

Les raffineries de pétrole au Québec

Enjeux environnementaux et réglementation relatifs aux rejets liquides

10 septembre 2014

Direction générale des politiques de l'eau – Direction des eaux industrielles

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Rédaction

- Simon Pineault, biologiste, M. Sc.
Direction des eaux industrielles
Direction générale des politiques de l'eau

Révision scientifique

- Direction des eaux industrielles
Direction générale des politiques de l'eau
- Pôle d'expertise du secteur industriel
- Directions régionales du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-550-71150-6 (PDF)
© Gouvernement du Québec, 2014

Table des matières

1. LES RAFFINERIES DE PÉTROLE AU QUÉBEC.....	1
1.1. NATURE DES EAUX USÉES REJETÉES.....	1
1.2. EFFETS POTENTIELS SUR LE MILIEU RÉCEPTEUR.....	2
1.3. TRAITEMENT DES EAUX USÉES.....	5
1.4. GESTION DES EAUX PLUVIALES.....	7
2. LA RÉGLEMENTATION APPLICABLE AUX REJETS LIQUIDES	8
2.1. RÉGLEMENT SUR LES EFFLUENTS LIQUIDES DES RAFFINERIES DE PÉTROLE.....	8
2.2. MODALITÉS D'APPLICATION DU RÉGLEMENT	10
ABRÉVIATIONS, ACRONYMES ET SYMBOLES.....	11

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I Règlement sur les effluents liquides des raffineries de pétrole – Normes relatives aux effluents finaux (art. 4 et 6).....	9
Tableau II Règlement sur les effluents liquides des raffineries de pétrole – Normes relatives aux eaux pluviales (art. 9).....	9

1. LES RAFFINERIES DE PÉTROLE AU QUÉBEC

1.1. Nature des eaux usées rejetées

L'eau est indispensable aux multiples activités d'une raffinerie de pétrole (voir la figure 1). En fait, il faut un baril d'eau douce pour traiter deux barils de pétrole brut. Pour ce faire, les raffineries s'approvisionnent directement au fleuve Saint-Laurent. Quant aux effluents rejetés, ils sont de différentes natures : les eaux usées des procédés de raffinage, les eaux de réfrigération atmosphérique, les eaux provenant d'activités connexes et les eaux pluviales.

Les eaux de procédé entrent directement en contact avec les substances traitées au cours des processus de séparation, de conversion et d'amélioration des produits pétroliers. Il s'agit des eaux de dessalage, des condensats de distillation (vapeur servant de vecteur pour le transport des produits distillés), des eaux acides (en anglais *sour waters* : vapeur d'entraînement utilisée dans le craquage catalytique et l'hydrotraitement), des rejets de vapocraquage, des eaux provenant de l'alkylation catalytique et du soufflage du bitume. Ces eaux contiennent des hydrocarbures ainsi que des composés azotés, sulfurés et oxygénés, c'est-à-dire les éléments que l'on trouve à l'état naturel dans le pétrole. On peut aussi y trouver diverses substances chimiques utilisées dans les procédés (solvants, sodes, acides, amines, détergents, inhibiteurs de corrosion, etc.) de même que des sous-produits dérivés des réactions thermiques et chimiques (phénols, ammoniac, etc.) et de la corrosion des équipements (oxydes métalliques, matières en suspension [MES]).

Les eaux de réfrigération atmosphérique sont utilisées pour refroidir plusieurs unités de traitement, les principales étant les tours de distillation. Ces unités requièrent des volumes d'eau importants, particulièrement lorsque la raffinerie fonctionne en circuit ouvert et que l'eau n'effectue qu'un seul passage avant d'être rejetée. Toutefois, les raffineries québécoises fonctionnent en circuit semi-fermé et la majeure partie de ces eaux est recirculée. Ainsi, l'eau d'appoint n'est prélevée que pour compenser les pertes dues à l'évaporation, aux fuites et aux purges effectuées périodiquement. L'eau de purge qui en résulte est particulièrement chargée en sels dissous qui se sont concentrés dans le système à la suite de l'évaporation. On y trouve également des additifs chimiques tels que des inhibiteurs de corrosion, des produits oxydants, des algicides et des bactéricides. Malgré tout, cette eau est très peu contaminée, car elle n'entre pas en contact avec les matières traitées.

D'autres eaux usées sont également générées par des activités connexes : eaux de lavage des sols, eaux de déballastage et de nettoyage des pétroliers, eaux de purge des chaudières, éluats de régénération des échangeurs d'ions, eaux de laboratoire et eaux domestiques. Parmi les eaux les plus contaminées, on trouve les eaux de ballastage qui servent à la stabilité des navires (NaCl, hydrocarbures, MES). Les eaux de nettoyage des navires contiennent des détergents et quelquefois de la soude, alors que les eaux de drainage des unités de stockage contiennent des hydrocarbures et des phénols. Ainsi, mis à part les eaux domestiques traitées et rejetées dans l'égout sanitaire, la majeure partie de ces eaux est contaminée et nécessite un traitement *in situ* préalablement à son rejet.

Les eaux qui ruissellent sur le site d'une raffinerie drainent les aires dallées où se trouvent les unités de traitement, les pompes, les postes de chargement ainsi que les unités de stockage de brut et de produits raffinés. Ces eaux, composées d'eaux de lavage et d'eaux pluviales, sont habituellement contaminées par des hydrocarbures et des phénols.

Finalement, les eaux pluviales qui ruissellent sur le terrain, à l'extérieur des aires dallées, peuvent représenter des volumes considérables en raison des importantes superficies couvertes par le site d'une raffinerie. Bien qu'elles soient relativement moins contaminées,

ces eaux représentent néanmoins un risque de pollution accidentelle, particulièrement en situation de fortes pluies. Pour cette raison, il est indispensable de les capter et de les traiter avant de les rejeter dans le milieu.

1.2. Effets potentiels sur le milieu récepteur

Les principaux contaminants trouvés dans les effluents des raffineries de pétrole sont des hydrocarbures, des phénols, des composés soufrés, des composés azotés, des MES et, dans une moindre mesure, des métaux (Al, As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Se, V, Zn). On peut également trouver des produits particuliers, tels que des cyanures, des fluorures, des phtalates, des agents tensio-actifs, du phosphore et de l'éther méthyltertiobutylique (MTBE), dans les eaux usées de certaines raffineries qui utilisent ou fabriquent ces produits.

On sait depuis longtemps que l'ammoniac, les sulfures et les phénols, seuls ou combinés, ont des effets toxiques aigus sur les poissons. Les connaissances sur les effets des hydrocarbures sont cependant moins avancées, car ces effets sont beaucoup plus complexes. Des recherches portant sur les effets de toxicité chronique des effluents de pétrole ont permis de démontrer leurs conséquences mutagènes et cancérigènes sur les organismes aquatiques^{1,2}. Les génotoxines de ces effluents se trouvent majoritairement liées aux MES, plus précisément aux composés organiques hydrophobes (COH), et peuvent, sous cette forme, avoir des répercussions à long terme sur la qualité du milieu récepteur³. Certains hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), dont le benzo[*a*]pyrène, sont particulièrement toxiques pour la vie aquatique⁴. Les HAP sont des molécules persistantes en raison de leur faible biodégradabilité dans l'environnement.

D'autres hydrocarbures, dont le benzène et le toluène, font partie du groupe des composés organiques volatils (COV). Ce type d'hydrocarbures s'évapore rapidement à partir des eaux de surface ou demeure emprisonné dans les eaux souterraines sur une période plus ou moins longue. Dans un cas comme dans l'autre, en raison de leur nature toxique et de leurs multiples voies de pénétration dans les organismes (inhalation, absorption par la peau ou ingestion), ces hydrocarbures portent atteinte aux organismes du milieu dans lequel ils se trouvent.

Les métaux sont naturellement omniprésents dans les milieux aquatiques. Certains d'entre eux, dont le cuivre, le sélénium et le zinc, sont nécessaires aux organismes vivants, mais en très faibles quantités; d'autres, dont le mercure, l'arsenic, le cadmium et le plomb, sont en tout temps toxiques. Toutefois, la plupart des métaux sont potentiellement nocifs pour l'environnement et aucun d'eux n'est biodégradable. La toxicité des métaux dépend de la forme sous laquelle ils se présentent (dissoute, complexée, adsorbée), de la nature des composés et des complexes formés (par exemple, la méthylation), de leur composition isotopique, de leur état d'oxydoréduction et d'autres facteurs, dont la salinité et le pH de

¹ WHITE, P., RASSMUSSEN, J.B., BLAISE, C. *Comparing the presence, potency, and potential hazard of genotoxins extracted from a broad range of industrial effluents*. Environmental and Molecular Mutagenesis, vol. 27, n° 2, décembre 1998, p. 116-139.

² GORDIAN, C., OBUTE, C., OSUJI, L., KALIO, C. *Genotoxicity of petroleum refinery waste water in Nigeria*. Global Journal of Environmental Sciences, vol. 3 (1 et 2), 2004, p. 55-58.

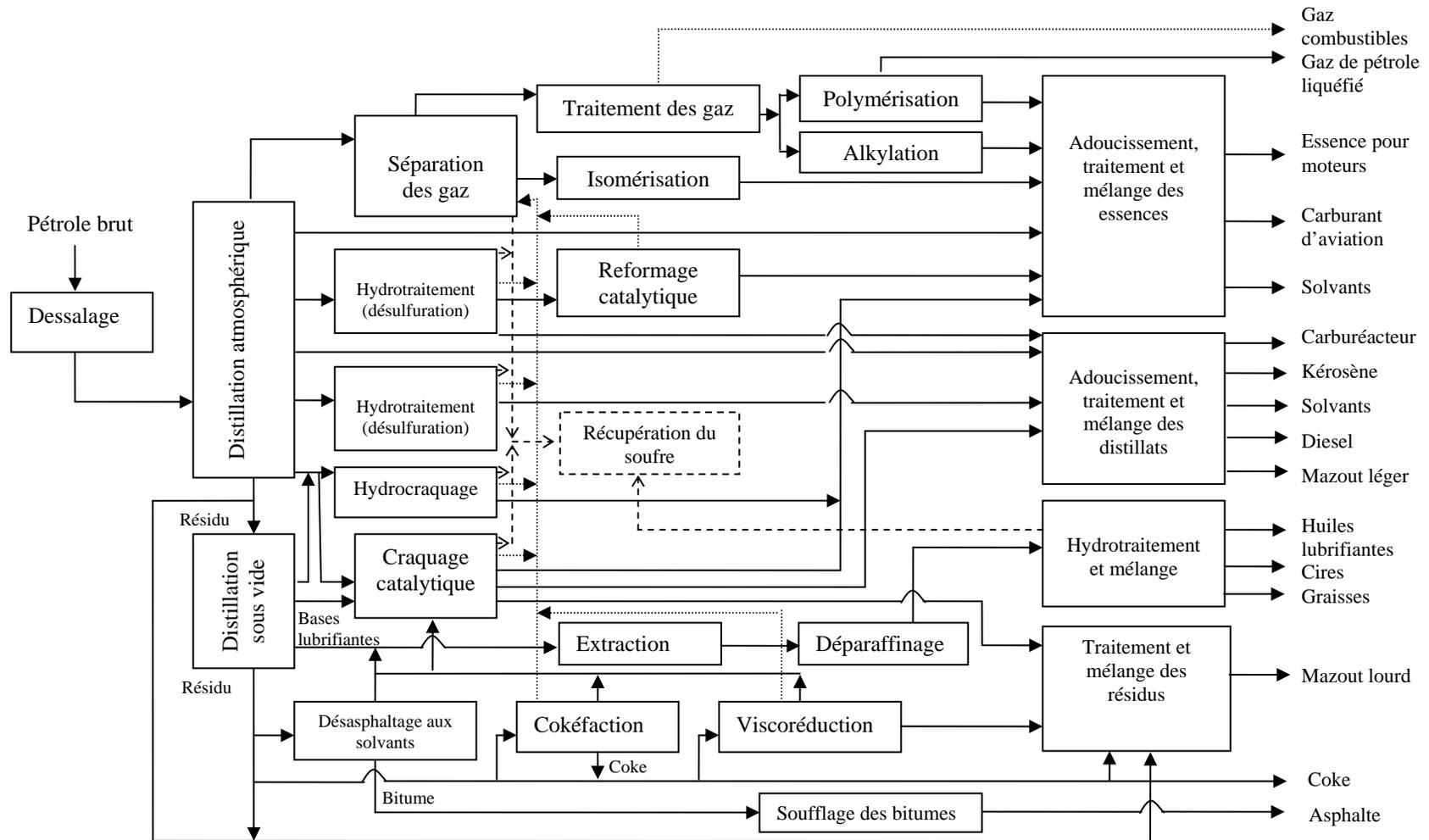
³ PARDOS, M., BLAISE, C. *Assessment of toxicity and genotoxicity of hydrophobic organic compounds in wastewater*. Environmental Toxicity, vol. 14, n° 2, avril 1999, p. 241-247.

⁴ DJOMO, J.E., DAUTA, A., FERRIERS, V., *et al.* *Toxic effects of some major polyaromatic hydrocarbons found in crude oil and aquatic sediments on Scenedesmus subspicatus*. Water Research, vol. 38, n° 7, avril 2004, p. 1817-1821.

l'eau, de sorte qu'il est difficile de prévoir leur toxicité dans les écosystèmes. Dans les eaux usées des raffineries, les métaux ont surtout tendance à s'adsorber aux matières organiques en suspension⁵, ce qui diminue leur biodisponibilité dans la colonne d'eau, mais augmente leur concentration dans les sédiments, qui deviennent alors une source de pollution potentielle.

Finalement, des perturbations découlant de l'augmentation de la température de l'eau à la sortie des systèmes de traitement peuvent également porter atteinte au milieu récepteur.

⁵ Les effluents des raffineries contiennent davantage de métaux liés aux MES que de métaux sous forme dissoute.



LÉGENDE : HC liquides ——— HC gazeux H₂S - - - - -

Figure 1 Schéma simplifié du procédé de raffinage du pétrole

1.3. Traitement des eaux usées

Les raffineries de pétrole du Québec traitent leurs eaux usées de façon similaire. La chaîne de traitement habituelle est représentée de façon schématique à la figure 2. Elle consiste en :

- un traitement à la source des eaux acides (épuisement des eaux acides);
- un traitement primaire (I) effectué dans des séparateurs d'huile;
- un traitement intermédiaire servant à parachever l'enlèvement des huiles et des graisses;
- un traitement secondaire (II) biologique;
- une clarification de l'effluent.

L'épuisement des eaux acides est un prétraitement effectué en amont du système d'épuration proprement dit. Il sert principalement à réduire la concentration des sulfures et de l'ammoniac et, à un moindre degré, la teneur en phénols dans les eaux usées en provenance des unités d'hydrotraitement et de craquage. Le procédé généralement utilisé est le « stripage » (extraction à la vapeur). Il consiste à chauffer l'eau acide dans une tour à plateaux ou à garnissage pour en récupérer les gaz. Les eaux acides épuisées peuvent réintégrer le système en passant par l'unité de dessalage où, au contact du pétrole brut, elles se déchargent davantage des phénols encore présents.

Les eaux usées, constituées d'eaux de procédé et d'autres eaux contaminées (eaux de purge, eaux de déballastage, eaux accidentellement contaminées, etc.), sont ensuite acheminées vers l'unité de traitement primaire (I) où les MES grossières (sable et argiles) ainsi qu'une fraction des huiles et des graisses sont enlevées. Les eaux circulent d'abord dans des séparateurs d'huile où sédimentent les particules et où flottent les huiles libres qui sont récupérées dans le procédé de raffinage. Par la suite, un flottateur à air (ou à azote) dissous ou induit permet d'éliminer presque toutes les huiles libres en réduisant leurs concentrations à des niveaux de l'ordre de 10 mg/L. Un bassin d'égalisation contribue ensuite à régulariser le débit et sert également à équilibrer le pH avant le traitement secondaire.

Comme traitement secondaire (II), différents systèmes d'épuration biologique peuvent être utilisés : des réacteurs à lits bactériens, un système à boues activées ou un étang d'aération. Le traitement biologique permet d'enlever les éléments dissous biodégradables : composés oxygénés (acides, aldéhydes, phénols, solvants), composés sulfurés, hydrocarbures aromatiques (en partie), NH_4^+ (nitrification-dénitrification). Chacun des systèmes est suivi d'un décanteur secondaire ou de clarificateurs, lesquels complètent le traitement biologique en réduisant la teneur en MES de l'effluent final. Les eaux usées ainsi traitées sont mesurées et échantillonnées avant d'être rejetées dans le fleuve Saint-Laurent.

Mentionnons que dans le secteur du raffinage et de la pétrochimie, le traitement classique des effluents peut être complété par un traitement tertiaire qui vise à satisfaire à des normes de rejet plus sévères (MES, carbone organique total, demande chimique en oxygène, azote ammoniacal, phosphore, phénols, coliformes totaux), qui pourrait être requis dans le cas de milieux récepteurs plus sensibles, ou à recycler l'eau. Pour ce faire, les établissements utilisent différents types de traitement : chloration, adsorption sur charbon actif, épuration physicochimique par l'utilisation de coagulants minéraux, oxydants divers, filtration directe, etc.

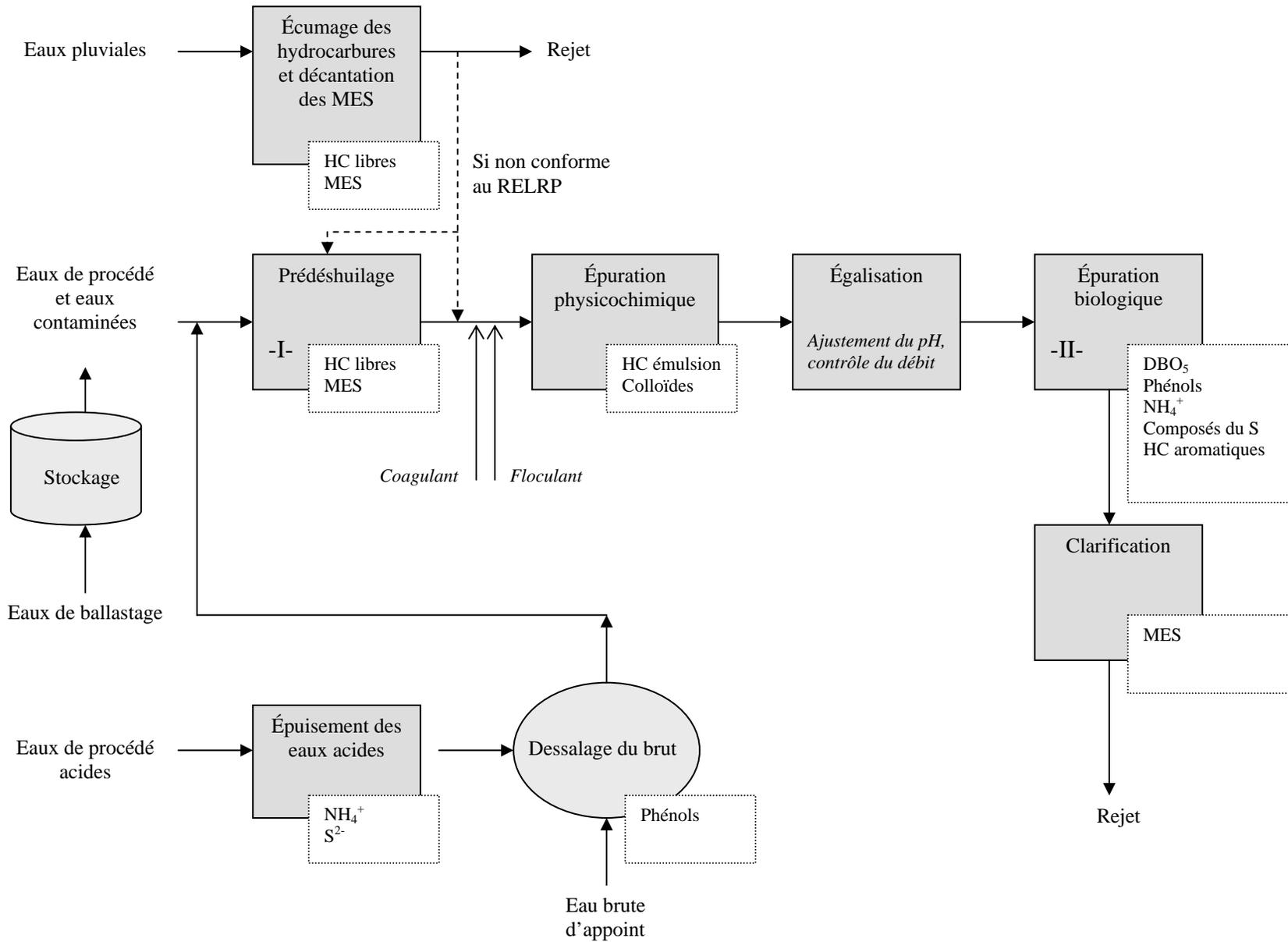


Figure 2 Schéma du système de traitement des eaux

1.4. Gestion des eaux pluviales

D'une raffinerie à une autre, la gestion des eaux pluviales peut différer considérablement. En fait, il existe deux grands types de gestion des eaux pluviales. L'exploitant de la raffinerie peut d'une part capter et acheminer séparément l'eau pluviale qui ruisselle sur les aires dallées vers le système de traitement complet des eaux usées (effluent des eaux de procédé), tandis que l'eau qui tombe à l'extérieur des aires dallées est acheminée vers le système de traitement des eaux pluviales avant d'être rejetée séparément dans l'environnement (effluent des eaux pluviales) ou vers le système biologique lorsqu'elle ne répond pas aux exigences réglementaires.

D'autre part, il peut diriger toutes ses eaux pluviales ainsi que ses eaux usées vers la chaîne complète de traitement, tant que la capacité hydraulique du système biologique le permet. Ainsi, en situation de pluies particulièrement fortes, c'est-à-dire quelques jours par année seulement, la portion des eaux pluviales ne pouvant être traitée par le système biologique ne subit qu'un traitement primaire avant son rejet dans l'environnement.

2. LA RÉGLEMENTATION APPLICABLE AUX REJETS LIQUIDES

Afin d'encadrer et de contrôler la qualité des rejets liquides déversés dans l'environnement par les raffineries de pétrole, le gouvernement du Québec adoptait, en novembre 1977, le Règlement sur les effluents liquides des raffineries de pétrole (RELRP). Depuis, en raison de l'implantation graduelle de technologies de raffinage plus propres et de la mise en place de procédés de traitement des effluents plus performants, le RELRP a été modifié à deux reprises (1993 et 1998 par les décrets 1529-93 et 243-98), essentiellement dans le but d'en renforcer les normes.

En plus du RELRP, mentionnons que la Ville de Montréal fait respecter le Règlement 2008-47 de la Communauté métropolitaine sur son territoire (avant le 1^{er} janvier 2012 il s'agissait du Règlement 2001-09), lequel encadre les rejets industriels, qu'ils soient effectués dans le réseau pluvial ou sanitaire ou directement dans le milieu. En vertu de ce règlement, un permis de déversement d'eaux usées industrielles doit être délivré par la Ville de Montréal lorsque les établissements rejettent au moins 10 000 m³ d'eaux usées par année. Ce règlement prescrit une vingtaine de normes relatives à des paramètres biologiques ou physicochimiques qui doivent être respectées par toute raffinerie installée sur le territoire montréalais. En plus du suivi des données d'autosurveillance que lui fournissent les entreprises, la Ville effectue des visites et des échantillonnages périodiques de leurs effluents.

Aussi, conformément à l'article 21 de la Loi sur la qualité de l'environnement, toute entreprise doit aviser sans délai le MDDELCC lorsqu'une fuite ou un déversement accidentel d'un contaminant se produit. Selon la nature et la quantité des substances déversées, le MDDELCC peut intervenir sur le terrain pour constater la situation et exercer un suivi des travaux correctifs, s'il y a lieu.

2.1. Règlement sur les effluents liquides des raffineries de pétrole

Le RELRP vise à limiter les charges des cinq contaminants les plus susceptibles de se trouver dans les effluents finaux (effluents des eaux de procédé) des raffineries de pétrole (voir le tableau I). Ce règlement prescrit également les charges et les concentrations maximales permises de trois contaminants pouvant se trouver dans leurs eaux pluviales (voir le tableau II), si celles-ci sont évacuées séparément. De plus, le pH de tout rejet liquide dans l'environnement (effluent des eaux de procédé ou des eaux pluviales) doit être maintenu entre 6,0 et 9,5.

Les normes relatives aux charges maximales permises sont exprimées en kilogrammes par 1 000 barils⁶ de pétrole brut, sur la base de la capacité quotidienne de raffinage déclarée par l'entreprise⁷. Par conséquent, la charge de rejet maximale permise fluctue proportionnellement à la quantité de pétrole traité par la raffinerie.

Trois limites de rejet s'appliquent à chaque paramètre réglementé. Ainsi, de gauche à droite dans le tableau I, on trouve la quantité moyenne mensuelle (QMM), qui est la moyenne arithmétique maximale de toutes les valeurs quotidiennes de chaque contaminant pouvant être rejeté pendant un mois. La suivante, la quantité quotidienne (QQ), est la quantité d'un contaminant qu'une raffinerie peut rejeter chaque jour d'un mois civil, sous réserve de la

⁶ Le baril de pétrole est l'unité de mesure utilisée dans le secteur pétrolier. Il représente un volume de 158,99 litres (42 gallons américains).

⁷ La capacité quotidienne de raffinage exprimée dans le RELRP représente la quantité moyenne quotidienne la plus élevée de pétrole brut effectivement raffinée pendant sept jours consécutifs.

troisième limite de rejet, à savoir la quantité maximale quotidienne (QMQ). Cette dernière norme, dont la valeur est toujours plus élevée que la QQ, représente la quantité maximale d'un contaminant qu'une raffinerie peut rejeter dans l'effluent un seul jour par mois civil.

La norme la plus sévère est la QMM, car elle représente la valeur quotidienne moyenne des rejets dans l'environnement, tandis que les deux normes quotidiennes sont des limites moins contraignantes qui tiennent compte des fluctuations inhérentes au système de traitement des eaux usées. Il convient également de souligner que les charges de MES pouvant être rejetées dans les effluents liquides diffèrent selon qu'il s'agit d'une raffinerie construite avant (raffinerie existante) ou après (nouvelle raffinerie) la date d'entrée en vigueur du RELRP, soit le 9 novembre 1977.

Tableau I Règlement sur les effluents liquides des raffineries de pétrole – Normes relatives aux effluents finaux (art. 4 et 6)

Nature du contaminant	Quantité moyenne mensuelle (kg/1 000 barils)	Quantité quotidienne (kg/1 000 barils)	Quantité maximale quotidienne (kg/1 000 barils)
Huiles et graisses ⁸	1,40	2,50	3,40
Phénols	0,14	0,25	0,34
Sulfures	0,05	0,14	0,23
Azote ammoniacal	1,63	2,60	3,27
Matières en suspension (RE)	4,80	5,45	6,80
Matières en suspension (NR)	3,26	5,45	6,80

RE : Raffinerie existante

NR : Nouvelle raffinerie

Le tableau II fait état des limites imposées par rapport aux eaux pluviales rejetées séparément. La limite quotidienne s'exprime cette fois en concentration quotidienne, alors que la norme mensuelle représente la charge maximale de contaminants pouvant être rejetée sur une période d'un mois.

Tableau II Règlement sur les effluents liquides des raffineries de pétrole – Normes relatives aux eaux pluviales (art. 9)

Nature du contaminant	Concentration quotidienne (mg/L d'eaux pluviales rejetées)	Quantité mensuelle totale (kg/1 000 barils)
Huiles et graisses ³	10	11,34
Phénols	1	1,13
Matières volatiles en suspension (MVES)	30	34,02

⁸ En mars 1999, la méthode analytique de mesure des huiles et graisses a été remplacée par la méthode des hydrocarbures pétroliers (C₁₀-C₅₀).

2.2. Modalités d'application du règlement

Selon les principes d'autosurveillance communs à plusieurs secteurs industriels, chaque entreprise a la responsabilité de se doter de l'équipement et du personnel requis afin de faire le suivi des effluents et de fournir les résultats au MDDELCC, le tout en respectant une liste de méthodes (prélèvement, conservation, analyse des échantillons) clairement définies⁹.

De fait, les raffineries doivent prélever des échantillons composés quotidiens (sauf pour les sulfures, qui doivent être mesurés à partir d'un échantillon instantané) à chacun de leurs effluents, trois jours non consécutifs par semaine, afin de vérifier la conformité aux normes applicables. Le débit et le pH doivent, quant à eux, être mesurés en continu. Un rapport mensuel présentant les résultats analytiques du suivi requis doit être transmis au MDDELCC. Il est à noter que ce rapport doit être rédigé suivant le modèle annexé au Règlement.

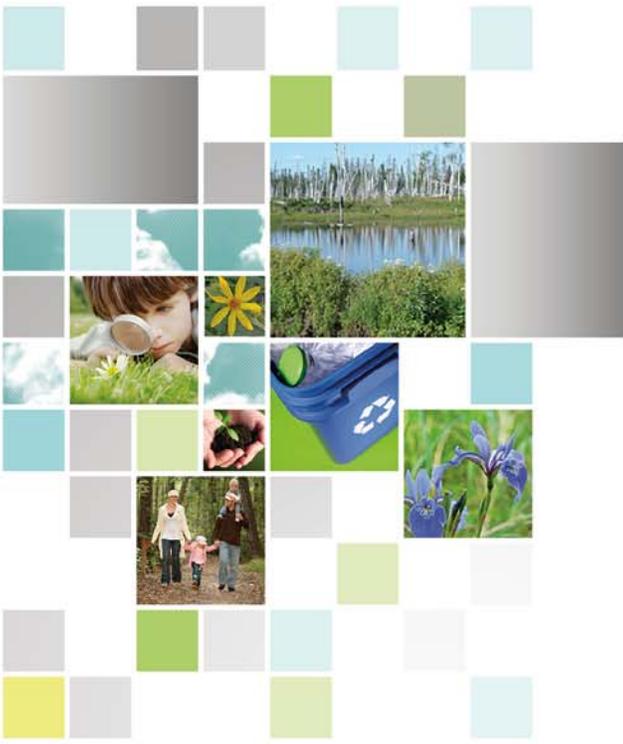
Comme mentionné plus haut, en ce qui concerne les effluents finaux, le MDDELCC évalue la conformité d'une raffinerie en fonction des trois normes décrites dans la section précédente, c'est-à-dire la QMM, la QQ et la QMQ. Puisque, selon le Règlement, la QMQ peut être atteinte une fois par mois et que celle-ci est toujours supérieure à la QQ, il est permis à une raffinerie de rejeter un contaminant en quantité supérieure à la QQ un seul jour par mois sans toutefois dépasser la QMQ. Ainsi, aux fins de l'application du Règlement et de la rédaction du bilan annuel de conformité environnementale, tout premier dépassement de la QQ dans le mois est considéré comme étant conforme, tant que ce rejet ne dépasse pas la QMQ. Il est à noter également qu'en cas de dépassement de la QMQ, ce qui implique automatiquement un dépassement de la QQ, un seul cas de non-conformité est enregistré ce même jour, car ces deux dépassements correspondent au même événement. Pour faciliter la compréhension de ces notions, l'annexe A présente un exemple fictif d'analyse de la conformité des rejets provenant d'une raffinerie.

Par ailleurs, il importe de mentionner que les rejets quotidiens et, par conséquent, les rejets quotidiens moyens calculés pour chaque mois peuvent être légèrement surévalués lorsque les paramètres mesurés sont sous la limite de détection analytique. En effet, lorsqu'un résultat est inférieur à cette limite, les raffineries utilisent, dans leurs calculs des rejets quotidiens, non pas une valeur égale à zéro, mais la valeur de la limite de détection.

⁹ Les prescriptions relatives au prélèvement et à la conservation des échantillons sont définies dans le cahier 2 du *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales* publié par le MDDELCC. Les analyses doivent être effectuées en conformité avec les méthodes prévues dans la « Liste des méthodes d'analyse relatives à l'application des règlements » découlant de la Loi sur la qualité de l'environnement.

Abréviations, acronymes et symboles

Abréviation et acronyme		Symbole	
CQ	Concentration quotidienne (Norme du RELRP)	C₁₀-C₅₀	Hydrocarbures pétroliers
HC	Hydrocarbures	H₂S	Sulfure d'hydrogène
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques	kg	Kilogramme
MES	Matières en suspension	l	Litre
MVES	Matières volatiles en suspension	m³	Mètre cube
QMM	Quantité moyenne mensuelle (norme du RELRP)	mg	Milligramme
QMQ	Quantité maximale quotidienne (norme du RELRP)	NH₃-N	Azote ammoniacal
QMT	Quantité mensuelle totale (norme du RELRP)	NH₄⁺	Ion ammonium
QQ	Quantité quotidienne (norme du RELRP)	S²⁻	Sulfures
Règlement ou RELRP	Règlement sur les effluents liquides des raffineries de pétrole		



***Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques***

Québec 