

Guide

# Implantation d'un Observatoire Environnemental de Base inspiré du modèle Enviro-Actions<sup>MC</sup>

Carrière J, Dreujou E et al.



# Guide pour l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base, inspiré du modèle Enviro-Actions<sup>MC</sup>

VERSION 2024

**Citation suggérée :**

**Carrière, J., Dreujou, E. et al. (2024) *Guide pour l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base, inspiré du modèle Enviro-Actions<sup>MC</sup>*, INREST, Sept-Îles (QC), IX + 80 pp.**

**Crédit photos (page de couverture) :** Claudy Deschênes, Elliot Dreujou, Port de Sept-Îles

**Ce document est protégé par la *Loi sur le droit d'auteur* au Canada.**

Imprimé à Sept-Îles (QC), Canada

Numéro ISBN : 978-2-9817636-1-7

Éditeur : INREST, Sept-Îles (QC), Canada

Institut Nordique de Recherche en Environnement et en Santé au Travail ([INREST](#))

Centre d'expertise en gestion des risques d'incidents maritimes ([CEGRIM](#))

# Guide pour l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base, inspiré du modèle Enviro-Actions<sup>MC</sup>

## Partenaires de la création du guide

Institut Nordique de Recherche en Environnement et Santé au Travail (INREST)

Centre d'Expertise Industrialo-Portuaire (CEIP)

Centre d'expertise en gestion des risques d'incidents maritimes (CEGRIM)

Projet dirigé par l'INREST/CEIP

## Équipe du projet

### Direction :

Julie Carrière, ing. Ph.D., directrice (INREST/CEIP)

### Gestion du comité d'experts :

Julie Carrière, présidente (INREST/CEIP)

Joannie Ferland, co-présidente (CEGRIM, MELCCFP)

### Auteurs principaux :

Julie Carrière (INREST/CEIP)

Elliot Dreujou (INREST/CEIP)

### Coauteurs :

Claudie Meilleur (INREST/CEIP)

Kim Doiron (INREST/CEIP)

Viridiana Jimenez-Moratalla (INREST/CEIP)

Annie-Pier Trottier (INREST/CEIP)

Marie Pierrejean (INREST/CEIP)

Joannie Ferland (CEGRIM, MELCCFP)

Robin Bénard (CEGRIM, MSP)

Madeleine Nadeau (CEGRIM, MSP)

Marie Lionard (CEGRIM, MSP)

### Contact et informations :

*info@inrest.ca*



## AVIS AU LECTEUR

Ce guide a été rédigé à partir des recommandations d'un comité d'experts multidisciplinaires, de données, d'informations et d'études disponibles et accessibles dont nous connaissons l'existence au moment de la rédaction. Les conclusions et recommandations rédigées dans ce document sont basées sur les informations mises à la disposition de l'équipe et des auteurs.

Les démarches prises par l'INREST et le CEGRIM afin d'obtenir les informations relatives à la rédaction de ce guide, correspondent à celles exigées par la démarche scientifique.

L'interprétation des informations contenues dans ce guide est effectuée selon les politiques, les critères et les règlements environnementaux en vigueur lors de la réalisation du projet. Toute conclusion reliée aux conditions décrites relativement aux lois et règlements qui sont exprimés dans ce guide est d'ordre technique et ne peut être considérée comme un avis juridique.

Toute utilisation du contenu de ce guide ainsi que toute décision basée sur les informations qui y sont présentes ne sont pas de la responsabilité de l'INREST et du CEGRIM ou des auteurs et coauteurs. L'INREST, le CEGRIM, les auteurs et les coauteurs ne pourraient être tenus responsables pour d'éventuels dommages subis par un tiers résultant d'une décision basée sur les recommandations de ce guide.

## REMERCIEMENTS

À titre de directrice du projet et présidente du comité d'experts, je tiens tout d'abord à remercier l'équipe du CEGRIM de leur confiance envers l'INREST ainsi que de leur collaboration tout au long du processus de cocréation du guide.

Pour leur précieuse contribution, nos remerciements vont aux membres du comité d'experts d'avoir offert généreusement leur expertise dans l'élaboration des fondations du guide.

Je dois souligner le professionnalisme et le travail exceptionnel des membres de l'équipe de l'INREST et du CEGRIM qui se sont impliqués par leur travail engagé dans ce projet innovateur.

Nous soulignons la contribution financière des partenaires, l'INREST et le CEGRIM, qui a permis la réalisation de cette initiative dans le but de préserver les écosystèmes des zones portuaires et industrielles du territoire maritime du Québec.

*Julie Carrière, ing. Ph.D.  
Directrice générale, INREST/CEIP*

## PRÉFACE

Ce guide a été initié suite à une rencontre entre les équipes du CEGRIM et de l'INREST ayant un but commun soit celui d'établir les bases pour l'implantation d'un concept de suivi environnemental en zone portuaire et industrielle, inspiré du modèle de gestion préventive « Enviro-Actions<sup>MC</sup> ». Ces lignes directrices permettront d'uniformiser les différents observatoires environnementaux et de réaliser des comparaisons entre les zones portuaires et industrielles du territoire maritime du Québec et d'ailleurs.

Afin d'établir des recommandations adaptées aux réalités portuaires, des experts de différentes disciplines ont participé à des ateliers afin d'échanger et d'identifier les paramètres de suivi, les méthodologies, les techniques d'échantillonnage, les équipements requis, etc. Cette démarche a permis à l'équipe de l'INREST, en collaboration avec celle du CEGRIM, de concevoir ce guide.

En combinant nos connaissances et notre expérience, nous nous sommes efforcés de présenter un guide vulgarisé tenant compte des restrictions opérationnelles et économiques ainsi que des besoins spécifiques en zones portuaires. Les différentes sections sont organisées de manière à permettre au lecteur de suivre les étapes consécutives de l'implantation d'un observatoire environnemental de base (OEB).

Ce livre adopte une approche didactique accompagnant les gestionnaires dans une démarche d'implantation d'un OEB. Le contenu est accessible tant aux scientifiques qu'aux gestionnaires industrielles et portuaires, en plus de présenter des outils tels qu'un schéma conceptuel, des figures et des graphiques afin de clarifier les recommandations. Ce guide intègre des échanges entre les acteurs du milieu favorisant une acceptabilité sociale.

## TABLE DES MATIÈRES

|  |      |
|--|------|
| LISTE DES FIGURES .....  | VI   |
| LISTE DES TABLEAUX .....   | VII  |
| LISTE DES ACRONYMES .....  | VIII |
| RÉSUMÉ .....   | IX   |
| <br>SECTION A .....  | 1    |
| A.1. MISE EN CONTEXTE .....  | 2    |
| 1.1. INTRODUCTION .....  | 2    |
| 1.2. DÉFINITION D'UN OEB .....   | 5    |
| 1.3. OBJECTIFS DE CE GUIDE .....   | 6    |
| 1.4. À QUI S'ADRESSE CE GUIDE .....                                      | 6    |
| A.2. CRÉATION DU GUIDE .....   | 7    |
| 2.1. CONCEPTS FONDATEURS .....   | 7    |
| 2.2. CONCERTATION D'UN COMITÉ D'EXPERTS .....                            | 10   |
| 2.3. SCHÉMA CONCEPTUEL D'UN OEB .....                                    | 14   |
| <br>SECTION B .....  | 15   |
| B.1. DÉFINITION DU CADRE DE L'OEB .....                                  | 16   |
| 1.1. IDENTIFICATION DES ACTEURS DU MILIEU .....                          | 17   |
| 1.2. RÔLES DES ACTEURS IDENTIFIÉS .....                                  | 17   |
| 1.3. NIVEAUX D'IMPLANTATION D'UN OEB .....                               | 18   |
| B.2. IDENTIFICATION DE LA ZONE D'ÉTUDE .....                             | 19   |
| 2.1. ZONE PRIORITAIRE .....  | 21   |
| 2.2. ZONE CONTRÔLE .....   | 22   |
| 2.3. ZONE RÉFÉRENCE .....  | 22   |
| B.3. REGROUPEMENT DES INFORMATIONS DISPONIBLES .....                     | 24   |
| 3.1. RECHERCHE D'INFORMATION .....                                       | 25   |
| 3.1.1. <i>Revue de littérature</i> .....                                 | 25   |
| 3.1.2. <i>Demandes d'accès à l'information</i> .....                     | 26   |
| 3.2. COMPILATION DES DONNÉES OBTENUES .....                              | 27   |
| 3.2.1. <i>Synthèse des données</i> .....                                 | 27   |
| 3.2.2. <i>Validation des données</i> .....                               | 28   |
| 3.3. ANALYSE DES DONNÉES .....   | 30   |
| 3.3.1. <i>Identification des composantes vulnérables</i> .....           | 30   |
| 3.3.2. <i>Identification de stresseurs spécifiques à la région</i> ..... | 31   |
| B.4. RENCONTRE AVEC LES ACTEURS DU MILIEU .....                          | 33   |
| 4.1. INFORMATION, ÉCHANGES ET PRÉOCCUPATION DU MILIEU .....              | 33   |
| 4.2. PRÉSENTATION D'UN PLAN D'ACTION AUX ACTEURS DU MILIEU .....         | 34   |
| 4.3. IDENTIFICATION DES PARTENAIRES FINANCIERS .....                     | 34   |
| 4.4. ÉCHÉANCIER D'IMPLANTATION D'UN OEB .....                            | 34   |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>B.5. PORTRAIT ACTUALISÉ .....</b>   | <b>36</b> |
| 5.1.    PARAMÈTRES OBLIGATOIRES.....   | 37        |
| 5.1.1. <i>Qualité de l'eau</i> .....   | 37        |
| 5.1.2. <i>Qualité des sédiments</i> .....  | 41        |
| 5.1.3. <i>Milieux aquatiques</i> .....   | 44        |
| 5.1.4. <i>Qualité de l'air</i> .....   | 46        |
| 5.1.5. <i>Données climatiques</i> .....  | 48        |
| 5.2.    RECOMMANDATIONS DE SUIVI .....   | 48        |
| <b>B.6. SUIVI DE L'ENVIRONNEMENT .....</b>   | <b>49</b> |
| 6.1.    EMPLACEMENT DES SITES ET DES STATIONS / STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE .....  | 51        |
| 6.1.1. <i>Qualité de l'eau</i> .....   | 51        |
| 6.1.2. <i>Qualité de l'air</i> .....   | 51        |
| 6.1.3. <i>Qualité des sédiments et milieux aquatiques</i> .....  | 55        |
| 6.1.4. <i>Données climatiques</i> .....  | 55        |
| 6.2.    SUIVIS AUTOMATISÉS CONTINUS.....   | 55        |
| 6.2.1. <i>Qualité de l'eau</i> .....   | 58        |
| 6.2.2. <i>Qualité de l'air</i> .....   | 60        |
| 6.2.3. <i>Données climatiques</i> .....  | 61        |
| 6.3.    SUIVIS MANUELS INSTANTANÉS OU PONCTUELS .....  | 62        |
| 6.3.1. <i>Qualité de l'eau</i> .....   | 64        |
| 6.3.2. <i>Qualité de l'air</i> .....   | 65        |
| 6.3.3. <i>Qualité des sédiments et milieux aquatiques</i> .....  | 65        |
| <b>B.7. FINALISATION ET PILOTAGE DE L'OEB .....</b>  | <b>67</b> |
| 7.1.    ANALYSE ET TRANSMISSION DES DONNÉES.....   | 67        |
| 7.2.    COMITÉ DE PILOTAGE ET SUIVI DE L'OEB.....  | 68        |
| 7.3.    COMMUNICATION .....  | 69        |
| 7.4.    OBSERVATOIRE ENVIRONNEMENTAL DE BASE RÉGIONALISÉ .....   | 69        |
| <b>RÉFÉRENCES .....</b>  | <b>70</b> |
| <b>ANNEXE 1 – MODÈLE DE FICHE DE LECTURE (INREST) .....</b>  | <b>74</b> |
| <b>ANNEXE 2 – MODÈLE D'UN TABLEAU SYNTHÈSE POUR REVUE DE LITTÉRATURE (INREST) ....</b>   | <b>75</b> |
| <b>ANNEXE 3 – CRITÈRES ET RECOMMANDATIONS CANADIENNES DES PARAMÈTRES OBLIGATOIRES POUR ÉTUDIER LA QUALITÉ DE L'EAU .....</b>               | <b>76</b> |
| <b>ANNEXE 4 – CRITÈRES ET RECOMMANDATIONS CANADIENNES DES PARAMÈTRES OBLIGATOIRES POUR ÉTUDIER LA QUALITÉ DES SÉDIMENTS .....</b>          | <b>77</b> |
| <b>ANNEXE 5 – CRITÈRES ET RECOMMANDATIONS QUÉBÉCOISES ET CANADIENNES DES PARAMÈTRES OBLIGATOIRES POUR ÉTUDIER LA QUALITÉ DE L'AIR.....</b> | <b>78</b> |

## LISTE DES FIGURES

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figure 1.  | Localisation des zones portuaires sur le territoire de la province du Québec (Direction du transport et de la stratégie maritime du Québec).....   | 3  |
| Figure 2.  | Schéma récapitulatif de l'observatoire de veille environnementale de la Baie de Sept-Îles.....   | 7  |
| Figure 3.  | Avantages de l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base.   | 8  |
| Figure 4.  | Schéma des cinq étapes du modèle Enviro-Actions <sup>MC</sup> .....  | 8  |
| Figure 5.  | Exemple d'un principe d'Enviro-Alertes <sup>MC</sup> .....   | 9  |
| Figure 6.  | Contenu des ateliers organisés par le comité d'experts.....  | 11 |
| Figure 7.  | Schéma conceptuel d'un Observatoire Environnemental de Base.....   | 14 |
| Figure 8.  | Niveaux d'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base, avec les ajouts possibles d'un Observatoire Environnemental de Base Régionalisé.....   | 18 |
| Figure 9.  | Zones constituant un Observatoire Environnemental de Base : (A) cas d'une zone prioritaire unique; (B) cas de zones prioritaires multiples.....  | 20 |
| Figure 10. | Exemples de description des zones industrialo-portuaires en incluant la zone prioritaire et la zone contrôle : (A) cas d'une zone prioritaire unique; (B) cas d'une zone prioritaire multiple..... | 23 |
| Figure 11. | Sources potentielles (non-exhaustives) de stress selon les différents secteurs d'activités, utilisées pour la régionalisation d'un Observatoire Environnemental de Base.....                       | 32 |
| Figure 12. | Étapes de la création d'un plan d'action dans le cadre de l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base. ....   | 35 |
| Figure 13. | Exemple de plan d'échantillonnage avec les positions des stations, des sites et des sites contrôles. ....  | 49 |
| Figure 14. | Exigences reliées à chaque type de sites (CCME, 2019).....   | 53 |
| Figure 15. | Équipements utilisés lors de l'échantillonnage en temps quasi-réel dans le cadre d'un Observatoire Environnemental de Base. ....   | 57 |
| Figure 16. | Équipements utilisés lors de l'échantillonnage instantané ou ponctuel dans le cadre d'un Observatoire Environnemental de Base.....   | 63 |

## LISTE DES TABLEAUX

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Tableau 1.  | Liste des expert.es consulté.es pour la création du guide OEB, ayant participé à au moins un atelier et/ou à la révision du guide. ....  | 12 |
| Tableau 2.  | Récapitulatif des éléments importants à vérifier lors de la validation des données pour la revue de littérature.....   | 29 |
| Tableau 3.  | Liste des paramètres obligatoires selon les thématiques lors de l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base. ....   | 37 |
| Tableau 4.  | Lieu d'application des différents critères de qualité de l'eau de surface établis par le MELCCFP. ....   | 38 |
| Tableau 5.  | Paramètres obligatoires à considérer pour la qualité de l'eau dans un Observatoire Environnemental de Base. ....   | 40 |
| Tableau 6.  | Définitions des critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments aquatiques au Québec (Environnement Canada & Ministère du Développement Durable, 2007). ....  | 42 |
| Tableau 7.  | Paramètres obligatoires à considérer pour la qualité des sédiments dans un Observatoire Environnemental de Base. ....  | 43 |
| Tableau 8.  | Paramètres obligatoires à considérer pour l'étude des milieux aquatiques dans un Observatoire Environnemental de Base. ....  | 45 |
| Tableau 9.  | Paramètres définis pour la qualité de l'air dans un Observatoire Environnemental de Base. ....   | 47 |
| Tableau 10. | Paramètres obligatoires à considérer pour la description du climat dans un Observatoire Environnemental de Base (adapté d'Environnement et Changement Climatiques Canada 2024 et Observatoire Global du Saint-Laurent 2024)..... | 48 |
| Tableau 11. | Critères relatifs à l'emplacement des sondes d'échantillonnage (CCME 2019 ; CEAEQ 2017). ....  | 52 |
| Tableau 12. | Distance exigée entre un site et une route, selon le débit journalier moyen annuel (CCME, 2019; CEAEQ, 2017). ....   | 52 |
| Tableau 13. | Récapitulatif du type de sites et de contaminants pertinents selon les objectifs de surveillance dans le cadre d'un Observatoire Environnemental de Base (CCME, 2019). ....  | 54 |
| Tableau 14. | Liste des instruments pertinents pour des mesures en continu dans le cadre de l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base selon les thématiques sélectionnées.....  | 56 |
| Tableau 15. | Récapitulatif des paramètres analytiques minimaux à rencontrer pour les spécifications de la qualité de l'eau mesurés de manière quasi-réelle....  | 59 |
| Tableau 16. | Récapitulatif des spécifications à rencontrer pour les paramètres de la qualité de l'air mesurés en temps quasi-réel. ....   | 60 |
| Tableau 17. | Valeur de référence à utiliser dans le calcul du sous-indice pour chaque paramètre (tiré de MELCCFP, 2023e). ....  | 61 |
| Tableau 18. | Liste des équipements pertinents pour des mesures instantanées ou ponctuelles dans le cadre de l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base selon les thématiques sélectionnées.....                                 | 62 |
| Tableau 19. | Liste des instruments pertinents pour des mesures instantanées dans le cadre de l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base selon les thématiques sélectionnées.....  | 64 |

## LISTE DES ACRONYMES

|             |  |
|-------------|--|
| BioChem :   | Base de données biologiques et chimiques marines   |
| CCME :      | Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement  |
| CEAEQ :     | Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec   |
| CEF :       | Concentration d'effets fréquents   |
| CEGRIM :    | Centre d'Expertise en Gestion des Risques d'Incidents Maritimes  |
| CEIP :      | Centre d'Expertise Industrialo Portuaire   |
| CEO :       | Concentration d'effets occasionnels  |
| CEP :       | Concentration produisant un effet probable   |
| CER :       | Concentration d'effets rares   |
| CFTP :      | Critère de protection de la faune terrestre piscivore  |
| CPC :       | Critères de prévention de la contamination   |
| CSE :       | Concentration de seuil produisant un effet   |
| CVAA :      | Critère de vie aquatique aigu  |
| CVAC :      | Critère de vie aquatique chronique   |
| DAI :       | Demande d'accès à l'information  |
| DOI :       | Digital object identifier  |
| ED :        | Eaux douces  |
| EM :        | Eaux marines   |
| HAP :       | Hydrocarbures aromatiques polycycliques  |
| INREST :    | Institut Nordique de Recherche en Environnement et Santé au Travail                                    |
| INRP :      | Inventaire national des rejets polluants   |
| IQA :       | Indice de la qualité de l'air  |
| IQBPx :     | Indice de qualité bactériologique et physicochimique   |
| IQEA :      | Inventaire québécois des émissions atmosphériques  |
| LCSQA :     | Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air   |
| LDD :       | Loi sur le développement durable   |
| LQE :       | Loi sur la qualité de l'environnement  |
| MAPAQ :     | Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec                               |
| MEIE :      | Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie   |
| MELCCFP :   | Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs |
| MTMD :      | Ministère des Transports et de la Mobilité Durable   |
| NCQQA :     | Normes et critères québécois de la qualité de l'air  |
| OEB :       | Observatoire Environnemental de Base   |
| OEB+R :     | Observatoire Environnemental de Base Régionalisé   |
| OGSL :      | Observatoire Global du Saint-Laurent   |
| RAA :       | Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère   |
| RLRQ :      | Recueil des lois et des règlements du Québec   |
| Zones I/P : | Zones industrialo-portuaires   |

## RÉSUMÉ

Les zones industrialo-portuaires (zones I/P), situées à l'interface entre les milieux terrestres et aquatiques, concentrent de nombreuses activités maritimes, portuaires, industrielles, ferroviaires et municipales, et sont donc sujettes à des risques de perturbations d'origine anthropiques et/ou naturelles pouvant affecter les écosystèmes adjacents. L'implantation d'un suivi environnemental et la connaissance de l'état du milieu, combinées à l'évaluation des perturbations potentielles constituent ainsi des éléments clés dans le développement socio-économique des zones I/P et la préservation de la qualité des écosystèmes.

Le présent document vise à guider l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base (OEB), pour évaluer et suivre la variation de différentes composantes vulnérables de l'écosystème potentiellement influencées par les activités humaines en zone I/P. Un tel observatoire est mis en place dans une perspective de développement durable, afin de soutenir les décideurs des zones I/P dans la préservation des écosystèmes et la santé des communautés. Les objectifs principaux d'un OEB sont :

- établir un suivi environnemental spatio-temporel de la qualité des écosystèmes ;
- détecter de façon précoce une contamination potentielle afin d'agir en prévention d'un éventuel incident maritime ;
- générer des recommandations pour le suivi environnemental à long terme.

La réussite de l'implantation d'un OEB dépend de la collaboration étroite entre les acteurs du milieu lors de la réalisation des différentes phases. Ces phases sont inspirées du modèle Enviro-Actions<sup>MC</sup> développé par Julie Carrière, directrice générale à l'INREST, dans le but d'assurer une action préventive des gestionnaires pour la protection des écosystèmes. Un OEB est ainsi composé de cinq étapes-clé :

1. La définition du cadre de l'OEB, incluant l'identification de la zone d'étude ainsi que la détermination des stresseurs et composantes vulnérables au moyen d'une revue littéraire des données existantes ;
2. Une rencontre avec les acteurs du milieu pour identifier des priorités et mettre en place un plan d'action ;
3. La création d'un portrait actualisé de la qualité de l'environnement à partir d'une revue des données disponibles ainsi que de suivis instantanés ou ponctuels ;
4. L'instrumentation en temps quasi-réel et l'échantillonnage instantané des paramètres obligatoires de la zone d'étude ;
5. La mise en place d'un système de gestion et d'analyse des données pour détecter des anomalies et informer les gestionnaires des zones I/P.

Ce guide contient des recommandations pour mettre en place des pratiques de détection précoce de contaminations potentielles dans un contexte de développement durable en milieu côtier industrialo-portuaire. Il est applicable à différents secteurs d'activité et s'adresse donc à un public varié (gestionnaires de zones industrialo-portuaires, municipalités, industries, organismes gouvernementaux), avec l'objectif de devenir un document de référence pour organiser des suivis environnementaux standardisés et de servir d'outil d'appui à la gestion environnementale préventive.

SECTION A

# Étapes de création de l'Observatoire Environnemental de Base



## A.1. MISE EN CONTEXTE

### 1.1. Introduction

Le fleuve Saint-Laurent, par sa richesse en ressources aquatiques et son emplacement stratégique pour le développement industriel et commercial, contribue de façon substantielle à l'économie québécoise. La création de zones industrielles et portuaires le long du fleuve et dans le golfe du Saint-Laurent permet la valorisation des atouts territoriaux, socio-économiques et industriels de différentes régions du Québec, afin de promouvoir le développement économique local et régional.

Les zones industrialo-portuaires (zones I/P) ont été définies par le gouvernement du Québec avec *Avantage Saint-Laurent – La nouvelle vision maritime du Québec* (Gouvernement du Québec 2021, MEIE 2023).

Une zone industrialo-portuaire est un espace délimité servant à des fins industrielles et situé à proximité de services portuaires ainsi que d'infrastructures routières et ferroviaires.

Cette proximité représente un avantage comparatif considérable pour les entreprises, notamment pour celles du secteur de la transformation, puisqu'elle permet un accès facilité aux intrants et une distribution adéquate des marchandises produites vers les marchés nord-américains et internationaux.

*Avantage Saint-Laurent – La nouvelle vision maritime du Québec*

*Le développement durable répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Cette vision à long terme prend en compte le caractère indissociable des dimensions environnementale, sociale et économique des activités de développement.*

*Loi sur le développement durable*

Les besoins en nouvelles structures et l'extension de celles existantes n'ont cessé d'augmenter ces dernières années en raison de demandes croissantes pour le transport maritime. Ces dernières arrivent en parallèle à une population mondiale grandissante et une augmentation des échanges internationaux (Sardain et al. 2019 ; Barberi et al. 2021). Cette tendance s'accompagne d'objectifs de développement durable concrets, pour les entreprises et les organismes gouvernementaux présents en zone I/P, afin d'améliorer les pratiques et la conservation des écosystèmes. Par conséquent, les atouts de chaque zone I/P devront être pris en compte, tout comme leurs limitations en matière de développement, notamment en ce qui a trait à l'environnement et à l'acceptabilité sociale des projets.

Le long du fleuve et du golfe du Saint-Laurent, il existe 35 zones portuaires (Figure 1), avec 11 zones I/P (Baie-Comeau, Bécancour, Gaspé, Matane, Montréal, Port-Cartier – Sept-Îles, Québec-Lévis, Saguenay, Salaberry-de-Valleyfield, Sorel-Tracy, Trois-Rivières).

Chaque zone I/P possède des composantes terrestres et aquatiques. Dans le cadre de ce guide, les différentes actions proposées se concentrent principalement en périphérie du cours d'eau, et peuvent être appliquées à toute zone intégrant des caractéristiques portuaires et industrielles.

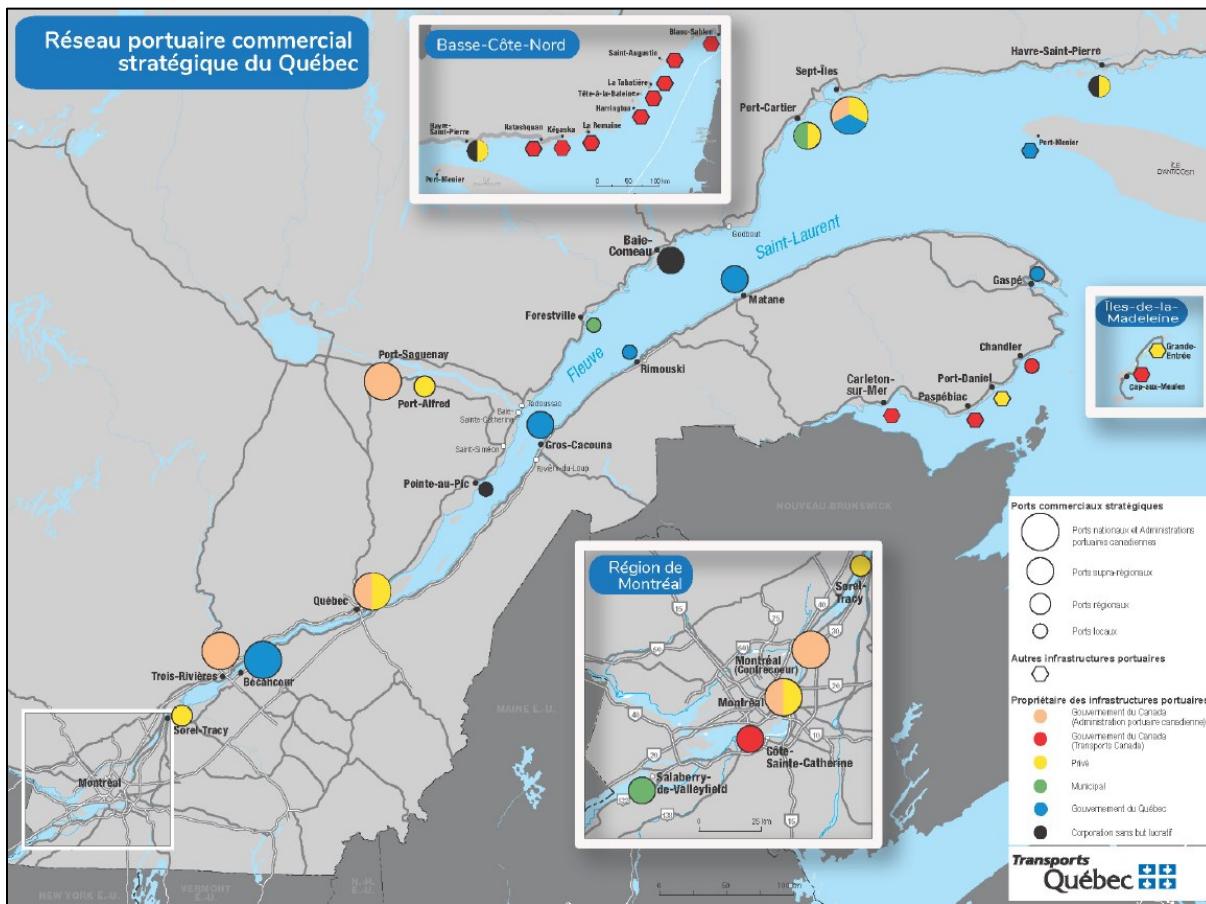


Figure 1. Localisation des zones portuaires sur le territoire de la province du Québec (Direction du transport et de la stratégie maritime du Québec).

*Les effets cumulatifs désignent les effets combinés des activités humaines et des processus naturels passés, présents et futurs.*

*Loi Canadienne sur l'Évaluation*

Les zones I/P sont le siège d'activités urbaines (trafic routier, rejets d'égouts, émissions de combustibles fossiles) et industrielles (transport maritime, terminaux miniers, industries). Ces activités possèdent de nombreuses composantes interconnectées, chacune associée à des risques de perturbation d'origine anthropiques et/ou naturelles pouvant affecter les écosystèmes adjacents, et ce avec de possibles effets cumulatifs. Parmi les sources ponctuelles de contamination, il est possible de nommer, entre autres, les déversements accidentels (hydrocarbures, hydrocarbures aromatiques polycycliques, particules en suspension), le transport maritime (nuisance sonore, introduction d'espèces non-indigènes) et le dragage des sédiments.

Le développement des zones I/P du Québec doit se faire dans une perspective de développement durable pour limiter l'augmentation de facteurs de perturbation dans les écosystèmes côtiers, fluviaux et marins, afin d'assurer la protection de ceux-ci et de leurs ressources pour les générations futures (Gouvernement du Québec 2021 ; MEIE 2023).

À cet effet, l'initiative Ecoports, portée par plusieurs administrations portuaires européennes en 1997, a permis le développement d'un programme de surveillance dans 81 % des ports européens. Ces programmes comprennent, entre autres, le suivi de la qualité de l'air, de l'eau et des sédiments (Barberi et al. 2021). L'Alliance Verte, un programme de certification environnementale volontaire inauguré au Québec en 2007 et maintenant reconnu à l'international, est une initiative collective de l'industrie maritime qui vise à guider le développement commercial vers l'excellence environnementale en encourageant l'adoption volontaire d'actions concrètes et mesurables au-delà des exigences réglementaires (Alliance Verte 2024). Les indicateurs de performance du programme couvrent plusieurs enjeux environnementaux et visent, entre autres, à réduire les impacts de l'industrie sur la qualité de l'air, de l'eau, des sols, ainsi que sur la biodiversité. Le nouvel indicateur « Écosystèmes aquatiques », applicable à tous les ports certifiés par l'Alliance verte, encourage d'ailleurs la mise en place de programme de suivi environnemental dans les ports canadiens et américains.

Le Gouvernement du Québec a lancé la Stratégie maritime du Québec 2015-2030 pour favoriser l'essor économique et la vitalité des régions maritimes du Québec. Au terme du premier plan d'action 2015-2020 et de la nouvelle vision maritime, présentée à travers *Avantage Saint-Laurent*, il est question de « faire du Saint-Laurent un puissant moteur économique tout en respectant ses écosystèmes et ses communautés riveraines » (Gouvernement du Québec 2021).

Dre Julie Carrière, ingénieur chimique, a développé le modèle de gestion environnementale préventive Enviro-Actions<sup>MC</sup> et le système préventif Enviro-Alertes<sup>MC</sup> en 2016, permettant aux gestionnaires de zones I/P de poursuivre leurs activités tout en s'assurant de préserver les écosystèmes environnants, ainsi que la santé et la sécurité de la communauté. Le projet pilote Enviro-Actions<sup>MC</sup> a ainsi été initié par l'Institut Nordique de Recherche en Environnement et en Santé du Travail (INREST) et le CEIP en 2021 afin de réaliser un suivi environnemental préventif sur l'eau, l'air et le bruit sous-marin au sein des zones portuaires du territoire maritime du Québec, couplé à un système d'alertes environnementales préventives à l'attention des gestionnaires. Le projet pilote Enviro-Actions<sup>MC</sup> a été rendu possible grâce au soutien financier du Ministère des Transports et de la Mobilité Durable du Québec dans le cadre d'*Avantage Saint-Laurent*, la nouvelle vision maritime du Québec ainsi que du Port de Sept-Îles, du Port de Saguenay, Rio Tinto Saguenay et Promotion Saguenay.

L'application du modèle de gestion Enviro-Actions<sup>MC</sup> est réalisée au travers de cinq étapes présentées dans la *Section A.2*, dont s'inspire la structure de ce guide, afin de créer et déployer un Observatoire Environnemental de Base (OEB). Dans ce contexte, ce guide propose un outil de gestion préventive pour les zones I/P visant la détection précoce d'une perturbation par un programme de surveillance standardisé et basé sur la recherche scientifique. Cet outil vise la protection de l'environnement en étant applicable aux zones portuaires, industrielles, municipales et pour d'autres secteurs d'activité ayant un potentiel de perturbation des écosystèmes côtiers, fluviaux et marins.

## 1.2. Définition d'un OEB

L'INREST et le Centre d'Expertise Industrialo-Portuaire (CEIP), en collaboration avec Centre d'Expertise en Gestion des Risques d'Incidents Maritimes (CEGRIM), ont codéveloppé le concept d'Observatoire Environnemental de Base pour réaliser la détection précoce des contaminations potentielles les plus communes sur le territoire maritime du Québec, c'est-à-dire applicables à toutes les zones I/P aussi bien en eaux douces que marines.

Un OEB inclut des caractéristiques indispensables au suivi environnemental de base :

- une zone d'étude
- des paramètres de suivi essentiels
- une fréquence de suivi minimale

Ces composantes ont été identifiées en concertation avec un comité d'experts intersectoriel (voir *Section A.2*).

La mise en place d'un OEB comprend une phase de concertation avec les acteurs du milieu, qui permet d'identifier les préoccupations des acteurs concernés, de poser des objectifs clairs selon les enjeux, ainsi que de mettre en place le suivis de paramètres essentiels, dans une optique de développement durable des zones I/P. Plusieurs facteurs doivent être pris en compte pour assurer l'efficacité de cette implantation dont les facteurs de stress, les milieux sensibles, l'acceptabilité sociale et les ressources financières disponibles. De façon générale, les objectifs d'un OEB sont :

1. Établir un suivi environnemental spatio-temporel de la qualité des écosystèmes ;
2. Déetecter de façon précoce une contamination potentielle, afin d'agir en prévention d'un éventuel incident maritime ;
3. Générer des recommandations pour le suivi environnemental à long terme.

*Un Observatoire Environnemental de Base Régionalisé (OEB+R) est un OEB pour lequel des paramètres supplémentaires, adaptés à la réalité régionale de la zone d'étude, sont ajoutés aux paramètres.*

La mise en place des mesures contenues dans ce guide permettra de créer et soutenir un suivi environnemental dans la zone d'étude, avec l'avantage d'être adaptatif et préventif. Les recommandations indiquées dans ce guide ont été considérées comme une base essentielle et pertinente par le comité d'experts lors des ateliers (*Section A.2*).

En fonction du contexte de la zone d'étude et des ressources disponibles pour mettre en place un OEB, plusieurs niveaux d'implantation pourront être atteints (voir *Section B.1*). À ceux-ci s'ajoute la possibilité d'inclure des variables supplémentaires pour renforcer le suivi et augmenter la portée de l'OEB, en lien avec les caractéristiques de la zone d'étude. Un tel OEB sera décrit comme un Observatoire Environnemental de Base Régionalisé (OEB+R).

### 1.3. Objectifs de ce guide

Le présent document vise à guider l'implantation d'un OEB en identifiant les acteurs du milieu impliqués, en tenant compte de leurs préoccupations environnementales et en uniformisant les protocoles et analyses de détection de contaminations sur le territoire maritime du Saint-Laurent.

Ce guide recommande donc des bonnes pratiques pour permettre la détection précoce de contaminations potentielles à l'aide d'un suivi environnemental, réalisé sur une base volontaire.

### 1.4. À qui s'adresse ce guide

Ce guide doit être vu comme une boîte à outils servant à implanter un OEB dans les milieux portuaires au sein d'une zone I/P. Ainsi, il s'adresse aux :

- gestionnaires de ports ;
- gestionnaires d'industries de nombreux secteurs d'activité ;
- municipalités ;
- communautés autochtones ;
- organismes environnementaux ;
- organismes gouvernementaux.

Ce guide permettra d'appuyer, entre autres, le suivi préventif des écosystèmes, les plans d'urgence instaurés par les gestionnaires, les évaluations gouvernementales recommandées aux industries, aux municipalités et aux zones portuaires, ainsi que l'amélioration de pratiques maritimes en général.

Enfin, la mise en place des recommandations présentées dans ce guide permettra d'outiller les administrations portuaires dans l'atteinte des différents niveaux de l'indicateur « écosystèmes aquatiques » proposé par l'Alliance Verte.

Le CEIP propose notamment un service d'accompagnement des gestionnaires lors de l'implantation d'un OEB afin d'assurer l'intégration d'actions environnementales déjà en place dans la zone d'étude et d'identifier celles à réaliser pour atteindre les objectifs de l'OEB.

## A.2.

### CRÉATION DU GUIDE

#### 2.1. Concepts fondateurs

En 2013, l'équipe de l'INREST a été mandatée afin d'implanter un observatoire de veille environnementale dans la zone portuaire de Sept-Îles (Encadré 1).

Ce projet a servi de base conceptuelle pour le développement du modèle de gestion environnementale préventive Enviro-Actions<sup>MC</sup>, au moyen de suivis de l'écosystème et de ses composantes vulnérables. En particulier, il a fourni une vision globale des impacts environnementaux actuels, positionnant la zone portuaire de Sept-Îles comme un site de recherche de référence au Québec et au Canada (Figure 2).

#### Encadré 1 : Observatoire de veille environnementale de la Baie de Sept-Îles

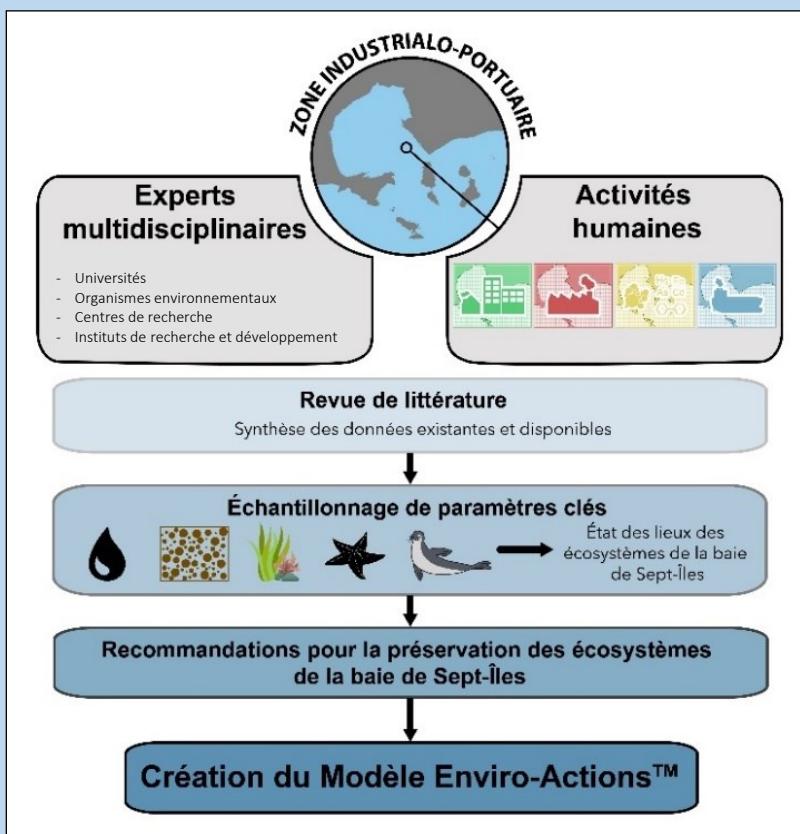


Figure 2. Schéma récapitulatif de l'observatoire de veille environnementale de la Baie de Sept-Îles.

L'observatoire de veille environnementale de la Baie de Sept-Îles a été le premier observatoire environnemental de base (OEB) mis en place dans une zone I/P. Sous la direction de l'INREST, ce projet a rassemblé des experts de multiples disciplines, et a permis d'obtenir une meilleure compréhension des impacts environnementaux présents grâce à l'acquisition de données de références dans la baie de Sept-Îles (Carrière et al. 2018).

Ce premier observatoire a conduit à la création du modèle de gestion environnementale préventive Enviro-Actions<sup>MC</sup>.

L'implantation d'un OEB permet de suivre à court, moyen, long termes l'évolution de l'écosystème et de ses composantes vulnérables. Il fournit une vision globale des impacts environnementaux actuels et futurs (Figure 2, voir Section B).

### Avantages de l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base

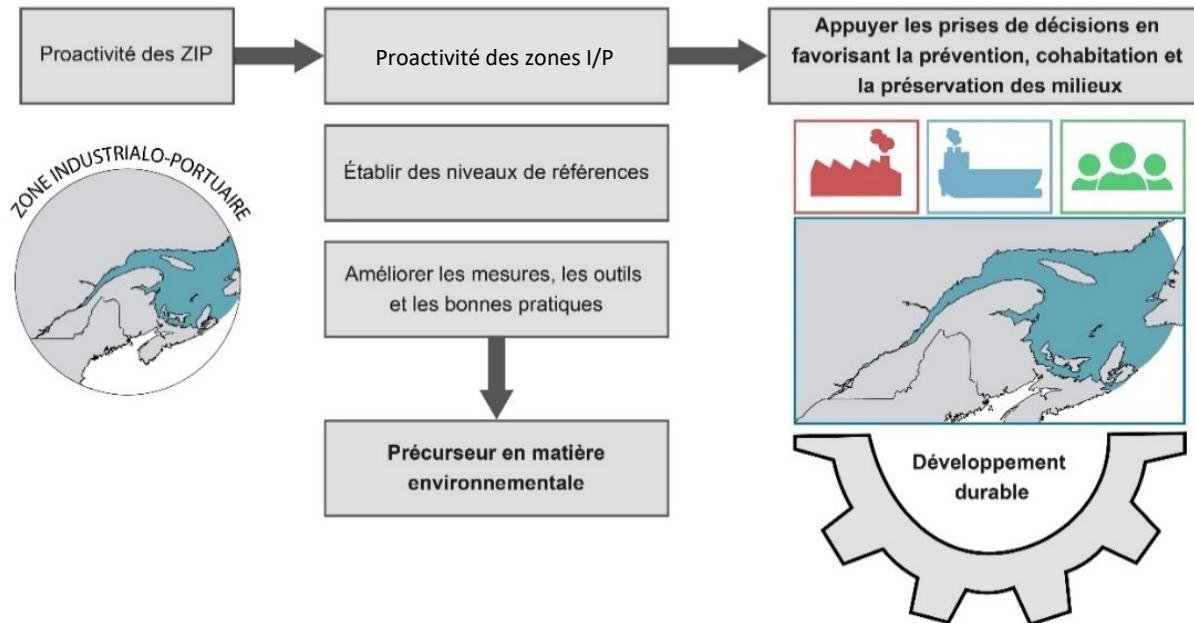


Figure 3. Avantages de l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base.

L'observatoire de veille environnementale correspond aux étapes 1 à 3 du modèle de gestion préventive Enviro-Actions<sup>MC</sup>, et ces concepts ont été utilisés pour servir de cadre conceptuel à l'OEB (Figure 4).

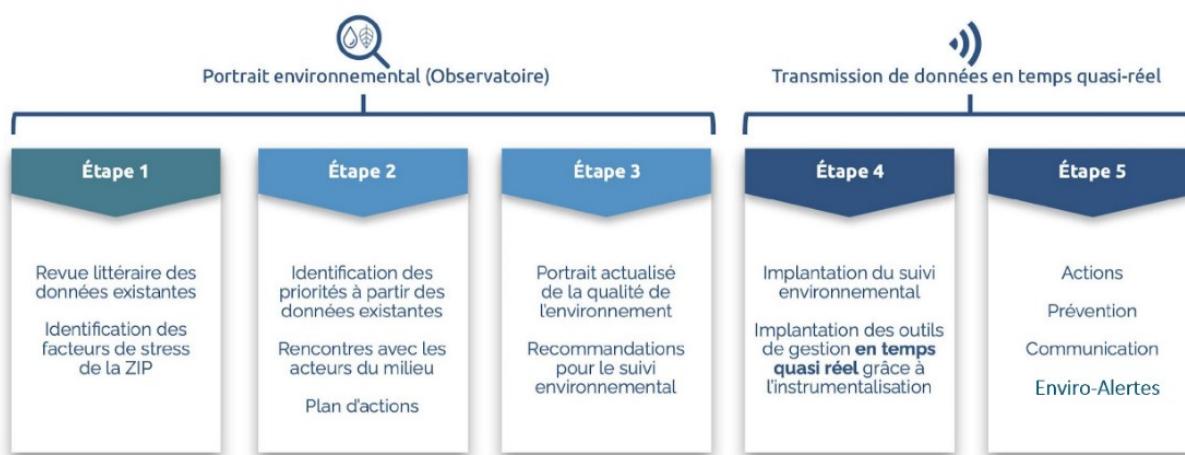


Figure 4. Schéma des cinq étapes du modèle Enviro-Actions<sup>MC</sup>.

Ce modèle vise à établir une méthode de gestion préventive pour encadrer le développement durable des zones I/P. Celui-ci permet aux gestionnaires de s'équiper d'outils complémentaires innovants, afin de développer et de poursuivre leurs activités tout en s'assurant de préserver les écosystèmes environnents, la santé et la sécurité de la communauté. Ce modèle permet également à la communauté scientifique d'acquérir de nouvelles connaissances des milieux adjacents aux zones I/P et de leurs perturbations potentielles.

Les étapes 4 et 5 du modèle Enviro-Actions<sup>MC</sup> reposent sur des mesures de paramètres clé dans le milieu, en temps quasi-réel (haute résolution temporelle) combiné à des mesures instantanées. Ces outils, couplés au système d'Enviro-Alertes<sup>MC</sup>, serviront à corriger de façon préventive d'éventuelles anomalies dans le milieu à la suite de perturbations, afin d'éviter l'atteinte de niveaux pouvant engendrer des impacts sur les écosystèmes (Figure 5).

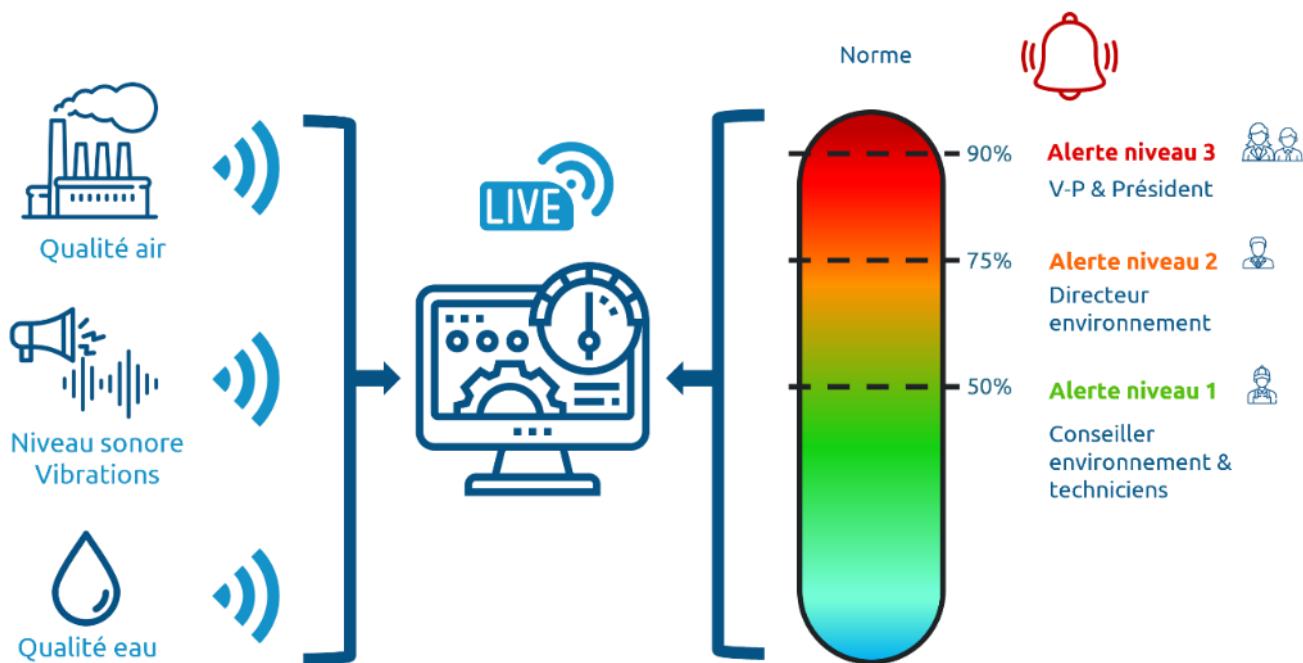


Figure 5. Exemple d'un principe d'Enviro-Alertes<sup>MC</sup>.

Ce système de gestion préventive constitue un outil d'alerte aux gestionnaires en amont de perturbations, contrairement aux pratiques d'intervention généralement mises en place dans les zones I/P à la suite de dépassements de normes, critères ou réglementation. Celui-ci permet notamment de :

- obtenir un portrait actualisé de la qualité de l'environnement ;
- fournir une meilleure compréhension des impacts environnementaux et de leur évolution ;
- mesurer et suivre en temps quasi-réel les paramètres spécifiques ;
- mettre en place un système d'alertes environnementales destinées aux gestionnaires visant à accroître la réactivité des interventions ;
- outiller l'ensemble des administrations portuaires et des gestionnaires de zones I/P dans leur prise de décision et dans leur gestion environnementale dans une optique de développement durable ;
- répondre aux attentes et aux préoccupations émanant du milieu en favorisant ainsi l'acceptabilité sociale.

## 2.2. Concertation d'un comité d'experts

Un comité d'experts intersectoriel a été mis sur pied pour assurer une approche de co-construction intégrative et multidisciplinaire, piloté par l'INREST et le CEGRIM.

Ce comité s'est regroupé lors de trois ateliers (4 février 2021, 26 mars 2021 et 9 avril 2021) pour atteindre différents objectifs (Figure 6) :

- Atelier 1 : conceptualisation d'un OEB adaptable à différents contextes environnementaux et socio-écologiques afin de servir d'outil de gestion préventive des écosystèmes en zones I/P :
  - introduction au projet et description des concepts ;
  - identification des caractéristiques et limites d'un OEB ;
  - acteurs à impliquer et zone d'étude.
- Atelier 2 : identification des sources de contamination, impacts potentiels et paramètres à mesurer par thématique :
  - qualité de l'eau ;
  - qualité de l'air ;
  - qualité des sédiments ;
  - océanographie physique ;
  - données climatiques ;
  - milieux aquatiques.
- Atelier 3 : identification des méthodologies de suivi pour chaque paramètre et du type d'alerte associé à chaque variable :
  - fréquence d'échantillonnage ;
  - technologies à privilégier.

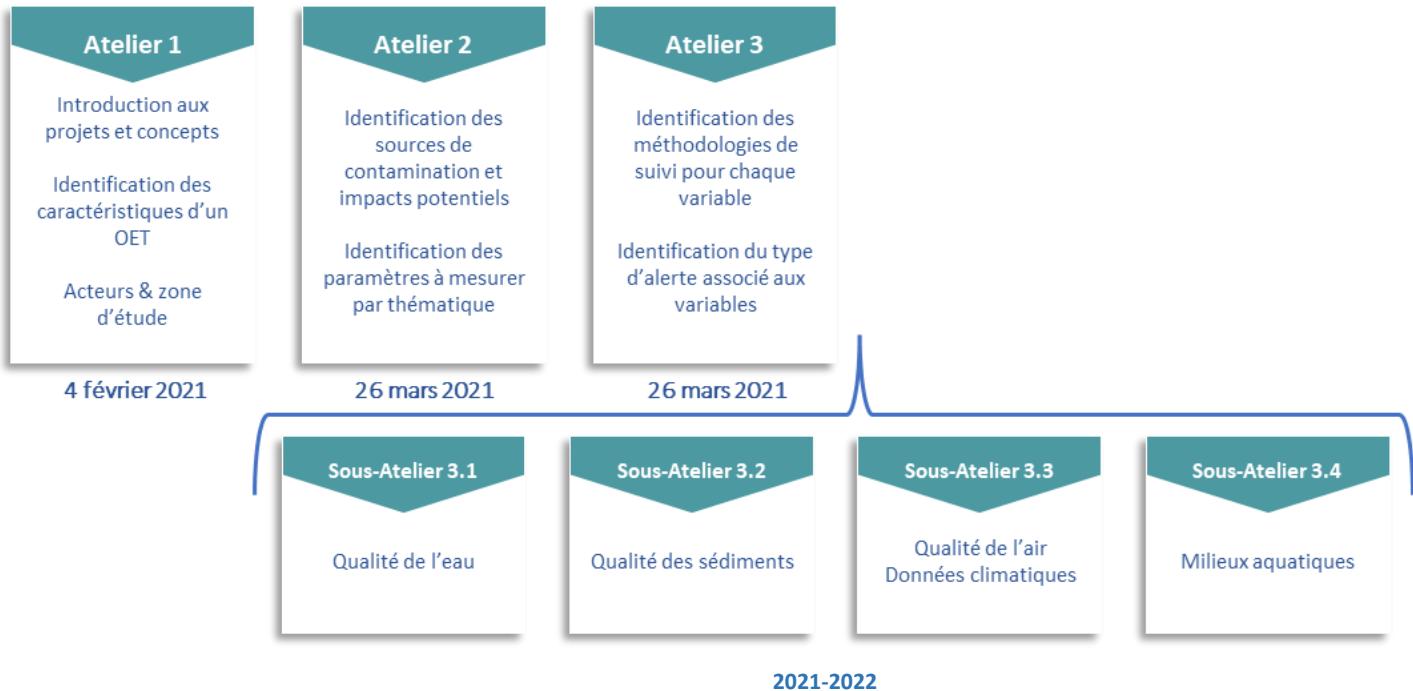


Figure 6. Contenu des ateliers organisés par le comité d'experts.

Le comité a regroupé 45 expert.es, où :

- ✓ 30 % des participants étaient affiliés à des organismes gouvernementaux ;
- ✓ 22 % des établissements de recherche ;
- ✓ 13 % des administrations portuaires ;
- ✓ 15 % des entreprises/associations ;
- ✓ 13 % des organisations à but non-lucratif ;
- ✓ 7 % de réseaux scientifiques.

Tableau 1. Liste des expert.es consulté.es pour la création du guide OEB, ayant participé à au moins un atelier et/ou à la révision du guide.

| Expert.e                    | Affiliation  |
|-----------------------------|--|
| Julie Carrière              | INREST/CEIP  |
| Elliot Dreujou              | INREST/CEIP  |
| Viridiana Jimenez           | INREST/CEIP  |
| Annie-Pier Trottier         | INREST/CEIP  |
| Joannie Ferland             | CEGRIM   |
| Amélie Jauvin               | CEGRIM   |
| Madeleine Nadeau            | CEGRIM   |
| Véronique Trudeau           | Alliance Verte   |
| Christiane Dufresne         | Arctus Inc   |
| Thomas Jaegler              | Arctus Inc   |
| Mélanie Desrosiers          | Centre d'Expertise et d'Analyse Environnementale du Québec                       |
| Marie-Ève Lemieux           | Port de Québec   |
| Pierre-Luc Bastien          | Port de Montréal   |
| Dany Rochon                 | Port de Montréal   |
| Frédéric Lebrun             | Port de Saguenay   |
| Manon D'Auteuil             | Port de Sept-Îles  |
| Claudel Babineau-Boulé      | Institut de Développement Durable des Premières Nations du Québec et du Labrador |
| Pierre-Louis Tétu           | Innovation Maritime  |
| Louis-Simon Bolduc          | Institut National de Santé Publique du Québec                                    |
| Lise Laplante               | Institut National de Santé Publique du Québec                                    |
| Christopher McKindsey       | Institut Maurice-Lamontagne  |
| Julien Delarue              | JASCO Applied Science  |
| Lyne Morrisette             | M Expertise Marine   |
| Marie Lionard               | MAPAQ  |
| Pierre Michon               | Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques   |
| Danielle Richoz             | Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques   |
| Marc Mingelbier             | Ministère de la Faune, des Forêts et des Parcs                                   |
| Céline Bussières            | Ministère des Transports Québec  |
| Kim Juniper                 | Oceans Network Canada  |
| Yann Tremblay               | Pêcheries UAPAN  |
| François Gosselin           | Réseau Québec Maritime   |
| Geneviève Lalonde           | Réseau Québec Maritime   |
| Raphaël Lavoie              | Service Canadien de la Faune   |
| Catherine Guillemette       | Transport Canada   |
| André Laflamme              | Transport Canada   |
| Jérôme Landry               | UQM (Comité pour villes riveraines du Saint-Laurent)                             |
| Philippe Archambault        | Université Laval   |
| Jean-Éric Tremblay          | Université Laval, Québec-Océan   |
| Émilie Saulnier-Talbot      | Université Laval   |
| Mathieu Cusson              | Université du Québec à Chicoutimi  |
| Pascal Sirois               | Université du Québec à Chicoutimi  |
| Simon Bélanger              | Université du Québec à Rimouski  |
| Richard St-Louis            | Université du Québec à Rimouski  |
| Karine Lemarchand           | Université du Québec à Rimouski / Institut des Sciences de la Mer                |
| Jean-Carlos Montero Serrano | Université du Québec à Rimouski / Institut des Sciences de la Mer                |

Lors de ces ateliers, les participant.es ont échangé sur les concepts clé de l'OEB, les définitions et le cadre global du projet. Ainsi, les paramètres essentiels s'inscrivent dans cinq thématiques :

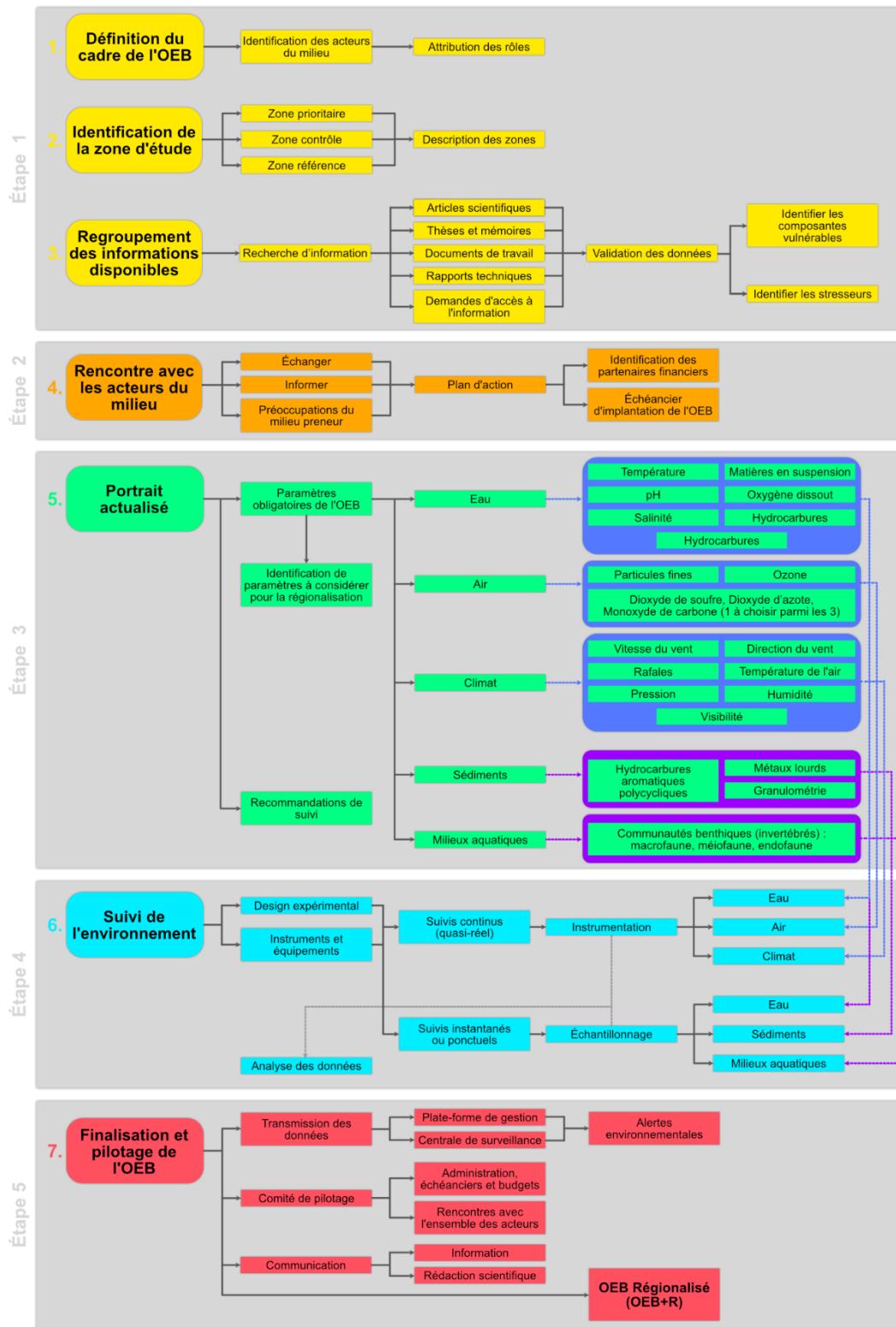
- la qualité de l'eau;
- la qualité des sédiments;
- les milieux aquatiques, comprenant les communautés et les habitats;
- la qualité de l'air;
- les données climatiques.

Pour chaque thématique, des paramètres spécifiques, décrits dans les prochains chapitres, sont mesurés et utilisés comme indicateurs environnementaux.

Les indicateurs environnementaux fournissent des informations sur l'état actuel d'un écosystème et peuvent fournir des informations précieuses sur les changements temporels (National Research Council 2000). Est considéré comme un indicateur toute mesure permettant d'évaluer l'état d'un système (indicateurs descriptifs, indicateurs de qualité environnementale) ainsi que toute action de gestion visant à la conservation et à la préservation de l'écosystème (Dauvin 2007).

Les rencontres du comité d'expert ont permis de définir les concepts essentiels d'un OEB, les exigences de ses niveaux d'implantation, ainsi que les différentes étapes nécessaires pour le mettre en place. Ces recommandations se veulent applicables aux milieux aquatiques des zones I/P et, de façon plus large, aux zones portuaires et industrielles dans leur ensemble, et structurent la *Section B* de ce guide (Figure 7).

### 2.3. Schéma conceptuel d'un OEB



Chaque partie de ce schéma conceptuel correspond à un chapitre de la Section B de ce guide.

Figure 7. Schéma conceptuel d'un Observatoire Environnemental de Base.

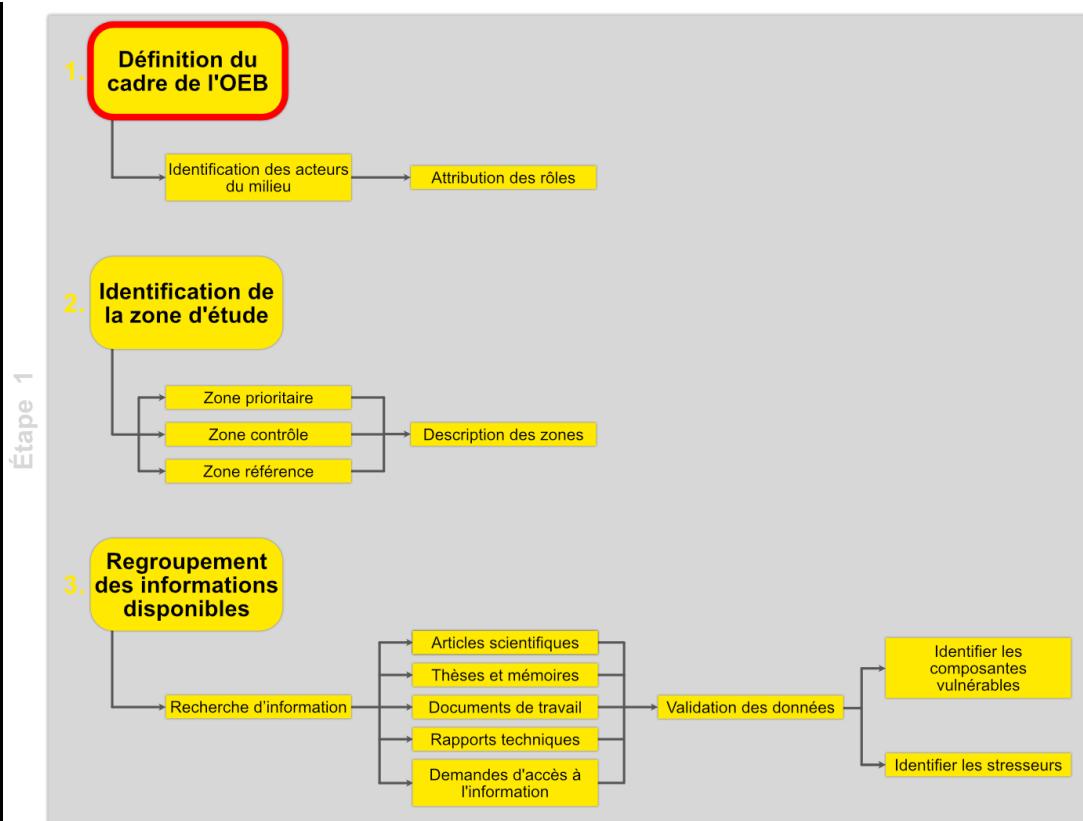
SECTION B

# Mise en place d'un Observatoire Environnemental de Base



Station de suivi en temps quasi-réel – Quai des croisières au Port de Sept-Îles  
Crédit photo : Julie Carrière

## B.1. DÉFINITION DU CADRE DE L'OEB



Un OEB est composé de cinq phases distinctes, détaillées dans les chapitres suivants :

- l'identification de la zone d'étude et des facteurs de perturbation potentielle des écosystèmes au moyen d'une revue littéraire des données existantes ;
- une rencontre avec les acteurs du milieu pour identifier des priorités et mettre en place un plan d'action ;
- la création d'un portrait actualisé de la qualité de l'environnement avec une analyse globale des données ;
- la mise en place de suivis en continu et instantanés avec l'instrumentalisation des écosystèmes et des campagnes d'échantillonnage de paramètres-clés ;
- l'établissement d'un système d'alertes automatisées et la transmission des informations.

L'implantation d'un OEB est réalisable grâce au travail conjoint de partenaires et d'acteurs dans l'acquisition de connaissances et de données sur les activités et les sources de perturbations potentielles.

Les enjeux et les objectifs de l'OEB doivent être clairement identifiés en lien avec les réalités du milieu preneur (les administrations portuaires), afin d'apporter des réponses aux besoins et aux attentes exprimés et de proposer un plan de suivi environnemental adapté.

## 1.1. Identification des acteurs du milieu

Lors de la mise en place d'un OEB, il est essentiel de travailler conjointement avec les acteurs du milieu afin de connaître leurs préoccupations, tout en maintenant la neutralité et l'objectivité face aux résultats obtenus. Cette vision est indispensable pour favoriser et obtenir une acceptabilité sociale du milieu.

Plusieurs acteurs peuvent être considérés lors de l'implantation, dont deux sont jugés indispensables :

- administration portuaire : elle constitue le milieu preneur qui participe à l'implantation de l'OEB sur le terrain ;
- équipe scientifique, centre de recherche, organisme indépendant : ils réalisent l'implantation de l'OEB dans la zone portuaire. Ils ne doivent ni être pro-environnement ni pro-industrie. Ils doivent s'assurer en tout temps de fournir un avis basé sur les données recueillies et existantes et de ne pas émettre d'hypothèses qui ne sont pas basées sur des faits concrets. Ils assurent la gestion des résultats tant que ceux-ci n'ont pas été analysés et rendus publics, et jouent le rôle de maillon entre les équipes scientifiques, l'administration portuaire et les partenaires financiers du projet tout en s'assurant de la neutralité de chaque étape réalisée.

D'autres parties prenantes peuvent également être impliquées dans le processus d'implantation d'un OEB ou son pilotage (voir *Section B.7*), incluant les :

- municipalités et communautés autochtones ;
- industries et entreprises ;
- groupes et organismes environnementaux ;
- ministères et organismes gouvernementaux.

## 1.2. Rôles des acteurs identifiés

Les acteurs identifiés collaborent et endoscent des rôles distincts afin d'assurer la réussite de l'implantation de l'OEB. Tous les rôles doivent être attribués et les acteurs peuvent remplir un ou plusieurs rôles de façon concomitante :

- sensibilisation : démarche visant à favoriser la réflexion autour des bénéfices liés à l'implantation d'un OEB ainsi que de promouvoir des actions auprès des autres acteurs pour la réalisation d'un OEB ;
- concertation : action de débattre pour formuler une proposition répondant aux besoins du milieu ;
- financement : octroyé par un ou des partenaires qui investissent des ressources dans le projet, autant d'un point de vue monétaire que des ressources humaines et/ou de l'accès à des données existantes et/ou des infrastructures ;
- gestion de projet : mise en place de l'échéancier, de la tenue du calendrier et du budget ainsi que d'assurer la neutralité des données analysées. La gestion

de projet implique aussi de favoriser l'acceptabilité sociale des activités industrielles par le biais d'une interprétation juste et réfléchie des données ;

- suivi de l'environnement : consiste en la réalisation des échantillonnages, des analyses et de l'entretien des équipements, ainsi qu'à l'analyse des données pour la détection précoce d'anomalies et l'activation ou non d'une alerte ;
- mise à disposition des données : fournir des données existantes tout en ayant un regard objectif sur les résultats obtenus ;
- communication des résultats : partager les données avec la communauté scientifique et informer la population des informations recueillies et des conclusions obtenues, grâce à divers moyens et médias.

### 1.3. Niveaux d'implantation d'un OEB

En fonction des objectifs des partenaires dans la zone d'étude, ainsi que des ressources financières et humaines disponibles, il est possible d'implémenter un OEB à différents niveaux (Figure 8) :

- Niveau I : mise en place d'un suivi environnemental instrumentalisé sur la zone prioritaire, voir *Section B.2* (coût \$) ;
- Niveau II : niveau I + ajout d'un système d'alertes environnementales, voir *Section B.7* (coût \$\$) ;
- Niveau III : niveau II + ajout d'échantillonnages réguliers dans les zones contrôle et référence, voir *Section B.2* (coût \$\$\$).

*Il est possible de réaliser le suivi de paramètres supplémentaires, spécifiques à la zone d'étude, selon le concept d'OEB+R.*

*Cette étape permettra l'atteinte des niveaux d'implantation I+R, II+R et III+R.*

Chaque niveau est relié aux différents objectifs d'un OEB, et le niveau III permet de les atteindre tous. Parallèlement à l'atteinte d'un niveau d'implantation, il est possible d'ajouter des paramètres spécifiques à la zone d'étude en plus des paramètres obligatoires, permettant ainsi d'atteindre des caractéristiques d'OEB+R à chaque niveau d'implantation (Figure 8).

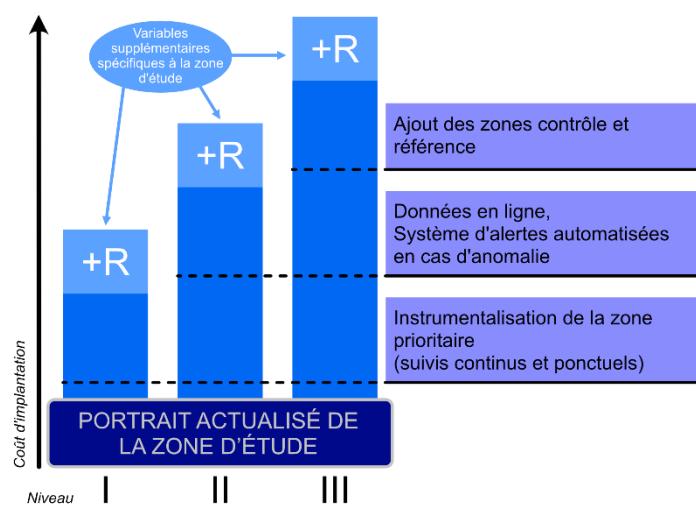
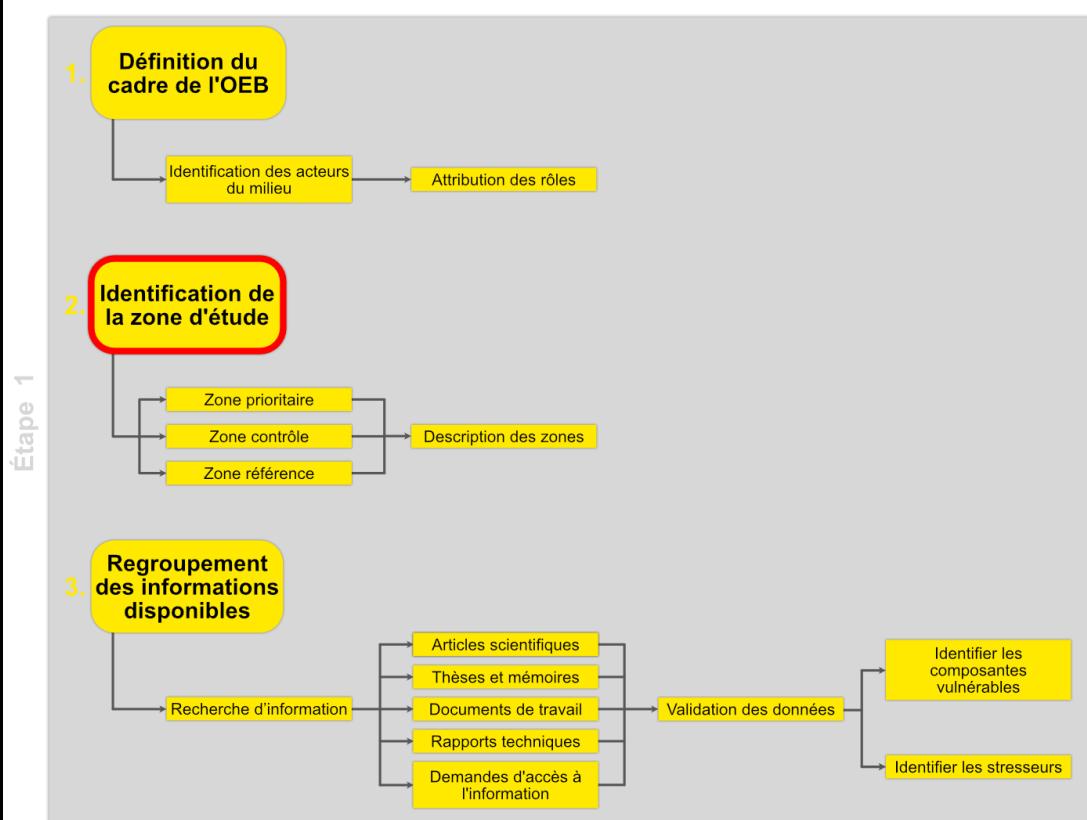


Figure 8. Niveaux d'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base, avec les ajouts possibles d'un Observatoire Environnemental de Base Régionalisé.

## B.2. IDENTIFICATION DE LA ZONE D'ÉTUDE



La zone d'étude d'un OEB inclut :

- une ou plusieurs zones prioritaires (*Section B.2.1*) ;
- une ou plusieurs zones contrôle (*Section B.2.2*) ;
- une zone référence (*Section B.2.3*).

Un OEB doit être en mesure de détecter les impacts de différents secteurs d'activité anthropique sur un territoire (transport maritime, activités industrielles, portuaires et municipales), susceptibles d'affecter l'environnement aquatique à court, moyen ou long terme (Figure 9).

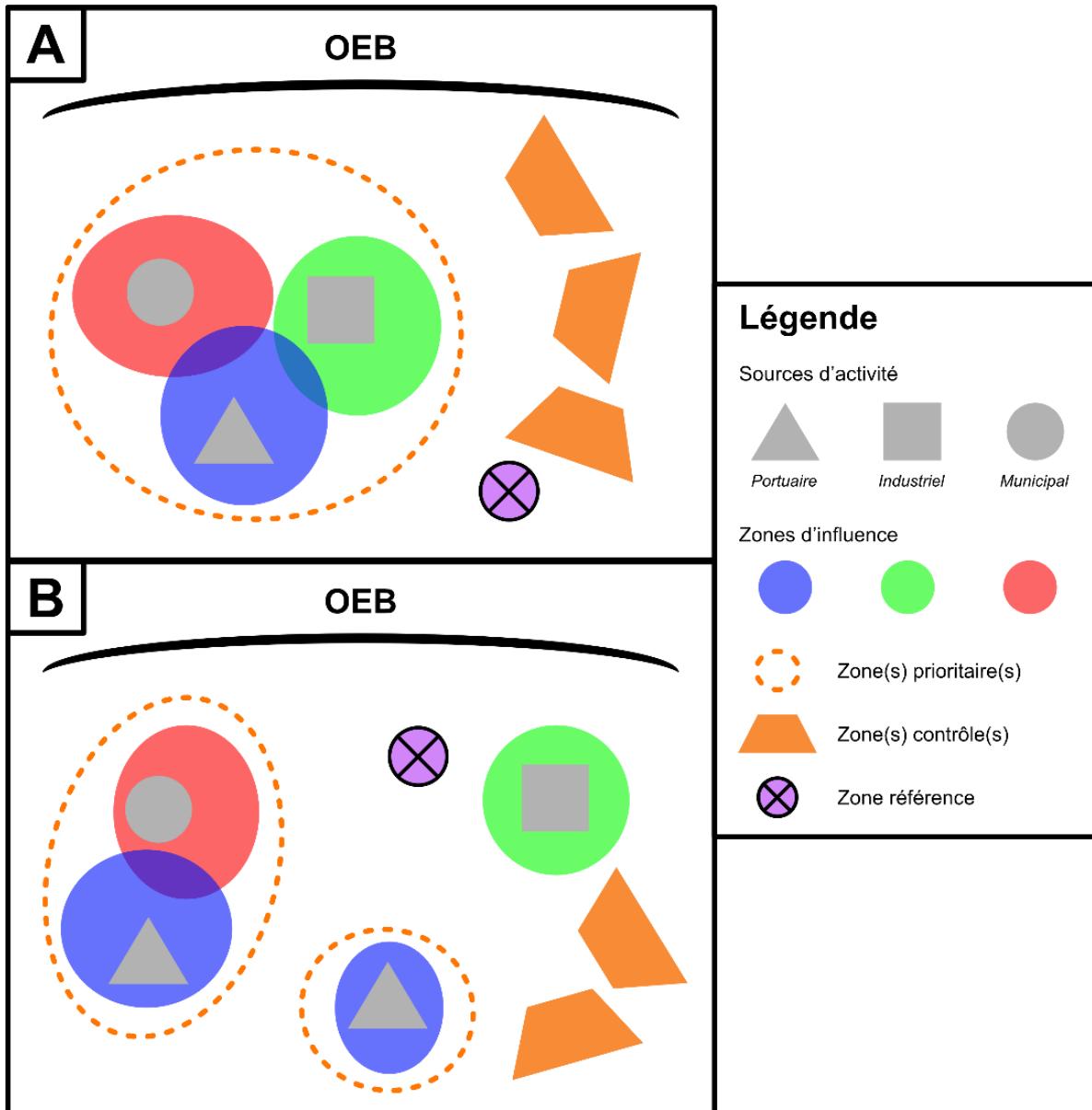


Figure 9. Zones constituant un Observatoire Environnemental de Base : (A) cas d'une zone prioritaire unique; (B) cas de zones prioritaires multiples.

## 2.1. Zone prioritaire

Une zone prioritaire est définie comme le périmètre de détection précoce d'une source potentielle de contamination dans une zone portuaire (peut se définir comme un espace territorial affecté aux différentes activités économiques et industrielles d'un port), qui englobe les zones d'influence des différentes activités à proximité. Cette zone comprend donc les infrastructures et les écosystèmes pouvant être impactés par le patron de dispersion de contaminations potentielles. La zone prioritaire inclut les composantes de plusieurs secteurs (Figure 9) :

- secteur portuaire (indispensable pour un OEB) ;
- secteur industriel ;
- secteur municipal.

La zone d'influence d'un secteur fait référence à la délimitation géographique du territoire où la qualité de l'environnement (air, eau, sédiments, habitats) peut être altérée et/ou perturbée par les activités réalisées (Figure 9). Elle tient donc compte des facteurs environnementaux gouvernant la circulation des fluides dans la zone d'étude (eau, air), tels que la bathymétrie, les courants marins, les vents dominants ou les apports via les rivières.

Parmi les infrastructures et activités pouvant générer des impacts, présentes dans la zone prioritaire, il est possible de citer (de manière non exhaustive) :

- une zone de dragage et les dépôts associés ;
- une zone de mouillage pour les navires commerciaux ;
- des sites de rejets d'eaux usées (municipaux, portuaires et industriels) tels que des émissaires de stations d'épuration ou des ouvrages de surverse ;
- des usines et des industries ;
- des cheminées ;
- des réservoirs de matière première ;
- des réservoirs de matières dangereuses ;
- des quais.

*Un OEB qui a mis en place l'instrumentalisation en temps quasi-réel de la zone prioritaire atteint le Niveau I d'implantation.*

Lorsque les zones d'influence des secteurs portuaires sont éloignées les unes des autres, l'OEB peut comprendre plusieurs zones prioritaires, chaque incluant au moins une zone portuaire (Figures 9B et 10B).

## 2.2. Zone contrôle

La zone contrôle comprend un ou plusieurs sites satellites à proximité de la zone prioritaire incluant des valeurs à protéger (milieux vulnérables). Il s'agit d'une zone de suivi environnemental et de détection précoce de la dispersion des contaminants potentiels depuis la zone prioritaire.

La zone contrôle inclut une ou plusieurs des composantes vulnérables à surveiller (Figure 10) :

- des aires protégées et autres aires d'intérêts environnementaux ;
- des habitats sensibles (exemple : habitats d'oiseaux migrateurs, mammifères marins) ;
- des milieux humides (exemple : marais, herbiers, tourbières) ;
- des sites d'activités commerciales (exemple : pêche, aquaculture) ;
- des sites récréotouristiques (exemple : plage, zone de baignade) ;
- des sites patrimoniaux et socio-culturels ;
- des zones de fraie.

## 2.3. Zone référence

*Un OEB qui échantillonne adéquatement les zones prioritaires, contrôle et référence en plus de permettre l'envoi d'alertes environnementales atteint le Niveau III d'implantation.*

La zone référence est une zone de comparaison spécifique de l'écosystème située à l'extérieur des secteurs perturbés ou potentiellement perturbés (Figures 9 et 10). Elle permet d'évaluer l'état naturel de l'environnement (par exemple, la présence naturelle de métaux et leur temps de résidence) pour ensuite établir des taux et des vitesses de contamination pour les zones impactées dans la zone prioritaire.

La comparaison des données provenant de la zone référence et de celles des zones prioritaires et contrôle permet de distinguer les anomalies naturelles de celles potentiellement liées à une activité anthropique.

La mise en place d'un Observatoire Environnemental Régionalisé (OEB+R) ajoute des paramètres de suivi supplémentaires pour couvrir la réalité régionale des stresseurs propres à chaque zone I/P (par exemple des molécules spécifiques à certaines activités comme des dérivés plastiques ou des furanes), et ceci à chaque niveau d'implantation de l'OEB.

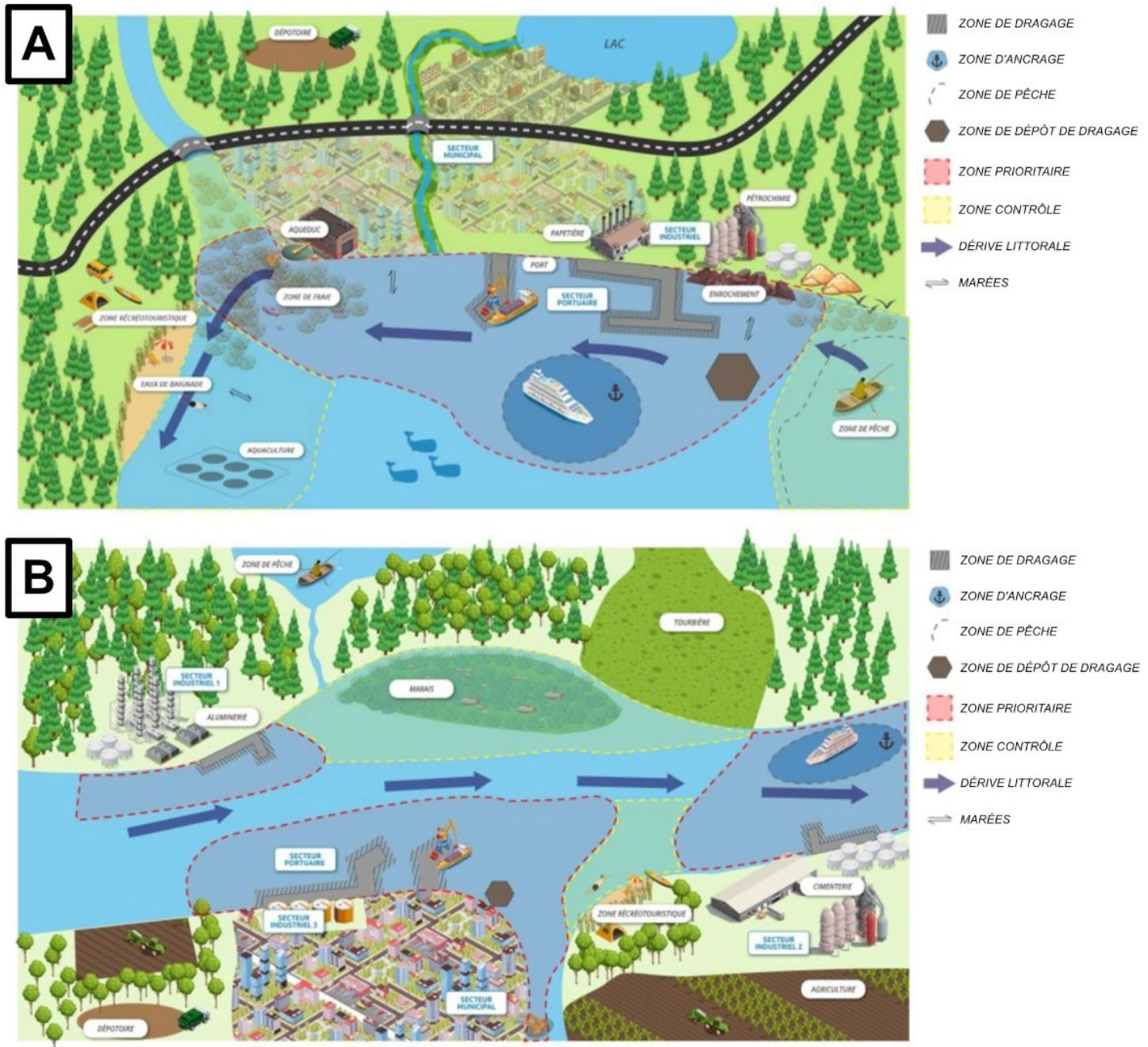
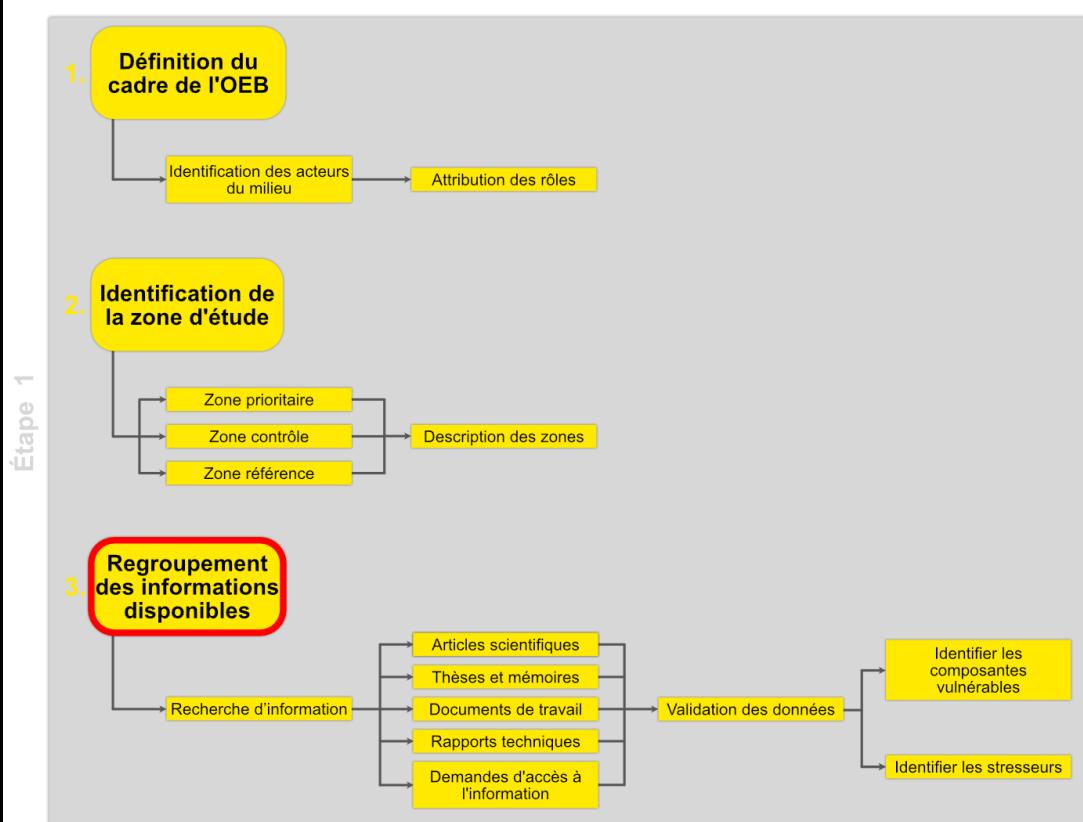


Figure 10. Exemples de description des zones industrialo-portuaires en incluant la zone prioritaire et la zone contrôle : (A) cas d'une zone prioritaire unique; (B) cas d'une zone prioritaire multiple.

## B.3. REGROUPEMENT DES INFORMATIONS DISPONIBLES



Afin d'établir un portrait complet de l'état environnemental de la zone prioritaire, il est primordial de s'intéresser au territoire de façon globale, afin de cibler les principaux enjeux environnementaux de la région (stresseurs et composantes vulnérables) et de contextualiser l'étude dans son cadre biogéographique (en lien avec l'implantation d'un OEB+R). Ainsi, le portrait global devrait inclure les principaux facteurs qui influencent l'état de l'écosystème (industries et activités socio-économiques locales) ainsi que toute entité d'importance (par exemple des zones écologiques protégées ou des rivières).

Une description détaillée et complète de la zone d'étude facilitera la recherche bibliographique et la collecte de données.

### 3.1. Recherche d'information

Il est nécessaire de diversifier les sources d'informations afin de n'en discriminer aucune lors de cette étape. Les études environnementales et/ou les données récentes (récoltées dans la dernière décennie) devraient être privilégiées dans la recherche bibliographique, car elles sont susceptibles d'être les plus représentatives de l'état environnemental actuel de la zone concernée. À cette étape, il est important de rassembler un maximum de connaissances sur la zone d'étude, stresseurs et composantes vulnérables, en orientant les recherches vers les thématiques sous-jacentes à la mission d'un OEB :

- industries et activités socio-économiques ;
- sources de contamination historiques et potentielles des écosystèmes ;
- hydrologie ;
- bathymétrie ;
- caractéristiques physico-chimiques de l'habitat ;
- variabilité temporelle (saisonnière, annuelle) des paramètres ;
- biodiversité des espèces naturelles présentes et exploitées ;
- zones de conservation ;
- sites à usages culturels, patrimoniaux et récréatifs.

#### 3.1.1. Revue de littérature

Les informations sur le territoire peuvent provenir de différents documents disponibles publiquement ou avec accès via des sites de référencement, incluant par exemple :

- documents de synthèse ;
- données brutes et bases de données ouvertes ;
- inventaires écologiques ;
- mémoires de maîtrise et thèses de doctorat ;
- articles scientifiques et rapports annuels.

Ces documents doivent être issus de travaux de recherche, d'évaluations environnementales (ministères, OBNL, ...) ou d'autres études écologiques réalisées par des organismes gouvernementaux, industries ou centres et groupes de recherche (académique ou non).

*Il est également possible de trouver de l'information pertinente en utilisant la liste de mots-clés dans un moteur de recherche universel, mais les résultats devront être vérifiés pour s'assurer de leur pertinence.*

Voici une liste non-exhaustive de bases de données ouvertes pertinentes pour débuter la collecte d'information :

- [Inventaire national des rejets polluants \(INRP\)](#) ;
- [Inventaire Québécois des émissions atmosphériques \(IQEA\)](#) ;
- [Atlas de l'eau](#) ;
- [Atlas interactif de la qualité des eaux et des écosystèmes aquatiques](#) ;
- [Base de données biologiques et chimiques marines \(BioChem\)](#) ;
- [Données distribuées par l'Observatoire Global du Saint-Laurent \(OGSL\)](#) ;
- [Atlas de biodiversité du gouvernement du Québec](#) ;
- [Données ouvertes Canada](#) ;
- [Données Québec](#) ;
- [Portrait du patrimoine naturel du Saint-Laurent](#) ;
- [Registre des évaluations environnementales](#).

Après consultation des données, la recherche par mots-clés dans le moteur de recherche de littérature académique et scientifique [www.scholar.google.com](http://www.scholar.google.com) est un moyen efficace d'étayer la récolte d'information. La liste de mots-clés doit se référer à la zone d'étude et aux thématiques préétablies (qualité de l'eau, qualité de l'air, qualité des sédiments, milieux aquatiques et données climatiques ; *Sections B.2 et B.5*).

### **3.1.2. Demandes d'accès à l'information**

Lorsque certaines données ne sont pas disponibles publiquement, il peut être possible de les obtenir en envoyant une demande d'accès à l'information (DAI) aux organismes qui en détiennent les droits et le crédit.

En vertu de l'article 9 de la Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels, il est possible d'obtenir des données spécifiques auprès d'organismes provinciaux, fédéraux ou d'autres entités publiques. Il est nécessaire de prévoir un délai de plusieurs semaines et des interactions avec les personnes responsables des projets.

Il est aussi possible de réaliser des DAI aux entreprises et groupes privés pour obtenir des documents spécifiques. La décision de fournir l'information est à leur discrétion.

### 3.2. Compilation des données obtenues

Il est recommandé de structurer la compilation progressive des données et des documents de référence obtenus, notamment grâce à des logiciels de gestion bibliographique. Ce travail peut être accompagné de divers outils supplémentaires, tels que :

- fiches individuelles de lecture ;
- codification des fiches individuelles ;
- tableau synthèse comprenant les paramètres préétablis.

Cela permettra de classifier les documents de référence et données trouvés ainsi que de regrouper toute l'information en un système unique.

Les *Sections B.3.2.1 à B.3.2.4* s'appliquent autant aux données quantitatives que qualitatives.

Les données quantitatives mesurent des changements d'une variable et comprennent des informations numériques telles que des valeurs d'abondance ou des données de température (Legendre & Legendre, 2012a). Les données qualitatives, ou dites catégorielles, sont utilisées pour décrire l'information et elles peuvent comprendre des catégories ou des classes (Legendre & Legendre, 2012b). Les types de substrats géologiques ou la nature des dépôts de surface retrouvés dans des sédiments sont quelques exemples.

#### 3.2.1. Synthèse des données

Une fiche de lecture pourra être créée pour chaque document de référence ou source de données. Par exemple, un document au format .csv regroupant les informations sur les rejets atmosphériques de Données Québec sera associé à une seule fiche accompagnée des cartes associées. Un modèle pour ce type de fiche individuelle est présenté à l'Annexe 1.

*Une bonne pratique de travail est de regrouper l'ensemble des fiches dans un seul dossier nommé « Fiches de lecture ».*

Dans cette fiche, il est nécessaire d'indiquer un maximum d'informations bibliographiques, telles que le type de document, le format du fichier, le titre et les auteurs, l'année de publication, la publication et le site internet au besoin, ainsi que l'identification du document (ex. DOI, ISBN, ISSN, etc.). Les informations scientifiques, comme la nature des données, l'année où l'échantillonnage a été effectué, le type d'échantillons, la méthode utilisée, les personnes ayant réalisé l'échantillonnage, de même que la localisation et les paramètres étudiés, seront à inscrire.

Un système de codification pourra être utilisé pour identifier de façon unique les fiches et indirectement les documents de référence. Il permettra de facilement se référer au document dans les dossiers et dans le tableau synthèse, dont il sera question ci-

dessous. La méthodologie utilisée pour réaliser le code des fiches est à la discrétion des gestionnaires. Parallèlement ou alternativement aux fiches de lecture, un tableau synthèse doit être produit afin de réunir toutes les informations en un seul et même endroit.

Le tableau de synthèse est un document comprenant les informations provenant des documents de référence. Ce document, réalisé à l'aide d'un tableur, est minimalement composé d'une feuille où chaque ligne correspond à une référence. Les premières colonnes du tableau sont réservées à l'identification des références, telles que le titre, les auteurs, le code de la fiche individuelle associée et le type de document. Les prochaines colonnes sont réservées aux thématiques de l'OEB (qualité de l'eau, qualité de l'air, milieux aquatiques et données climatiques). Pour les dernières colonnes, on retrouve des éléments similaires à ceux compilés dans la fiche individuelle, soit l'année de l'échantillonnage et la localisation. Il contient également des colonnes réservées à l'accessibilité des données et la validation des données, qui seront utilisées pour l'analyse des données et des documents. Un exemple de ce tableau est présenté à l'Annexe 2.

Ici aussi, la structure du tableau synthèse peut être sujette à des modifications selon les besoins des gestionnaires.

### 3.2.2. Validation des données

L'étape de la validation des données est essentielle dans le processus de revue de littérature. Elle consiste à faire l'évaluation de chaque information en lui attribuant le statut de donnée « acceptée », « à valider » ou « refusée » selon leur acceptabilité scientifique. L'acceptabilité scientifique sera déterminée d'après plusieurs critères comprenant la source des données, la disponibilité et l'accessibilité des données, l'ancienneté des données, la méthode utilisée, ainsi que le lieu où la collecte des données a été faite.

L'ensemble des paramètres à vérifier lors de l'étape de validation des données est présenté au Tableau 2.

Tableau 2. Récapitulatif des éléments importants à vérifier lors de la validation des données pour la revue de littérature.

| Validation des données           | Éléments à vérifier  |
|----------------------------------|--|
| <b>Source des données</b>        | Vérifier l'origine de chaque source individuellement.  |
| <b>Disponibilité des données</b> | Vérifier la disponibilité des données. Obtenir l'accès par le propriétaire pour les données obtenues sur demande.  |
| <b>Accessibilité des données</b> | Vérifier le niveau de confidentialité des données, ainsi que leur licence d'utilisation.   |
| <b>Méthodologie utilisée</b>     | Doit impérativement comprendre les protocoles utilisés pour l'échantillonnage, le transport, la conservation, les manipulations, et l'analyse des données. Ces méthodes doivent être reconnues, reproductibles et comparables.                       |
| <b>Obsolescence des données</b>  | Déterminer un intervalle de temps acceptable permettant d'assurer la pertinence des données recueillies (une dizaine d'année est recommandée). L'évaluation de l'obsolescence doit se baser sur la date à laquelle a été réalisée l'échantillonnage. |

### 3.2.2.1. *Source des données*

L'origine des données est le premier critère à vérifier lors de la validation des données. Citons l'exemple des données provenant de sources gouvernementales et académiques, celles-ci sont généralement soumises à des normes de qualité et sont donc scientifiquement reconnues.

Chaque source a donc besoin d'être évaluée individuellement selon les besoins de l'OEB.

### 3.2.2.2. *Disponibilité des données*

Il faut s'assurer que les données soient libres d'accès, par exemple provenant d'une base de données ouvertes, d'un article « *open access* » ou d'un site gouvernemental contenant des données ouvertes.

Certaines données peuvent également être confidentielles, ce qui nécessite de contacter les propriétaires pour en obtenir l'accès et éventuellement convenir d'une entente pour leur utilisation (voir *Section B.3.1.2*).

### 3.2.2.3. *Accessibilité des données*

Il faut se renseigner sur le niveau de confidentialité des données, afin de ne pas porter atteinte à autrui et de conséquemment respecter les termes d'utilisation des études considérées.

### 3.2.2.4. Méthodologie utilisée

Pour obtenir le statut de données « acceptées », le document de référence doit impérativement contenir les protocoles utilisés pour l'échantillonnage, le transport, la conservation, les manipulations, l'analyse des données (laboratoire et statistique), pour qu'ils y soient tous définis dans le document. Les données doivent être le résultat de méthodes reconnues, reproductibles et comparables.

Les études de modélisation pourraient être considérées advenant que leurs objectifs correspondent à ceux de l'OEB.

### 3.2.2.5. Obsolescence des données

En lien avec la zone d'étude et les objectifs de la revue de littérature, il est nécessaire de déterminer un intervalle de temps acceptable concernant l'ancienneté des références (une dizaine d'année est généralement recommandé). L'acceptation des données et documents dépendra ensuite de cet intervalle défini, afin de s'assurer que les documents obtenus soient représentatifs de l'état de référence actuel de la zone d'étude. Il est également important de mentionner que la période d'échantillonnage peut être différente de celle de la publication du document consulté.

Toutefois, des données anciennes peuvent s'avérer utiles, puisqu'elles peuvent être utilisées pour offrir une perspective historique de l'évolution de certains paramètres. Dans ce cas précis, elles doivent tout de même être classées « à valider ».

## 3.3. Analyse des données

Après avoir délimité la zone d'étude et réalisé la revue de littérature, une analyse critique des données recueillies est nécessaire pour identifier les composantes vulnérables de l'environnement et les stresseurs possibles.

### 3.3.1. Identification des composantes vulnérables

À l'intérieur de la zone d'étude, plusieurs composantes de l'environnement sont susceptibles d'être affectées par une potentielle contamination émanant d'activités de la zone prioritaire. Puisque la préservation de la santé des populations humaines et des écosystèmes est au cœur des objectifs sous-jacents à l'implantation d'un OEB, l'analyse des données régionales recueillies doit permettre l'identification des composantes les plus vulnérables à protéger en cas de contamination.

L'identification de ces composantes permet de déterminer le nombre de stations d'échantillonnage requis par site et leur position (*Section B.6.1*), les paramètres à suivre en temps quasi-réel, de façon instantanée ou ponctuelles, les technologies et la fréquence d'échantillonnage recommandées (*Sections B.6.2 et B.6.3*).

*Les stresseurs peuvent être persistants, c'est-à-dire durables dans l'environnement, ou bien ponctuels dans le*

### 3.3.2. Identification de stresseurs spécifiques à la région

Les stresseurs d'origine anthropique ou naturelle ont pour effet de perturber un milieu au-delà de ses limites de tolérance (Kappel et al. 2011). Les conséquences d'une perturbation sont un impact ou un effet entraînant des changements mesurables des processus physiologiques, fonctionnels ou environnementaux au sein de l'écosystème (Rykiel Jr. 1985 ; Judd et al. 2015).

À l'intérieur de la zone d'étude, de nombreuses activités issues de secteurs variés peuvent altérer les écosystèmes avec des conséquences sur leur fonctionnement (Figure 11). Il est possible que les stresseurs identifiés couvrent d'autres thématiques que celles d'un OEB, leur considération relèvera dans ce cas de la mise en place d'un OEB+R.

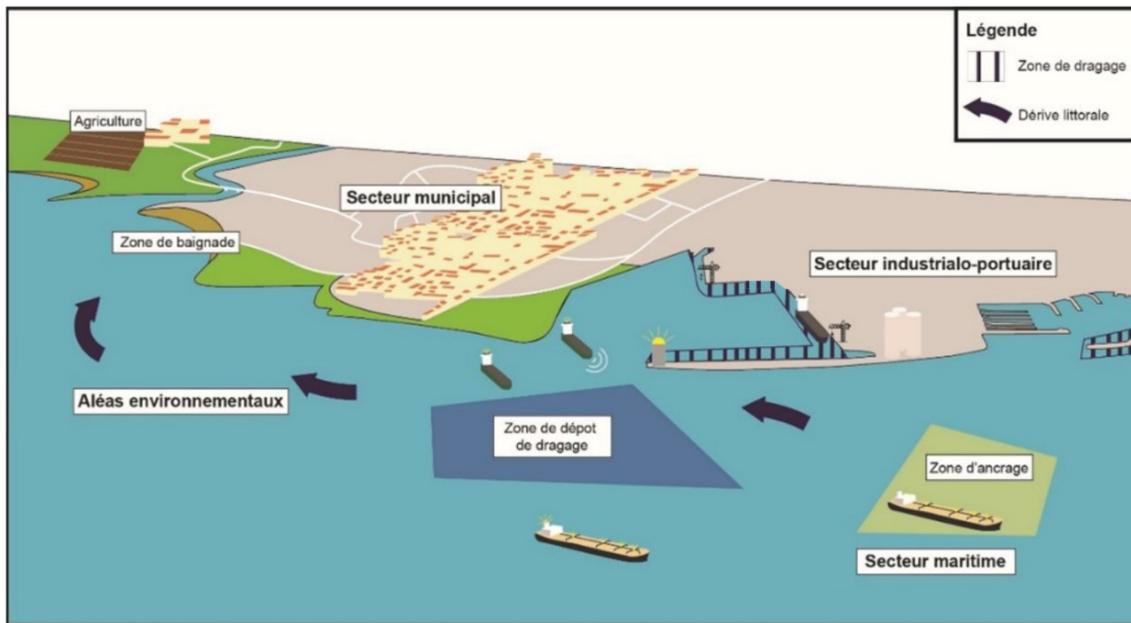
Ces différentes sources peuvent être identifiées selon les catégories suivantes :

- activités maritimes ;
- activités industrielles et portuaires ;
- activités municipales ;
- activités socio-économiques ;
- aléas environnementaux.

#### **Encadré 2 : Choix des stresseurs considérés**

Plusieurs paramètres en lien avec des activités anthropiques particulières peuvent être pertinents pour la zone d'étude considérée. Les stresseurs potentiels pourront être mis en évidence en considérant la réalité régionale de la zone d'étude ainsi que plusieurs caractéristiques écologiques, comme :

- probabilité d'occurrence : correspond à la probabilité qu'une contamination spécifique se produise dans une période de temps ou dans des circonstances déterminées, selon une source particulière (ex : rare, occasionnel, fréquent, courant);
- niveau d'impact : correspond au niveau de perturbation possible de l'environnement lors de l'exposition à cette contamination potentielle (ex : faible, modéré, élevé).



#### Activités industrielles et portuaires

- rejets et eaux de drainage des quais
- déversement de matières premières
- draguage
- bruit sous-marin
- opération des navires (transbordement, ancrage, navigation)
- construction (structures artificielles, navires)
- pollutions lumineuse et atmosphérique

#### Transport maritime

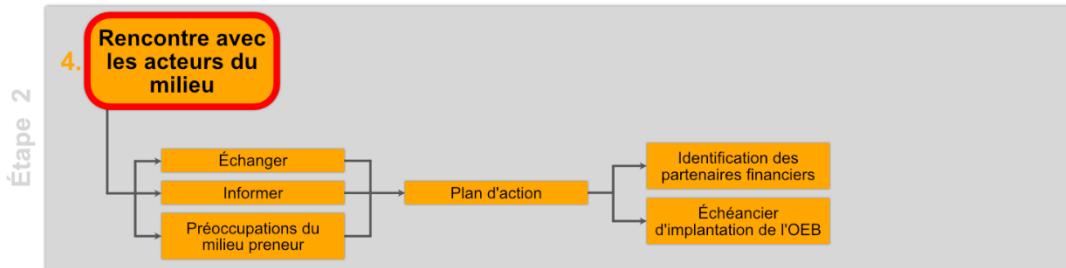
- déversement de matières premières
- vidange de cales, déchargement de déchets
- bruit sous-marin
- pollutions lumineuse et atmosphérique

#### Activités municipales et autres

- décharges municipales
- rejets via les égouts
- apport d'effluents
- construction (modification des berges)
- effluents agricoles
- pollution lumineuse

Figure 11. Sources potentielles (non-exhaustives) de stress selon les différents secteurs d'activités, utilisées pour la régionalisation d'un Observatoire Environnemental de Base.

## B.4. RENCONTRE AVEC LES ACTEURS DU MILIEU



L'implantation d'un OEB doit passer par une succession de rencontres avec les différents acteurs du milieu afin de :

- identifier les préoccupations des acteurs qui utilisent le milieu et/ou y ont des intérêts (par exemple citoyens, communautés autochtones, organisations, entreprises, chercheurs) ;
- présenter les priorités et les objectifs associés ;
- analyser les coûts en termes de ressources humaines et infrastructures requis ;
- présenter les étapes de la mise en place d'un plan de suivi environnemental.

### 4.1. Information, échanges et préoccupation du milieu

*Les acteurs du milieu correspondent aux groupes et organisations qui opèrent en zone I/P : administrations portuaires, industries, entreprises, communautés, municipalités et citoyens (Voir Section B.1.1).*

Pour être pertinent, un OEB doit apporter des réponses aux préoccupations des acteurs du milieu et proposer des mesures concrètes et adaptées pour une gestion environnementale préventive dans la zone d'étude. Les attentes du milieu peuvent être recueillies lors d'événements de sensibilisation, d'ateliers spécifiques, de rencontres ou bien relayées par des organismes et/ou associations. La communication entre les différents acteurs et la communauté est donc essentielle au succès de l'implantation d'un OEB.

À titre d'exemple, il est possible de :

- assurer un suivi dans la communication tout au long de l'implantation ;
- présenter les résultats au fur et à mesure de l'avancée des travaux ;
- proposer des mesures de gestion adaptées et démontrer leur efficacité ;
- suivre au cours du temps les mesures de gestion et relancer les acteurs du milieu au besoin.

## 4.2. Présentation d'un plan d'action aux acteurs du milieu

Le plan d'action est un document rédigé par l'ensemble des partenaires du projet (administrations portuaires, équipe de recherche) qui concrétise les engagements, la vision, les orientations ainsi que les objectifs entourant l'implantation des étapes 3, 4 et 5 d'un OEB (Figure 7). L'élaboration de ce dernier découle de la revue de littérature et des rencontres avec les acteurs du milieu. Il consiste à définir les stratégies et/ou actions à adopter pour réaliser le portrait actualisé, mettre en place les suivis, l'analyse des données et la communication des alertes. Il doit présenter en détails des étapes claires et concrètes illustrées dans les Figures 7 et Figure 12 afin d'établir un échéancier stratégique pour atteindre les objectifs définis.

Tout au long de l'élaboration du plan d'action, il est primordial de maintenir une communication avec les acteurs du milieu pour réajuster au besoin les objectifs et/ou les actions selon l'évolution des préoccupations. Le plan d'action doit pouvoir être mis à jour pour s'adapter à d'éventuels enjeux et changements rencontrés.

## 4.3. Identification des partenaires financiers

Lors de l'étape 3 du plan d'action présenté aux acteurs du milieu (Figure 12), l'identification des partenaires financiers est discutée. Les partenaires financiers identifiés peuvent ainsi être sollicités lors du plan d'action et pour la suite de l'implantation d'un OEB. Plusieurs types de financements peuvent être envisagés en fonction des situations :

- public : gouvernements provincial et fédéral, organismes gouvernementaux ;
- privé : entreprises, groupes privés ;
- mixte : cofinancement avec une répartition entendue entre les parties.

## 4.4. Échéancier d'implantation d'un OEB

Pour chaque action élaborée durant le processus du plan d'action, un temps limite doit être déterminé pour la réalisation des différentes étapes. Cet échéancier permettra ainsi de mieux prévoir les travaux préalables à certaines étapes et de réaliser le suivi environnemental après l'obtention des données actualisées.

## 1. Définir les objectifs du plan

*Le plan d'action d'un OEB doit reprendre les objectifs établis lors des rencontres avec les acteurs du milieu, tout en rappelant le contexte dans lequel il s'inscrit (identification des stresseurs, préoccupations des acteurs du milieu). Une fois rédigé, le plan d'action doit être communiqué aux administrations portuaires.*

## 2. Identifier et détailler les actions

*Le plan d'action doit être structuré en détaillant les différentes actions entreprises (identification des paramètres, sélection des sites d'échantillonnage, sélection des technologies) selon des enjeux visés. Il est ensuite pertinent de les prioriser afin d'atteindre les objectifs visés.*

## 3. Identifier les ressources et affecter les rôles

*Cette étape précise les moyens matériels, financiers (estimation budgétaire) et technique utilisés pour l'implantation de l'OEB. Il est nécessaire de désigner des responsables de la coordination du plan d'action, de la réalisation de chaque action et du suivi de l'avancement global*

## 4. Établir un échéancier

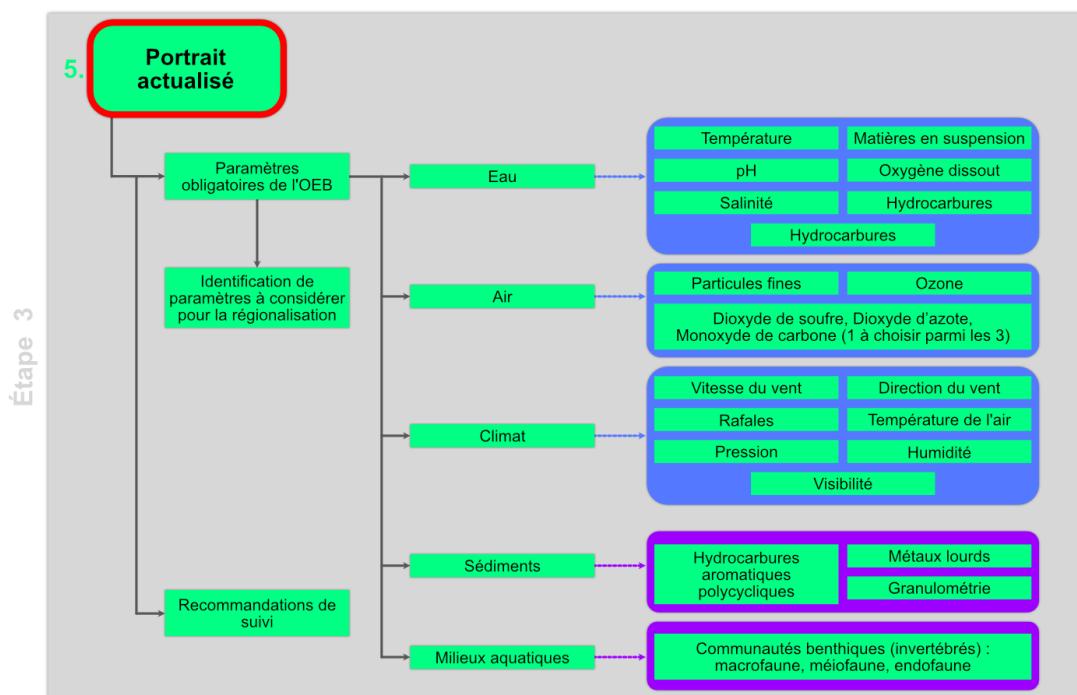
*Un échéancier accompagne le plan d'action pour une durée minimale de 12 mois. La durée de chaque action doit être explicitement indiquée avec une date de début et de fin.*

## 5. Évaluer et adapter le plan

*Un plan d'action doit être mis à jour pour s'adapter aux enjeux et aux changements rencontrés. Il est donc essentiel de revoir les mesures, priorités et objectifs lors du suivi du plan d'action afin de répondre adéquatement aux préoccupations soulevées par les acteurs du milieu.*

Figure 12. Étapes de la création d'un plan d'action dans le cadre de l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base.

## B.5. PORTRAIT ACTUALISÉ



Le portrait actualisé de la zone d'étude a pour objectif principal de faire un état des lieux et d'identifier à court, moyen et long terme l'évolution naturelle des différentes composantes physico-chimiques et biologiques des écosystèmes. Les données recueillies serviront de références et fourniront une meilleure compréhension des futurs impacts environnementaux potentiels.

Cette étape clé permet de départager les variations naturelles de celles provenant d'anomalies, et donc de minimiser d'éventuelles perturbations d'origine anthropique notamment celles dues aux activités industrialo-portuaires, dans le but d'accroître de manière simultanée le développement durable et la protection de l'environnement.

Dans les chapitres précédents, la revue de littérature identifie des paramètres-clés pouvant être perturbés par différents stresseurs présents dans la zone prioritaire. Parmi ceux-ci, certains paramètres sont essentiels au suivi et au maintien d'un écosystème à prendre en compte dans le portrait actualisé de l'OEB, tandis que d'autres viendront compléter ce portrait en vue d'établir un OEB+R.

## 5.1. Paramètres obligatoires

Dans le cadre d'un OEB, certains paramètres sont considérés comme obligatoires, suite à leur sélection par le comité d'experts et compte tenu des critères et/ou recommandations établis par les instances gouvernementales provinciales et fédérales. Lors des suivis environnementaux, les échantillonnages sont réalisés de manière instantanée, ponctuelle ou en temps quasi-réel (voir *Section B.6*). Le Tableau 3 résume ces différents paramètres.

Tableau 3. Liste des paramètres obligatoires selon les thématiques lors de l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base.

| Thématiques                  | Paramètres   |
|------------------------------|--|
| <b>Qualité de l'eau</b>      | Hydrocarbures pétroliers, matières en suspension, oxygène dissous, salinité (eaux saumâtres et marines) / conductivité, température, turbidité, pH |
| <b>Qualité des sédiments</b> | Granulométrie, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), métaux et métalloïdes  |
| <b>Milieux aquatiques</b>    | Composition et structure des communautés benthiques  |
| <b>Données climatiques</b>   | Conditions de glace, précipitations, pression atmosphérique, température, humidité relative, vents   |
| <b>Qualité de l'air</b>      | Particules fines (PM <sub>2,5</sub> ), ozone<br>1 à choisir parmi : dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone                        |

### 5.1.1. Qualité de l'eau

Plusieurs critères ont été établis par le gouvernement provincial pour traiter de la qualité de l'eau (MDDEP 2013 ; MELCCFP 2023a). Il est important de préciser que ceux-ci ne font pas partie des lois et règlements, et qu'ils n'ont donc pas force de loi. Ils permettent cependant d'assurer un suivi de la qualité des écosystèmes à titre préventif, en déterminant par exemple les seuils létaux de certains contaminants (DL<sub>50</sub>).

**Encadré 3 : Critères de qualité de l'eau de surface d'après le Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs (MDDEP 2013 ; MELCCFP 2023a)**

Les critères de la qualité chimique de l'eau du MELCCFP sont des outils pour évaluer la qualité des effluents et celle des écosystèmes aquatiques. Ils sont utilisés pour définir les objectifs de rejet pour les sources de contaminants en milieu aquatique mais également comme base de comparaison avec les données issues des campagnes de terrain pour évaluer l'état de santé et la qualité des écosystèmes. Les lieux d'application des différents critères sont résumés dans le Tableau 4.

Tableau 4. Lieu d'application des différents critères de qualité de l'eau de surface établis par le MELCCFP.

| Critères  | Lieu d'application   |
|---|--|
| <b>Prévention de la contamination de l'eau et des organismes aquatiques</b> | Aux prises d'eau potable   |
| <b>Prévention de la contamination des organismes aquatiques</b>             | À toutes les eaux douces, saumâtres et salées  |
| <b>Protection de la vie aquatique</b>                                       | Aux eaux saumâtres et salées (pour les critères de vie d'eau salée)<br>Aux eaux douces de surface (pour les critères de vie d'eau douce)<br>À toutes les eaux douces, saumâtres et salées (pour les critères organoleptiques pour la chair des organismes) |
| <b>Faune terrestre piscivore</b>  | À toutes les eaux douces, saumâtres et salées  |
| <b>Activités récréatives</b>  | Au lieu spécifique de l'usage en eaux douces, saumâtres et salées  |

Dans le cadre d'un OEB, les critères de la qualité de l'eau de surface utilisés pour évaluer la qualité du milieu serviront de base de comparaison aux huit paramètres obligatoires de la thématique « Qualité de l'eau » de l'OEB (Tableau 5).

Les critères applicables pour la qualité de l'eau sont décrits ci-dessous (CCME 2018) :

- *critère de qualité pour la prévention de la contamination (CPC) de l'eau et des organismes aquatiques* : critères de qualité déterminés pour protéger l'eau et les organismes aquatiques de toute contamination pouvant nuire à la consommation humaine actuelle et future ;
- *critère de qualité pour la protection de la vie aquatique (CVA) : protection à court et long terme de tous les organismes aquatiques selon deux critères de qualité chimique :*
  - *critère de vie aquatique chronique (CVAC)* : concentration la plus élevée d'une substance qui ne produira aucun effet néfaste sur les organismes aquatiques (et leur progéniture) lorsqu'ils y sont exposés quotidiennement pendant toute leur vie ;
  - *critère de vie aquatique aigu (CVAA)* : concentration maximale d'une substance à laquelle les organismes aquatiques peuvent être exposés pour une courte période de temps sans être gravement touchés.
- *critère de qualité pour la protection de la faune terrestre piscivore (CFTP) : concentration d'une substance dans l'eau qui ne causera pas, sur plusieurs générations, de réduction significative de la viabilité ou de l'utilité (au sens commercial ou récréatif) d'une population animale exposée par sa consommation d'eau ou son alimentation. Le critère final pour la faune terrestre piscivore est la valeur la plus basse entre celle calculée pour protéger les espèces aviaires et celle calculée pour protéger les mammifères.*
- *critère de qualité pour la protection des activités récréatives et d'esthétique : prévention des dangers, pour la santé, liés au contact direct ou indirect avec l'eau en prenant en compte les aspects esthétiques de la ressource.*

Par ailleurs, les *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux (protection de la vie aquatique) peuvent aussi s'appliquer (CCME 2001)* : protection des organismes d'eau douce et marins contre les agents stressants anthropiques, comme les apports de produits chimiques ou une modification des paramètres physiques. Il s'agit de seuils numériques ou d'énoncés circonstanciés conçus pour assurer la protection à long terme de toutes les formes de vie aquatique et de tous les aspects des cycles vitaux aquatiques, y compris les stades les plus sensibles du cycle biologique des espèces les plus sensibles.

Les recommandations et critères respectifs à chaque paramètre sont décrits dans l'Annexe 3.

Tableau 5. Paramètres obligatoires à considérer pour la qualité de l'eau dans un Observatoire Environnemental de Base.

| Paramètres                              | Description   |
|---|---|
| <b>pH</b>                               | Le potentiel hydrogène (pH) correspond à la concentration en ions hydrogène dans la colonne d'eau.<br>S'exprime selon une échelle logarithmique de 0 à 14 unités.   |
| <b>Température</b>                      | La température des eaux marines résulte de l'action de facteurs antagonistes, les uns d'échauffement (absorption des radiations provenant du soleil et du ciel, transfert par convection à partir de l'atmosphère, condensation de la vapeur d'eau, transformation en chaleur de l'énergie des vents agissant sur la surface), les autres de refroidissement (rayonnement de grande longueur d'onde à partir de la surface de l'océan, transfert par convection vers l'atmosphère, évaporation).<br>S'exprime généralement en degré Celsius (°C). |
| <b>Conductivité</b>                     | La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, et donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions.<br>S'exprime généralement en millisiemens par centimètre (mS cm <sup>-1</sup> ).   |
| <b>Salinité</b>                         | La salinité représente la proportion en sels minéraux dissous dans l'eau de marine, c'est-à-dire la masse totale (en g) des sels dissous dans un kg d'eau marine. À titre d'exemple, une salinité de 35g de sel dissous /kg d'eau de marine peut s'écrire 35 ppm (partie par mille), 35 ppt ( <i>part per thousand</i> ), 35 ‰, 35 UPS (unité pratique de salinité) ou simplement 35, sans unité.   |
| <b>Matière en suspension, Turbidité</b> | Les solides en suspension ou matières en suspension (MES) sont constitués de fines particules inorganiques (limon, argile et autres) et organiques (plancton et autres organismes microscopiques) mesurant entre 10 nanomètres et 0,1 millimètre. La turbidité est la mesure du caractère trouble de l'eau.<br>Sont exprimés en mg L <sup>-1</sup> et en unité de turbidité néphélémétrique (UTN), respectivement.  |
| <b>Oxygène dissous</b>                  | La teneur en oxygène dissous désigne la quantité d'oxygène dissout dans l'eau.<br>S'exprime généralement en mg L <sup>-1</sup> ou en mL L <sup>-1</sup> (mg ou mL de gaz dissout dans un litre d'eau).  |
| <b>Hydrocarbures pétroliers</b>         | Les hydrocarbures d'origine pétrolière sont des composés organiques à base de carbone et d'hydrogène issus de la distillation du pétrole.<br>Différents types de mesures sont disponibles (exemples : concentration mg L <sup>-1</sup> ou présence/absence)   |

### 5.1.2. Qualité des sédiments

La qualité des sédiments fait l'objet de critères établis par le gouvernement provincial, qu'il est possible d'utiliser pour guider l'implantation d'un suivi environnemental (MELCCFP 2023b). Dans le cadre d'un OEB, trois groupes de paramètres physico-chimiques mesurés de façon ponctuelle sont considérés obligatoires pour étudier la qualité des sédiments :

- la granulométrie ;
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) d'origine anthropique (produits pétroliers) ou naturelle ;
- les métaux et métalloïdes.

#### Granulométrie

Les concentrations des éléments chimiques sont en partie contrôlées par la taille des particules qui composent les sédiments. Ainsi, l'analyse de granulométrie selon les [méthodes recommandées](#) par le Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec (CEAEQ) est essentielle pour un OEB afin de déterminer la proportion des différentes classes de taille des particules. Ces données permettront, par exemple, d'estimer la capacité du sédiment à adsorber des métaux ainsi que la quantité de matière mise en suspension et sédimentée lors de travaux de dragage. Chaque classe est associée à des caractéristiques physicochimiques, reliées aux cycles élémentaires.

On distingue généralement quatre classes de taille des particules des sédiments : le gravier (diamètre > 2 mm), le sable (entre 0,062 et 2 mm), le limon (entre 0,004 et 0,062 mm) et l'argile (diamètre < 0,004 mm) (Wentworth, 1922). D'autres classifications plus précises, notamment avec des sous-classes pour le sable, peuvent être considérées pour une analyse plus poussée.

La granulométrie influence également les communautés biologiques (communautés benthiques, survie des alevins et poissons). Les effets de la variation de la granulométrie dépendent des organismes ou composantes étudiés. Il est cependant possible de se référer aux différentes recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique au sujet des substrats de lit et sédiments déposés.

#### Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) / Métaux et métalloïdes

Les critères de l'évaluation de la qualité des sédiments sont utilisés afin de déterminer le niveau de contamination des sédiments dans un site et de mettre en place des mesures de prévention, de gestion ou de restauration. Ainsi, les échantillons prélevés dans le cadre d'un OEB, pour les paramètres obligatoires indiqués dans le Tableau 7, sont comparés aux valeurs seuils disponibles pour les différents critères selon le milieu d'eau douce ou marin (Annexe 4 ; Environnement Canada & Ministère du Développement Durable 2007).

#### Encadré 4 : Critères de l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec

Le Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME) a établi cinq critères de qualité (Tableau 6) pour évaluer la qualité des sédiments d'eau douce et marins pour une trentaine de substances chimiques (Environnement Canada & Ministère du Développement Durable 2007 ; MELCCFP 2023b). Ces critères permettent de déterminer la sévérité de la contamination et de définir des objectifs en matière de qualité des sédiments favorisant la santé des écosystèmes aquatiques (restauration et gestion).

Ces critères fournissent des valeurs de références, exprimées en concentration par kilogramme de sédiment séché, pour sept métaux et 13 substances chimiques de la famille des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (Annexe 4). Ceux-ci ont été élaborés pour la prévention, la gestion des déblais de dragage et la restauration des sites contaminés. Ces critères définissent cinq valeurs permettant d'évaluer le degré de contamination des sédiments et ainsi en assurer une gestion adéquate.

Tableau 6. Définitions des critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments aquatiques au Québec (Environnement Canada & Ministère du Développement Durable, 2007).

| Critères |   | Degré de contamination   |
|----------|---|--|
| CER      | <b>Concentration d'effets rares</b>               | Une concentration inférieure à ce seuil ne nécessite aucune mesure. Ce seuil étant atteint, un suivi de l'évolution de la situation peut être requis.                                |
| CSE      | <b>Concentration seuil produisant un effet</b>    | Ceci constitue le seuil d'action pour limiter et éviter la présence de nouvelles sources de contamination.   |
| CEO      | <b>Concentration d'effets occasionnels</b>        | Les déblais de dragage dépassant ce niveau de contamination peuvent être rejetés en eaux libres à condition qu'il n'y ait pas détérioration du milieu récepteur (essai de toxicité). |
| CEP      | <b>Concentration produisant un effet probable</b> | L'atteinte de ce niveau de contamination requiert une étude approfondie afin de déterminer si les avantages de la restauration du site prévalent sur les inconvénients.              |
| CEF      | <b>Concentration d'effets fréquents</b>           | La restauration du site est souhaitable. Le rejet de sédiments de dragage en eau libre est proscrit si ceux-ci atteignent ce niveau de contamination.                                |

La CER et la CSE représentent deux valeurs seuils pour la prévention de la contamination des sédiments résultant des rejets industriels. Les critères du CEO représentent des valeurs seuils qui supervisent la mise en dépôt des sédiments des travaux de dragage tandis que la CEP et la CEF représentent des valeurs seuils permettant d'orienter les décisions de restauration.

Conjointement, il est possible de déterminer les sources de contaminants par l'analyse d'isotopes stables des HAP ainsi que par l'analyse de l'empreinte moléculaire (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 2015).

Il est conseillé de prendre en compte les éléments chimiques relevés durant la revue de littérature qui ont un lien avec les activités portuaires, industrielles et municipales, et ce malgré l'absence de ces éléments dans les critères établis par Environnement Canada et du Ministère du Développement Durable de l'Environnement et des Parcs du Québec (2007).

Tableau 7. Paramètres obligatoires à considérer pour la qualité des sédiments dans un Observatoire Environnemental de Base.

| Paramètres   | Description   |   |   |
|--|---|---|---|
| <b>Granulométrie (classes de taille)</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gravier</li> <li>• Sable</li> <li>• Limon</li> <li>• Argile</li> </ul>   |   |   |
| <b>Métaux et métalloïdes</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aluminium</li> <li>• Antimoine</li> <li>• Argent</li> <li>• Arsenic</li> <li>• Barium</li> <li>• Béryllium</li> <li>• Bismuth</li> <li>• Bore</li> <li>• Cadmium</li> <li>• Calcium</li> <li>• Césium</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chrome</li> <li>• Cobalt</li> <li>• Cuivre</li> <li>• Étain</li> <li>• Fer</li> <li>• Lithium</li> <li>• Magnésium</li> <li>• Manganèse</li> <li>• Mercure</li> <li>• Molybdène</li> <li>• Nickel</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plomb</li> <li>• Potassium</li> <li>• Sélénium</li> <li>• Silicium</li> <li>• Sodium</li> <li>• Strontium</li> <li>• Thallium</li> <li>• Titane</li> <li>• Uranium</li> <li>• Vanadium</li> </ul>  |
| <b>Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-méthynaphthalène</li> <li>• 2-méthynaphthalène</li> <li>• 5-Méthylchrysène</li> <li>• Acénaphthène</li> <li>• Acénaphthylène</li> <li>• Anthracène</li> <li>• Benzo(a)anthracène</li> <li>• Benzo(a)pyrène</li> <li>• Benzo(b,k,j)fluoranthène</li> <li>• Benzo(ghi)perylène</li> <li>• Chrysène</li> <li>• Cyclopenta(c,d)pyrène</li> </ul> |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dibenzo(a,h)anthracène</li> <li>• Dibenzo-ae-pyrène</li> <li>• Dibenzo-ah-pyrène</li> <li>• Dibenzo-pyrène</li> <li>• Fluoranthène</li> <li>• Fluorène</li> <li>• Indeno(1,2,3-cd) pyrène</li> <li>• Methylchrysène</li> <li>• Naphtalène</li> <li>• Pyrène</li> <li>• Retène</li> </ul> |

### 5.1.3. Milieux aquatiques

Les milieux aquatiques réunissent un ensemble de composantes biotiques et abiotiques, chacune décrite par des caractéristiques uniques. L'étude écologique de chaque composante et de leurs interactions est un processus complexe et coûteux, et il est judicieux de concentrer les efforts de recherche sur des communautés ou des habitats spécifiques, dont les réponses peuvent informer sur l'évolution globale de l'écosystème.

Dans cette optique, de nombreuses études écologiques en milieu marin se sont intéressées aux communautés benthiques, organismes qui vivent en relation avec le fond marin. On distingue les espèces végétales, ou phytobenthos (algues et plantes marines), des espèces animales, ou zoobenthos (vers, mollusques, poissons, etc.). Ayant une mobilité réduite voire nulle, de nombreux organismes benthiques sont de fait des indicateurs de l'état d'un milieu, car ils intègrent les fluctuations naturelles ou générées par les activités humaines (Snelgrove & Butman 1994 ; McArthur et al. 2010). Chaque espèce possède une distribution spatio-temporelle qui lui est propre, en lien avec ses interactions avec l'habitat et avec les autres espèces. Dans le cadre d'un OEB, le suivi des macro-invertébrés benthiques (taille de l'individu supérieure à 500 µm) s'avère ainsi indispensable pour rendre compte de la variabilité de la zone d'étude.

Les communautés sont l'assemblage des taxons présents à une période et un lieu spécifiques, incluant l'ensemble des individus, leur variabilité et les relations qu'ils entretiennent entre eux et avec d'autres taxons (interactions biotiques).

Un taxon est un groupe faunistique ou floristique qui correspond à un niveau de systématique donné dans la classification phylogénique (classe, ordre, genre, famille, espèce, etc.).

L'étude de la structure des assemblages d'invertébrés benthiques est une approche courante pour évaluer le statut d'un écosystème et son degré de perturbation potentielle (Pearson & Rosenberg 1978 ; Clarke & Warwick 2001 ; Robert et al. 2013). Toutes les espèces présentes dans ou sur le sédiment (endobenthos et épibenthos, respectivement) peuvent être considérées en fonction de la configuration de la zone d'étude. De nombreuses métriques existent pour décrire les communautés et rendre compte de leur biodiversité, tels que la richesse spécifique, les indices de diversité ou la diversité fonctionnelle (Magurran & McGill 2011).

Dans le cadre d'un OEB, les espèces benthiques présentes dans la zone prioritaire doivent être identifiées au plus bas niveau taxonomique (jusqu'à l'espèce si possible), afin de connaître l'identité des taxons présents dans la communauté.

Basé sur ces inventaires, plusieurs paramètres peuvent être calculés de façon ponctuelle afin de déterminer la structure des habitats (Tableau 8, MELCCFP 2023c).

Tableau 8. Paramètres obligatoires à considérer pour l'étude des milieux aquatiques dans un Observatoire Environnemental de Base.

| Paramètres                 | Définition   |
|----------------------------|--|
| <b>Biodiversité</b>        | Identité des taxons présents, identifiés jusqu'à l'espèce si possible, à un lieu donné.  |
| <b>Richesse spécifique</b> | Nombre total de taxons différents dans un lieu donné.  |
| <b>Densité totale</b>      | Somme des individus pour chaque taxon à un lieu donné.   |
| <b>Biomasse totale</b>     | Somme de la biomasse pour chaque taxon dans un lieu donné.   |
| <b>Diversité</b>           | Indice décrivant la composition d'une communauté avec le nombre d'espèces et l'abondance (ex : indice de Shannon).<br><i>Plus l'indice est élevé, plus la diversité est élevée</i>   |
| <b>Équitabilité</b>        | Indice renseignant sur la prédominance d'espèces au sein d'une communauté (ex : indice de Piérou).<br><i>0 = une espèce est extrêmement abondante par rapport aux autres</i><br><i>1 = chaque espèce a la même abondance</i> |

Ces indicateurs intègrent la variabilité écologique au sein de mesures uniques, réduisant ainsi la complexité du système à étudier dans le but de prévenir et de détecter des changements et/ou perturbations. Ainsi, il est important d'analyser ces données en relation avec l'identité des taxons présents pour ne pas biaiser l'interprétation.

Dans le cadre d'un OEB+R, ces mesures peuvent être accompagnées d'analyses dédiées sur les espèces envahissantes (espèces présentes hors de leur zone de distribution initiale et perturbant les écosystèmes d'arrivée) et espèces sentinelles (espèces pouvant indiquer le statut de leurs écosystèmes grâce à une rôle écologique particulier, une abondance importante, une susceptibilité à une perturbation, etc.).

#### **Encadré 5 : Communautés et espèces envahissantes**

Les écosystèmes aquatiques sont entre autres menacés par l'introduction d'espèces non indigènes par voies naturelles (courant, larves) ou anthropiques (eaux de ballast, fixation sur les coques des bateaux). Ces espèces se retrouvent hors de leur zone de distribution native, où elles se sont initialement développées tout au long de leur évolution. Si les conditions sont propices, celles-ci peuvent s'établir dans ce nouvel habitat et on considère alors qu'il s'agit d'espèces envahissantes. L'arrivée d'une nouvelle espèce dans un écosystème peut provoquer des conséquences économiques et écologiques plus ou moins importantes, du fait de phénomènes de compétition entre espèces natives et envahissantes.

Il est possible de consulter le carnet d'identification des espèces envahissantes ainsi que l'outil de détection des espèces exotiques envahissantes « Sentinelle » en ligne : [Carnet d'identification des espèces envahissantes de l'Est du Canada](https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/library-bibliotheque/365587.pdf) (<https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/library-bibliotheque/365587.pdf>).

#### 5.1.4. Qualité de l'air

Les normes et les critères relatives au Règlement sur l'assainissement de l'air et aux normes canadiennes de qualité de l'air ambiant sont détaillées dans l'Annexe 5.

Le Tableau 9 résume les paramètres obligatoires mesurés en temps quasi-réel pour la qualité de l'air. Deux paramètres, les particules fines et l'ozone, doivent toujours être échantillonnés, auxquels s'ajoute au moins un composé parmi le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre et le monoxyde de carbone.

#### Encadré 6 : Réglementations sur la qualité de l'air, d'après le Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP 2023d)

Normes et critères québécois de la qualité de l'air (NCQQA) : Les normes et les critères dépendent de la concentration initiale d'un contaminant dans l'air ambiant et de la valeur de référence désignant une valeur limite de contaminant dans l'air ambiant. Un critère correspond à un seuil de référence établi par le MELCCFP lors d'une évaluation ou de la délivrance d'un acte statutaire en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE). Une norme désigne un seuil de référence lorsque celui est inscrit dans le règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA). La détermination des normes et des critères permet d'interpréter les résultats obtenus lors de la mesure de la concentration ambiante de contaminants atmosphériques. Utilisés lors d'évaluations de projets par le MELCCFP, ils visent à minimiser les effets des contaminants dans le milieu et à protéger la santé humaine.

Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA) : Ce règlement multisectoriel permet une protection accrue de la qualité de l'air face aux sources fixes d'émissions de contaminants atmosphériques issues des activités industrielles, commerciales et institutionnelles. Il comporte des normes de qualité de l'atmosphère et des normes d'émissions correspondant à une valeur de référence.

Normes canadiennes de la qualité de l'air ambiant (NCQAA) : Le Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME) a établi des NCQAA dans le but de protéger la santé humaine et l'environnement et d'améliorer la qualité de l'air partout au Canada. Les NCQAA imposent des limites à quatre principaux polluants de l'air extérieur : les particules fines, ozone, dioxyde de soufre et d'azote.

Tableau 9. Paramètres définis pour la qualité de l'air dans un Observatoire Environnemental de Base.

| Paramètres   | Description   |
|--|---|
| <b>Paramètres obligatoires</b>                       |   |
| Particules fines (PM <sub>2,5</sub> )                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Particules aériennes avec un diamètre de moins de 2,5 µm</li> <li>Contribuent à la formation de smog et nuisible pour la santé humaine (troubles respiratoires)</li> <li>Sources anthropiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>Transport</li> <li>Industries</li> <li>Chauffage à bois</li> <li>Réactions chimiques avec d'autres composés</li> <li>Feux de forêts</li> </ul> </li> </ul>                            |
| Ozone (O <sub>3</sub> )                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gaz naturellement présent dans l'atmosphère</li> <li>Nuisible pour la santé humaine (troubles respiratoires)</li> <li>Sources anthropiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>Polluant secondaire (réactions chimiques entre NO<sub>x</sub>; composés organiques volatils et la lumière)</li> </ul> </li> </ul>  |
| <b>Choix d'un paramètre parmi les trois suivants</b> |   |
| Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gaz naturellement présent dans l'atmosphère</li> <li>Nuisible pour l'environnement (smog; pluie acide) et la santé humaine (troubles respiratoires)</li> <li>Sources anthropiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>Industries</li> <li>Transport</li> <li>Feux de forêts</li> </ul> </li> </ul>  |
| Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gaz naturellement présent dans l'atmosphère</li> <li>Nuisible pour l'environnement en s'oxydant en acide sulfurique en présence d'eau (acidification et appauvrissement des milieux naturels) et la santé humaine (troubles respiratoires).</li> <li>Sources anthropiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>Industries</li> <li>Transport</li> <li>Combustion non-industrielle, feux de forêts</li> </ul> </li> </ul> |
| Monoxyde de carbone (CO)                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gaz naturellement présent dans l'atmosphère</li> <li>Produit par la combustion incomplète de toute matière organique, toxique pour la santé humaine, contribue à la formation de CO<sub>2</sub></li> <li>Sources anthropiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>Industries</li> <li>Chauffage au bois résidentiel</li> <li>Transport</li> <li>Incendies, feux de forêts</li> </ul> </li> </ul>                        |

### 5.1.5. Données climatiques

Les données climatiques sont des données complémentaires aux autres thématiques et permettent de contextualiser l'interprétation des résultats de l'OEB en lien avec les variations naturelles des paramètres.

Ces données peuvent provenir d'organismes gouvernementaux, tels qu'Environnement et Changement Climatiques Canada ([Services météo maritimes, aériens, des glaces et autres](https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/autres-services.html)) (<https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/autres-services.html>), et également de l'Observatoire Global du Saint Laurent ([OGSL](https://catalogue.ogsl.ca/fr/)) (<https://catalogue.ogsl.ca/fr/>). Le Tableau 10 donne un aperçu des différentes données climatiques disponibles sur les différentes plateformes.

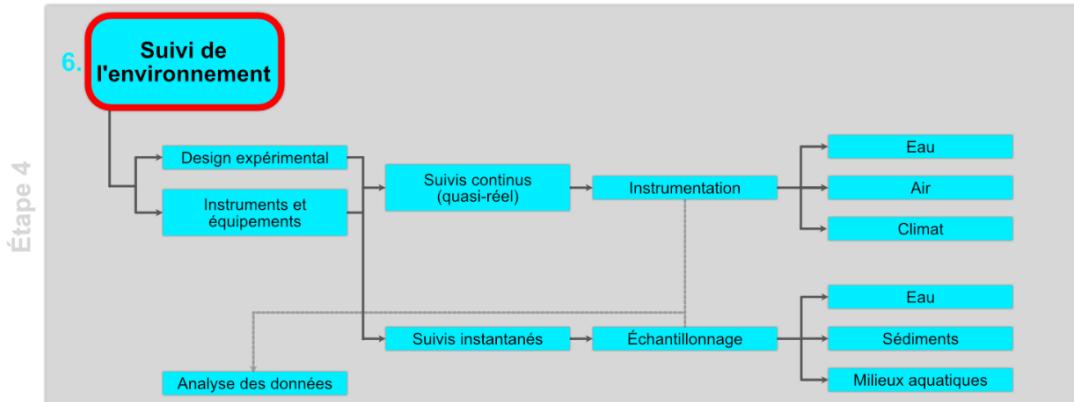
Tableau 10. Paramètres obligatoires à considérer pour la description du climat dans un Observatoire Environnemental de Base (adapté d'Environnement et Changement Climatiques Canada 2024 et Observatoire Global du Saint-Laurent 2024).

| Paramètres                    | Description  |
|-------------------------------|--|
| <b>Conditions de glace</b>    | Description de l'étendue et de la superficie de la glace de mer, incluant les paramètres tels que la concentration et l'épaisseur de la glace, le type de glace (première année, pluriannuelle), la salinité, l'épaisseur de la couverture neigeuse. |
| <b>Précipitations</b>         | Apports d'eau douce dans la zone d'étude via l'atmosphère (pluie, neige), pour une région et une période donnée.   |
| <b>Pression atmosphérique</b> | Pression des gaz faisant partie de l'atmosphère à une station, pour une région et une période donnée.  |
| <b>Température</b>            | Intensité du mouvement des particules composant l'atmosphère, pour une région et une période donnée.   |
| <b>Humidité relative</b>      | Quantité de vapeur d'eau présente dans l'atmosphère selon la valeur à saturation pour une certaine température.  |
| <b>Régime des vents</b>       | Caractéristiques des déplacements d'air dans l'atmosphère (par exemple direction, intensité), pour une région et une période donnée.   |

### 5.2. Recommandations de suivi

L'intégration des *Sections B.1 à B.5* assurera la prise en compte des données existantes dans la littérature et la collecte de nouvelles données, afin de produire un portrait actualisé de la zone d'étude. En se basant sur ces recherches, il sera possible de recommander des types de suivis supplémentaires, en fonction des caractéristiques de la zone d'étude, à considérer pour la mise en place d'un OEB+R. Toutes ces informations permettront de réaliser un suivi environnemental pertinent à implanter dans la zone d'étude (étape 4 du modèle Enviro-Actions<sup>MC</sup>, *Sections B.6 et B.7* du guide).

## B.6. SUIVI DE L'ENVIRONNEMENT

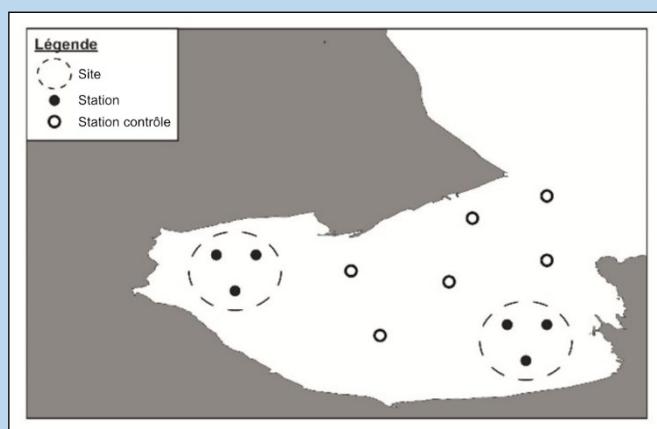


Afin de permettre une évaluation représentative et robuste de la zone d'étude considérée pour l'implantation d'un OEB, il est important de développer une stratégie d'échantillonnage avant toute étape sur le terrain. Celle-ci doit :

- être cohérente avec les objectifs du projet ;
- prendre en compte les réalités spatio-temporelles de la région ;
- tenir compte des données connues de la zone d'étude (recueillies aux étapes 1 à 3 du modèle Enviro-Actions<sup>MC</sup>) ;
- permettre l'application de techniques d'analyses statistiques robustes.

### Encadré 7 : Définition des sites et des stations d'échantillonnage

Les sites doivent être sélectionnés en fonction des sources et patrons de dispersion de contaminations potentielles dans l'environnement, telles que présentées à la *Section B.3* de ce guide, ainsi que des composantes vulnérables à protéger en cas d'anomalie (Figure 13).



Au sein des sites, il est nécessaire de déterminer des stations aux coordonnées géographiques définies, où les mesures des paramètres seront prélevées de façon manuelle (équipe de terrain) ou automatisée (instruments de mesure en temps quasi-réel).

Figure 13. Exemple de plan d'échantillonnage avec les positions des stations, des sites et des sites contrôles.

*Les suivis sur le terrain permettent la collecte de données écologiques sous forme d'échantillons pour les milieux statiques, et de mesures pour les milieux dynamiques.*

CEAEQ 2009

*La réplication correspond à la collecte de plusieurs échantillons ou mesures à une même station, dans le but de considérer la variabilité écologique du milieu en calculant des valeurs moyennes.*

Pour un projet de suivi environnemental, la collecte de données doit permettre la caractérisation des écosystèmes et de leurs composantes vulnérables, ainsi que la considération de leurs variations spatiales et temporelles. Pour cela, la stratégie sur le terrain lors de l'implantation d'un OEB nécessite de :

- déterminer les objectifs de suivi ;
- sélectionner les équipements d'échantillonnage et de mesure ;
- choisir le nombre et l'emplacement des sites et des stations ;
- établir la fréquence de suivi des paramètres essentiels.

Le choix des sites est déterminé à la suite de l'identification des zones affectées par les sources de contamination. À cette étape, il est primordial de connaître la nature des sources de contamination, en particulier si elle est ponctuelle ou persistante dans le temps et l'espace.

Les réponses des différentes composantes face aux perturbations peuvent différer selon l'échelle temporelle choisie pour le suivi. L'identification des composantes considérées dans un OEB permet de déterminer le nombre de stations requises par site, leur position, ainsi que les technologies à mettre en place.

Chaque site doit être représentatif des conditions de la zone d'étude. Le nombre de stations est déterminé selon l'étendue de la zone d'étude, la répartition des contaminants et le degré de confiance désiré pour calculer des tendances écologiques avec les résultats. En particulier, une attention particulière doit être portée sur le nombre de réplicas collectés pour permettre une description suffisante des écosystèmes (CEAEQ 2023a).

Il peut être avantageux de prélever des échantillons ou des mesures complémentaires selon les objectifs à chaque site, pour prendre en compte les variations dues à l'hétérogénéité du milieu et/ou aux techniques de suivi (Underwood 2000).

Lors de la collecte d'échantillons pour une analyse en laboratoire, il est important de connaître les contraintes liées aux récipients utilisés (verre, plastique, métal) et à la conservation des échantillons (agents de préservation, température, durée, exposition solaire) afin de sélectionner le matériel adéquat et éviter toute contamination extérieure. Des règles de contrôle de qualité doivent être appliquées tant sur le terrain qu'en laboratoire pour diminuer le risque de contamination (CEAEQ 2023a).

## 6.1. Emplacement des sites et des stations / Stratégie d'échantillonnage

### 6.1.1. Qualité de l'eau

L'emplacement de chaque station dépend des objectifs de suivi et des caractéristiques de la zone d'étude (en particulier l'accessibilité, la profondeur, les courants ou les marées). Il est important de respecter les règles de sécurité du milieu portuaire, notamment en ce qui concerne le corridor de circulation des navires et des machines, la zone d'ancrage et les accès au quai. Cette étape doit être réalisée en collaboration avec le maître de port, pour assurer la bonne conduite des campagnes de terrain.

Afin d'assurer un suivi cohérent sur le long terme de la qualité de l'eau, il est obligatoire de réaliser des campagnes de mesure. Les stations sont placées dans des sites exposés aux contaminants potentiels, identifiés grâce à la revue de littérature et aux différentes sources d'activité humaine présentes dans la zone d'étude (voir *Section B.3*). De plus, il est important de considérer des sites de référence appropriés, afin de mettre en perspective les résultats dans des endroits qui ne sont pas ou peu exposés aux activités anthropiques (voir *Section B.2*, Figure 13).

Les mesures des différents paramètres obligatoires (voir *Section B.5.1.1*) sont relevées *in situ* à la surface de l'eau ou à quelques mètres sous la surface pour ne pas avoir d'interférence avec l'air ambiant pour certains paramètres, et à des profondeurs prédéfinies selon les objectifs de l'échantillonnage et la configuration de la station.

### 6.1.2. Qualité de l'air

Les directives relatives à la sélection des sites d'échantillonnage d'air au Québec sont décrites dans les documents « Lignes directrices concernant les stations de surveillance de la qualité de l'air » du CEAEQ et « Lignes directrices sur la surveillance de l'air ambiant, l'assurance et le contrôle de la qualité : Programme de surveillance national de la pollution atmosphérique » du CCME.

L'emplacement des stations d'échantillonnage et de mesure pour étudier la qualité de l'air doit donc tenir compte (voir *Section B.5.1.4* ; CEAEQ 2017 ; CCME 2019) :

- des différentes informations ayant été décrites lors de la revue de littérature (sources à proximité, résultats précédents, etc., voir *Section B.3*) ;
- des conditions environnementales spécifiques au site (topographie, vitesse, direction et variabilité des vents, sol) ;
- de l'accès sécuritaire au site ;
- des différentes considérations techniques (accès à l'électricité, réseau cellulaire, obtention de permis etc.) ;
- de la présence d'obstructions physiques (immeubles, arbres etc.) ;
- de la présence de sources d'interférences à proximité.

Le positionnement des sites doit être fait de façon à protéger l'intégrité des échantillons et des mesures. Les Tableaux 11 et 12 montrent les exigences particulières référencées par le CEAEQ concernant le positionnement des équipements afin de protéger l'intégrité des données.

Tableau 11. Critères relatifs à l'emplacement des sondes d'échantillonnage (CCME 2019 ; CEAEQ 2017).

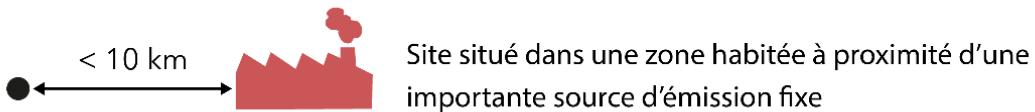
| Critères  | Exigences  |
|---|--|
| <b>Hauteur entre le sol et le capteur</b>       | 2 - 15 m   |
| <b>Distance entre un obstacle et le capteur</b> | Supérieur à 2 fois la hauteur de l'obstacle au-dessus de l'entrée d'échantillonnage<br>Débit non obstrué sur 270° (180° si l'entrée est sur le côté d'un immeuble) |

Tableau 12. Distance exigée entre un site et une route, selon le débit journalier moyen annuel (CCME, 2019; CEAEQ, 2017).

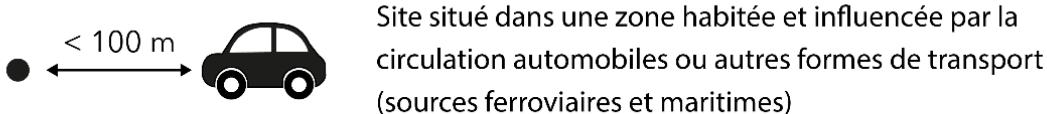
| Débit journalier moyen annuel (Véhicules/jour) | Distance minimale (m) |
|--|-----------------------|
| ≤ 10 000                                       | ≥ 10                  |
| ≤ 15 000                                       | 20                    |
| ≤ 20 000                                       | 30                    |
| ≤ 40 000                                       | 50                    |
| ≤ 70 000                                       | 100                   |
| ≥ 110 000                                      | ≥ 250                 |

Selon l'objectif, différents types de sites et de contaminants peuvent être considérés (Tableau 13, Figure 14).

### Site influencé par les sources fixes



### Site influencé par les transports



### Site d'exposition de la population en général



Site situé dans les limites urbaines, zones résidentielles, commerciales ou autres, influencées par plus d'une source

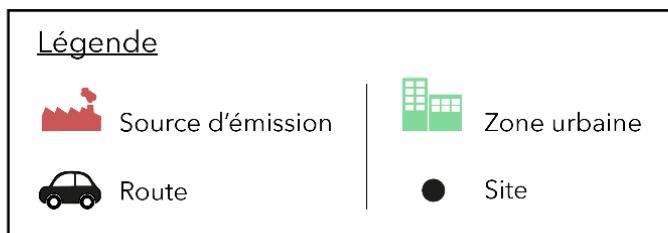


Figure 14. Exigences reliées à chaque type de sites (CCME, 2019).

Tableau 13. Récapitulatif du type de sites et de contaminants pertinents selon les objectifs de surveillance dans le cadre d'un Observatoire Environnemental de Base (CCME, 2019).

| Objectifs de surveillance  | Type de site  | Rayon (km) | Contaminants pertinents   |
|--|---|------------|---|
| Évaluer les répercussions de la pollution atmosphérique sur la santé et/ou les écosystèmes   | Site influencé par des sources locales (transport ou source fixe)   | < 0,1      | NO <sub>2</sub> ; SO <sub>2</sub> ; PM <sub>2,5</sub> ; CO                  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi de la qualité de l'air en vue de l'atteinte des normes et des objectifs</li> <li>• Évaluer les répercussions de la pollution atmosphérique sur la santé et/ou les écosystèmes</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Site influencé par des sources locales (source fixe)</li> <li>• Site d'exposition de la population en général</li> </ul> | 0,1 – 0,5  | NO <sub>2</sub> ; SO <sub>2</sub> ; O <sub>3</sub> ; PM <sub>2,5</sub> ; CO |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi de la qualité de l'air en vue de l'atteinte des normes et des objectifs</li> <li>• Évaluer les répercussions de la pollution atmosphérique sur la santé et/ou les écosystèmes</li> <li>• Vérifier et valider les inventaires d'émissions de polluants atmosphériques, les prévisions et les alertes de pollution</li> </ul> | Site d'exposition de la population en général   | 4 – 5      | O <sub>3</sub> ; PM <sub>2,5</sub>  |

### 6.1.3. Qualité des sédiments et milieux aquatiques

La stratégie d'échantillonnage doit tenir compte de la variabilité élevée de la distribution et de l'abondance des organismes et habitats benthiques (voir *Section B.5.1.3*). Les perturbations naturelles (modification du substrat, diminution de la salinité, etc.) et anthropiques (dragage, chalutage, ancrage, etc.) contribuent de manière importante à cette variabilité spatiale. De ce fait, il est primordial de définir la fréquence d'échantillonnage nécessaire selon les objectifs de l'étude et les ressources disponibles. Le positionnement des stations doit donc être représentatif des différents sites, en lien avec les paramètres environnementaux et les sources anthropiques présentes.

Face à certaines pressions dont l'impact est rapidement visible sur les habitats benthiques (par exemple espèces introduites, pressions physiques), il est recommandé de mettre en place un suivi régulier des substrats à un intervalle d'environ 3 à 5 ans. Ainsi, la pérennité du suivi des stations établies lors de l'élaboration de la stratégie d'échantillonnage est importante pour le suivi des perturbations liées aux activités dans la zone d'étude.

Certaines zones comme les ports, marinas, ou rampes de mises à l'eau peuvent être considérées en priorité pour identifier des espèces spécifiques (espèces envahissantes, sentinelles ou d'intérêt commercial, utile pour l'implantation d'un OEB+R).

### 6.1.4. Données climatiques

Les données climatiques correspondent à des paramètres collectés à large échelle sur les écosystèmes mondiaux (voir *Section B.5.1.5*). Généralement collectées au moyen de méthodes standardisées avec des satellites et des stations fixes connectées, il n'existe pas de norme particulière à considérer.

L'obtention de données climatiques pertinentes pour la zone d'étude doit se faire à partir de stations d'échantillonnages officielles et reconnues (telles que le NOAA ou les données d'Environnement Canada) à l'intérieur ou à proximité immédiate de la zone d'étude.

## 6.2. Suivis automatisés continus

Le suivi continu à l'aide d'outils automatisés (en temps quasi-réel) est un outil obligatoire à l'implantation d'un OEB, car celui-ci aidera à la prise de décision et à la gestion environnementale préventive. L'intelligence artificielle et les outils numériques avancés permettront l'analyse en permanence des données recueillies et de transmettre des alertes environnementales aux gestionnaires de zones I/P (voir *Section B.7*).

La fréquence d'échantillonnage en temps quasi-réel prend en compte le délai nécessaire pour transmettre et traiter les données, qui doit être le plus réduit possible pour assurer une représentation fidèle et représentative des conditions existantes.

Avec l'obtention de ce type de données, il sera possible d'observer d'éventuelles anomalies des différents paramètres sélectionnés et donc de favoriser une gestion en mode prévention, plutôt que d'intervenir après que des perturbations aient déjà impacté les écosystèmes. De plus, l'apport continu de nouvelles données sur la zone d'étude permettra de soutenir une prise de décision adaptive.

Le déploiement de ce type de suivi comporte plusieurs avantages, dont la réduction du délai et des coûts liés :

- aux études et campagnes d'échantillonnage requises pour la préparation de demandes d'autorisations environnementales ;
- à des travaux d'urgence suite à un événement advenant une gestion en mode intervention plutôt que préventive.

Le choix des instruments d'échantillonnage, de mesure et d'analyse lors du suivi de paramètres dans le milieu dépend de la fréquence d'échantillonnage, ainsi que du paramètre suivi. En lien avec les différentes thématiques présentées dans la *Section B.5*, la Figure 15 et le Tableau 14 présentent les équipements pertinents dans le cadre d'un suivi en temps quasi-réel.

Tableau 14. Liste des instruments pertinents pour des mesures en continu dans le cadre de l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base selon les thématiques sélectionnées.

| Thématique                   | Plateforme d'échantillonnage   |
|------------------------------|--|
| <b>Qualité de l'eau</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Bouée ancrée (alimentation solaire)</li> <li>● Station à quai (alimentation électrique ou solaire)</li> <li>● Câble sous-marin</li> </ul> |
| <b>Qualité de l'air</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Stations avec capteurs</li> </ul>   |
| <b>Qualité des sédiments</b> | N.A.   |
| <b>Milieux aquatiques</b>    | N.A.   |
| <b>Données climatiques</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Stations météorologiques avec capteurs</li> </ul>   |

N.A. = *non applicable*

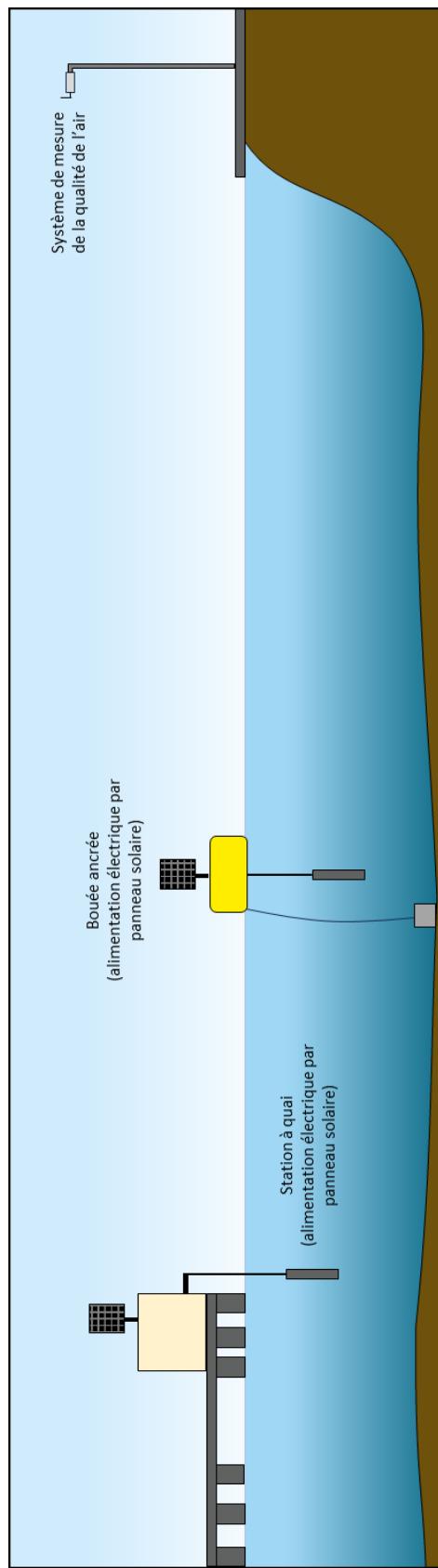


Figure 15. Équipements utilisés lors de l'échantillonnage en temps quasi-réel dans le cadre d'un Observatoire Environnemental de Base.

### 6.2.1. Qualité de l'eau

Le choix des instruments de surveillance de la qualité de l'eau doit se faire en fonction :

- de la portée de mesure des capteurs ;
- des valeurs limites, normes et critères exigés pour chaque paramètre ;
- de la température de la colonne d'eau (équilibres chimiques) ;
- de l'erreur sur la mesure ;
- de la limite de détection ;
- du type d'engin grâce auquel l'instrument est déployé.

Les mesures continues sont généralement réalisées avec des sondes multiparamétriques ou un ensemble personnalisé de capteurs standards. Ainsi, celles-ci permettent de mesurer de façon continue les paramètres obligatoires d'un OEB :

- oxygène dissous ;
- température ;
- conductivité ;
- salinité ;
- matière en suspension ;
- turbidité ;
- pH ;
- hydrocarbures.

Certains paramètres peuvent être dérivés à partir de variables collectées, comme la salinité grâce à des mesures de conductivité et de température.

Le Tableau 15 détaille les spécifications à rencontrer pour la conductivité, la température, l'oxygène dissous, la turbidité et le pH dans le cadre de l'implantation d'un OEB.

Tableau 15. Récapitulatif des paramètres analytiques minimaux à rencontrer pour les spécifications de la qualité de l'eau mesurés de manière quasi-réelle.

| Paramètres             | Type de capteur                   | Unité  | Plage      | Résolution  | Précision   |
|------------------------|-----------------------------------|--------|------------|---|---|
| <b>Conductivité</b>    | Cellules de nickel à 4 électrodes | mS/cm  | [0 – 100]  | [0,0001 – 0,01]   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\pm 1\%</math> de la valeur lue ou <math>2 \mu\text{S}/\text{cm}</math> (valeur la plus haute)</li> </ul>  |
| <b>Oxygène dissous</b> | Optique                           | % Sat. | [0 – 500]  | 0,1   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• [0 – 200] : <math>\pm 1\%</math> de la valeur lue</li> <li>• [200 – 500] : <math>\pm 5\%</math> de la valeur lue</li> </ul>  |
| <b>Température</b>     | Thermistance                      | °C     | [-2 – 25]  | 0,001   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0 – 20 : <math>\pm 1\%</math> ou <math>0,1 \text{ mg}/\text{L}</math> de la valeur lue</li> <li>• [20 – 50] : <math>\pm 5\%</math> de la valeur lue</li> </ul>       |
| <b>Turbidité</b>       | Optique                           | FNU    | [0 – 4000] | <ul style="list-style-type: none"> <li>• [0 – 999] : 0,01</li> <li>• [1000 – 4000] : 0,1</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• [0 – 999] : 3 FNU ou <math>\pm 2\%</math> de la valeur lue</li> <li>• [1000 – 4000] : <math>\pm 5\%</math> de la valeur lue</li> </ul>                               |
| <b>pH</b>              | Électrode combinée en verre       | –      | [0 – 14]   | 0,01  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>0 \pm 0,1</math>, à <math>\pm 10^\circ\text{C}</math> de la température de calibration</li> <li>• <math>\pm 0,2</math> pour la gamme de pH complète</li> </ul> |

### 6.2.2. Qualité de l'air

Le choix des instruments de surveillance de la qualité de l'air doit se faire en fonction :

- de la portée de mesure des capteurs ;
- des valeurs limites, normes et critères exigés pour chaque paramètre ;
- de la température de la colonne d'eau (équilibres chimiques) ;
- de l'erreur sur la mesure ;
- de la limite de détection ;
- du type d'engin grâce auquel l'instrument est déployé.

Il existe deux types d'instruments recommandés dans le suivi de la qualité de l'air : les capteurs et les appareils certifiés (MELCCFP 2023d). L'utilisation des capteurs est appropriée pour obtenir un aperçu de la qualité de l'air. De petite taille, ces capteurs sont moins coûteux et demandent la plupart du temps moins d'entretien que des appareils plus spécifiques. Le Tableau 16 détaille les spécifications des capteurs pour les cinq paramètres de la qualité de l'air mesurés dans le cadre d'un OEB.

Tableau 16. Récapitulatif des spécifications à rencontrer pour les paramètres de la qualité de l'air mesurés en temps quasi-réel.

| Composé           | Technologie disponible | Précision             | Gamme de mesure            |
|-------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|
| PM <sub>2,5</sub> | Optique                | ± 5 µg/m <sup>3</sup> | 0 – 1000 µg/m <sup>3</sup> |
| O <sub>3</sub>    | Électrochimie          | ± 6 ppb               | 1 – 5000 ppb               |
| NO <sub>2</sub>   | Électrochimie          | ± 3 ppb               | 1 – 5000 ppb               |
| CO                | Électrochimie          | ± 10 ppb              | 1 – 8000 ppb               |
| SO <sub>2</sub>   | Électrochimie          | ± 5 ppb               | 1 – 5000 ppb               |

De façon préventive, l'indice de la qualité de l'air (IQA) peut être calculé et estimé à partir des différents paramètres mesurés par les capteurs et appareils certifiés. Au Québec, afin de calculer l'IQA, un sous-indice doit d'abord être calculé pour chaque composé (MELCCFP 2023e). Les sous-indices sont calculés de la façon suivante (Tableau 17) :

$$IQA_X = \frac{V}{V_{ref}} \cdot 50$$

*IQA<sub>X</sub>* : Sous-indice pour un composé

*V* : Mesure obtenue par le capteur selon un intervalle de mesure

*V<sub>ref</sub>* : Valeur représentant la concentration maximale du composé pouvant être présent dans l'air avant que la qualité de l'air ne soit jugée comme mauvaise

Il est recommandé de calculer au minimum trois sous-indices. L'indice de qualité de l'air global correspond au plus élevé des sous-indices, sachant que tous les paramètres n'ont pas besoin d'être pris en compte.

Le sous-indice dont le résultat est le plus élevé est ensuite utilisé pour désigner l'indice de la qualité de l'air à cette station. Il n'est pas nécessaire que tous les contaminants soient mesurés à une station pour calculer l'IQA. Vous référer au site du gouvernement du Québec pour des détails sur l'interprétation des résultats ([IQA-gouv.qc.ca](https://www.iqa.environnement.gouv.qc.ca/)) (<https://www.iqa.environnement.gouv.qc.ca/contenu/index.asp>).

Tableau 17. Valeur de référence à utiliser dans le calcul du sous-indice pour chaque paramètre (tiré de MELCCFP, 2023e).

| Composé                 | Intervalle de mesure                       | Valeur de référence  |
|-------------------------|--|----------------------|
| <b>PM<sub>2,5</sub></b> | Moyenne trois dernières heures             | 35 µg/m <sup>3</sup> |
| <b>O<sub>3</sub></b>    | Moyenne horaire                            | 82 ppb               |
| <b>NO<sub>2</sub></b>   | Moyenne horaire                            | 213 ppb              |
| <b>CO</b>               | Moyenne horaire                            | 30 ppm               |
| <b>SO<sub>2</sub></b>   | Maximum sur 4 minutes, observé sur 1 heure | 200 ppb              |

### 6.2.3. Données climatiques

La mise en place d'instruments de mesure en temps quasi-réel dans la zone d'étude peut être complétée avec des données provenant d'organismes opérant des outils de mesure à large échelle (CEAEQ 2009 ; 2023a). Par exemple, des satellites et des réseaux de stations météorologiques permettront l'intégration de paramètres tels que (voir *Section B.5.1.5*) :

- la vitesse du vent ;
- la pression ;
- les rafales de vent ;
- la direction du vent ;
- la température de l'air ;
- l'humidité.

### 6.3. Suivis manuels instantanés ou ponctuels

La mise en place d'un suivi instantané est indispensable dans l'implantation d'un OEB, puisque celui-ci permettra de suivre l'évaluation, à une certaine fréquence, du statut de l'environnement de la zone d'étude (CEAEQ 2009). De cette façon, il sera possible de connaître l'évolution temporelle à moyen ou long terme des paramètres retenus et également de suivre l'état de calibration des sondes installées aux stations en temps quasi-réel.

Lors de l'échantillonnage, trois réplicas au minimum sont conseillés, mais le nombre final de réplicas par station et/ou site dépend du protocole et de la stratégie d'échantillonnage mis en place par les parties prenantes, ainsi que des analyses statistiques et du degré de confiance désiré dans les résultats (CEAEQ 2023a).

Le choix des équipements lors du suivi dans le milieu dépend du paramètre identifié. En lien avec les différentes thématiques présentées lors de la *Section B.5*, le Tableau 18 et la Figure 16 présentent les équipements pertinents dans le cadre d'un suivi instantané.

Tableau 18. Liste des équipements pertinents pour des mesures instantanées ou ponctuelles dans le cadre de l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base selon les thématiques sélectionnées.

| Thématiques  | Instruments de mesure ou techniques d'échantillonnage   |
|--|---|
| <b>Échantillon instantané : échantillon unique et distinct prélevé à un emplacement particulier dans un milieu dynamique (ex. : air, eau d'une rivière ou d'un effluent), ainsi qu'à un moment limité dans le temps et précis.</b> | <p><i>In situ :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bouteille Niskin</li> <li>• Disque de Secchi</li> <li>• Sonde multiparamétrique</li> </ul> <p><b>Qualité de l'eau</b></p> <p><i>Télédétection :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Imagerie satellitaire</li> <li>• Photographie aérienne</li> <li>• Drone</li> <li>• Laser (LIDAR)</li> </ul> |
| <b>Échantillon ponctuel : échantillon unique et distinct prélevé à un moment défini dans un milieu statique (ex. : sol, sédiment, contenant) ainsi qu'à un emplacement limité dans l'espace et précis.</b>                         | <p><b>Qualité de l'air</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capteurs et appareils certifiés</li> </ul> <p><b>Qualité des sédiments</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benne</li> <li>• Carottier</li> </ul>   |
|  | <p><b>Milieux aquatiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benne</li> <li>• Carottier</li> <li>• Filets</li> <li>• Chalut</li> <li>• Véhicule sous-marin téléopéré</li> <li>• Plaques immersées</li> <li>• Collecteurs d'espèces</li> </ul>  |
|  | <p><b>Données climatiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capteurs et station automatisées</li> </ul>  |

N.A. = non applicable

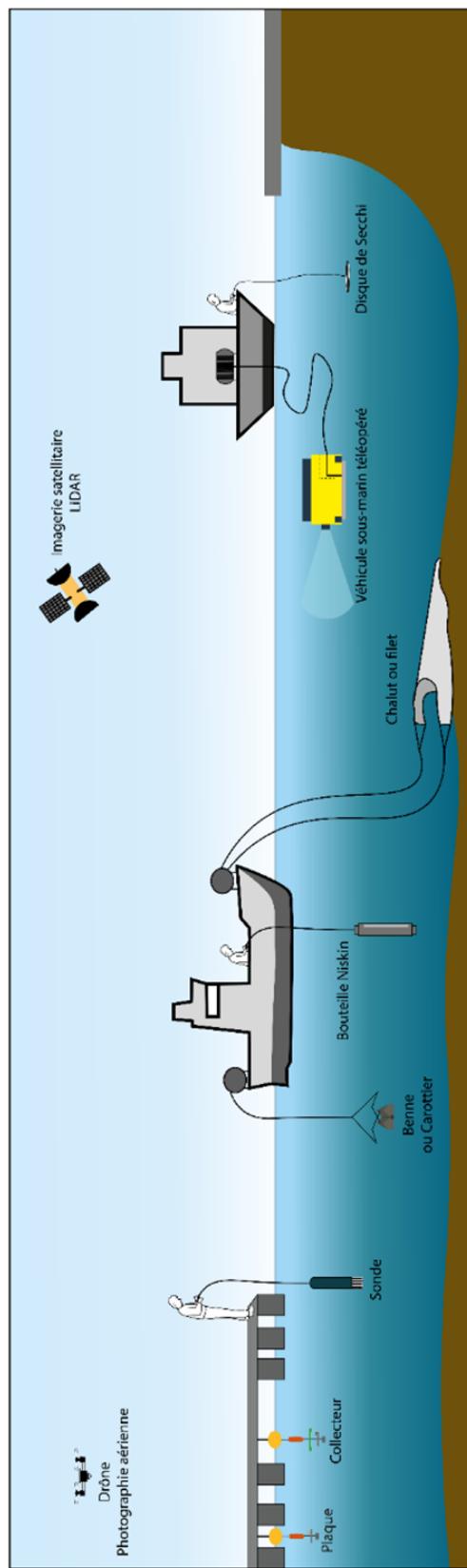


Figure 16. Équipements utilisés lors de l'échantillonnage instantané ou ponctuel dans le cadre d'un Observatoire Environnemental de Base.

### 6.3.1. Qualité de l'eau

Les mesures instantanées de la qualité de l'eau servent de complément et de témoin aux mesures en continu. Le Tableau 19 résume les différents paramètres pouvant être mesurés par télédétection ou analysés en laboratoire suite à la collecte d'eau ou la mesure directe avec les équipements *in situ*.

Tableau 19. Liste des instruments pertinents pour des mesures instantanées dans le cadre de l'implantation d'un Observatoire Environnemental de Base selon les thématiques sélectionnées.

| Instruments de mesure ou techniques d'échantillonnage                                  | Paramètres  |
|--|---|
| <b>Bouteille Niskin</b><br><b>(collecte d'échantillon puis analyse en laboratoire)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matière en suspension</li> <li>• Hydrocarbures</li> <li>• Turbidité</li> <li>• Conductivité</li> <li>• Salinité</li> <li>• Oxygène dissous</li> <li>• pH</li> <li>• Température</li> </ul> |
| <b>Sonde</b><br><b>(mesure directe)</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matière en suspension</li> <li>• Hydrocarbures</li> <li>• Turbidité</li> <li>• Conductivité / salinité</li> <li>• Oxygène dissous</li> <li>• pH</li> <li>• Température</li> </ul>          |
| <b>Imagerie satellitaire</b><br><b>(mesure directe)</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Température de surface</li> <li>• Turbidité</li> </ul>   |
| <b>Photographie aérienne</b><br><b>(mesure directe)</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrocarbures - contaminants</li> </ul>  |
| <b>Drone</b><br><b>(mesure directe)</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrocarbures - contaminants</li> </ul>  |

Selon les paramètres analysés, il est important de connaître les spécifications liées aux récipients (verre, plastique, métal) et à la conservation des échantillons (température, durée, agents de conservation, ...) afin de sélectionner le matériel adéquat pour éviter toute contamination extérieure et/ou dégradation de l'échantillon. La conservation des échantillons, la température de stockage, le délai entre la collecte et l'analyse sont des éléments essentiels à considérer pour obtenir des données représentatives du milieu échantillonné.

Des informations supplémentaires sur les protocoles de la collecte d'eau ou de l'utilisation du disque de Secchi ainsi que sur l'importance des choix de laboratoires peuvent être consultées dans le [Manuel des protocoles d'échantillonnage pour l'analyse de la qualité de l'eau au Canada](#) (CCME, 2011) et dans le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales](#) du CEAQ et dans les [méthodes d'analyses certifiées](#) sur le site du CEAQ.

### 6.3.2. Qualité de l'air

Il est possible de valider les mesures continues des paramètres obligatoires de la qualité de l'air (présentées dans la *Section 6.2.2*), à l'aide d'échantillonnages dédiés et d'analyses en laboratoire.

En lien avec les considérations régionales de la zone d'étude, des paramètres supplémentaires peuvent être inclus dans le suivi de la qualité de l'air (tels que des contaminants ou composés aériens spécifiques). Par exemple, l'utilisation d'un LiDAR (*Light Detection and Ranging*) permettra la détection d'aérosols dans l'atmosphère et la mise en évidence de la circulation de particules. Ces ajouts seront pertinents pour l'implantation d'un OEB+R.

### 6.3.3. Qualité des sédiments et milieux aquatiques

Le choix de l'équipement d'échantillonnage pour le suivi de la qualité des sédiments doit considérer :

- l'équipement de manutention disponible ;
- les contraintes physiques du milieu (courants, bathymétrie) ;
- la profondeur de pénétration requise ;
- le volume de collecte requis ;
- la préservation de l'échantillon lors de la remontée de l'équipement.

Par exemple, les bennes sont faciles d'utilisation, mais la pénétration dans le sédiment n'est pas constante et la surface du sédiment est parfois perturbée (remaniement des couches de surface ou déplacement de sédiment). Contrairement aux bennes, les carottiers permettent d'échantillonner un volume précis de sédiment sur une plus grande profondeur sans perturber la surface. Pour ce type d'instrument, il est primordial de tenir compte de la nature du sédiment (efficacité plus élevée dans un substrat fin).

Ces deux types d'équipements peuvent être utilisés pour prélever des échantillons qui seront analysés pour mesurer des variables de l'habitat telles que la granulométrie, les hydrocarbures aromatiques polycycliques ou les métaux dans le sédiment.

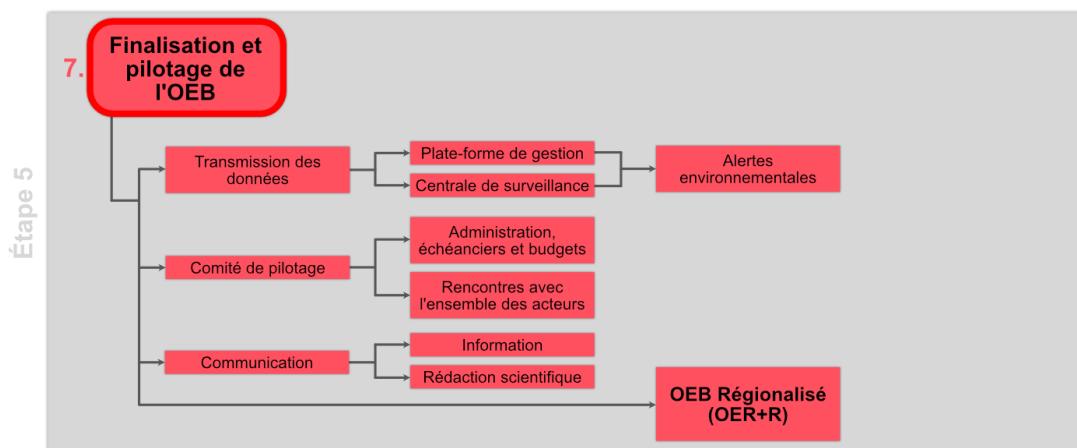
Les organismes benthiques peuvent également être prélevés à l'aide de bennes, de carottiers, de chaluts de fonds, de filets, ainsi que par des plongeurs certifiés ou des équipements de pointe comme des véhicules sous-marins téléopérés (Underwood 2000, Eleftheriou & McIntyre 2005). Selon les objectifs du projet, il est important de s'informer sur la méthode de fixation et de conservation des échantillons recommandé en fonction du type d'analyse souhaité (par exemple, l'utilisation de formaldéhyde ne permet pas l'analyse génétique des organismes).

**Encadré 8 : Ajouts à considérer pour le suivi des communautés dans le cadre d'un OEB+R**

Pour détecter la présence d'espèces aquatiques envahissantes, une thématique à envisager lors de la mise en place d'un OEB+R, il est possible d'utiliser des plaques de fixation ou des collecteurs dans les zones définies. Ces équipements sont placés à au moins 1 m du fond de l'eau et séparés d'au moins 10 m les uns des autres.

Les espèces sessiles ou celles dont les larves sont planctoniques pourront s'y fixer, permettant leur identification et suivi. Il est également possible d'échantillonner les espèces aquatiques envahissantes telles que les poissons avec des filets ou chaluts ainsi que les mollusques ou autres espèces benthiques.

## B.7. FINALISATION ET PILOTAGE DE L'OEB



### 7.1. Analyse et transmission des données

La dernière étape de la mise en place d'un OEB consiste à regrouper les données au sein d'un environnement de gestion en ligne permettant la détection automatisée d'anomalies. Cet environnement est l'emplacement où sera regroupé l'ensemble des données reliées à l'OEB ainsi que les algorithmes et routines nécessaires à leur analyse. Le choix de ce dernier revient à la volonté du gestionnaire de l'OEB et se fera en fonction de ses besoins et ses objectifs, mais des considérations doivent être apportées sur la traçabilité des données et le suivi des modifications afin d'assurer la neutralité scientifique du processus et l'acceptabilité sociale des résultats.

Depuis cet espace de gestion, les données pourront ensuite être utilisées de plusieurs façons. Elles pourront, par exemple, être téléversées dans des dépôts en libre-service consultables par les utilisateurs et être intégrées dans de futures études scientifiques portant sur les zones I/P. Des algorithmes automatisés et outils informatiques de pointe permettront l'analyse continue des données et l'envoi d'informations aux gestionnaires de zones I/P afin d'impliquer le personnel qualifié adéquat et d'adresser convenablement les ressources. De plus, cette étape permettra de constamment mettre à jour le portrait des écosystèmes.

La possession de données environnementales sur les thématiques de l'OEB (qualité de l'eau, qualité de l'air, qualité des sédiments, milieux aquatiques) sous forme de séries temporelles ainsi que d'un portrait actualisé de la zone d'étude permettra le calcul de valeurs de référence et de seuils pour soutenir un système d'alertes automatisées. Ces alertes pourront être dirigées vers des personnes ressource et gestionnaires pour assurer des interventions efficaces en cas d'anomalie.

*Un OEB qui intègre un environnement en ligne de gestion des données obtenues sur la zone prioritaire, ainsi qu'un système adéquat d'alertes automatisées, atteint le Niveau II d'implantation.*

Les outils choisis pour l'analyse des données collectées lors de l'implantation d'un OEB (continues et instantanées) doivent posséder certaines caractéristiques obligatoires :

- être capables de gérer et archiver un grand volume de données (big data) ;
- pouvoir retracer toute modification faite depuis la donnée brute ;
- intégrer des algorithmes d'intelligence artificielle pour transmettre les résultats tout au long des processus.

À titre d'exemple, dans le cadre du *Projet pilote Enviro-Actions<sup>MC</sup> – zones portuaires de Sept-Îles et de Saguenay*, l'équipe du CEIP travaille à intégrer les données collectées dans une plateforme accessible via un portail d'accès en ligne. Cette plateforme permet l'émission d'Enviro-Alertes<sup>MC</sup>, et il s'agit d'un outil pertinent pour soutenir la mise en place d'un OEB et d'un OEB+R. Les gestionnaires disposent ainsi d'un outil leur permettant d'intervenir de façon préventive et d'éviter des dépassements de critères ou normes pour limiter d'éventuels impacts sur l'écosystème.

## 7.2. Comité de pilotage et suivi de l'OEB

Une bonne communication est essentielle à l'implantation d'un OEB. En effet, il est primordial de tenir informés les collaborateurs ayant participés à la mise en œuvre de l'OEB et lors de son implantation. Des rencontres régulières sont de mise, afin d'informer de l'avancement réalisé, des éventuels problèmes rencontrés et pour prendre en compte les préoccupations de chacun. La création d'un comité de pilotage, dédié aux différents aspects de l'implantation de l'OEB depuis sa création jusqu'à son implantation pérenne, est fortement conseillé. Ce comité, indispensable à la mise en place efficace de l'OEB, rassemble l'ensemble des acteurs du milieu pour :

- réunir les partenaires de l'OEB autour des objectifs communs ;
- s'assurer de l'objectivité scientifique de l'implantation et des résultats obtenus ;
- décider des orientations stratégiques ;
- modifier le plan d'action initial en cas de besoin.

La fréquence suggérée des réunions de ce comité est d'au moins deux fois par an, afin de permettre des ajustements rapides et pertinents au besoin, notamment en cas de dépassement de budgets.

La révision de l'échéancier et de l'estimation budgétaire permettra de faire des ajustements au besoin selon le portrait actualisé et les paramètres choisis, mais également selon le nombre de stations d'échantillonnage établies et l'équipement utilisé.

Le CEIP propose un service d'accompagnement des gestionnaires dans la mise en place d'un OEB et d'un OEB+R, assurant ainsi la cohérence des mesures déjà en place et de celles proposées avec les objectifs et niveaux d'implantation (qualité de l'eau, qualité de l'air, habitats, faune, flore, bruit sous-marin).

*Ajouter des paramètres spécifiques à la zone d'étude permet de bonifier le suivi environnemental obtenus avec l'OEB, permettant l'atteinte du statut d'OEB+R aux différents niveaux.*

### 7.3. Communication

La présentation des résultats au public est une étape essentielle pour favoriser l'acceptabilité sociale des activités en milieux portuaire, industriel et municipal. Cette relation de confiance avec la population et les utilisateurs du milieu avant, pendant et après la fin de l'implantation de l'OEB se doit d'être entretenue pour pérenniser le projet, et également pour soutenir l'instauration d'autres projets futurs.

Enfin, le partage de données est une étape prioritaire des livrables d'un OEB. Il est important de spécifier que ce partage et la transmission des savoirs acquis doivent se faire en maintenant l'objectivité envers les résultats. Certaines données requièrent une analyse approfondie avant leur transmission afin d'éviter une interprétation erronée des résultats par un public n'ayant pas les connaissances appropriées.

### 7.4. Observatoire Environnemental de Base Régionalisé

La mise en place des mesures contenues dans ce guide permettra de créer et soutenir un suivi environnemental dans la zone d'étude, avec l'avantage d'être adaptatif et préventif. Les exigences obligatoires indiquées dans ce guide ont été considérées comme une base essentielle et pertinente par le comité d'experts lors des ateliers. Il est toutefois recommandé, en fonction de la configuration du milieu étudié et des ressources disponibles, de suivre des paramètres supplémentaires pour renforcer le suivi et augmenter sa portée grâce à la mise en place d'un OEB+R.

À titre d'exemple, la bactériologie est un paramètre qui peut ajouter des informations importantes sur la qualité de l'eau. L'utilisation de ce paramètre, qui peut être mesuré de manière instantanée, permettra le calcul d'indices et l'intégration d'un plus grand nombre de composantes de l'écosystème. Le suivi des espèces invasives apporte aussi de nombreuses informations sur la stabilité et la résilience des communautés.

## Références

- Adam-Poupart, A., Smargiassi, A., Fournier, M., & Brand, A. (2013). Estimation de l'exposition environnementale à l'ozone troposphérique : Un exemple de modélisation pour la population québécoise. Institut national de santé publique du Québec, 16 p.
- Alliance Verte (2023). Guider l'industrie maritime vers l'excellence environnementale. <https://allianceverte.org>
- Barberi, S., Sambito, M., Neduzha, L., Severino, A. (2021). Pollutant emissions in ports: A comprehensive review. In *Infrastructures* (Vol. 6, Issue 8). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/infrastructures6080114>
- Beaulac, V. J. (2016). Évaluation des risques pour la santé humaine du dioxyde de soufre (No CAS : 7446-09-5) : analyse de l'exposition au dioxyde de soufre dans l'air ambiant et ses effets sur la santé de la population canadienne. Santé Canada, 171 p. et annexes.
- Carrière, J., Le Hénaff, A., Huguet, S., Levesque, D. (2018a). Observatoire environnemental de la baie de Sept-Îles - Volume 1 (J. Carrière, Ed.). INREST.
- Carrière, J., Le Hénaff, A., Huguet, S., Levesque, D. (2018b). Observatoire environnemental de la baie de Sept-Îles - Volume 2 (J. Carrière, Ed.). INREST.
- Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME). (2001). Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : Indice de qualité des eaux du CCME 1.0 Rapport technique dans Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement. [https://www.ccme.ca/files/Resources/fr\\_calculators/wqi\\_techrptfctsh\\_t\\_f.pdf](https://www.ccme.ca/files/Resources/fr_calculators/wqi_techrptfctsh_t_f.pdf)
- Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME). (2011). Manuel des protocoles d'échantillonnage pour l'analyse de la qualité de l'eau au Canada. Conseil canadien des ministres de l'environnement. [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2013/ccme/En108-4-62-2011-fra.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2013/ccme/En108-4-62-2011-fra.pdf)
- Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME). (2012). Guide pour la vérification de la conformité aux normes canadiennes de qualité de l'air ambiant relatives aux particules et à l'ozone. Conseil canadien des ministres de l'environnement. <https://ccme.ca/fr/res/gdadforozonecaqsfr.pdf>
- Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME). (2019). Lignes directrices sur la surveillance de l'air ambiant, l'assurance et le contrôle de la qualité : Programme de surveillance national de la pollution atmosphérique. Conseil canadien des ministres de l'environnement. [https://ccme.ca/fr/res/ambientairmonitoringandqa-qcguidelines\\_frsecure.pdf](https://ccme.ca/fr/res/ambientairmonitoringandqa-qcguidelines_frsecure.pdf)
- Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. (2009). Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Échantillonnage des rejets liquides. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.

[https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/rejets\\_liguidesC2.pdf](https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/rejets_liguidesC2.pdf)

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. (2015). Hydrocarbures pétroliers : caractéristiques, devenir et criminalistique environnementale – Études GENV222 et GENV23, Évaluation environnementale stratégique globale sur les hydrocarbures. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 41 p. et annexes.

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. (2017). Lignes directrices concernant les stations de surveillance de la qualité de l'air. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 22 p.

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. (2023a). Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Généralités. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.

<https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/generalitesC1.pdf>

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. (2023b). Méthode d'analyse. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.

[https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/methode\\_para.htm](https://www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/methode_para.htm)

Clarke, K. R., Warwick, R. M. (2001). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation (2nd edition). PRIMER-E Ltd.

Dauvin, J. C. (2007). Paradox of estuarine quality: benthic indicators and indices, consensus or debate for the future. Mar. Pollut. Bull., 55, 271–281.

Eleftheriou, A., McIntyre, A. (2005). Methods for the study of marine benthos (3rd edition). Blackwell Science, United Kingdom.

Environnement Canada, Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Provinces du Québec (2007). Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'applications : prévention, dragage et restauration. 39 pages.

Environnement Canada. (2012). Évaluation scientifique canadienne du smog : Faits saillants et messages clés. 72 pages.

Environnement Canada. (2013). 10 years of data from the National Air Pollution Surveillance (NAPS) Network : Data summary from 1999 to 2008 / [issued by] Analysis and Air Quality Section, Air Quality Research Division. 73 p. et annexes.

Gouvernement du Québec. (2021). Avantage Saint-Laurent – La nouvelle vision maritime du Québec. 44 pages.

- Hossain, T., Adams, M., Walker, T. R. (2019). Sustainability initiatives in Canadian ports. *Marine Policy*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103519>
- Judd, A. D., Backhaus, T., Goodsir, F. (2015). An effective set of principles for practical implementation of marine cumulative effects assessment. *Environmental Science & Policy*, 54, 254–262.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.07.008>
- Kappel, C., Halpern, B., Selkoe, K., Cooke, R. (2011). Eliciting Expert Knowledge of Ecosystem Vulnerability to Human Stressors to Support Comprehensive Ocean Management. In *Expert Knowledge and its Application in Landscape Ecology* (pp. 253–277).
- Lebel, G., Busque, D., Therrien, M., Paradis, J., Brault, M.-P., Canuel, M., & Walsh, P. (2012). *Bilan de la qualité de l'air au Québec en lien avec la santé, 1975-2009*. Institut national de santé publique du Québec. 37 p. et annexes
- Legendre, P., Legendre, L. (2012a). Complex ecological data sets. In P. Legendre & L. Legendre (Eds.), *Numerical Ecology* (3rd ed., Vol. 24, pp. 1–57). Elsevier.
- Legendre, P., Legendre, L. (2012b). Multidimensional qualitative data. In P. Legendre & L. Legendre (Eds.), *Numerical Ecology* (3rd ed., Vol. 24, pp. 219–264). Elsevier.
- Magurran, A. E., McGill, B. J. (2011). *Biological diversity: frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press, New York.
- McArthur, M. A., Brooke, B. P., Przeslawski, R., Ryan, D. A., Lucieer, V. L., Nichol, S., McCallum, A. W., Mellin, C., Cresswell, I. D., Radke, L. C. (2010). On the use of abiotic surrogates to describe marine benthic biodiversity. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 88, 21–32. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2010.03.003>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). (2011). *Inventaire des émissions des principaux contaminants atmosphériques au Québec en 2008 et évolution depuis 1990*. 24 p. et annexes.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MEEDP). (2013). *Critères de qualité de l'eau de surface*, 3<sup>ème</sup> édition. 510 p. et 16 annexes. [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/criteres.pdf](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/criteres.pdf)
- Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie (MEIE). (2023). *Avantage St-Laurent - La nouvelle vision maritime du Québec, Zones industrielo-portuaires*. <https://www.economie.gouv.qc.ca/bibliotheques/strategies/avantage-saint-laurent-la-nouvelle-vision-maritime-du-quebec/zones-industrielo-portuaires>
- Ministère de l'Environnement de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023a). *Critères de qualité de l'eau de surface*. [https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/index.asp](https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp)
- Ministère de l'Environnement de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023b). *Sédiments*. [https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_sediments/index.htm](https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_sediments/index.htm)

Ministère de l'Environnement de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023c). Macroinvertébrés benthiques.

[https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/macroinvertebre/benthos/index.htm](https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/macroinvertebre/benthos/index.htm)

Ministère de l'Environnement de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023d). Capteurs de la qualité de l'air.

<https://www.Environnement.Gouv.qc.ca/Air/Reseau-Surveillance/Capteur-Qualite-Air.htm>

Ministère de l'Environnement de la Lutte contre les Changements Climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). (2023e). Indice de la qualité de l'air (IQA).

<https://www.iqa.environnement.gouv.qc.ca/contenu/calcul.htm>

National Research Council. (2000). Ecological Indicators for the Nation. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9720>

Pearson, T. H., Rosenberg, R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 16, 229–331.

Robert, P., Mckindsey, C. W., Chaillou, G., Archambault, P. (2013). Dose-dependent response of a benthic system to biodeposition from suspended blue mussel (*Mytilus edulis*) culture. *Marine Pollution Bulletin*, 66(1), 92–104.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.11.003>

Rykiel Jr., E. J. (1985). Towards a definition of ecological disturbance. *Australian Journal of Ecology*, 10(3), 361–365. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1985.tb00897.x>

Sardain, A., Sardain, E., Leung, B. (2019). Global forecasts of shipping traffic and biological invasions to 2050. *Nature Sustainability*, 2(4), 274–282. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0245-y>

Snelgrove, P. V. R., Butman, C. A. (1994). Animal Sediment Relationships Revisited – Cause Versus Effect. *Oceanography and Marine Biology*, 32, 111–177.

Underwood, A. J. (2000). Importance of experimental design in detecting and measuring stresses in marine populations. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery*, 7(1), 3–24. <https://doi.org/10.1023/A:1009983229076>

Wentworth, C. K. (1922). A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *The Journal of Geology*, 30(5), 377–392. <https://doi.org/10.1086/622910>

## ANNEXE 1 – Modèle de fiche de lecture (INREST)

### Fiche-résumé pour revue de littérature

| BIBLIOGRAPHIE       |  |             |
|---------------------|--|-------------|
| Type de document    |  |             |
| Format du fichier   |  |             |
| Titre               |  |             |
| Auteur(s)           |  |             |
| Année               |  | Publication |
| Site internet       |  |             |
| Volume, pages       |  |             |
| Éditeur             |  |             |
| DOI, identification |  |             |
| Remarques           |  |             |

| INFORMATIONS SCIENTIFIQUES  |              |                 |
|---|--------------|-----------------|
| Nature des données  | Accès direct | Confidentielles |
|   | Sur demande  | Autre           |
| Année(s) considérée(s)  |              |                 |
| Localisation  |              |                 |
| Paramètre(s)  |              |                 |
| Type d'échantillons et méthodologie utilisée                      |              |                 |
| Personnel ayant réalisé l'étude                                   |              |                 |
| Remarques sur l'étude (robustesse scientifique, limitations, ...) |              |                 |

| REVUE DE LITTERATURE |         |           |        |  |
|----------------------|---------|-----------|--------|--|
| Statut               | Accepté | À valider | Rejeté |  |
| Justification        |         |           |        |  |

Fiche complétée par :

Date :

## ANNEXE 2 – Modèle d'un tableau synthèse pour revue de littérature (INREST)

|                     | A                    | B                | C               | D              | E              | F                    | G                   | H          | I          | J          | K          | L          | M          | N          | O          | P          | Q          | R          | S          | T          | U |
|---------------------|----------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---|
| Source documentaire | Année de publication | Type de document | Numéro de fiche | Paramètres Eau | Paramètres Air | Paramètres Sédiments | Paramètres Habitats | Paramètres |   |
| 1                   |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 2                   |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 3                   |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 4                   |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 5                   |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 6                   |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 7                   |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 8                   |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 9                   |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 10                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 11                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 12                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 13                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 14                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 15                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 16                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 17                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 18                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 19                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 20                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 21                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 22                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 23                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 24                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 25                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 26                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 27                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 28                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 29                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
| 30                  |                      |                  |                 |                |                |                      |                     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |   |

## ANNEXE 3 – Critères et recommandations canadiennes des paramètres obligatoires pour étudier la qualité de l'eau

| Paramètres   | Réglementation  |
|--|---|
| <b>pH</b>  | Doit se trouver entre 7,0 et 8,7 à moins qu'il puisse être montré qu'un pH inférieur ou supérieur à cette plage est attribuable à des processus naturels. À l'intérieur de cette gamme, le pH ne doit pas présenter un écart de plus de 0,2 unité par rapport au pH naturel attendu au moment du prélèvement.   |
| <b>Température</b>                                       | Les activités humaines ne doivent entraîner aucune variation de plus de 1 °C de la température ambiante des eaux marines et estuariennes à un temps, profondeur et lieu donnés. La vitesse maximale de toute variation thermique anthropique ne doit pas dépasser 0,5 °C h <sup>-1</sup> .  |
| <b>Conductivité</b>                                      | Pas de critères ni de recommandation.   |
| <b>Salinité<br/>(pour les estuaires et eaux marines)</b> | Les activités humaines ne doivent pas entraîner une variation de la salinité de plus de 10 % de la salinité naturelle prévue à un temps et profondeur donnés.   |
| <b>Matières en suspension</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Effet aigu pour la vie aquatique en eaux limpides : augmentation maximale de 25 mg L<sup>-1</sup> par rapport à la concentration naturelle;</li> <li>Effet chronique pour la vie aquatique en eaux limpides : augmentation maximale de 5 mg L<sup>-1</sup> par rapport à la concentration naturelle;</li> <li>Effet chronique pour la vie aquatique en eaux turbide : augmentation maximale de 25 mg L<sup>-1</sup> par rapport à la concentration naturelle (ou de 10 % si cette dernière est supérieure à 250 mg L<sup>-1</sup>).</li> </ul> |
| <b>Turbidité</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Critère CVAA et recommandation exposition à court terme : augmentation maximale de 8 UTN par rapport à la valeur naturelle ou ambiante;</li> <li>Critère CVAC et recommandation exposition à long terme : augmentation maximale de 2 UTN par rapport à la valeur naturelle ou ambiante.</li> </ul>   |
| <b>Oxygène dissous</b>                                   | Teneur minimale recommandée : 8 mg L <sup>-1</sup> .  |
| <b>Hydrocarbures pétroliers</b>                          | La surface de l'eau doit être virtuellement libre d'huiles non pétrolières d'origine végétale ou animale et de dérivés pétroliers.  |

Lire les Sections B.5 et B.6 pour plus d'informations. Données issues de CCME 2001.

## ANNEXE 4 – Critères et recommandations canadiennes des paramètres obligatoires pour étudier la qualité des sédiments

| Substances chimiques                             | CER<br>(mg kg <sup>-1</sup> poids sec) |        | CSE<br>(mg kg <sup>-1</sup> poids sec) |        | CEO<br>(mg kg <sup>-1</sup> poids sec) |       | CEP<br>(mg kg <sup>-1</sup> poids sec) |       | CEF<br>(mg kg <sup>-1</sup> poids sec) |      |
|--|--|--------|--|--------|--|-------|--|-------|--|------|
|  | ED                                     | EM     | ED                                     | EM     | ED                                     | EM    | ED                                     | EM    | ED                                     | EM   |
| <b>Hydrocarbures aromatiques polycycliques :</b> |  |        |  |        |  |       |  |       |  |      |
| Acénaphthène                                     | 0,0037                                 | 0,0037 | 0,0067                                 | 0,0067 | 0,021                                  | 0,021 | 0,089                                  | 0,089 | 0,94                                   | 0,94 |
| Acénaphthylène                                   | 0,0033                                 | 0,0033 | 0,0059                                 | 0,0059 | 0,03                                   | 0,031 | 0,13                                   | 0,13  | 0,34                                   | 0,34 |
| Anthracène                                       | 0,016                                  | 0,016  | 0,047                                  | 0,047  | 0,11                                   | 0,11  | 0,24                                   | 0,24  | 1,1                                    | 1,1  |
| Benzo[a]anthracène                               | 0,014                                  | 0,027  | 0,032                                  | 0,075  | 0,12                                   | 0,28  | 0,39                                   | 0,69  | 0,76                                   | 1,9  |
| Benzo[a]pyrène                                   | 0,011                                  | 0,034  | 0,032                                  | 0,089  | 0,15                                   | 0,23  | 0,78                                   | 0,76  | 3,2                                    | 1,7  |
| Chrysène   | 0,026                                  | 0,037  | 0,057                                  | 0,11   | 0,24                                   | 0,30  | 0,86                                   | 0,85  | 1,6                                    | 2,2  |
| Dibenzo[a,h]anthracène                           | 0,0033                                 | 0,0033 | 0,0062                                 | 0,0062 | 0,043                                  | 0,043 | 0,14                                   | 0,14  | 0,2                                    | 0,2  |
| Fluoranthène                                     | 0,047                                  | 0,027  | 0,11                                   | 0,11   | 0,45                                   | 0,50  | 2,4                                    | 1,5   | 4,9                                    | 4,2  |
| Fluorène   | 0,01                                   | 0,01   | 0,021                                  | 0,021  | 0,061                                  | 0,061 | 0,14                                   | 0,14  | 1,2                                    | 1,2  |
| 2-Méthylnaphtalène                               | 0,016                                  | 0,016  | 0,02                                   | 0,02   | 0,063                                  | 0,063 | 0,2                                    | 0,2   | 0,38                                   | 0,38 |
| Naphtalène                                       | 0,017                                  | 0,017  | 0,035                                  | 0,035  | 0,12                                   | 0,12  | 0,39                                   | 0,39  | 1,2                                    | 1,2  |
| Phénanthrène                                     | 0,025                                  | 0,023  | 0,042                                  | 0,087  | 0,13                                   | 0,25  | 0,52                                   | 0,54  | 1,1                                    | 2,1  |
| Pyrène   | 0,029                                  | 0,041  | 0,053                                  | 0,15   | 0,23                                   | 0,42  | 0,88                                   | 1,4   | 1,5                                    | 3,8  |

### Métaux :

|         |       |       |      |      |      |      |      |     |      |     |
|---------|-------|-------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|
| Arsenic | 4,1   | 4,3   | 5,9  | 7,2  | 7,6  | 19   | 17   | 42  | 23   | 150 |
| Cadmium | 0,33  | 0,32  | 0,6  | 0,67 | 1,7  | 2,1  | 3,5  | 4,2 | 12   | 7,2 |
| Chrome  | 25    | 30    | 37   | 52   | 57   | 96   | 90   | 160 | 120  | 890 |
| Cuivre  | 22    | 11    | 36   | 19   | 63   | 42   | 200  | 110 | 700  | 230 |
| Mercure | 0,094 | 0,051 | 0,17 | 0,13 | 0,25 | 0,29 | 0,49 | 0,7 | 0,87 | 1,4 |
| Nickel  | ND    | ND    | ND   | ND   | 47   | ND   | ND   | ND  | ND   | ND  |
| Plomb   | 25    | 18    | 35   | 30   | 52   | 54   | 91   | 110 | 150  | 180 |
| Zinc    | 80    | 70    | 120  | 120  | 170  | 180  | 310  | 270 | 770  | 430 |

Les concentrations associées aux critères pour la qualité des sédiments d'eau douce (ED) et marins (EM) sont issues du rapport d'Environnement Canada et du Ministère du Développement Durable de l'Environnement et des Parcs du Québec (2007). Les données pour le nickel ne sont pas disponibles et sont désignés par ND.

## ANNEXE 5 – Critères et recommandations québécoises et canadiennes des paramètres obligatoires pour étudier la qualité de l'air

| Paramètres                                 | Réglementation   |
|--|--|
| <b>Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)</b>    | <u>Réglementation :</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>NCQAA : 60 ppb sur 1 h, 17 ppb sur 1 an</li> <li>RAA : <ul style="list-style-type: none"> <li>Valeur limite : 414 µg m<sup>-3</sup> sur 1 h, 207 µg m<sup>-3</sup> sur 24 h, 103 µg m<sup>-3</sup> sur 1 an</li> <li>Concentration initiale : 150 µg m<sup>-3</sup> sur 1 h, 100 µg m<sup>-3</sup> sur 24 h, 30 µg m<sup>-3</sup> sur 1 an</li> </ul> </li> </ul>   |
| <b>Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</b>  | <u>Réglementation :</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>NCQAA : 70 ppb sur 1 h, 5 ppb sur 1 an</li> <li>RAA : <ul style="list-style-type: none"> <li>Valeur limite : 1050 µg m<sup>-3</sup> sur 4 min, 288 µg m<sup>-3</sup> sur 24 h, 52 µg m<sup>-3</sup> sur 1 an</li> <li>Concentration initiale : 150 µg m<sup>-3</sup> sur 4 min, 50 µg m<sup>-3</sup> sur 24 h, 20 µg m<sup>-3</sup> sur 1 an</li> </ul> </li> </ul> |
| <b>Monoxyde de carbone (CO)</b>            | <u>Réglementation :</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>NCQAA : Non applicable</li> <li>RAA : <ul style="list-style-type: none"> <li>Valeur limite : 34 000 µg m<sup>-3</sup> sur 1 h, 12 700 µg m<sup>-3</sup> sur 8 h</li> <li>Concentration initiale : 2 650 µg m<sup>-3</sup> sur 1 h, 1 750 µg m<sup>-3</sup> sur 8 h</li> </ul> </li> </ul>   |
| <b>Ozone (O<sub>3</sub>)</b>               | <u>Réglementation :</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>NCQAA : 62 ppb sur 8 h</li> <li>RAA : <ul style="list-style-type: none"> <li>Valeur limite : 160 µg m<sup>-3</sup> sur 1 h, 125 µg m<sup>-3</sup> sur 8 h</li> <li>Concentration initiale : 130 µg m<sup>-3</sup> sur 1 h, 120 µg m<sup>-3</sup> sur 8 h</li> </ul> </li> </ul>   |
| <b>Particules fines (PM<sub>2,5</sub>)</b> | <u>Réglementation :</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>NCQAA : 27 µg m<sup>-3</sup> sur 24 h et 8,8 µg m<sup>-3</sup> sur 1 an</li> <li>RAA : <ul style="list-style-type: none"> <li>Valeur limite : 30 µg m<sup>-3</sup> sur 24 h</li> <li>Concentration initiale : 20 µg m<sup>-3</sup> sur 24 h</li> </ul> </li> </ul>  |

Lire les Sections B.5 à B.7 pour plus d'informations. La valeur limite correspond à la concentration d'un élément à ne pas dépasser au cours d'une ou de plusieurs périodes données, et la concentration initiale est la valeur d'un élément considérée comme naturelle dans l'environnement (calculée sur les 3 années précédentes). Données issues de CCME 2019.



*Ce guide de gestion environnementale préventive en zone industrielle et portuaire adopte une approche didactique accompagnant les gestionnaires dans une démarche d'implantation d'un observatoire environnemental de base (OEB).*

*Le contenu est accessible tant aux scientifiques qu'aux gestionnaires industrielles et portuaires, en plus de présenter des outils tels qu'un schéma conceptuel, des figures et des graphiques afin de clarifier les recommandations. Ce guide intègre des échanges entre les acteurs du milieu favorisant une acceptabilité sociale.*

