient de maîtriser pour effectuer des diagnostics aussi fiables que possible. C'est ensuite l'ensemble des processus d'évolution spatio-temporelle des hydrocarbures dans chacun des milieux, qu'on appellera ici « écodynamique », qu'il faut connaître au mieux et modéliser afin de prévoir les risques d'une pollution. Dans le cas des pollutions accidentelles en mer, l'observation de l'impact des marées noires passées constitue une source d'informations indispensable pour améliorer la gestion des interventions. Enfin, le choix des stratégies et des moyens de dépollution doit s'appuyer une bonne connaissance de l'applicabilité des différentes techniques selon la situation et aussi de leurs limites. Ce sont ces différents aspects qui sont développés dans les quatre chapitres de cet ouvrage.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bertrand AR (2000) Transport maritime et pollution accidentelle par le pétrole. Faits et chiffres (1951-1999). Éditions Technip, Paris.
- GESAMP, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (1993) Impact of oil and related chemicals and wastes on the marine environment. GESAMP Reports and Studies, vol. 50. International Maritime Organization, London.
- Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (2002) Gestion des sites (potentiellement) pollués. Version 2. BRGM Éditions, Orléans.