

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE

**Guide d'évaluation et de réduction des toxiques
(GERT)**

Février 1996

NOTE AU LECTEUR

Ce document est une traduction de «Generalized Methodology for Conducting Industrial Toxicity Reduction Evaluations (TREs), The Chemicals and Chemical Product Branch Risk Reduction Engineering Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency, EPA/600/2-88/070, March 1989».

Cependant, certaines modifications y ont été apportées afin de rendre la procédure plus compatible aux établissements industriels québécois. De plus, certains exemples issus de l'expérience québécoise y ont été insérés.

PRÉAMBULE

Le Guide d'évaluation et de réduction des toxiques (GERT) propose une démarche structurée afin de faciliter l'identification et la réduction de la toxicité et des produits toxiques. Tout au long du document, on parlera indifféremment de la toxicité et des produits toxiques, sauf au chapitre 6 où l'on traite exclusivement de l'identification de la cause de la toxicité globale de l'effluent. Les déclencheurs des études GERT découlent des résultats de tests de toxicité ou d'analyses chimiques et les études à entreprendre visent le respect des objectifs environnementaux de rejet liés auxdits déclencheurs.

Cette démarche se veut souple afin de pouvoir s'appliquer avec succès à différents établissements industriels et ce, sans lourdeur excessive. Comme vous pourrez le constater à la lecture des différents chapitres, seuls les cas très complexes nécessiteront l'application complète de la démarche. En effet, dès que des actions sont entreprises, il y a vérification immédiate de leurs Résultats sur les rejets toxiques. Si les modifications s'avèrent fructueuses, les étapes subséquentes du GERT ne sont pas nécessaires.

Le GERT vise les établissements industriels du PRRI dont les rejets s'effectuent hors réseau ainsi que les établissements dont le certificat d'autorisation y fait référence.

LISTE DES FIGURES

	<u>page</u>
Figure 1.1: Organigramme présentant les étapes principales du Guide d'évaluation et de réduction des toxiques (GERT)	3
Figure 3.1: Organigramme présentant le processus d'optimisation des bonnes pratiques d'entretien et d'opération dans le cadre d'une étude GERT	11
Figure 4.1: Organigramme présentant le processus d'optimisation des produits chimiques dans le cadre d'une étude GERT	20
Figure 5.1: Organigramme présentant le processus d'optimisation des systèmes de traitement dans le cadre d'une étude GERT	27
Figure 6.1: Organigramme présentant l'étude d'identification de la toxicité dans le cadre d'une étude GERT	36
Figure 7.1: Organigramme présentant l'étude de la source d'un rejet toxique dans le cadre d'une étude GERT	46

LISTE DES TRADUCTIONS *

MOTS	TRADUCTION	REMARQUES
influent wastestreams	affluent	
non point sources	sources diffuses	
good housekeeping surveys	pratiques d'entretien et d'opération	
flow	débit	(1)
mass loading	charges massiques	
material safety data sheet	fiche signalétique	
hydraulic loading	charges hydrauliques	(2)
design	de conception	
by pass	conduites de dérivation	
by passing	détournement	
schedules	séquences	
stream	affluent	
MSDS	fiche signalétique	

(1) débit : volume d'eau s'écoulant dans un cours d'eau ou dans une conduite pendant une période donnée.

(2) charge hydraulique : volume total de liquide, recirculation comprise, traité et exprimé en mètres cubes d'eau par jour et par mètres carrés de surface filtrante.

* Le Guide étant en grande partie une traduction d'un document américain, le lecteur familier avec la version originale retrouve ici les traductions de certains mots ou expressions fréquemment utilisés.

LISTE DES ACRONYMES

AQ/CQ	Assurance de qualité/contrôle de qualité
DBO ₅	Demande biochimique en oxygène
EIT	Étude d'identification de la toxicité
MES	Matières en suspension
MSDS	Material Safety Data Sheet
GERT	Guide d'évaluation et de réduction des toxiques
TIE	Toxicity Identification Evaluation
TRE	Toxicity Reduction Evaluation

TABLE DES MATIÈRES

	<u>page</u>
Note au lecteur	i
Préambule d'application	ii
Liste des figures	iii
Liste des traductions	iv
Liste des acronymes	v
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION	1
1.1 But du Guide	1
1.2 Objectif d'une étude GERT	1
1.3 Contenu du document	1
1.4 Documents d'appui aux études GERT	5
CHAPITRE 2 : ACQUISITION DES DONNÉES	6
2.1 Déclenchement de l'étude GERT	6
2.2 Résultats d'analyses	7
2.3 Description des procédés et de l'usine	8
2.4 Analyse des données	9
CHAPITRE 3 : BONNES PRATIQUES D'ENTRETIEN ET D'OPÉRATION	10
3.1 Début d'une étude de bonnes pratiques d'entretien et d'opération	10
3.2 Évaluation des pratiques d'entretien et d'opération	12
3.3 Identification des zones à risques	14
3.4 Identification des actions correctrices	15
3.5 Sélection des actions correctrices	16
3.6 Implantation des actions correctrices	16
3.7 Suivi et confirmation	17
CHAPITRE 4 : ÉVALUATION DES PRODUITS CHIMIQUES EMPLOYÉS	19
4.1 Cueillette de l'information	19
4.2 Révision des produits chimiques du procédé	21
4.3 Révision des fiches signalétiques	22
4.4 Révision de la composition des matières premières	24
4.5 Résultats de la phase d'optimisation de l'usage des produits chimiques	24

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<u>page</u>
CHAPITRE 5 : ÉVALUATION DES SYSTÈMES DE TRAITEMENT	26
5.1 Identification des informations disponibles	26
5.2 Identification et évaluation des affluents	28
5.3 Description du système de traitement	29
5.4 Analyse de l'opération du système de traitement	31
5.5 Mise en place d'actions correctrices	33
5.6 Suivi et confirmation	34
CHAPITRE 6 : ÉTUDE D'IDENTIFICATION DE LA TOXICITÉ	35
6.1 PHASE I : Caractérisation de la toxicité	37
6.1.1 Variabilité de l'effluent	37
6.1.2 Tests de toxicité	39
6.1.3 Description des méthodes de caractérisation de la toxicité	40
6.1.4 Assurance et contrôle de la qualité	42
6.2 PHASE II ET PHASE III : Identification des contaminants spécifiques et confirmation de l'identification	42
CHAPITRE 7 : ÉTUDE DE LA SOURCE D'UN REJET TOXIQUE	44
7.1 Établir un profil à rechercher	47
7.2 Campagne d'échantillonnage de l'affluent et des affluents sources de procédés sélectionnés	47
7.3 Analyses chimiques spécifiques	47
7.3.1 Évaluation des effets du traitement sur les toxiques identifiés	48
7.4 Investigation en amont	49
CHAPITRE 8 : MÉTHODES DE RÉDUCTION D'UN REJET TOXIQUE	51
8.1 Réduction à la source	51
8.2 Amélioration du système de traitement	53
8.3 Évaluation des méthodes alternatives de réduction de la toxicité	55
8.4 Sélection de la méthode de réduction	56
8.5 Implantation de la solution	57
8.6 Suivi et confirmation	57
CHAPITRE 9 : SUIVI ET CONFIRMATION	58

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

1.1 But du Guide

Le but de ce document est de définir la procédure à suivre pour réduire la toxicité et les substances toxiques des effluents industriels. Ce document, suivant de près la méthode préconisée par l'U.S.EPA (1989), présente les diverses étapes guidant la conception et la réalisation d'une étude découlant du Guide d'évaluation et de réduction des toxiques (étude GERT). Cette approche n'est pas nouvelle au MEF puisque plusieurs portions de ce guide ont déjà été employées en tout ou en partie dans les dossiers industriels du Ministère. Ce document permet cependant de présenter plus formellement les différentes étapes possibles.

1.2 Objectif d'une étude GERT

L'étude GERT a pour objectif de déterminer les actions à accomplir pour réduire les rejets toxiques des sources ponctuelles de pollution du milieu aquatique.

L'ampleur d'une étude GERT dépend de chacun des cas rencontrés; en effet, les actions en découlant peuvent être aussi simples que de modifier les pratiques d'entretien et d'opération ou encore de procéder à la substitution de produits chimiques problématiques. Dans des cas complexes, l'étude peut nécessiter des investigations plus poussées pour identifier les substances toxiques problématiques, les systèmes de traitement appropriés ou les options de réduction à la source.

1.3 Contenu du document

Ce document présente la marche à suivre pour concevoir et réaliser une étude GERT dans un établissement industriel.

Compte tenu que les établissements industriels sont tous différents, tant dans leurs opérations, systèmes de traitement, complexité, etc., les problèmes qu'ils rencontrent sont susceptibles de varier. Il est donc essentiel que l'étude GERT soit suffisamment flexible pour permettre de tailler sur mesure les actions à prendre dans l'établissement étudié. Ce document constitue un cadre général, mais méthodique, pour réaliser une étude GERT et non un livre de recettes qui s'applique partout et toujours de la même façon. Certaines situations nécessitent le recours à chacune des étapes du processus alors que d'autres seront restreintes à certaines étapes plus adaptées à un contexte particulier.

La figure 1.1 illustre l'organigramme d'une étude GERT avec ses six étapes principales, décrites en détail dans les chapitres suivants. Bien que toutes les étapes puissent être réalisées indépendamment, elles peuvent aussi être liées de manière séquentielle. Le résumé suivant tentera d'expliquer chacune des étapes et comment elles s'agencent les unes avec les autres.

La **première étape** d'une étude GERT consiste à colliger toute l'information pertinente disponible sur l'établissement industriel faisant l'objet de l'étude (*cf.* chapitre 2). Dans cette étape d'acquisition des données, on peut regrouper les informations nécessaires en trois catégories distinctes. Premièrement, celles liées au déclenchement du programme, qui sont de première importance puisque ce n'est qu'en ayant un but, des objectifs et des échéanciers très clairs que l'étude GERT peut être menée à bien. Deuxièmement, les résultats d'analyses chimiques et biologiques; ceux-ci peuvent déjà nous informer sur la toxicité de l'effluent. Troisièmement, la description des procédés et de l'usine, qui est également essentielle à la conception d'une étude efficace. L'intégration de toutes ces informations est essentielle pour bien concevoir les étapes subséquentes de l'étude.

La **seconde étape** vise l'optimisation des opérations de l'usine susceptibles d'avoir un impact sur les caractéristiques toxiques des effluents. Trois types d'opérations sont principalement visés : les pratiques d'entretien et d'opération, l'utilisation des produits chimiques et enfin les pratiques d'assainissement et le système de traitement; les chapitres 3 à 5 les décrivent plus en détail. Ces évaluations sont entreprises pour déceler les opérations problématiques et pour planifier et réaliser les actions correctrices les plus susceptibles de corriger la situation. Un programme de suivi doit être entrepris pour vérifier les effets des optimisations entreprises. Lorsque ces changements sont efficaces, il y a possibilité d'interrompre immédiatement l'étude GERT (*cf.* figure 1.1). Dans l'éventualité où ces actions ne peuvent résoudre le problème, il faut poursuivre l'étude GERT.

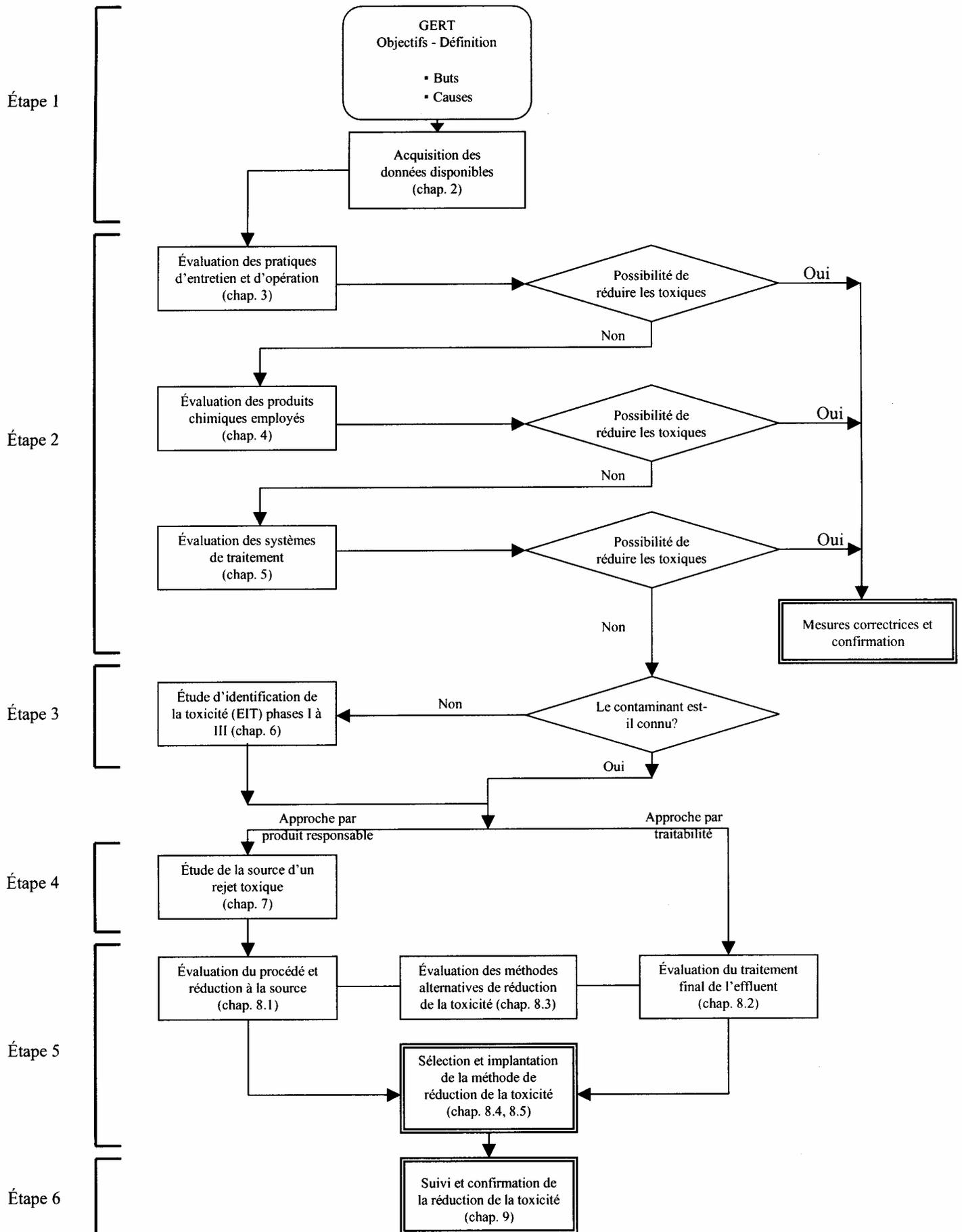


Figure 1.1 : Organigramme présentant les étapes principales du Guide d'évaluation et de réduction des toxiques (GERT)

La **troisième étape**, expliquée au chapitre 6, permet d'identifier la cause de la toxicité retrouvée à l'effluent. Selon l'ampleur qui est donnée à cette étape, l'identification peut se limiter aux diverses classes de substances susceptibles d'être rencontrées (*e.g.* : métaux, substances organiques, etc.) ou encore définir précisément la substance chimique spécifique responsable de la toxicité. Puisque à cette étape on tente d'identifier la cause de la toxicité d'un effluent, il est primordial que la variabilité de ce dernier soit bien connue ou encore que l'on procède à plusieurs vérifications pour s'assurer que la cause de la toxicité ne soit pas variable dans le temps.

Lorsque l'étape d'identification de la cause de la toxicité a été complétée, l'étude GERT peut prendre deux directions : le traitement de l'effluent final ou la recherche de solutions à la source. Ces deux méthodes ne sont pas incompatibles entre elles; elles peuvent même être entreprises simultanément pour choisir par la suite l'option ou la combinaison la plus attrayante tant techniquement qu'économiquement (*cf.* étapes 4 et 5 de la figure 1.1).

Dans le chapitre 8 du document, les méthodes de traitement à l'effluent final ou à la source sont évaluées quant à la possibilité de réduire les impacts toxiques. Pour sa part, la recherche à la source tente d'identifier les affluents internes les plus susceptibles d'engendrer le problème à l'effluent final. Cette évaluation, expliquée au chapitre 7, débute par l'analyse de l'information disponible sur les causes du déclenchement de l'étude. La synthèse de cette information permet d'établir un profil à rechercher à l'intérieur de l'établissement industriel. Lorsque les dépassements sont causés par une substance spécifique bien identifiée, le profil recherché est clair et une analyse chimique est généralement suffisante pour trouver les sources internes à corriger. Lorsque le profil recherché est moins clair (*e.g.* : une classe de substances chimiques), sa recherche peut nécessiter la détermination des caractéristiques toxiques (*cf.* chapitre 6) des divers affluents provenant des procédés internes de l'établissement industriel. La comparaison subséquente du profil recherché parmi tous les affluents internes permet d'identifier ceux qui semblent être les principales causes des dépassements. Par la suite, le traitement ou d'autres méthodes (changement de procédé, etc.) doivent être évalués sur la base de la faisabilité technique et économique, et la plus appropriée doit être retenue et mise en application.

Enfin, **la dernière étape** de l'étude GERT (chapitre 9) consiste à élaborer un programme de suivi et de confirmation des résultats prévus. À la suite de la mise en place des correctifs, il faut que les objectifs du programme soient atteints et maintenus pour s'assurer de la protection des milieux récepteurs.

1.4 Documents d'appui aux études GERT

Voici quelques documents touchant de près ou de loin le contenu d'une étude GERT :

- U.S.EPA, 1989. *Generalized Methodology for Conducting Industrial Toxicity Reduction Evaluations (TRE)*. Risk Reduction Engineering Laboratory. EPA/600/2-88/070;
- U.S.EPA, 1991. *Methods for Aquatic Toxicity Identification Evaluations : Phase I Toxicity Characterization Procedures*. 2nd ed. Environmental Research Laboratory. Duluth, MN. EPA/600/6-91/003;
- U.S.EPA, 1988a. *Methods for Aquatic Toxicity Identification Evaluations : Phase II Toxicity Identification Procedures*. Environmental Research Laboratory. Duluth MN EPA/600/3-88/035;
- U.S.EPA, 1988b. *Methods for Aquatic Toxicity Identification Evaluations : Phase III Toxicity Confirmation Procedures*. Environmental Research Laboratory. Duluth MN. EPA-600/3-88/036;
- MENVIQ. *Produire sans polluer, les technologies propres au Québec*. Gestion et assainissement des eaux;
- MENVIQ, 1991. *La gestion environnementale dans l'entreprise*. 102 p.;
- MENVIQ, 1989. *Répertoire de références en technologies propres*. Industrie information, Centre de recherche industrielle du Québec. 283 p.

De plus, la littérature scientifique regorge d'exemples de diverses industries pour lesquelles la méthode américaine a été employée.

CHAPITRE 2

ACQUISITION DES DONNÉES

La première étape consiste à rassembler toute l'information pertinente à la conception et à la réalisation la plus efficace possible de l'étude GERT. On regroupe cette information dans trois catégories principales :

- informations liées au déclenchement de l'étude GERT; par quel événement le programme a-t-il été occasionné? quels sont les objectifs et les échéanciers du programme (les exigences contenues dans l'attestation d'assainissement par exemple)?, etc.;
- informations liées aux analyses chimiques et biologiques des effluents;
- informations liées à l'établissement et à ses procédés incluant le plan de l'usine, les unités en opération, la nature physico-chimique des divers effluents de procédé, etc.

Dans certains cas, l'information pertinente peut être très abondante et une évaluation judicieuse de celle-ci peut permettre de déceler des indices quant aux causes probables des dépassements ayant entraîné le déclenchement de l'étude GERT.

2.1 **Déclenchement de l'étude GERT**

Dans la très grande majorité des situations, le déclenchement de l'étude GERT sera lié aux attestations d'assainissement, aux certificats d'autorisation ou aux programmes d'assainissement. Les buts devraient être clairement spécifiés et il est essentiel que ceux qui réalisent l'étude dans l'établissement industriel comprennent bien ce qui a déclenché la démarche et ce qui est requis pour en démontrer la réussite.

Le MEF spécifie généralement les déclencheurs de l'étude ainsi que ses buts et ses échéanciers; toutefois, la responsabilité de concevoir et de réaliser l'étude GERT appartient au responsable de l'établissement industriel. Cependant, pour s'assurer que les objectifs, buts, approches retenues, etc. soient bien compris par tous les intervenants, il est toujours préférable que l'étude soit proposée au MEF avant d'être entreprise.

Les déclencheurs sont liés aux objectifs environnementaux de rejet (OER). La détermination de ces objectifs de rejet a pour but le maintien et la récupération de la qualité des milieux aquatiques à l'aval de chacune des sources de pollution. Les OER tiennent compte de la qualité du milieu récepteur, de son débit, du débit de l'émissaire industriel et des critères de qualité de l'eau.

Le dépassement des OER sert de déclencheur aux études GERT. À titre d'exemple, dans le cadre des attestations d'assainissement pour le secteur des pâtes et papiers, on exige une caractérisation d'une année des OER pour évaluer la variabilité des concentrations et charges rejetées. Les dépassements significatifs des OER déclenchent par la suite les études GERT appropriées. Une approche similaire a déjà été appliquée dans les certificats d'autorisation de plusieurs nouveaux établissements.

2.2 Résultats d'analyses

Il existe trois principales sources de données touchant les effluents d'un établissement industriel : les données que l'établissement doit fournir en conformité avec les règlements, certificat d'autorisation (C.A.), etc., les données internes et, enfin, les données prélevées par les ministères de l'Environnement provincial et fédéral. La compilation de ces données peut être intéressante pour évaluer l'ampleur et la variabilité temporelle des rejets toxiques. De plus, puisque les programmes de mesure de la toxicité utilisent généralement plus d'une espèce, la compilation des résultats d'analyses donne la possibilité de retenir le test le plus rapide ou le moins coûteux comme outil de mesure pendant l'étude GERT.

- Les données que doivent fournir les établissements conformément à leur C.A. ou règlement sont susceptibles d'être importantes compte tenu du caractère routinier qui leur est associé. Ces registres de données peuvent inclure des mesures de substances spécifiques, de paramètres conventionnels (DBO, DCO, COT, pH, MES, etc.) ou des données de toxicité. L'étude de ces résultats peut permettre d'accroître la compréhension des phénomènes de variabilité des rejets toxiques et de mieux concevoir le nombre, la fréquence et la synchronisation des échantillonnages nécessaires à l'étape d'identification de la toxicité (*cf.* chapitre 6) lorsque cette dernière est entreprise. De plus, on peut tenter de corrélérer les variations des mesures chimiques avec les variations des mesures biologiques pour identifier les substances qui semblent suspectes. La présence d'une corrélation très forte devrait être vérifiée en procédant à l'étape d'identification de la toxicité afin de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse (*cf.* chapitre 6).

- Les données internes peuvent également être importantes lorsque disponibles; en effet, certains établissements procèdent à des analyses supplémentaires pour leur propre information. Ces données peuvent être utiles pour documenter l'efficacité du système de traitement, les apports de certains procédés, etc. Ici également, on peut tenter de corréler les résultats d'analyses avec les données de toxicité.
- Les données disponibles auprès du MEF, d'Environnement Canada ou des associations industrielles sont susceptibles de contenir des renseignements pertinents sur l'établissement industriel faisant l'objet de l'étude.

2.3 **Description des procédés et de l'usine**

La bonne connaissance des caractéristiques de l'usine et de son fonctionnement est de première importance dans la réalisation efficace d'une étude GERT. Pour ce faire, plusieurs documents doivent être consultés, par exemple : les plans de l'usine, la description des procédés et des systèmes de traitement, les horaires de production, les résultats d'analyses des divers affluents du système de traitement, les rapports de déversements accidentels, etc. L'évaluation de ces informations est très importante dans les premières étapes puisqu'elle permet de découvrir des indices permettant de mieux concevoir l'étude GERT.

L'information générale sur la configuration des lieux et les modes d'opération des diverses unités de production et du système de traitement peut être rassemblée grâce aux divers plans et aux registres d'opération de l'usine. Les informations telles le nombre, le type, la grosseur et la variabilité des affluents en provenance des diverses unités de l'établissement doivent également être soigneusement répertoriées. En effet, lorsque les changements dans la séquence de production ou le fonctionnement de certaines opérations semblent corrélés avec les événements toxiques ou les dépassements, on peut présumer qu'une investigation de ces activités est pertinente à l'étude GERT. De même, quand la toxicité disparaît lorsqu'un équipement est en période de révision et qu'elle réapparaît lorsqu'il est remis en service ou, à l'inverse, que la toxicité se produit lorsqu'une unité est remise en service, alors ces portions de procédés seront à investiguer en priorité.

Du côté des systèmes de traitement, les informations touchant le type, la configuration et le registre des problèmes de fonctionnement des divers équipements ainsi que le nombre et la localisation des équipements d'égalisation sont primordiales dans l'évaluation initiale des problèmes. En effet, si les événements toxiques sont corrélés aux mauvais fonctionnements des systèmes de traitement, ces derniers devront faire l'objet d'une investigation poussée comme première action de l'étude GERT. De même manière, des problèmes de dépassement concentrés en certaines saisons pourraient être

liés aux variations saisonnières des efficacités de traitement.

En plus des informations précédentes, les usines possèdent généralement des données internes qu'elles recueillent de façon routinière à divers points des procédés ou chaînes de production. Ces données, souvent liées au contrôle de qualité, peuvent également être utiles pour identifier les sources potentielles de rejets toxiques à l'effluent final. Lorsque des résultats d'analyses chimiques permettent d'identifier des paramètres dont les concentrations pourraient dépasser les critères de toxicité à l'effluent final, il pourrait être prudent de vérifier si la dégradation ou l'enlèvement permettent de les exclure comme contributeur important aux dépassements enregistrés. Si ces substances n'ont pas été identifiées dans l'effluent final, il peut être intéressant de les mesurer ou encore de vérifier leurs effets lors de la réalisation de la phase de caractérisation de la toxicité (*cf.* chapitre 6).

2.4 **Analyse des données**

Dans cette étape d'acquisition des données, on procède d'abord à la cueillette de toute l'information pertinente provenant des diverses sources potentielles répertoriées, et ensuite à son analyse. Quand les données sont bien corrélées avec les épisodes de dépassement, on est alors en présence de bons candidats à évaluer plus profondément. Toutefois, une multitude de paramètres chimiques ou physiques peuvent cependant covarier entre eux et ainsi masquer la relation entre une substance spécifique et les résultats de toxicité. De plus, il faut être prudent avant de conclure qu'un paramètre bien corrélé avec la toxicité en est effectivement la cause. En effet, un paramètre pourrait varier en même temps que la substance causant la toxicité sans pour autant avoir d'effet toxique réel.

Pour éviter les situations de faux positifs, il est recommandé de vérifier ces corrélations positives en réalisant l'étude de caractérisation de la toxicité (*cf.* chapitre 6, phase I). Ainsi, dans l'éventualité où, par exemple, l'étape de complexation des métaux ne peut neutraliser la toxicité que l'on supposait causée par un métal, on doit alors conclure que la corrélation suspecte était un faux positif. Il est donc approprié de bien vérifier les hypothèses avancées lors de cette étape d'acquisition et d'analyse des données avant de procéder à la mise en place définitive des correctifs.

CHAPITRE 3

BONNES PRATIQUES D'ENTRETIEN ET D'OPÉRATION

Les bonnes pratiques d'entretien et d'opération couvrent l'ensemble des pratiques de l'établissement industriel qui affectent la qualité de l'eau de l'effluent. Les facteurs touchés sont :

- la propreté générale;
- les mesures de prévention et de contrôle des déversements;
- les aires d'entreposage des matières et des déchets;
- les équipements de manutention des produits;
- la manutention et l'élimination des déchets;
- le contrôle du ruissellement.

Un établissement industriel qui utilise de bonnes pratiques d'entretien et d'opération va réduire la contribution des produits chimiques qui ruissellent, les déversements et les événements analogues qui engendrent des charges toxiques à l'effluent.

Ce chapitre décrit les éléments individuels de bonnes pratiques d'entretien et d'opération dans un établissement industriel et présente des critères afin d'évaluer celles-ci. Les méthodes d'identification de mesures correctrices sont étudiées ainsi que la sélection, la mise en place des mesures correctrices appropriées et le suivi.

La figure 3.1 illustre les étapes d'une étude des bonnes pratiques d'entretien et d'opération. On peut trouver des exemples de bonnes pratiques d'entretien et d'opération dans les fiches de technologies propres du Ministère.

3.1 **Début d'une étude de bonnes pratiques d'entretien et d'opération**

Lorsqu'un niveau de toxicité trop élevé est identifié à l'effluent, une étude de bonnes pratiques d'entretien et d'opération devrait être planifiée. Le but d'une telle étude est : 1) d'identifier les endroits qui peuvent contribuer à la toxicité observée et, 2) de réduire ces contributions par l'emploi de meilleures pratiques de gestion et de contrôle administratif. Les solutions simples, économiques sont donc recherchées.

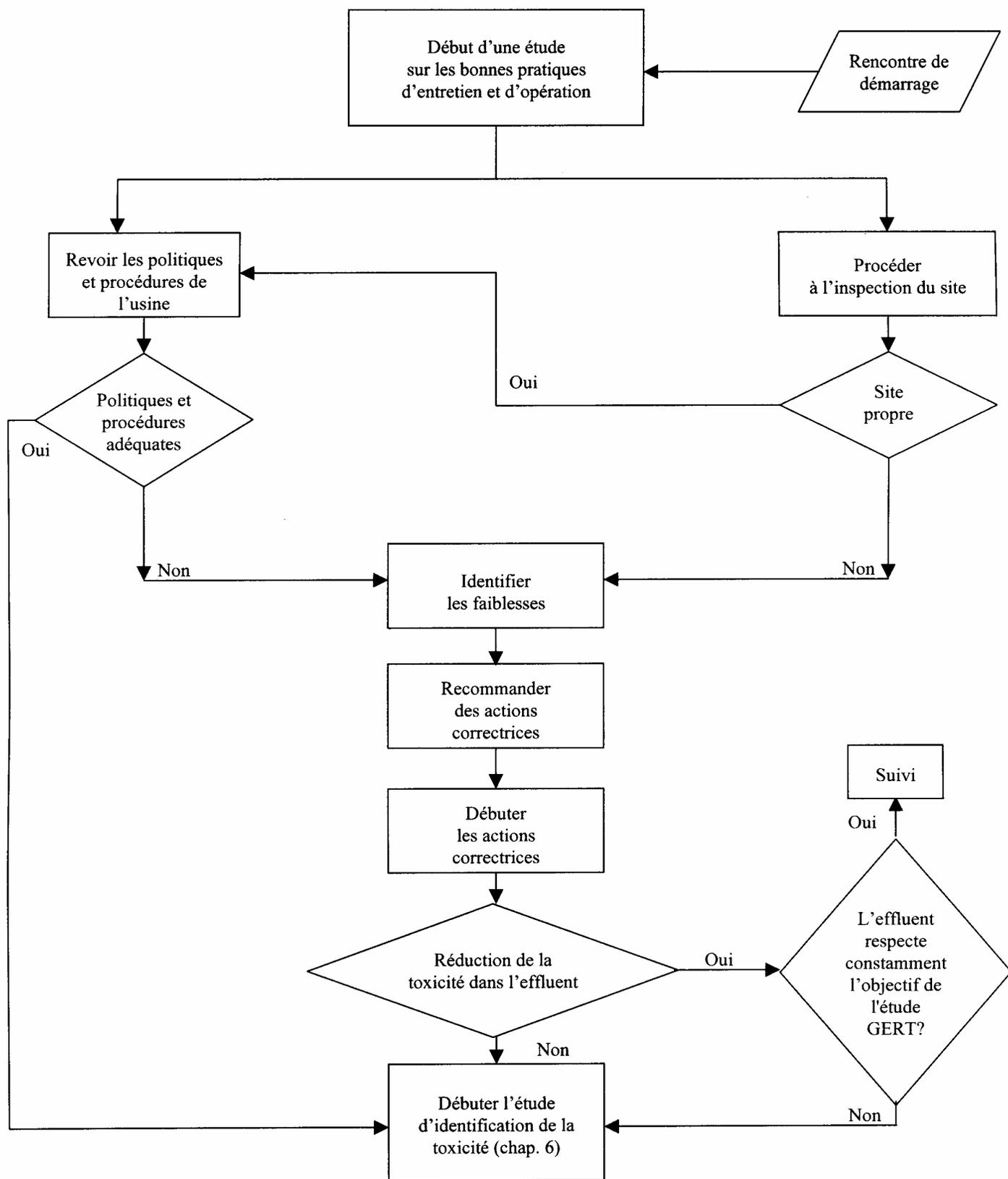


Figure 3.1 : Organigramme présentant le processus d'optimisation des bonnes pratiques d'entretien et d'opération dans le cadre d'une étude GERT

La première étape de l'étude consiste en la mise sur pied et la coordination d'une équipe qui recueille l'information pertinente. Les études de bonnes pratiques d'entretien et d'opération sont quelque peu subjectives. Afin d'éviter les conflits entre les membres de l'équipe d'étude et le personnel de production, on devra insister sur le fait que l'équipe ne cherche pas à découvrir de mauvaises pratiques d'entretien et d'opération, mais veut découvrir des pratiques, qu'elles soient bonnes ou mauvaises, pouvant affecter la toxicité de l'effluent. Avant de débiter l'étude, une bonne compréhension devra s'établir avec la direction de l'établissement industriel et le personnel responsable des opérations. Celle-ci devra déboucher sur :

- la procédure organisationnelle à suivre afin d'obtenir les autorisations visant à faire les changements nécessaires;
- les ressources disponibles au niveau de la production pour chercher, définir et introduire les changements d'opération et de production;
- le degré de justification requis avant l'introduction des nouvelles pratiques, incluant l'effet qu'une action ou inaction particulière peut avoir sur l'opération générale de l'établissement;
- le coût, la facilité d'introduction et le degré de bénéfice attendu.

Les membres de l'équipe d'étude devraient revoir les procédures, documentées ou non, afin d'évaluer le degré d'importance accordé aux bonnes pratiques d'entretien et d'opération. Ceci devra comprendre une revue documentaire, de même que des entrevues avec le personnel.

De plus, les individus ayant une expérience considérable, et ayant par conséquent une connaissance des opérations de l'établissement industriel affectant les pratiques d'entretien et d'opération, devraient être identifiés. Ces individus devraient être rencontrés afin d'établir un sommaire des opérations et dresser l'historique des opérations.

3.2 **Évaluation des pratiques d'entretien et d'opération**

Une fois l'information pertinente regroupée, on peut commencer le tour d'horizon. Celui-ci comportera deux phases : la première consiste en une revue des politiques et procédures de l'établissement industriel, la seconde étant une inspection sur le plancher et le terrain. Les zones à inclure dans cette inspection sont :

- les zones de chargement et de déchargement ou d'entreposage;
- les zones d'entreposage endiguées;

- les zones de manutention et d'entreposage des matières premières et des déchets;
- la zone de procédé et les pratiques de nettoyage des équipements;
- les laboratoires, incluant les pratiques de manutention des déchets de laboratoire;
- l'ensemble des conduites;
- les pratiques de ventilation à l'atmosphère, incluant l'opération des épurateurs;
- la contribution au débit total des sources diffuses;
- les anciens sites d'élimination de déchets;
- les zones de ruissellement en provenance des équipements de procédé et de la tuyauterie;
- les émissions des cheminées;
- les pratiques d'entretien de routine.

Cette liste est générale. La liste d'un établissement industriel particulier sera évidemment spécifique à celui-ci. Une étroite collaboration avec les employés de l'établissement industriel est nécessaire afin de s'assurer que toutes les zones pertinentes seront incluses.

Une attention particulière devra être portée aux zones jugées à risques ou ayant connu des déversements. La proximité de ces zones par rapport au réseau d'égout (canal de drainage, trou d'homme) devra être soulignée. Si nécessaire, des plans de cheminement du ruissellement de l'établissement seront développés afin d'en évaluer l'impact.

Le rejet de l'eau accumulée dans les zones d'entreposage endiguées est à considérer. Souvent, le critère de rejet découle d'une inspection visuelle (couleur, présence d'huile, etc.). Ce critère n'est évidemment pas adéquat lorsque des substances toxiques ne peuvent être détectées visuellement.

Les pratiques de laboratoire devraient également être examinées, surtout si une petite quantité de produit est éliminée sur une base régulière. Les laboratoires peuvent être la source de petites quantités de produits très toxiques qui, s'il ne sont pas éliminés adéquatement, peuvent avoir un impact important sur la qualité de l'effluent.

L'entretien régulier, les modifications aux procédés et les procédés en développement devront également faire partie du tour d'horizon. Une détection rapide d'une fuite (valve qui fuit, joint non étanche) peut avoir un impact important sur la propreté; corrigée rapidement, l'impact sur l'effluent final sera négligeable. Par contre, si ces problèmes ne sont pas détectés et réglés rapidement, l'impact sur l'effluent final peut être significatif.

Les émissions atmosphériques peuvent contenir des substances toxiques. Ces dernières peuvent se retrouver à l'effluent final via la déposition et le lavage durant les précipitations. L'accumulation de petites quantités dans le temps peut résulter en un rejet mesurable lors de précipitations (exemple :

contamination de l'eau de pluie sur les toits).

Lorsque les conditions observées sont comparées aux critères établis, on doit décider si on initie un changement des pratiques d'entretien et d'opération ou non. Afin d'aider la prise de décision, il peut être avantageux de développer une liste de priorités d'actions. La progression sera subjective. Elle devra cependant servir de base à la décision d'aller de l'avant et déterminer comment donner la priorité aux changements en regard de leurs effets sur le respect des objectifs de rejet à l'effluent.

3.3 Identification des zones à risques

Après avoir complété l'évaluation préliminaire, l'identification des zones à risques devrait débiter. Si un programme de prévention des déversements est disponible, il pourra être utilisé. Les zones à risques peuvent être identifiées en examinant les points suivants :

- la probabilité de rejet de substances toxiques;
- le type et la fréquence des rejets pouvant survenir;
- la quantité de substances toxiques;
- l'effet du rejet sur la qualité de l'effluent final.

Ces facteurs, de même que tous les autres qui pourront être révélés à l'étape de l'identification des zones à risques, devront être mis en priorité. La mise en priorité de ces facteurs peut contenir des éléments subjectifs et objectifs. Elle devrait contenir entre autres l'effet probable d'un rejet d'une zone spécifique sur la qualité finale de l'effluent. Par exemple, une zone identifiée lors de l'étude préliminaire comme nécessitant des améliorations des pratiques d'entretien et d'opération peut n'avoir aucun impact sur l'effluent final. S'il est possible de ségréguer les zones à impact probable des autres zones, le travail en sera d'autant facilité.

Une fois la pondération complétée, une valeur relative peut être assignée à chaque zone problématique. Celle-ci peut être attribuée en considérant les pertes de production, l'effet perçu sur l'environnement, les efforts nécessaires aux changements prévisibles ou tout autre facteur pertinent (ex. : possibilité de faire les travaux lors d'un arrêt de production déjà prévu). En combinant cette valeur relative à la probabilité de rejet de chacune des zones, on établira une relation qui permettra de juger de la nécessité d'améliorer les pratiques d'entretien et d'opération. Les sites nécessitant une intervention peuvent être ordonnés, ceux requérant une attention immédiate ayant un rang supérieur. Lorsque ce rang sera établi, l'identification et la sélection des mesures correctrices peuvent débiter.

Si l'étude des pratiques d'opération et d'entretien ne révèle aucune zone à risques, il faut procéder à l'évaluation des produits chimiques employés (cf. chapitre 4).

3.4 **Identification des actions correctrices**

Après avoir identifié les zones à risques, les mesures correctrices appropriées doivent être examinées. Les mesures correctrices peuvent inclure, entre autres :

- grand ménage, pavage ou endiguement;
- changement dans le procédé ou dans les méthodes d'opération;
- récupération du matériel perdu;
- analyse de l'eau endiguée avant son rejet;
- capacité d'entreposage accrue de l'eau afin d'éviter les chocs toxiques lors de précipitations abondantes (ceux-ci surviennent normalement lors d'une pluie abondante après une longue période de temps sec);

- modification ou changement d'équipement.

Chaque mesure correctrice devra pouvoir résoudre un problème potentiel sans pour autant causer des perturbations incontrôlables sur le procédé. Le rapport gain anticipé sur coût et la continuité des améliorations dans le temps devront être considérés. À titre d'exemple, un nettoyage immédiat de la zone de chargement peut provoquer des résultats immédiats. Cependant, si les procédures de chargement demeurent inchangées, le problème ressurgira. Dans ce cas, la solution finale nécessite une deuxième étape, soit une modification des procédures de chargement ou un système de collecte et de récupération du matériel perdu.

Les bonnes pratiques d'entretien et d'opération sont normalement acquises ou apprises. Elles peuvent souffrir du « syndrome de la tradition », les opérations ayant toujours été effectuées d'une certaine façon, le personnel est peu enthousiaste au changement. Une sensibilisation peut s'avérer nécessaire afin de convaincre le personnel concerné du bien-fondé des modifications. Dans d'autres cas, les pratiques d'opération et d'entretien peuvent être améliorées en formalisant de nouvelles méthodes ou procédures à des endroits où les méthodes actuelles n'ont jamais été formalisées. La formalisation de nouvelles méthodes peut être suffisante pour générer des changements positifs.

Évidemment, les mesures correctrices ne seront pas requises dans les zones ayant peu ou pas d'influence sur la qualité de l'effluent final même si, une fois identifiées, elles peuvent être implantées pour d'autres raisons. La probabilité d'engendrer des changements positifs par l'implantation de mesures correctrices, de même que la volonté des employés d'implanter les changements requis une fois identifiés, devront être considérés.

3.5 **Sélection des actions correctrices**

Après avoir identifié les différentes mesures correctrices, on doit procéder à la sélection de l'une d'elles. Le degré de bénéfice, le coût et la facilité d'implantation seront à considérer.

La plupart des solutions de bonnes pratiques d'entretien et d'opération ne sont pas coûteuses, puisqu'elles impliquent plus souvent des changements de méthodes plutôt que des changements d'équipements.

La facilité d'implantation est un élément à ne pas négliger. En effet, les solutions ne nécessitant que des ajustements mineurs seront mieux reçues par les employés et elles auront souvent plus de succès à long terme.

L'opportunité d'une solution est également un élément important. Les solutions pouvant s'implanter rapidement et avec peu ou pas d'interruption de la production vont être mieux acceptées, et auront du même coup plus de chance de succès.

3.6 **Implantation des actions correctrices**

Une fois les mesures appropriées retenues, la phase d'implantation débute. Cette phase doit être planifiée soigneusement afin de maximiser l'utilisation des employés et de leur expertise et, du coup, faciliter l'acceptation du programme. À ce titre, les employés ayant participé aux phases antérieures peuvent servir de catalyseur au changement. Puisque la plupart des améliorations des pratiques d'entretien et d'opération font appel à des changements de méthodes, l'acceptation et l'implication de tous les employés sont primordiales pour le succès continu du programme.

Le contrôle de l'implantation devrait être confié le plus possible aux employés afin de s'assurer du succès à long terme des améliorations.

De façon à confirmer l'efficacité des mesures correctrices implantées, des tests de toxicité et des caractérisations devraient avoir lieu avant et après leur implantation. Les résultats de ces essais seront nécessaires lors de comparaison avec les évaluations de suivi.

3.7 **Suivi et confirmation**

Une fois la solution implantée, l'étude de suivi devrait débuter (*cf.* chapitre 9). Sommairement, cette étude devrait comprendre :

- le maintien de l'implantation;
- l'évaluation et la confirmation de l'efficacité sur les rejets toxiques;
- l'impact de la solution sur les opérations;
- la rigidité du processus d'implantation (succès à long terme).

Le but du suivi est de déterminer :

1. si la solution telle qu'envisagée au départ a eu l'effet escompté sur la toxicité de l'effluent final;
2. si la solution a été bien reçue par les employés;
3. si les opérations continuent d'avoir un impact positif sur la réduction de la toxicité de l'effluent final.

Les études de suivi peuvent également servir à identifier des zones à risques additionnelles qui n'ont pas été remarquées lors de l'étude initiale.

Si l'étude de suivi indique que les améliorations des pratiques d'entretien et d'opération n'ont pas entraîné les réductions de toxicité escomptées, des solutions alternatives seront nécessaires. Une telle situation peut nécessiter une évaluation plus détaillée du système de traitement (chapitre 5), une identification plus détaillée des facteurs causant la toxicité (chapitre 6) et l'investigation de la contribution des affluents internes (chapitre 7).

Afin de diminuer le débit d'eau à traiter et, du même coup, augmenter le rendement du traitement, réduire la quantité de produits chimiques utilisés et la quantité de boues à éliminer, un établissement industriel québécois procéda à l'ensemble des modifications suivantes :

- un réservoir est dédié au recyclage de l'eau de lavage des réservoirs de production;
- une sensibilisation des employés permet d'éliminer les gaspillages d'eau;
- l'eau de lavage est utilisée pour ajuster les produits finis;
- la production est planifiée de façon à minimiser les besoins de nettoyage;
- les produits hors spécification sont retravaillés;
- des conduites sont dédiées à des produits compatibles et des pompes sont installées devant presque tous les réservoirs de storage, éliminant ainsi le lavage des conduites et des pompes.

CHAPITRE 4

ÉVALUATION DES PRODUITS CHIMIQUES EMPLOYÉS

Dans ce chapitre, on tente d'optimiser l'utilisation des produits chimiques. Les actions initiales à entreprendre pour en vérifier l'utilisation optimale sont les suivantes :

- revoir les modes d'utilisation des produits chimiques dans les procédés pour s'assurer que seules les quantités nécessaires sont employées;
- revoir toutes les données de toxicité touchant les intrants (matières premières et produits chimiques utilisés) ainsi que leurs contaminants et sous-produits. Cette revue doit être faite en fonction des concentrations réelles ou possibles à l'effluent final et spécialement pour les données provenant des espèces, genres ou familles d'organismes aquatiques utilisés pour tester les effluents de l'établissement;
- revoir l'information sur la dégradabilité aqueuse des intrants (matières premières et produits chimiques) et de leurs contaminants et sous-produits;
- vérifier si des alternatives moins toxiques ou plus dégradables sont appropriées.

Le but de cette optimisation est d'identifier des solutions simples aux problèmes de rejets toxiques en tentant de retirer à la source des substances susceptibles de causer la toxicité à l'effluent. Lorsque le déclencheur de l'étude GERT est une substance bien définie (un métal par exemple), cette optimisation est assez simple. Par contre, lorsque le déclencheur est un test de toxicité, il n'y aura pas, en général, de relation de cause à effet établie entre les substances à enlever et la toxicité. On peut cependant avoir des indications quant à la possibilité de certaines substances de participer aux problèmes qu'il faut solutionner. Ces informations peuvent provenir d'expériences similaires vécues dans d'autres établissements ainsi qu'à partir de la littérature scientifique. La figure 4.1 nous présente l'organigramme à suivre pour réaliser ce processus d'optimisation.

4.1 Cueillette de l'information

Il y a deux sources principales d'information dans ce processus d'optimisation des produits chimiques : celle touchant le procédé et son opération et celle touchant les fiches signalétiques (MSDS) des produits.

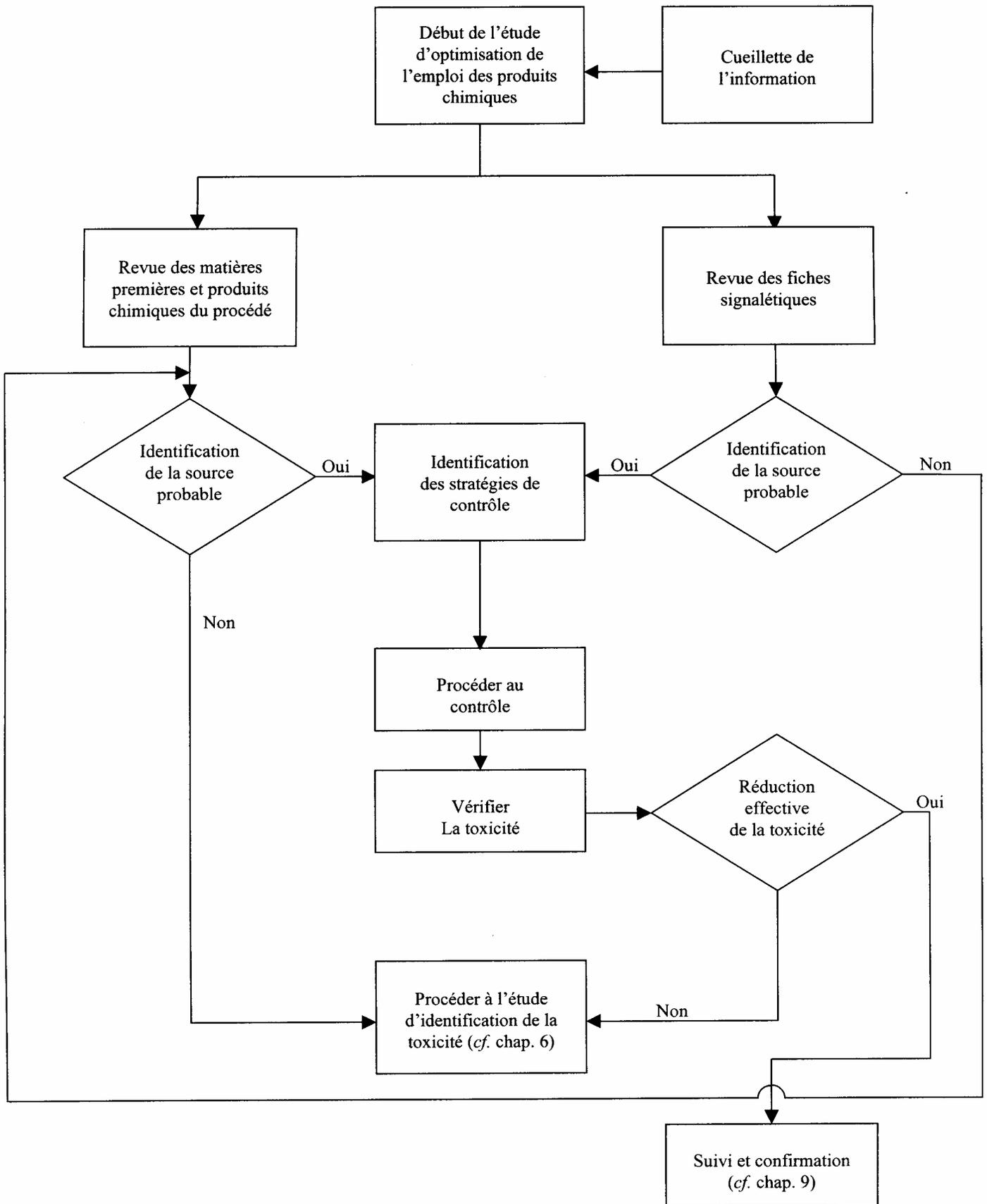


Figure 4.1 : Organigramme présentant le processus d'optimisation des produits chimiques dans le cadre d'une étude GERT

Les informations touchant le procédé et son opération permettent de décortiquer les processus de fabrication en plusieurs opérations unitaires et les quantités de produits chimiques qui leur sont associées. La revue de ces informations devrait comprendre, si possible :

- l'examen des affluents en provenance des divers procédés;
- l'examen des produits chimiques et matières premières (incluant les contaminants et sous-produits) utilisés dans les procédés;
- l'examen des produits chimiques employés dans le traitement;
- les taux d'utilisation des produits chimiques et des matières premières;
- le pourcentage des produits chimiques qui reste dans le produit fini;
- les activités de réutilisation et de recyclage des produits chimiques.

Le cumul de ces informations est utile pour définir quels procédés et affluents sont les plus susceptibles d'influencer la toxicité de l'effluent. Il faut également procéder à la recherche de toutes les fiches signalétiques des produits chimiques employés et en faire une liste complète. Ces fiches, généralement disponibles auprès des responsables de la santé et sécurité de l'établissement ou des fournisseurs de produits chimiques, servent à identifier les sources probables de toxicité, de même que le potentiel d'additivité de la toxicité en provenance de plusieurs substances.

Il faut se rappeler que les concentrations d'intérêt sont celles que l'on retrouve à l'effluent final; cependant, les concentrations aux affluents peuvent également être utiles comme traceurs, par exemple dans le cas où la concentration à l'effluent final serait toxique à des niveaux inférieurs à la limite de détection analytique utilisée.

4.2 **Révision des produits chimiques du procédé**

Il s'agit ici de réviser le rôle et la quantité des produits chimiques employés pour déceler tous ceux pour lesquels l'utilisation semble non optimale. Très souvent, l'utilisation de ces produits est davantage dictée par la poursuite d'une habitude (qui fonctionne depuis longtemps) plutôt que par une étude plus scientifique. L'utilisation de chacun des produits devrait être questionnée et les fournisseurs devraient être contactés au besoin pour confirmer la pertinence des dosages employés.

Les principales étapes du processus d'optimisation des produits chimiques du procédé comprennent les actions suivantes :

- faire une liste de tous les produits utilisés;
- faire une liste des quantités utilisées (*e.g.* : par mois);
- déterminer les quantités par unité de production;
- déterminer les quantités par litre d'eau rejeté.

Pour chacun des produits utilisés, il faut répondre aux questions suivantes :

- quelle est l'utilité de ce produit?
- peut-on en réduire la quantité?
- peut-on le réutiliser?
- est-il vraiment obligatoire d'en rejeter?

Après cette révision des produits chimiques du procédé, on devrait avoir une vision assez claire de leur utilisation pour déceler les impacts potentiels des opérations sur la toxicité de l'effluent.

4.3 **Révision des fiches signalétiques**

Il s'agit ici de revoir toute l'information sur la toxicité aquatique pouvant se retrouver dans les fiches signalétiques et de contacter les fournisseurs si aucune information pertinente ne s'y retrouve.

Les principales étapes de cette révision comprennent :

- l'obtention de la fiche signalétique pour chacun des produits chimiques pouvant être rejetés aux effluents;
- la mise en évidence des sections où les fiches traitent de la toxicité aquatique;
- l'examen de la section sur les composantes dangereuses (Hazardous Ingredient) et la rédaction de la liste des substances qui y sont notées;
- l'examen de la section sur l'élimination (Disposal) et la vérification de sa classification comme un déchet dangereux;

- l'examen de la section environnement de la fiche et la vérification de la disponibilité des données de toxicité aquatique (*e.g.* : CL₅₀); si elles sont absentes, communiquer avec le fournisseur pour les exiger;
- l'obtention et l'examen de la biodégradabilité de chacun des composés suspects;
- la classification de toutes les substances chimiques selon leur danger, leur potentiel d'irritation, leur toxicité aquatique (qui doit si possible être complétée par les données provenant des sources de référence habituelles).

Par exemple, une substance biocide est utilisée comme additif dans une tour de refroidissement d'un établissement faisant l'objet de l'étude GERT; sa fiche signalétique doit donc être obtenue (dans l'établissement ou chez le fournisseur) et révisée par la suite. La section de la fiche sur l'information toxicologique ne traite que des humains et des animaux, mais celle sur les déversements et l'élimination (Spill and Disposal) nous indique que le produit est toxique pour les poissons. La section subséquente sur les informations environnementales contient des données de toxicité sur la daphnie (*e.g.* : CL₅₀ = 0,15 mg/l) et le méné tête-de-boule (*e.g.* : CL₅₀ = 0,12 mg/l), ce qui confirme une toxicité significative du produit. Puisque aucune donnée sur la biodégradation du produit n'est disponible dans la fiche, on le conserve comme agent causal possible que l'on devra examiner de façon plus approfondie.

Après révision des informations contenues dans toutes les fiches signalétiques, il faut répondre aux questions suivantes :

- existe-il des produits plus dégradables ou moins toxiques?
- est-ce possible d'isoler (ou de traiter avant rejet) les produits chimiques qui semblent les plus problématiques?
- est-ce que certains produits utilisés en grande quantité (*i.e.* en concentration supérieure au seuil de toxicité) ont été identifiés à l'étape précédente de révision des produits chimiques du procédé?

4.4 **Révision de la composition des matières premières**

À cette étape, on cherche à définir si les matières premières peuvent perdre des composantes susceptibles de se retrouver ultimement dans les effluents. Lorsque certaines substances sont identifiées comme telles, on recherche alors les mêmes informations que pour les produits chimiques du procédé (*cf.* 4.2). Dans ce cas-ci cependant, la manière de procéder est plus spécifique à chacun des cas étudiés. Les questions qu'il faut se poser sont :

- y a-t-il des substances chimiques perdues?
- quelles sont-elles?
- en quelles quantités sont-elles perdues?
- pourquoi le sont-elles?
- est-il obligatoire de les perdre?
- existe-t-il des alternatives moins problématiques?

4.5 **Résultats de la phase d'optimisation de l'usage des produits chimiques**

On devrait être en mesure, une fois ce travail terminé, de dresser :

1. une liste de tous les produits chimiques utilisés dans les diverses opérations de l'établissement, incluant les quantités utilisées, pourquoi elles sont nécessaires et quelle est l'optimisation réalisée;
2. un résumé de l'information colligée sur tous les produits utilisés, selon les fiches signalétiques et la littérature scientifique lorsque nécessaire;
3. une liste de tous les produits chimiques et matières premières achetés mensuellement et la production correspondant à leur utilisation.

Cette information pourra être de première importance ultérieurement lorsque l'on appliquera l'approche d'élimination à la source. Ainsi, supposons que le cuivre ait déclenché l'étude GERT ou qu'il soit détecté comme agent responsable de la toxicité lors de l'étape d'identification de la toxicité (cf. chapitre 6), il faudra alors investiguer tout produit utilisé susceptible d'en contenir.

Il faut également ajouter que l'expérience acquise dans des établissements de même catégorie industrielle permet souvent de définir des composés problématiques qui peuvent se retrouver dans plusieurs usines. Si la composante toxique est connue, on peut alors demander aux fournisseurs de réduire ou d'éliminer cette composante de tous les produits employés par l'établissement industriel (e.g. : agent anti-mousse contenant des précurseurs de dioxines et furannes chlorés).

L'analyse des données ne nécessite pas obligatoirement l'utilisation de techniques sophistiquées; cependant, ces dernières pourraient être utiles s'il est impossible de relier adéquatement les données de toxicité et les quantités de produits utilisés, les volumes d'eaux usées, etc.

Enfin, l'évaluation des produits chimiques employés est très utile puisqu'elle permet d'identifier les sources potentielles de substances problématiques ainsi que de confirmer le rôle que jouent certains produits dans la toxicité des effluents. Le fait de l'ignorer risque par exemple d'engendrer des changements coûteux à un système de traitement, alors que la simple substitution d'un produit chimique pourrait solutionner le problème.

- Une entreprise québécoise ayant des problèmes avec le chrome a découvert qu'une de ses matières premières, le sulfure de sodium (Na_2S), était fortement contaminée par le chrome. Des représentations auprès du fournisseur ont permis de réduire l'apport de ce métal dans la matière première achetée par l'établissement industriel.
- Une entreprise québécoise utilisant de l'acide pour fins de neutralisation d'un effluent basique a découvert que cet acide contenait des quantités appréciables de substances organochlorées. Un approvisionnement différent a permis d'éliminer cette source de contamination.

CHAPITRE 5

ÉVALUATION DES SYSTÈMES DE TRAITEMENT

Un élément déterminant pour réduire les toxiques présents dans les effluents d'une industrie est l'évaluation et l'optimisation des équipements de traitement des eaux usées. Des composés toxiques peuvent être émis dans l'environnement même si le système de traitement est opéré selon les règles de l'art en suivant les critères de conception. En effet, ces derniers critères, établis pour obtenir un niveau acceptable de traitement des paramètres conventionnels et de certains paramètres spécifiques fixés au moment de la conception, peuvent nécessiter des modifications. Il serait peut-être possible, à l'aide des mêmes équipements, de réduire les composés toxiques si des ajustements étaient faits pour permettre des conditions d'opération autres que celles établies lors de la conception. L'objectif de cette optimisation est de s'assurer que le système de traitement fonctionne de façon optimale en ce qui a trait à l'enlèvement des composés prévus lors de la conception, en plus de permettre de maximiser les probabilités d'enlèvement d'autres composés toxiques.

L'évaluation d'un système de traitement est représentée schématiquement à la figure 5.1 et chacune des étapes est décrite en détail dans ce chapitre.

En premier lieu, il est bon d'établir une liste des paramètres à examiner. Chaque liste est spécifique au système de traitement évalué et va dépendre de l'information recueillie auprès des différentes personnes ressources, à partir des plans de conception du système de traitement, des documents relatifs à la construction et des registres d'opération incluant les données de surveillance de l'efficacité du système de traitement (échantillonnage de l'affluent et de l'effluent).

Ce chapitre présente les différentes étapes requises pour une évaluation critique et une optimisation des opérations du système de traitement. La présentation est faite, de façon générale, pour permettre une vision d'ensemble des paramètres opérationnels à considérer et des techniques analytiques qui pourront être utilisées, puisque chaque programme d'évaluation demeure spécifique au système de traitement étudié.

5.1 **Identification des informations disponibles**

Les informations pertinentes pour l'évaluation des systèmes de traitement seront celles concernant la conception et l'efficacité. Les plans de conception du système doivent inclure la description de chacune des composantes ainsi que leurs interactions, leurs capacités nominales, les charges et les composés à traiter pour lesquels le système a été construit.

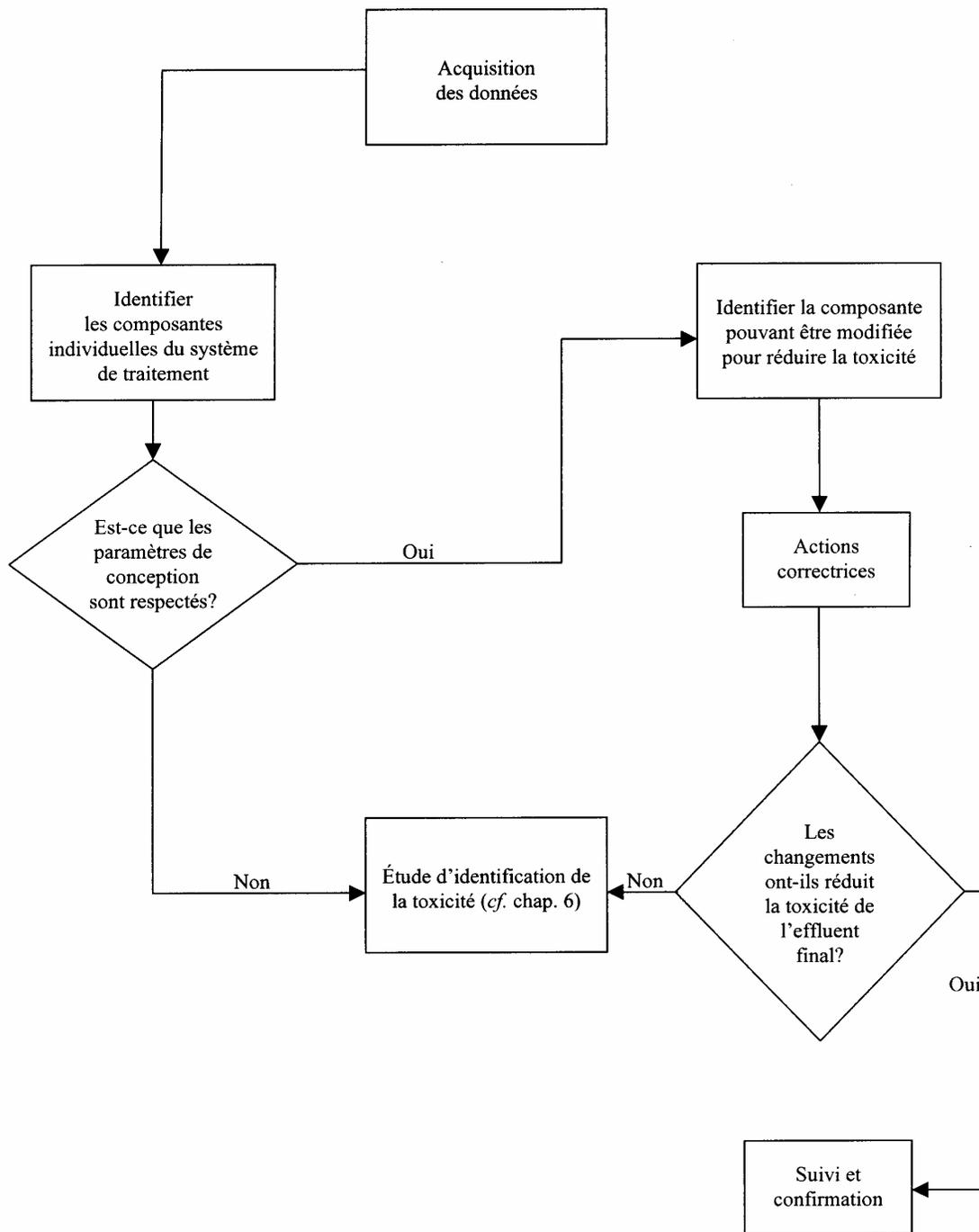


Figure 5.1 : Organigramme présentant le processus d'optimisation des systèmes de traitement dans le cadre d'une étude GERT

L'identification des critères d'efficacité peut être utile pour évaluer la performance des opérations courantes. Ces différentes informations peuvent provenir de plusieurs sources comme la documentation de conception du système de traitement, la documentation concernant les modifications apportées au système, les plans du système. Les données concernant la qualité de l'affluent et de l'effluent qui peuvent être disponibles dans des rapports de surveillance, des études ou des registres d'opérations, de même que les procédures et les protocoles concernant l'entretien et l'opération du système doivent être étudiées. De plus, on devrait compléter le tout par des rencontres avec le personnel.

Lorsque la collecte des informations est terminée, les étapes subséquentes de l'évaluation peuvent être entreprises. Ces étapes vont inclure une évaluation de l'affluent, une description et une évaluation du système de traitement, ainsi qu'une optimisation des opérations. Ces étapes sont décrites dans les paragraphes qui suivent.

5.2 **Identification et évaluation des affluents**

L'objectif de cette étape est d'identifier, de définir et de comprendre les différentes contributions individuelles des affluents sans faire une analyse chimique détaillée. En effet, des changements de procédé vont vraisemblablement amener des variations à l'affluent du système de traitement. Par conséquent, l'effluent final pourra contenir des composés qui n'étaient pas présents originalement lors de la conception du système de traitement et qui ne seront que partiellement traités par le système. Certains composés de l'affluent peuvent même sortir du système sans aucun changement. Puisque les facteurs servant au calcul de l'efficacité ont été établis lors de la conception, il faudra essayer d'y intégrer les modifications à l'affluent.

Plusieurs points à considérer lors de l'évaluation des affluents et qui peuvent avoir été modifiés depuis la conception du système de traitement sont écrits ci-dessous :

- les produits chimiques ou les matières premières utilisés dans le procédé (par exemple, une usine fabriquant de la colle dont le produit fini a évolué en raison de la demande de la clientèle a dû modifier ses matières premières qui ne sont plus compatibles avec le système de traitement);
- les sous-produits et les produits de réactions;
- les réservoirs, les valves, la tuyauterie, les points de débordement et les autres aspects mécaniques du procédé;

- le volume (par exemple, une usine dont la production a doublé depuis la conception du système de traitement ou qui a changé de procédé peut avoir eu une variation du débit et de la charge), la qualité et le cheminement des eaux usées produites;
- les sources diffuses.

Il faut aussi prendre en considération que les contaminants qui occasionnent la toxicité de l'effluent peuvent ne pas avoir été retenus lors de la conception du système de traitement. Ou encore que les concepteurs du système de traitement n'étaient pas au courant de l'existence de ces contaminants potentiellement toxiques dans l'affluent. La possibilité d'une contamination des matières premières doit aussi être considérée lors de l'évaluation des affluents (*cf.* chapitre 4).

Finalement, les fréquences auxquelles des activités sont exécutées à l'intérieur de l'usine de traitement doivent être quantifiées. Les activités répétitives, telles que les arrêts de production annuels, peuvent avoir un effet significatif sur les opérations du système de traitement. Il faudrait s'attendre à avoir une charge plus faible de l'affluent durant cette période. Cependant, l'affluent spécial généré durant le nettoyage et l'entretien des différentes composantes de l'usine peut avoir un effet significatif sur les opérations du système de traitement. De même, il ne faut pas négliger des activités répétitives mais non continues, telles qu'un arrêt ou un démarrage d'une chaudière, d'une tour de refroidissement ou d'une machine qui peuvent toutes ajouter à l'affluent des composés toxiques.

5.3 **Description du système de traitement**

La description du système de traitement commence par un examen approfondi des documents de conception et des modifications subséquentes. L'objectif de cette étape est de définir autant qualitativement que quantitativement pour quels types de contaminants le système a été conçu. Les paramètres d'intérêt sont les suivants :

- les hypothèses ayant servi à la conception, pour chaque constituant, incluant les variations de débit et de concentration;
- les séquences de traitement;
- les prévisions d'efficacité par constituant;
- la flexibilité d'opération de chaque procédé;

- les capacités d'enlèvement d'autres produits;
- les sous-produits de traitement;
- les objectifs de traitement et les normes d'effluent prévues.

Les paramètres de conception sur lesquels il faut porter une attention particulière à cette étape sont le débit et la charge massique. Plusieurs systèmes ont été conçus pour recevoir un débit et une charge massique spécifiques. Ces paramètres ont habituellement été établis en fonction des charges prévues, de l'efficacité estimée et des règlements en vigueur au moment où le système a été conçu. Pour tenir compte des incertitudes concernant la production et la conception, des facteurs de sécurité sont habituellement inclus. Bien comprendre la capacité du système est nécessaire dans cette analyse.

Un diagramme d'écoulement du système doit être fait en indiquant les entrées de l'affluent, les étapes de traitement, la séquence d'écoulement, les pertes à l'intérieur du système de traitement, les sous-produits du traitement et le rejet de l'effluent final. Le diagramme doit être simple, mais assez détaillé pour aider à déterminer si le système, tel que conçu, est soumis à des conditions de débit ou de charge anormales, non prévues ou irrégulières. Un tableau résumant les capacités de conception de chaque composante doit être préparé.

Chaque procédé à l'intérieur du système de traitement doit être examiné et son impact sur la qualité de l'effluent final doit être estimé. Cette évaluation devra être faite en tenant compte des données actuelles et de conception.

Les données disponibles concernant les sous-produits du traitement doivent aussi être étudiées à cette étape. Les boues et les émissions atmosphériques doivent être incluses dans l'évaluation. Les informations de caractérisation de ces sous-produits vont aider à déterminer s'il y a enlèvement de composés toxiques dans le système de traitement. Les problèmes d'élimination résultant de ces émissions doivent être notés car ils pourraient être affectés positivement ou négativement par des modifications du procédé de traitement.

En plus des paramètres de conception, le système de traitement doit être évalué en fonction de son efficacité d'enlèvement d'autres paramètres. Par exemple, même si les boues activées sont principalement conçues pour réduire la DBO₅, d'autres composés potentiellement toxiques tels les métaux et les composés organiques sont aussi enlevés. Ainsi, il y a enlèvement des acides gras et résineux présents dans les effluents des fabriques de pâtes et papiers lors du traitement secondaire de l'affluent. L'enlèvement de paramètres, autres que ceux de conception et qui peuvent être toxiques, doit être évalué ainsi que l'impact de l'optimisation du système de traitement ou de la modification du procédé sur leur enlèvement.

5.4 Analyse de l'opération du système de traitement

À cette étape, il y a collecte des renseignements concernant les opérations réelles du système et comparaison à celles prévues lors de la conception, pour ainsi évaluer leurs similitudes et vérifier si le système est bien exploité. Un tableau résumant l'efficacité du système doit être préparé pour permettre la comparaison avec les capacités de conception pour chaque composante du système.

Les paramètres sur lesquels il faut porter une attention particulière sont :

- le débit et la charge massique;
- les conduites de dérivation;
- les effets chocs;
- le mode d'exploitation;
- l'efficacité des étapes intermédiaires du système de traitement;
- l'effet des différents traitements.

En effet, une sous-charge ou une surcharge peuvent affecter les évaluations subséquentes. Les deux ont un impact sur les opérations et la qualité de l'effluent. Une surcharge peut amener un traitement moindre puisqu'une certaine quantité de composés peut ne pas être traitée. Une sous-charge indiquera une sous-utilisation ou une surestimation lors de la conception. Un traitement sous-utilisé a la capacité de traiter encore plus d'eaux usées. De plus, une sous-charge de DBO₅, due par exemple à la dilution de l'affluent, peut réduire l'efficacité de traitement. Les informations concernant les charges sont normalement disponibles dans les registres tenus à l'usine de traitement d'eaux usées.

Les conduites de dérivation doivent aussi être examinées attentivement. Les opérateurs du système de traitement sont les meilleures sources en ce qui concerne les détournements de l'effluent car ce sont habituellement eux qui en prennent la décision. Des détournements fréquents peuvent indiquer que le système est opéré à pleine capacité ou très près de celle-ci. En plus, les détournements peuvent être une importante source de toxicité de l'effluent final. Les détournements durant et après une pluie abondante peuvent permettre à des composés toxiques présents dans les eaux de ruissellement d'être envoyés au cours d'eau récepteur sans traitement.

Des effets chocs peuvent survenir durant les opérations normales de nettoyage et d'entretien, ou suite à un déversement, une variation du procédé, etc. La fréquence et l'impact de ces chocs sur le système de traitement doivent être évalués par la vérification des registres d'opération du système de traitement. Chaque événement va avoir son impact sur le procédé de traitement. Il peut en résulter peu ou pas d'effet sur le procédé mais entraîner une réduction plus ou moins importante de l'efficacité du traitement. La fréquence et la durée de ces effets chocs ainsi que le temps mis par le système pour se rétablir doivent être déterminés.

Le mode d'exploitation du système de traitement doit être regardé en profondeur. Il peut différer significativement depuis la conception et ainsi résulter en un changement de la qualité de l'effluent autre que celui anticipé. Des variations entre les quarts de travail peuvent aussi amener des fluctuations significatives de la qualité de l'effluent. Le mode d'exploitation peut avoir été modifié plus que nécessaire dû à un changement de procédé ou de l'affluent. Quelquefois, les opérateurs peuvent avoir entrepris des changements pour faciliter leur travail, lesquels produiront involontairement un impact sur l'efficacité du traitement.

Les opérations et l'efficacité des étapes intermédiaires du système de traitement doivent être examinées autant que le système dans son ensemble. Par exemple, une réduction de la toxicité à l'intérieur d'un décanteur primaire, qui a pour fonction d'enlever les matières en suspension, va se poursuivre tant et aussi longtemps que les solides sont enlevés sur une base régulière ou continue. Par contre, si les solides s'accumulent dans le décanteur, la toxicité peut s'aggraver en raison de l'inefficacité de l'enlèvement des solides ou par le mélange de composés toxiques avec la phase liquide.

Il est important de réaliser que la qualité de l'effluent final n'est pas seulement fonction de la qualité de l'affluent. Certains traitements peuvent amener une augmentation de la toxicité plutôt qu'une réduction. Des exemples de ce phénomène sont la production de sous-produits biologiques toxiques, l'addition de produits chimiques toxiques qui servent à faciliter le traitement (*e.g.* polymères cationiques) et la production de composés organochlorés toxiques lors de la désinfection au chlore. La chimie de chaque procédé doit être évaluée plus particulièrement aux endroits où il y a addition ou augmentation de produits chimiques.

Après examen des opérations du système de traitement, des conditions d'opération pouvant permettre une meilleure efficacité pourront être suggérées. En se basant sur les connaissances et sur l'étude du système, la composante la plus susceptible de causer des problèmes de fonctionnement pourra aussi être déterminée. Cette connaissance va guider les analyses futures sur les systèmes de traitement actuels et établir des balises pour en optimiser l'efficacité.

5.5 Mise en place d'actions correctrices

L'objectif de l'optimisation du système de traitement est d'identifier les changements d'opération qui amèneraient une meilleure qualité de l'effluent sans modifications significatives, tant physiques que chimiques ou biologiques, du procédé de traitement.

Pendant les étapes de définition et d'évaluation, les endroits où l'opération n'était pas optimale (ou autre que celle prévue à la conception) et ceux qui peuvent être améliorés grâce à des modifications ou ajustements mineurs auront été identifiés. Les mesures correctrices doivent maintenant être définies et mises en application.

Le débit et la charge massique peuvent être ajustés par la réduction de la consommation d'eau, le contrôle des entrées d'eau et la combinaison d'affluents. Des systèmes surchargés peuvent devenir opérationnels grâce à l'enlèvement de certains contaminants avant l'entrée de l'affluent dans le système de traitement. Ceci peut être fait à l'aide des capacités de rétention existantes du système ou par une déviation vers des équipements de rétention.

La modification des séquences d'entrée de l'affluent peut parfois affecter l'ensemble du traitement. Si des systèmes de tuyauterie, des pompes, des espaces d'entreposage, etc. sont disponibles et qu'une déviation mineure soit requise pour effectuer le changement, le fait de modifier les séquences peut être une façon rapide d'optimiser l'efficacité et ainsi améliorer la qualité de l'effluent. Un exemple peut être de convertir deux réservoirs en parallèle pour les mettre en série.

Une redistribution des affluents individuels peut être une autre façon d'optimiser l'efficacité. Certains affluents peuvent être traités plus efficacement par certains procédés plutôt que par d'autres. De plus, le même procédé peut avoir des efficacités de traitement différentes pour certains contaminants en fonction d'autres paramètres tels que la charge, la concentration, le temps de rétention et l'addition de produits chimiques. Il est possible d'améliorer la qualité d'un effluent en ajustant les opérations du système en fonction de la source et de la composition de l'affluent. Un exemple de ceci peut être une ségrégation des affluents pour traiter seulement ceux qui contiennent des métaux à l'étape de précipitation, à un débit plus faible et une plus forte concentration. Ceci aura pour effet de rendre plus efficace l'enlèvement des métaux.

Finalement, il faut maintenir une uniformité des opérations. Les variations entre les quarts de travail, les cycles de production, etc., doivent être minimisées. Ceci peut cependant être extrêmement difficile lorsqu'une industrie a un large éventail de procédés et de séquences de production.

Lorsque cela est possible, des essais doivent être utilisés pour déterminer l'effet de l'optimisation du système de traitement sur l'efficacité de réduction des composés toxiques. L'affluent et l'effluent doivent être testés et l'efficacité des différentes activités d'optimisation déterminée. La phase I (cf. chapitre 6) de la procédure de caractérisation peut aussi être utilisée pour obtenir des informations supplémentaires sur l'efficacité et les résultats des modifications.

5.6 **Suivi et confirmation**

Comme pour tous changements de système, une fois les modifications complétées, les effets doivent être vérifiés. Ceci va se faire grâce aux études de suivi et de confirmation. Même si les changements effectués sur les opérations du système de traitement ont les effets désirés sur la qualité de l'effluent, un suivi périodique sera requis pour confirmer que la réduction des toxiques est maintenue.

Il est aussi important de s'assurer que les changements effectués aux opérations du système de traitement et qui ont amené la réduction des toxiques de l'effluent ne nuiront pas à d'autres paramètres réglementés ou problématiques. Par exemple, un changement aux opérations d'un système de traitement pour réduire la toxicité de l'effluent n'est pas nécessairement désirable s'il en résulte un dépassement des normes de MES.

Il est largement reconnu que l'efficacité des systèmes de traitement biologique varie en fonction des saisons. Une optimisation pourrait être réalisée en regardant les points suivants :

- diminution de la quantité d'eaux de refroidissement en période hivernale;
- variation des nutriments selon la saison;
- minimiser l'impact des températures en diminuant le temps de séjour et en augmentant le débit (diminution du nombre de bassins) et l'aération.

CHAPITRE 6

ÉTUDE D'IDENTIFICATION DE LA TOXICITÉ

Cette troisième étape est rendue nécessaire lorsque la première évaluation interne n'a pas donné de résultats et que la cause demeure inconnue. Par contre, même dans les cas où, à l'étape 2 du GERT, des sources potentielles de toxicité ont été identifiées, il peut s'avérer utile de procéder à l'étude d'identification de la toxicité (EIT) de façon à confirmer les sources suspectées et à valider les options de traitabilité.

L'objectif de l'EIT est d'identifier la ou les fractions physico-chimiques de l'effluent qui sont spécifiquement responsables de la toxicité. Les substances chimiques spécifiques peuvent également être identifiées si des analyses plus précises sont réalisées sur les différentes fractions. Dans les deux cas, l'information générée permettra d'orienter la traitabilité de l'effluent ou d'intervenir directement par une réduction à la source.

La stratégie globale pour réaliser une étude d'identification de la toxicité est présentée à la figure 6.1. La première phase d'une EIT consiste à caractériser la toxicité de l'effluent en identifiant les fractions physico-chimiques ou les groupes de substances qui sont responsables de la toxicité. Par exemple, une étape de filtration permettra de vérifier la toxicité associée aux matières peuvent être décantées. La fréquence de ces procédures de caractérisation doit être fonction de la nature et de la variabilité de la toxicité de l'effluent. Il est très peu probable que la caractérisation d'un seul échantillon soit suffisante. Cependant, l'étude des données antérieures relatives à la toxicité peut attester de cette nature et de cette variabilité et réduire au minimum la répétition des analyses à effectuer lors de l'EIT.

La caractérisation de la toxicité réalisée dans la phase I d'une EIT apporte des informations importantes qui, à elles seules, peuvent orienter une stratégie d'assainissement.

La phase II consiste en une identification des substances chimiques spécifiques qui sont responsables de la toxicité. D'autre part, la phase III est une procédure de confirmation des résultats obtenus dans les phases I et II.

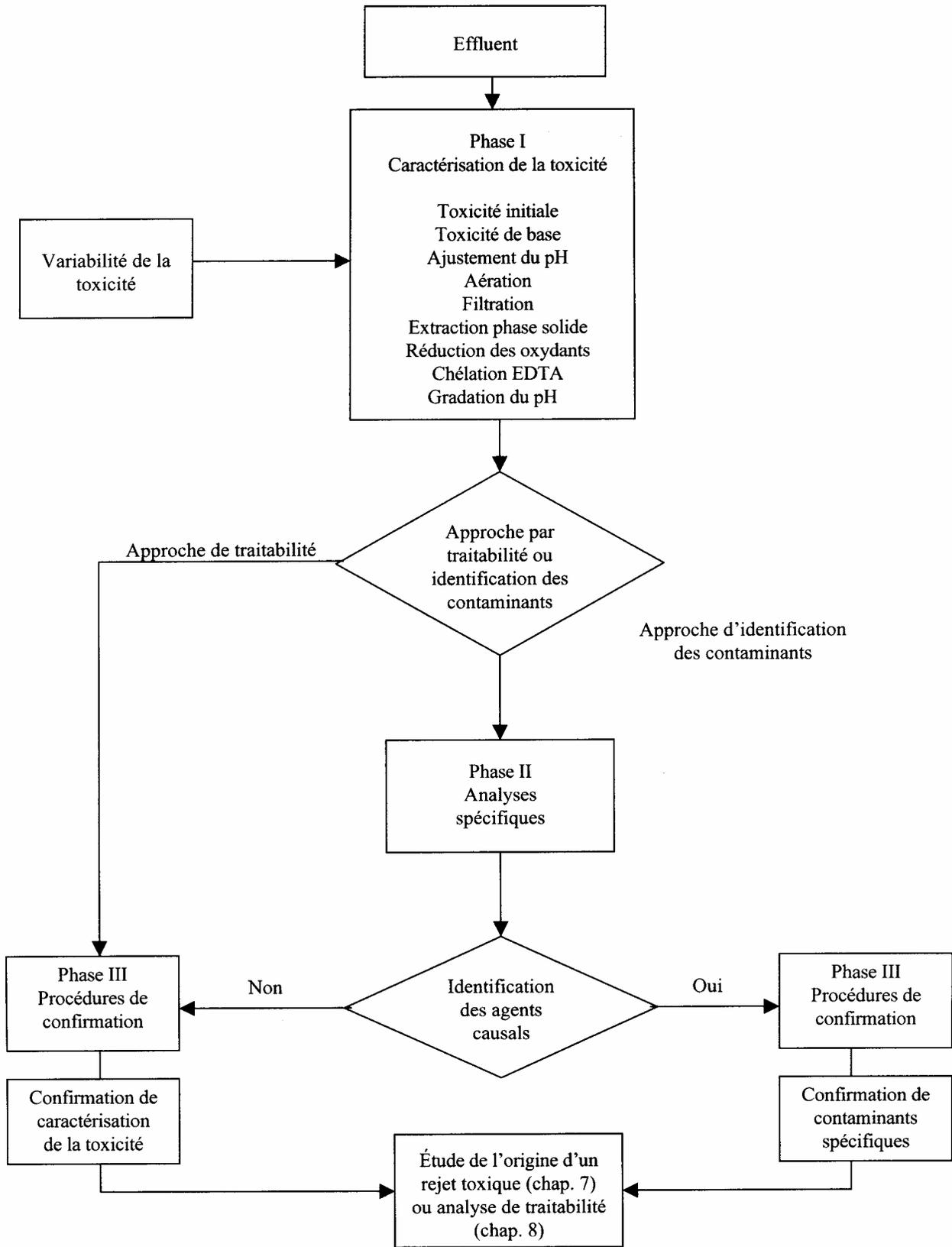


Figure 6.1 : Organigramme présentant l'étude d'identification de la toxicité dans le cadre d'une étude GERT

Les procédures détaillées d'une EIT, phases I, II et III, telles que préconisées par l'U.S.EPA sont décrites dans les documents suivants :

- U.S.EPA, 1991. *Methods for Aquatic Toxicity Identification Evaluations : Phase I Toxicity Characterization Procedures*. 2nd ed. Environmental Research Laboratory. Duluth, MN. EPA/600/6-91/003;
- U.S.EPA, 1988. *Methods for Aquatic Toxicity Identification Evaluations : Phase II Toxicity Identification Procedures*. Environmental Research Laboratory. Duluth MN EPA-600/3-88/035;
- U.S.EPA, 1988. *Methods for Aquatic Toxicity Identification Evaluations : Phase III Toxicity Confirmation Procedures*. Environmental Research Laboratory. Duluth MN. EPA-600/3-88/036.

6.1 **PHASE I : Caractérisation de la toxicité**

L'étape de caractérisation de la toxicité implique un ensemble d'étapes de fractionnement en laboratoire couplées à des tests de toxicité. Cette caractérisation permet de focaliser sur un groupe restreint d'agents causals et de maximiser l'effort investi dans la recherche de solutions d'assainissement.

Dans un premier temps, un aliquote de l'effluent complet est testé pour déterminer sa toxicité de base. Si l'échantillon est toxique (biotest de la truite arc-en-ciel par exemple), des aliquotes subissent la batterie de traitements de la phase I, laquelle est conçue pour retirer ou neutraliser différentes classes de substances ainsi que leur toxicité respective. La toxicité est mesurée, avant et après chacun des traitements, à l'aide de tests de toxicité aiguë.

6.1.1 **Variabilité de l'effluent**

Dans cette procédure de caractérisation, les seules substances toxiques qui seront caractérisées ou identifiées sont, bien entendu, celles qui seront présentes au moment de l'échantillonnage. Dans la mesure où la toxicité est constante dans le temps, l'analyse d'un seul échantillon peut suffire au besoin de la caractérisation. Cependant, si la cause de la toxicité de l'effluent varie dans le temps, un nombre suffisant d'échantillons devra être prélevé et analysé selon un plan d'échantillonnage précis.

Il est important de prendre en considération les composantes quantitatives et qualitatives de la variabilité. La variabilité quantitative réfère uniquement à l'intensité (nombre d'unités toxiques) alors que la variabilité qualitative réfère au changement de causes de la toxicité dans le temps (*e.g.* : toxicité causée par les métaux traces à un moment donné et par des produits organiques à un autre). Le programme d'échantillonnage doit donc être conçu de façon à bien évaluer le type et le patron de variabilité.

Essentiellement, il existe deux façons de caractériser la variabilité de la toxicité. La première méthode consiste à répéter la batterie de fractionnement de la phase I d'une EIT un certain nombre de fois sur des échantillons frais, jusqu'à ce que le type et le patron de variabilité soient identifiés. Cette approche est précise mais présente l'inconvénient d'être coûteuse.

La deuxième méthode consiste à caractériser la variabilité sur la base des données de toxicité existantes, lesquelles sont compilées et étudiées dans l'étape I du GERT. Si plusieurs espèces d'organismes aquatiques ont été utilisées de façon routinière pour réaliser les tests de toxicité sur un effluent donné, les résultats obtenus devraient être en mesure de caractériser les variations de toxicité dans le temps. Les variations d'intensité (en unités toxiques) dans le temps pour une même espèce apportent des indications sur l'importance et la fréquence de la variabilité quantitative. D'autre part, les changements dans la sensibilité relative d'une espèce à l'autre apportent des informations sur la variabilité qualitative. Par exemple, si la variabilité de la toxicité d'un effluent est essentiellement de nature quantitative, l'intensité de la réponse pour chacune des espèces changera dans le temps mais chacune des espèces conservera la même sensibilité relative. Par contre, si la sensibilité relative change dans le temps, il y a évidence que la variabilité qualitative est également présente.

Il faut noter que l'usage de plusieurs espèces pour évaluer la variabilité qualitative est basé sur l'observation que différentes espèces manifestent différentes sensibilités aux différentes substances toxiques contenues dans un effluent.

Cette deuxième méthode pour évaluer la variabilité de la toxicité comporte certaines sources d'erreurs potentielles (*e.g.* : si des données issues d'échantillons ayant des duretés différentes sont comparées). Cette méthode est beaucoup moins coûteuse dans la mesure où des données de toxicité couvrant une relativement longue période de temps sont disponibles.

6.1.2 Tests de toxicité

Dans la réalisation d'une étude d'identification de la toxicité, il est essentiel de sélectionner des tests de toxicité suffisamment sensibles et possédant des réponses toxicologiques similaires à celles utilisées pour déterminer les critères de qualité de toxicité globale sur lesquels sont basés les calculs des objectifs environnementaux de rejet dans le cadre des attestations d'assainissement ou des certificats d'autorisation. Il est important de bien différencier les objectifs et exigences pour les tests de toxicité à l'intérieur d'une EIT, de ceux pour l'ensemble du GERT et des attestations d'assainissement. Les exigences relatives aux critères de toxicité qui ont initié l'application du GERT sont généralement les mêmes que celles qui seront utilisées à l'étape 6 de confirmation de la réduction de la toxicité (cf. figure 1.1). Ces critères ont été développés dans un but de protection du milieu aquatique. En d'autres termes, la démonstration finale de la rencontre de l'objectif de réduction de la toxicité visée par le GERT doit être réalisée avec les mêmes outils de mesure (tests de toxicité ou paramètres toxicologiques) que ceux utilisés pour définir les objectifs environnementaux de rejet. Par contre, pour les besoins spécifiques d'une EIT, d'autres tests de toxicité, ou des tests modifiés selon le besoin, peuvent être utilisés dans la mesure où il y a une corrélation évidente avec les tests réglementaires.

En effet, compte tenu du grand nombre d'analyses qui doivent être effectuées dans l'EIT, l'aspect coût-efficacité doit être pris en considération. Si aucun test présentant la sensibilité nécessaire et une bonne corrélation avec les tests réglementaires ne peut être utilisé, il est possible d'apporter certaines modifications à ces tests réglementaires de façon à améliorer le coût et le temps de réalisation. Parmi ces modifications, notons l'usage d'un temps d'exposition plus court, moins de résultats reproductibles, moins d'organismes par concentrations, moins de concentrations, ou encore l'usage de différents paramètres toxicologiques tels le temps léthal 50 (TL 50 : temps nécessaire pour causer 50 % de mortalité à une concentration définie).

Cependant, ces modifications exigent des concessions sur le plan du contrôle de qualité et l'expérimentateur doit faire preuve de prudence de façon à s'assurer que les résultats soient suffisamment fiables pour répondre aux objectifs visés.

Un autre aspect important dans la sélection des tests de toxicité à l'intérieur d'une EIT a trait à la variabilité qualitative. Si une variabilité qualitative est suspectée ou a déjà été démontrée, il sera éventuellement nécessaire d'utiliser plusieurs espèces différentes pour détecter l'ensemble des substances toxiques. Il demeure cependant possible qu'une même espèce soit sensible à l'ensemble des toxiques présents dans un effluent et convienne pour l'ensemble d'une EIT.

Les tests de toxicité recommandés pour la réalisation d'une EIT sont les suivants :

- *Daphnia magna* : CL 50-48 h ou CE 50-24 h
- *Oncorhynchus mykiss* (Truite arc-en-ciel) : CL 50-96 h
- *Pimephales promelas* (Méné tête-de-boule) : CL 50-96 h

L'espèce présentant la plus grande sensibilité parmi ces trois espèces devrait être utilisée. Si une autre espèce ou un autre test, plus rapide et moins coûteux, présente une sensibilité acceptable et démontre une bonne corrélation avec l'espèce réglementaire, il peut être utilisé dans le cadre d'une EIT.

De même, comme il a été spécifié plus haut, certaines modifications peuvent être apportées à ces tests (*e.g.* : mesure de l'immobilité sur 24 h avec *Daphnia magna*, CE 50-24 h, plutôt que de la mortalité sur 48 h, CL 50-48 h).

Il est important de spécifier que les procédures actuelles de caractérisation de la toxicité ont été conçues en fonction des tests de toxicité aiguë. Cependant, elles peuvent aussi être utilisées pour les effluents présentant une toxicité aiguë et chronique dans la mesure où il est démontrable que ces deux formes de toxicité proviennent des mêmes contaminants.

6.1.3 Description des méthodes de caractérisation de la toxicité

Comme il a été mentionné plus haut, l'objectif de la procédure de caractérisation de la toxicité est de réduire progressivement le champ des recherches en focalisant les efforts sur un ou des groupes d'agents causals dans le but de développer des solutions d'assainissement. Cette étape est réalisée en divisant l'échantillon en une variété de fractions et en déterminant lesquelles sont toxiques ou en isolant et en inactivant des classes spécifiques de contaminants. Théoriquement, il existe plusieurs façons de procéder en se basant sur les principes fondamentaux de la physique et de la chimie. Cependant, l'usage des tests de toxicité engendre un certain nombre de contraintes dans le choix des procédures de fractionnement, lesquelles compliquent et limitent les approches applicables de façon concrète. Dans le but de faciliter la tâche aux différents intervenants qui auront à réaliser une procédure de caractérisation de la toxicité, une approche standard est proposée (U.S.EPA, 1991), laquelle implique tout de même une quantité appréciable de développements préliminaires, tant sur le plan technique que logistique.

Dans cette approche, des aliquotes individuels de l'effluent sont soumis à sept tests de caractérisation physico-chimiques. La toxicité est mesurée avant et après le traitement. La toxicité qui est attribuable à la classe de contaminants retirée ou neutralisée par le traitement est calculée en soustrayant la toxicité de l'aliquote traitée à la toxicité de base de l'effluent.

La première étape de la caractérisation consiste donc à déterminer la toxicité de base de l'effluent. L'ensemble des traitements se résume comme suit :

1. test d'ajustement du pH : détermine l'effet des manipulations du pH sur la toxicité de l'effluent. Les ajustements sont effectués à pH 3, pH 11 et au pH initial de l'effluent;
2. test de filtration : détermine la toxicité associée à la fraction filtrable (particulaire) ou la toxicité liée à des substances rendues insolubles par les traitements de pH. Ce test est réalisé à pH 3, pH 11 et au pH initial de l'effluent;
3. test d'aération : détermine la toxicité attribuable aux substances volatiles ou oxydables, ou aux substances rendues volatiles ou oxydables par les modifications de pH. Ce test est réalisé à pH 3, pH 11, et au pH initial de l'effluent;
4. test de filtration en phase solide (C18) : détermine la toxicité liée aux substances organiques non polaires ou aux complexes métaux-ligands, ou aux substances rendues non polaires par les modifications de pH. Ce test est réalisé à pH 3, pH 11 et au pH initial de l'effluent;
5. test de réduction des oxydants : détermine la toxicité attribuable aux oxydants pouvant être réduits au thiosulfate de sodium. Ce test est réalisé à différentes concentrations de thiosulfate de sodium;
6. test de chélation à l'EDTA : détermine la toxicité attribuable aux métaux cationiques. Ce test est réalisé à différentes concentrations d'EDTA;
7. test de gradation du pH : détermine la toxicité attribuable aux substances dont la toxicité est dépendante du pH dans un écart de pH physiologiquement tolérable (6-9) pour les organismes aquatiques. Les substances visées sont particulièrement l'ammoniac et le sulfure d'hydrogène.

D'autres types de tests de fractionnement peuvent être ajoutés selon le cas. Par exemple, il pourrait être pertinent d'évaluer l'effet d'un traitement de biodégradation ou encore déterminer l'effet de la dureté ou de la salinité de l'effluent sur la toxicité.

L'ensemble des traitements devrait être réalisé simultanément. De cette façon, les problèmes d'interprétation des résultats liés aux modifications de l'échantillon et à la diminution de la toxicité dans le temps sont évités. Cependant, la réalisation simultanée des traitements est contraignante tant sur le plan logistique que technique et exige des ressources relativement importantes. Il peut être plus réaliste d'aborder l'ensemble d'une EIT de façon séquentielle ou étape par étape, en réalisant deux ou trois traitements simultanément. Si cette approche est utilisée, il est crucial d'intégrer à l'ensemble du processus des contrôles de « vieillissement » de l'échantillon qui permettront de bien documenter la diminution potentielle de la toxicité de base de l'effluent entre le moment de la réception de l'échantillon au laboratoire et la fin de la procédure de caractérisation de la toxicité.

Lors de l'interprétation des résultats, il est également important de prendre en considération l'ensemble des résultats issus de l'ensemble des traitements, tant positifs que négatifs, de façon à bien déterminer la nature des agents causaux.

6.1.4 **Assurance et contrôle de qualité**

Comme dans toute étude, il est important de mener parallèlement un programme d'assurance et de contrôle de qualité qui permettra de certifier de la qualité des résultats produits lors de la procédure de caractérisation de la toxicité. Ce programme doit considérer les méthodes de fractionnement ainsi que les tests de toxicité. Les lignes directrices pour le programme AQ/CQ relatif à la manipulation des échantillons sont présentées en détail dans le document U.S.EPA (1991). Un programme AQ/CQ spécifique pour les analyses de toxicité visées dans ce document est disponible à la Direction des laboratoires (module Biologie et toxicité) du MEF.

6.2 **PHASE II ET PHASE III : Identification des contaminants spécifiques et confirmation de l'identification**

À la suite des résultats obtenus dans la phase I d'une EIT, il peut être utile ou nécessaire de procéder à l'identification des contaminants spécifiques présents dans les fractions physico-chimiques qui se sont avérées toxiques. La sélection d'options de traitement ou de réduction à la source sera ainsi facilitée. Les procédures de la phase II sont présentées en détail dans le document U.S.EPA (1988a). Elle sont orientées essentiellement vers l'identification de trois classes de contaminants : les substances organiques non polaires, les métaux cationiques et les différentes formes de l'ammoniac. De façon à éviter des coûts inutiles, la sélection des analyses de la phase II doit être orientée uniquement en fonction des résultats de la phase I. Le succès de l'étude d'identification de la toxicité (EIT) n'est pas conditionnel à la réalisation de la phase II. L'identification de fractions physico-

chimiques ou de groupes de contaminants peut s'avérer suffisante et permettre la mise au point de solutions d'assainissement qui rencontreront les objectifs visés par l'étude de réduction de la toxicité. Cependant, la réalisation de la phase II est particulièrement appropriée si la réduction à la source est l'option souhaitée.

Pour faire suite aux différentes activités de laboratoire, d'identification des fractions toxiques ou des contaminants spécifiques, il est souhaitable de procéder à une étape de confirmation des résultats d'identification (phase III). Cette étape a essentiellement pour but de s'assurer que les solutions d'assainissement retenues constitueront effectivement les bonnes solutions et que les objectifs de qualité visés par l'étude de réduction de la toxicité seront atteints. Il existe plusieurs méthodes possibles de confirmation. Elles sont présentées de façon détaillée dans le document U.S.EPA (1988b).

Certaines d'entre elles peuvent s'avérer relativement complexes. Il demeure toutefois important de s'assurer que les résultats produits sont fiables et reflètent le comportement réel de l'effluent étudié.

CHAPITRE 7

ÉTUDE DE LA SOURCE D'UN REJET TOXIQUE

Le résultat de l'étude d'identification de la toxicité (EIT) doit donner une idée la plus précise possible de la cause de la toxicité de l'effluent final. À la lumière des informations contenues dans l'EIT, l'établissement industriel doit décider comment procéder à l'étude de la réduction de la toxicité. Une première option est d'évaluer les différentes méthodes de traitement pour l'enlèvement des toxiques dans l'effluent final. L'autre option est d'identifier la ou les sources de la toxicité. Les contrôles à la source tels la substitution de produits chimiques, le contrôle des déversements ou le traitement à la source s'avèrent fréquemment plus appropriés, tant techniquement qu'économiquement. Pour fins de discussion, on définit l'affluent comme étant tous les affluents internes tributaires de l'effluent final. Les affluents sources sont les affluents qui contribuent à la toxicité de l'effluent.

Les deux options à considérer (traitement à la source et traitement de l'effluent) comportent des avantages et des désavantages. Le traitement de l'effluent final est l'approche la plus directe et elle peut normalement conduire à la résolution du problème. Cependant, le coût de cette solution est souvent prohibitif, requérant la construction ou la modification d'une unité de traitement, sans compter les dépenses d'opération. L'identification et l'élimination à la source de la toxicité résultent souvent en une solution plus économique et elles minimisent le transfert des polluants d'un milieu à un autre (à l'air ou dans les boues lors du traitement d'eaux usées). La recherche des sources peut s'avérer une tâche ardue dans les établissements industriels complexes où la production est très variable dans le temps. Cependant, si la recherche s'avère un succès et que la toxicité des affluents sources identifiés peut facilement être traitée ou réduite, cette solution peut représenter des économies substantielles. De plus, il est fréquent qu'un plus petit traitement sur un affluent concentré puisse être opéré plus efficacement et économiquement qu'un traitement sur un affluent plus important et plus dilué (l'effluent final par exemple).

La sélection entre les deux options doit s'effectuer sur la base de la spécificité de chaque établissement industriel. Les points à considérer lors de la sélection incluent notamment : les résultats de l'EIT, la facilité de traiter l'effluent final, le nombre d'affluents sources potentiels, la facilité de modifier le procédé associé à ces affluents ou de procéder à des substitutions chimiques et, enfin, la variabilité de la cause de la toxicité. Le but de cette section est de présenter des méthodes générales afin de conduire une étude de la source d'un rejet toxique.

Dans cette section, il est présumé que la décision prise est de rechercher la ou les source(s) de la toxicité de l'effluent final. L'approche suivante peut s'avérer appropriée :

1. établir un profil à rechercher pour les évaluations en amont à partir des résultats de l'EIT;
2. choisir les points d'échantillonnage sur les affluents suspects à partir des résultats de l'EIT et des informations recueillies précédemment (*cf.* chapitres 3, 4 et 5). S'il n'est pas évident de trouver des affluents suspects, l'utilisation d'une procédure par élimination, de façon à continuellement remonter en amont et à réduire les sources possibles, peut s'avérer utile (pour plus de détails, *cf.* chapitres 3, 4, 5);
3. a) si une classe de substances a été identifiée lors de l'EIT, utiliser des analyses spécifiques à cette classe afin d'identifier la source;

b) évaluer la possibilité d'altération des substances toxiques à l'effluent par le système de traitement d'eaux usées. Modifier le profil à rechercher au besoin;
4. si certains affluents spécifiques sont identifiés comme la source de la toxicité à l'effluent final, une recherche plus en amont peut se poursuivre.

Lorsque cette procédure est complétée, les affluents sources de la toxicité de l'effluent final peuvent être identifiés. Les affluents sources seront identifiés seulement s'ils sont suffisamment toxiques et ne sont pas détoxifiés par le système de traitement ou s'ils contiennent des polluants spécifiques (ou leurs précurseurs) contenus dans l'effluent final. La figure 7.1 présente un diagramme illustrant la stratégie pour conduire une étude de la source d'un rejet toxique. Celle-ci sera grandement simplifiée si un produit spécifique a été identifié comme la cause de la toxicité de l'effluent final. Si ce produit est chimiquement réfractaire au traitement, sa détection sera facilitée en amont.

Cependant, s'il y a une possibilité que le produit identifié soit altéré par le procédé de traitement, il peut être nécessaire de suivre le processus décrit dans cette section afin d'évaluer la dégradation causée par le traitement.

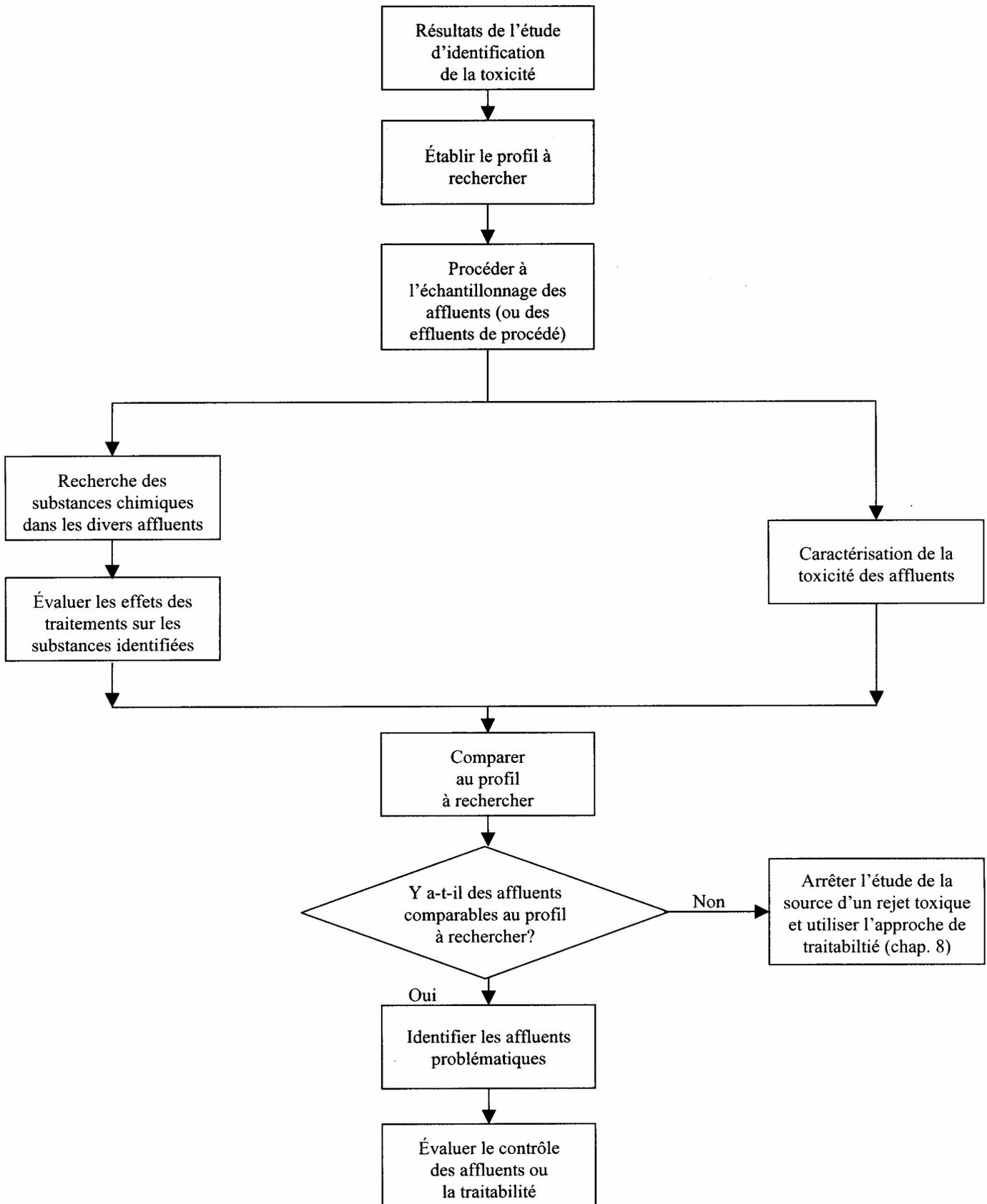


Figure 7.1 : Organigramme présentant l'étude de la source d'un rejet toxique dans le cadre d'une étude GERT

7.1 Établir un profil à rechercher

Dans la plupart des cas, les résultats de l'EIT vont identifier une classe de composés causant la toxicité à l'effluent final. De plus, la variation de la toxicité dans le temps sera également évaluée.

Une revue de cette information permettra d'établir un profil initial à rechercher en vue d'identifier le ou les affluent(s) source(s).

Si la recherche s'effectue plus en amont, il peut être nécessaire de modifier le profil à rechercher en tenant compte des changements que peuvent subir les produits toxiques lors du traitement ou par d'autres parties du procédé.

7.2 Campagne d'échantillonnage de l'affluent et des affluents sources de procédés sélectionnés

La conception d'une campagne d'échantillonnage pour détecter l'origine des affluents sources doit se baser sur les circonstances spécifiques à chaque établissement industriel et sur l'information précédemment recueillie dans les autres étapes de l'étude GERT. Si l'étape de l'EIT a réussi à identifier les familles de composés, l'information déjà recueillie peut servir à déterminer un ou plusieurs affluents sources suspects.

Dans ce cas, la campagne sera conçue de façon à confirmer quel est le véritable affluent source de la toxicité des affluents sources suspects. Lorsque le nombre d'affluents sources est élevé et/ou lorsqu'il est impossible de suspecter une ou des sources en particulier, la campagne d'échantillonnage doit être plus systématique (utilisation d'une procédure d'élimination) de façon à identifier l'affluent source de la toxicité.

À partir de l'information concernant la variabilité de la toxicité disponible, la détermination du nombre et de la fréquence des échantillons est facilitée. Cette information sera également utile afin de déterminer la nature des échantillons (instantané, composé).

7.3 Analyses chimiques spécifiques

Si l'EIT a identifié et confirmé la famille de produit causant la toxicité à l'effluent, l'analyse chimique spécifique à cette famille peut être répétée aux affluents de façon à déterminer la source de la toxicité. Dans certains cas, l'information précédemment recueillie peut indiquer quelles sont les

sources les plus probables.

Avant les analyses chimiques des affluents, une revue de la littérature peut être nécessaire afin de déterminer si la famille de toxiques identifiée peut être considérée comme produits de dégradation du traitement des eaux usées. S'il est évident que les produits toxiques proviennent d'une dégradation qui survient dans le système de traitement, les affluents devraient être analysés pour les produits précurseurs également. Si la démarche s'avère un succès (identification des sources), l'étape suivante est une évaluation du contrôle de la toxicité (*cf.* chapitre 8).

S'il est impossible de localiser la source avec cette approche, les résultats des analyses chimiques des affluents et du GERT devraient être revus afin de déterminer si des erreurs ont été commises. Une attention particulière devrait être portée sur la représentativité des échantillons. De plus, il est important de s'assurer que la variabilité dans la séquence de production et dans la toxicité de l'effluent ait été prise en compte.

S'il apparaît que le traitement des eaux peut avoir un effet sur les toxiques qui ne sont pas apparus lors de la revue de la littérature, une recherche plus approfondie peut être nécessaire pour évaluer l'effet de dégradation du système de traitement. Cette évaluation déterminera comment le système de traitement altère les produits toxiques. Les résultats seront nécessaires pour modifier le profil à rechercher utilisé afin de localiser la source.

7.3.1 **Évaluation des effets du traitement sur les toxiques identifiés**

Le système de traitement d'eaux usées peut affecter l'ampleur et la composition de la toxicité de plusieurs façons. Certains composés toxiques peuvent être dégradés en composés non toxiques, d'autres peuvent ne subir aucun changement alors que certains se dégraderont en produits plus toxiques. Dans la plupart des établissements industriels, il est impossible de prédire ce qui surviendra. Ce manque de connaissance n'est pas surprenant puisque la plupart des anciens systèmes de traitement des eaux n'ont pas été conçus pour traiter la toxicité. Ces systèmes ont été souvent conçus pour traiter les paramètres conventionnels, et leur incidence sur la toxicité est obtenue de façon indirecte. Par conséquent, il peut être nécessaire, dans certains cas, de déterminer de façon empirique comment le système de traitement influence la toxicité. L'objectif de cette évaluation est de modifier le profil à rechercher découlant de l'EIT de façon à inclure les altérations propres au système de traitement. Ce profil à rechercher modifié permettra une meilleure analyse des différents affluents pouvant contribuer à la toxicité de l'effluent final. Évidemment, si les agents causant la toxicité sont réfractaires au traitement, l'analyse de l'effet du traitement est superflue.

Il est possible d'évaluer l'effet du système de traitement sur la toxicité en effectuant des analyses sur l'affluent et l'effluent du système. Si la toxicité à l'effluent est variable, la prise d'échantillons devra être coordonnée de façon à s'assurer que l'eau analysée à l'effluent correspond à l'eau analysée à l'affluent. Le temps de rétention du système sera nécessaire de façon à échantillonner l'effluent juste au temps adéquat après que l'affluent ait été échantillonné. Avec cette approche, il sera possible d'évaluer l'effet du traitement sur la magnitude et la composition de la toxicité en comparant les résultats de l'affluent et de l'effluent.

Pour évaluer adéquatement l'effet du système de traitement sur la toxicité, il faut que le nombre d'échantillons et le moment de leur cueillette soient adaptés à la variabilité de l'effluent. Si la toxicité de l'effluent final ne varie pratiquement pas dans le temps, la comparaison de l'affluent et de l'effluent du système de traitement à deux reprises peut être suffisante. Cependant, si la toxicité qualitative varie de façon significative, le nombre d'échantillons analysés devra être suffisant pour évaluer le sort de chaque produit toxique. Par exemple, si la toxicité à l'effluent est parfois causée par un cation et, à d'autres moments, par un produits organique, l'analyse devrait être effectuée à deux reprises pour chaque situation. La duplication est recommandée afin de s'assurer d'une investigation à la source fructueuse.

Si la concentration du produit toxique à l'entrée du système de traitement est plus grande ou égale à la concentration observée à l'effluent final, on peut procéder à l'analyse des effluents de procédés. Cependant, si des composés sont absents de l'affluent ou augmentent de façon significative à l'effluent, une analyse plus détaillée sera nécessaire afin de déterminer les précurseurs du produit toxique retrouvé à l'effluent. La compréhension des réactions aidera à former un profil à rechercher adéquat.

7.4 **Investigation en amont**

Une fois l'identification d'un affluent de procédé comme étant une source de la toxicité de l'effluent final, il peut être souhaitable d'aller encore plus en amont de façon à identifier le ou les affluents qui contribuent le plus à la toxicité de cet affluent source préalablement identifié. Cette évaluation subséquente ne sera habituellement nécessaire que dans les établissements industriels très importants. La décision d'aller de l'avant devra tenir compte des facteurs suivants : coûts, faisabilité technique de ségréguer et de traiter les toxiques primaires si ceux-ci sont identifiés. Si la décision est prise d'aller de l'avant, la démarche est analogue à celle de l'évaluation des affluents de procédés majeurs.

Dans les effluents de certaines papetières, une quantité de BPC ayant été décelée, des recherches ont été entreprises pour trouver l'origine de cette contamination.

La contamination provenait du recyclage de vieux papiers d'archives contenant des BPC et origine de l'affluent en provenance du procédé de désencrage.

CHAPITRE 8

MÉTHODES DE RÉDUCTION D'UN REJET TOXIQUE

Le but ultime du GERT est de réduire les rejets toxiques des effluents à un niveau où ils ne sont pas dommageables pour la santé humaine, la vie aquatique, ou la faune. En premier lieu, les solutions directes sont envisagées pour réduire la toxicité, soit : les pratiques d'entretien et d'opération, les substitutions chimiques et l'optimisation du système de traitement tel que décrit dans les chapitres 3 à 5. Une fois ces étapes complétées, si l'effluent demeure toujours toxique, d'autres approches sont de mise, notamment :

- technologie de réduction à la source;
- amélioration des opérations de traitement.

Les méthodes par lesquelles ces approches peuvent s'appliquer à un établissement industriel spécifique sont discutées ci-dessous. Dans tous les cas, l'évaluation des méthodes d'enlèvement de la toxicité de l'effluent doit tenir compte de la possibilité de transférer les toxiques dans un autre milieu et tenter de minimiser cette possibilité. Les problèmes potentiels incluent les besoins d'élimination et/ou le traitement de matériel nouvellement contaminé.

8.1 Réduction à la source

La réduction à la source implique les pratiques et procédures dont le but est de réduire ou d'éliminer les charges toxiques de façon pratique, économique et sur une base permanente. Cette réduction peut se faire très en amont dans le procédé et jusqu'à l'entrée du système de traitement des eaux usées. Il est présumé qu'un effluent spécifique peut être identifié, qu'il peut subir des substitutions de matériel, des modifications de procédés, des branchements avec d'autres effluents, un prétraitement, la récupération de matériel ou le recyclage des déchets.

Avant que les méthodes de réduction à la source soient efficaces, les affluents contribuant à la toxicité de l'effluent final doivent être identifiés. Cette identification s'effectue normalement dans l'étude de la source d'un rejet toxique (*cf.* chapitre 7) ou dans l'étude d'identification de la toxicité (*cf.* chapitre 6). Une fois la source identifiée, les technologies de traitement pour ces affluents peuvent être examinées.

La réduction à la source n'implique pas une procédure générale. Les étapes à franchir, les critères à examiner, la procédure à suivre et les technologies visées seront fonction du cas spécifique à traiter et dépendront entre autres de la composition de l'affluent à traiter, des contraintes physiques et de la variabilité du débit. Par conséquent, lors de l'analyse des technologies de réduction à la source, l'analyste doit d'abord identifier les zones les plus susceptibles d'être affectées positivement, et ensuite évaluer les technologies et les approches les plus prometteuses.

Les produits toxiques proviennent quelquefois d'une contamination des matières premières, des catalyseurs ou des additifs. Quelquefois, des changements mineurs dans les produits utilisés ou l'utilisation de produits plus purs peuvent entraîner une diminution appréciable de la toxicité de l'effluent final. Une purification additionnelle d'une matière première contaminée, par l'établissement industriel qui l'utilise, peut également être envisagée. À titre d'exemple, de la soude caustique fabriquée dans une usine chlore-alkali à procédé aux cathodes de mercure peut contenir du mercure.

La modification du procédé qui génère un produit toxique s'est souvent avérée un moyen pratique de réduire la toxicité. Ces modifications peuvent viser prioritairement la réduction des déchets ou l'efficacité du procédé. Une modification de procédé peut se limiter parfois à une simple substitution chimique. Par exemple, une plus grande substitution du chlore élémentaire par du dioxyde de chlore pour réduire la formation des composés organochlorés dans les effluents des fabriques de pâtes et papiers utilisant un procédé de blanchiment au chlore. Cependant, toutes ces options nécessitent une évaluation approfondie par les ingénieurs de procédé pour parvenir à éliminer les composés visés, sans pour autant sacrifier la qualité du produit ou l'efficacité du procédé.

Le mélange d'affluents avant traitement peut résulter en une réduction de la toxicité de l'effluent. Ainsi, des facteurs comme la neutralisation, la réaction, la précipitation peuvent faciliter le traitement ou dégrader les composés toxiques, ce qui autrement n'aurait pas été possible avant mélange. Une attention particulière est cependant requise afin d'éviter des réactions indésirables ou une simple dilution.

Les opérations de récupération de matériel et de recyclage des déchets sont d'autres méthodes de réduction à la source. À titre d'exemple, une petite quantité de solvant contaminé peut être rejetée de façon routinière au système de traitement, augmentant du même coup la toxicité de l'effluent final. Si cette contribution peut être détournée et le matériel récupéré, deux bénéfices sont possibles : la toxicité à l'effluent final est diminuée et le solvant est récupéré. La récupération des métaux est également possible dans les entreprises de placage par exemple.

Le prétraitement peut être examiné comme un moyen de réduire la toxicité à la source. Dépendant de la nature de l'affluent, tant des prétraitements chimiques que physiques sont possibles. Chaque affluent identifié devrait faire l'objet d'un examen pour déterminer les caractéristiques des composants toxiques. Une bonne connaissance de ces caractéristiques permettra d'évaluer les alternatives de réduction de la toxicité à la source.

Parmi les technologies qui peuvent s'appliquer à la source (en amont du système de traitement conventionnel), mentionnons : l'adsorption sur résine, l'oxydation, la désorption et les procédés par membrane. Le but est de réduire à la source la toxicité observée à l'effluent final. La technologie employée dans un cas particulier sera fonction du site. La sélection de la technologie appropriée nécessitera probablement des essais en laboratoire et à l'échelle pilote afin de démontrer son efficacité avant son implantation.

Si le rejet toxique de l'effluent provient de la contribution d'un affluent spécifique et que la contribution de cet affluent peut être réduite de façon économique, alors ces techniques peuvent être examinées. Cependant, si la toxicité présente à l'effluent ne provient pas d'un affluent spécifique, ou si la réduction à la source n'est pas possible puisque l'affluent ne peut être identifié, alors les technologies de traitement en bout de tuyau doivent être examinées.

8.2 **Amélioration du système de traitement**

L'optimisation du système de traitement est le moyen le plus direct d'améliorer le rendement de ce dernier. L'optimisation du système de traitement, tel que décrit dans le chapitre 5, doit s'effectuer avant toute modification de ce système. Si le système de traitement fonctionne déjà de façon optimale et que la qualité de l'effluent n'atteint pas les critères désirés, alors des modifications peuvent être envisagées en se basant sur les résultats de l'EIT. Les points à considérer incluent : la charge massique et hydraulique du système, les taux d'alimentation des produits chimiques, des améliorations biologiques, la ségrégation ou la mise en séquence des affluents, le polissage et l'ajout de procédés de traitement.

Il est possible que des changements dans le procédé existant ou une augmentation de la production causent un problème de charge hydraulique. Si tel est le cas, des modifications telles que : la mise en séquence des affluents, l'ajout d'une capacité tampon ou l'expansion du système de traitement doivent être considérés.

Si la concentration des contaminants dans l'effluent est suffisamment élevée, il est possible que le système de traitement soit sous-dimensionné en regard des charges massiques même si son dimensionnement est adéquat en regard de la charge hydraulique. Une charge massique élevée peut entraîner le passage de certain contaminant ou la réduction de l'efficacité de traitement via les chocs toxiques et le dérèglement du système de traitement qui s'ensuit. Toutes ces possibilités peuvent causer une toxicité accrue de l'effluent et peuvent être évitées par des modifications adéquates du système de traitement.

L'ajustement et la substitution des produits chimiques utilisés dans le traitement peut améliorer de façon significative la qualité de l'eau traitée. Encore une fois, il peut y avoir des différences appréciables entre les conditions de conception et d'opération. Dans ce cas, certains ajustements peuvent être requis pour optimiser l'opération du système de traitement. De plus, il peut être possible de substituer certains produits chimiques qui ne sont pas enlevés par le traitement actuel et qui contribuent à la toxicité de l'effluent final. Les produits chimiques à considérer sont : les éléments nutritifs ammoniacaux, la chaux, certains polymères, les agents d'oxydation et les biocides des tours de refroidissement.

L'amélioration au niveau biologique est un autre moyen de réduire la toxicité. Certains micro-organismes sont plus efficaces sur certains composés et moins sur d'autres. L'établissement d'une communauté stable et adaptée peut contribuer à réduire la toxicité. Ceci peut nécessiter l'ensemencement du système avec des micro-organismes adaptés et une période d'acclimatation avant une opération complète du système de traitement. L'efficacité et le coût de l'établissement d'une nouvelle population d'organismes peuvent être évalués à l'échelle pilote avant son implantation.

La mise en séquence des débits peut être souhaitable de façon à aplanir la charge à l'entrée du système de traitement. Une charge plus constante à l'entrée peut augmenter l'efficacité du traitement. Une telle solution peut nécessiter la construction d'équipement de rétention supplémentaire (étangs ou réservoirs).

Le prétraitement de l'affluent peut être nécessaire pour enlever des composés toxiques incompatibles avec le traitement.

Le polissage de l'effluent peut s'avérer une alternative appropriée. Il est souvent possible de réduire la toxicité en bout de tuyau. Par exemple, les composés organiques non polaires peuvent être traités par le charbon activé ou par l'absorption sur résine.

Un changement de procédé de traitement ou l'addition d'étape dans le procédé de traitement peut également être envisageable. L'addition de charbon activé en poudre à un procédé biologique peut réduire les composés organiques toxiques à un niveau acceptable. Si la toxicité est fonction des matières en suspension dans l'effluent, l'addition d'une étape de clarification ou de filtration peut être nécessaire. Par exemple, un décanteur secondaire à la sortie du traitement biologique pour enlever les biosolides présents.

Puisque le besoin d'un traitement additionnel est fonction de l'effluent étudié, les alternatives décrites précédemment doivent être évaluées en fonction de l'application spécifique.

8.3 **Évaluation des méthodes alternatives de réduction de la toxicité**

Un changement dans les méthodes de traitement doit être évalué avec soin avant son implantation. Les facteurs à considérer incluent :

- coût
- performance
- complexité de la solution
- facilité d'implantation
- durée de vie anticipée de la modification
- flexibilité de la modification
- application sur des affluents variés

L'importance relative de chacun de ces facteurs doit être établie afin de procéder à l'évaluation des alternatives. Cette pondération doit être faite par l'établissement industriel.

Les coûts jouent un rôle important lors de la sélection d'une alternative appropriée. Lorsque ceux-ci sont évalués, une attention particulière est nécessaire afin d'inclure tous les coûts réels associés à l'alternative. Ceux-ci incluent les coûts de conception et de construction, d'entretien et d'opération et les coûts associés à l'élimination des boues additionnelles.

La performance de la solution doit également être examinée. La performance se juge à partir d'un certain nombre de facteurs, incluant notamment :

- une réduction de la toxicité mesurable;
- la facilité avec laquelle on peut modifier la solution de façon à répondre à d'éventuels changements de l'affluent;
- la constance de la qualité de l'effluent engendrée par l'amélioration de procédé.

La complexité de la solution et la facilité d'implantation sont des facteurs importants à considérer. Une solution qui s'implante facilement sera mieux reçue par les employés. Les systèmes biologiques complexes nécessitent une période de rodage et d'acclimatation plus longue. Une transition en douceur aura plus de chances de succès.

L'espérance de vie d'une solution associée à son coût et au changement possible au niveau de la production est également à considérer.

Enfin, la flexibilité de la solution et son applicabilité sur différents types d'affluents doivent être évaluées. Une solution peut donner de bons résultats à court terme, mais devenir inadéquate si on introduit de nouveaux affluents. Pour cette raison, les modifications au procédé et les agrandissements éventuels doivent être pris en considération. La fluctuation de l'affluent à traiter doit également être considérée.

8.4 **Sélection de la méthode de réduction**

La sélection a lieu après avoir identifié et évalué chacune des méthodes de réduction. Une note est accordée à chacune des solutions en regard des critères de choix de façon à déterminer la meilleure technologie.

Une fois la solution choisie, la confirmation s'effectue via les essais de laboratoire et à l'échelle pilote. Cette étape est primordiale puisque des investissements considérables en temps et en ressources seront nécessaires lors de la mise en place de la solution. Une solution *a priori* valable peut s'avérer inadéquate en raison de facteurs imprévus.

8.5 **Implantation de la solution**

Lorsque la meilleure solution est sélectionnée et confirmée, le processus d'implantation peut débuter. L'implantation peut contenir plusieurs étapes dépendant de la solution retenue. Si un nouveau système de traitement est construit, les étapes peuvent comprendre la conception, la construction et la mise en marche. Si le changement en est un de procédure, les étapes peuvent comprendre la conception, la planification, la sensibilisation des employés et l'implantation. Quelque soit la méthode choisie, on ne doit pas perdre de vue l'objectif premier, soit la réduction des dépassements ayant entraîné l'étude GERT.

8.6 **Suivi et confirmation**

Après l'implantation, le suivi et la confirmation sont essentiels. Une solution qui ne donne pas les résultats escomptés n'est pas une solution. De plus, on doit s'assurer que les changements de procédures sont implantés avec soin et maintenus afin d'être continuellement efficaces.

CHAPITRE 9

SUIVI ET CONFIRMATION

La dernière étape de l'étude GERT est réalisée après que soit choisie et mise en place la méthode de contrôle des toxiques. Il s'agit alors de confirmer que la toxicité est bel et bien réduite à des niveaux acceptables, ce qui peut se faire grâce à un programme de mesure à l'effluent final.

Normalement, on doit répéter la même analyse que celle qui a causé le déclenchement du programme pour confirmer que les actions entreprises sont efficaces. Les attestations ou les certificats d'autorisation contiennent généralement les caractéristiques de suivi des effluents incluant le nombre, la fréquence, les sites d'échantillonnage; cependant, une période de suivi accéléré pour confirmer l'efficacité de la solution au problème est très souvent requise avant de reprendre la fréquence d'échantillonnage du programme de suivi routinier.