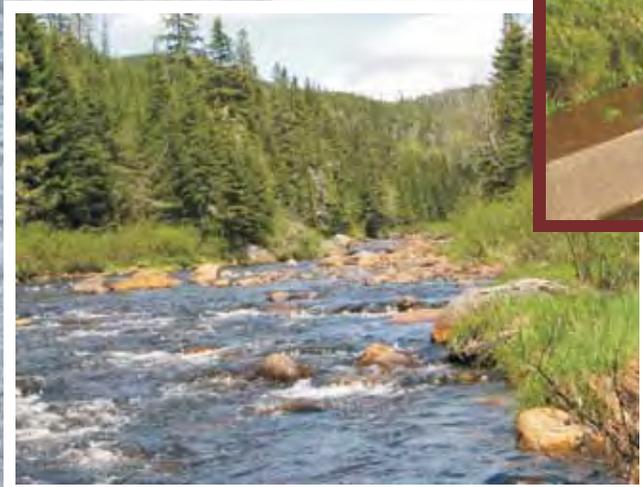
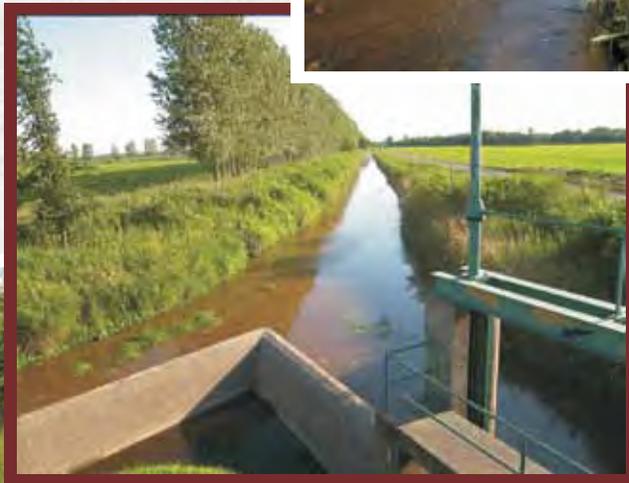
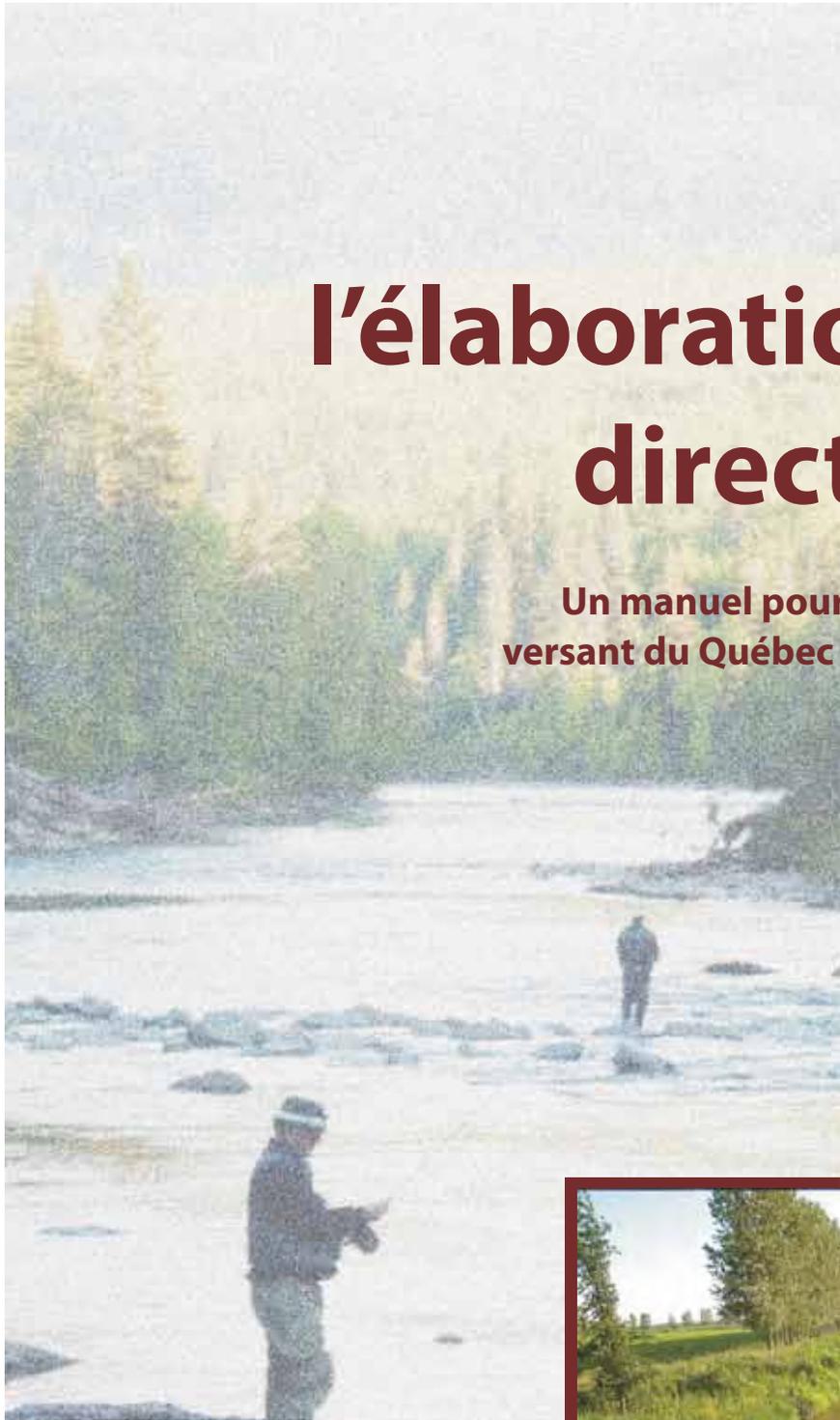


Guide pour l'élaboration d'un plan directeur de l'eau

Un manuel pour assister les organismes de bassin
versant du Québec dans la planification de la gestion
intégrée des ressources en eau



Pour obtenir plus de renseignements, vous pouvez communiquer sans frais avec le Centre d'information du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs :

Région de Québec : 418 521-3830

Ailleurs : 1 800 561-1616

Courriel : info@mddep.gouv.qc.ca

Site Web : <http://www.mddep.gouv.qc.ca>

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2011

ISBN : 978-2-550-60763-2

© Gouvernement du Québec, 2011

AUTEUR

Georges Gangbazo, ingénieur; Ph. D.

Direction des politiques de l'eau

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

CONCEPTION ET RÉALISATION DE LA PAGE COUVERTURE

France Gauthier, technicienne en arts graphiques et appliqués

Direction du suivi de l'état de l'environnement

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

PHOTOS DE LA PAGE COUVERTURE

Gauche	Rivière Sautauriski; par Julie Moisan, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
Droite	Rivière des Sept Îles; par Roger Audet, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
Milieu	Rivière L'Acadie; par Julie Moisan, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
Fond	Rivière Dartmouth (Gaspésie); par Anne Trudel, Direction des communications, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE À UTILISER POUR CITER LE PRÉSENT DOCUMENT

Gangbazo, G. (2011). Guide pour l'élaboration d'un plan directeur de l'eau : un manuel pour assister les organismes de bassin versant du Québec dans la planification de la gestion intégrée des ressources en eau. Québec, Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.



REMERCIEMENTS

L'auteur remercie tous ceux qui ont contribué à l'élaboration du présent guide. Il s'agit des réviseurs scientifiques, des personnes qui ont fourni des informations utiles et des membres du comité de suivi de la mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources en eau. Je remercie spécialement M. Marc Simoneau, biologiste à la Direction du suivi de l'état de l'environnement (ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs) pour avoir produit plusieurs des graphiques qui ont permis d'illustrer les propos du chapitre 12. Mes remerciements spéciaux vont également à Mme Claudine Forget, biologiste à la direction régionale du Bas Saint-Laurent ainsi qu'à Mme Brigitte Laberge, biologiste à la Direction des politiques de l'eau, pour avoir rédigé la section du chapitre 3 qui traite de la géomorphologie fluviale.

RÉVISEURS SCIENTIFIQUES

Richard Beaulieu⁽¹⁾, agronome; M. Sc.
Daniel Blais⁽¹⁾, géographe; M. Sc.
Anouka Bolduc⁽¹⁾, biologiste; B. Sc.
Jean-François Cyr⁽²⁾, ingénieur; M. Sc.
Julie Ferland⁽¹⁾, biologiste; M. Sc.
Nicolas Hamelin⁽³⁾, ingénieur; M. Sc.
Brigitte Laberge⁽¹⁾, biologiste; M. Sc.
Suzanne Lepage⁽¹⁾, M. Sc. (environnement)
Benoît Limoges⁽¹⁾, biologiste; M. Sc.
Nathalie Martel⁽¹⁾, biologiste; M. Sc.
Paul Meunier⁽¹⁾, biologiste; M. Sc.
Patrice Murray⁽¹⁾, ingénieur; M. Sc.
Jean Painchaud⁽⁵⁾, biologiste; Ph. D.
Lyne Pelletier⁽¹⁾, biologiste; M. Sc.
Renée Plamondon⁽¹⁾, géographe; M. Sc.
Jean-Paul, Raïche⁽⁴⁾, Ph.D. (philosophie)
Yvon Richard⁽¹⁾, biologiste; M. Sc.
Bruno Robert⁽¹⁾, ingénieur; B. Sc.
Caroline Robert⁽¹⁾, M. Sc. (environnement)
Normand Rousseau⁽¹⁾, ingénieur; M. Sc.
Mireille Sager⁽¹⁾, biologiste; M. Sc.
Marc Simoneau⁽¹⁾, biologiste; M. Sc.
Marc Sinotte⁽¹⁾, biologiste; Ph. D.
Simon Théberge⁽¹⁾, biologiste; M. Sc.
Steve Turgeon⁽⁶⁾, M. ATDR; M. Sc. (eau)
Martin Vachon⁽¹⁾, sociologue; Ph. D.

⁽¹⁾ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs; ⁽²⁾Centre d'expertise hydrique du Québec; ⁽³⁾Regroupement des organismes de bassin versant du Québec; ⁽⁴⁾Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François; ⁽⁵⁾Consortium Ouranos; ⁽⁶⁾ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire

PERSONNES AYANT FOURNI DES INFORMATIONS UTILES POUR L'ÉLABORATION DU GUIDE

Bruno Bélanger⁽¹⁾, biologiste; M. Sc.
David Berryman⁽²⁾, biologiste; M. Sc.
Jean-François Cyr⁽³⁾, ingénieur; M. Sc.
Pascale Dubois⁽²⁾, géographe; B. Sc.
Pierre Dulude⁽⁴⁾, biologiste; B. Sc.
Julie Ferland⁽²⁾, biologiste; M. Sc.
Martine Gélinau⁽²⁾, ingénieure; M. Sc.
Isabelle Giroux⁽²⁾, géographe; M. Sc.
Charles Lamontagne⁽²⁾, ingénieur; M. Sc.
Yves Laporte⁽²⁾, technicien (faune et géomatique)
Lyne Pelletier⁽²⁾, biologiste; M. Sc.
Renée Plamondon⁽²⁾, géographe; M. Sc.
Yvon Richard⁽²⁾, biologiste; M. Sc.
Nadine Roy⁽²⁾, ingénieure; B. Sc.
Marc Simoneau⁽²⁾, biologiste; M. Sc.
Simon Théberge⁽²⁾, biologiste; M. Sc.

⁽¹⁾ministère des Ressources naturelles et de la Faune; ⁽²⁾ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs; ⁽³⁾Centre d'expertise hydrique du Québec; ⁽⁴⁾Canards illimités Canada

MEMBRES DU COMITÉ DE SUIVI DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU PAR BASSIN VERSANT¹

Serge Assel, ingénieur; B. Sc.
Maurice Dumas, M. Sc. (environnement)
Pierre-A. Gauthier, M. Sc. (aménagement et environnement)
Brigitte Laberge, biologiste; M. Sc.
Paul Meunier, biologiste; M. Sc.
Jocelyn Paquin, économiste; B. Sc.
Sylvain Primeau, biologiste; M. Sc.
Marilou Tremblay, biologiste; B. Sc.
Pascal Sarrazin; M.Sc. (environnement)
Benoît Soucy, biologiste; B. Sc.

¹ Comité composé de professionnels du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs pour assurer la mise en œuvre harmonieuse de la gestion intégrée des ressources en eau. À ce titre, les membres dudit comité ont suivi l'élaboration du présent guide et en ont approuvé le contenu.

Avant-propos

Le présent manuel est destiné à fournir aux organismes de bassin versant du Québec les outils qui leur permettront d'élaborer leur plan directeur de l'eau, tel qu'il a été prévu dans la Politique nationale de l'eau (ministère de l'Environnement, 2002) et la Loi sur l'eau – Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection (Gouvernement du Québec, 2009).

Le guide est basé sur un processus adaptatif et itératif appelé « cycle de gestion intégrée des ressources en eau ». Des approches et des méthodologies y sont présentées à titre de suggestions. Par conséquent, il revient à chaque organisme de bassin versant de les utiliser telles quelles, ou encore de les adapter à ses besoins particuliers, en faisant appel à d'autres outils lorsqu'il le juge à propos. Nous estimons que l'utilisation du présent manuel par l'ensemble des organismes de bassin versant leur permettra d'élaborer des plans directeurs de l'eau d'une bonne qualité scientifique et technique.

Comme tout guide, celui-ci doit être considéré comme un document évolutif. Il sera mis à jour, lorsque cela sera nécessaire, afin de répondre à l'évolution des connaissances et des besoins des organismes de bassin versant. Par conséquent, les lecteurs et les usagers sont invités à envoyer leurs commentaires à la Direction des politiques de l'eau (Service de la gestion intégrée de l'eau) du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Table des matières

	Page
AVANT PROPOS	vii
TABLE DES MATIÈRES	ix
LISTE DES TABLEAUX	xv
LISTE DES FIGURES	xix
LISTE DES ENCADRÉS	xxiii
LISTE DES ANNEXES	xxv
LISTE DES ACRONYMES	xxvii
CHAPITRE 1. INTRODUCTION	1-1
1.1 L'eau, une ressource irremplaçable et vulnérable	1-1
1.2 Interventions du gouvernement du Québec dans la gestion de l'eau jusqu'à l'avènement de la Politique nationale de l'eau	1-2
1.3 À qui s'adresse le guide et quel est son but?	1-3
1.4 Contenu des différents chapitres	1-4
1.5 Comment utiliser le guide?	1-6
CHAPITRE 2. ÉVOLUTION ET PROCESSUS DE PLANIFICATION DE LA GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU	2-1
2.1 Contexte de l'élaboration du guide	2-1
2.1.1 La Politique nationale de l'eau	2-2
2.1.1.1 Adoption de la gestion intégrée des ressources en eau	2-2
2.1.1.2 Les organismes de bassin versant : un maillon important pour la mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources en eau	2-4
2.1.2 Le Plan d'intervention détaillé sur les algues bleu-vert 2007-2017	2-6
2.1.3 La Loi sur l'eau	2-8
2.2 Éléments communs à tout processus de planification de la gestion intégrée des ressources en eau	2-10
2.2.1 Processus itératif et adaptatif	2-10
2.2.2 Processus visant un territoire géographique déterminé	2-10
2.2.3 Processus holistique	2-11
2.2.4 Processus intégrant les autres planifications qui touchent le bassin versant	2-12
2.2.5 Processus ouvert, collaborationniste et participatif	2-12
2.3 Planification de la gestion intégrée des ressources en eau	2-12
2.3.1 Niveaux de planification	2-12
2.3.2 Plan directeur de l'eau	2-14
2.3.2.1 Définition	2-14
2.3.2.2 Étapes de l'élaboration d'un plan directeur de l'eau	2-15
CHAPITRE 3. RAPPEL DE QUELQUES CONNAISSANCES GÉNÉRALES SUR LES BASSINS VERSANTS ET SUR LES PROCESSUS QUI S'Y DÉROULENT.	3-1
3.1 Le bassin versant et son réseau hydrographique	3-2

3.1.1	Qu'est-ce qu'un bassin	3-2
3.1.2	Fonctions d'un bassin	3-3
3.1.3	Nature et structure du réseau hydrographique	3-4
3.2	Climat et précipitations	3-5
3.2.1	Climat	3-6
3.2.2	Précipitations.....	3-7
3.3	Hydrologie et géomorphologie fluviale	3-7
3.3.1	Hydrologie.....	3-8
3.3.1.1	Cycle hydrologique	3-9
3.3.1.2	Écoulement en rivière et débit des rivières	3-11
3.3.1.3	Eaux de surface	3-12
3.3.2	Géomorphologie fluviale	3-13
3.3.2.1	Définition et importance de la géomorphologie fluviale	3-13
3.3.2.2	Zones du bassin versant	3-14
3.3.2.3	Styles de cours d'eau	3-15
3.3.3	Influence des activités humaines sur l'hydrologie et sur la géomorphologie fluviale	3-19
3.3.3.1	Influence sur l'hydrologie	3-19
3.3.3.2	Influence sur la géomorphologie fluviale.....	3-20
3.4	Topographie, géologie et sols.....	3-21
3.4.1	Topographie	3-21
3.4.2	Géologie	3-22
3.4.3	Sols	3-23
3.4.3.1	3-23
3.4.3.2	Érosion hydrique des sols	3-25
3.5	Hydrogéologie et eaux souterraines	3-28
3.5.1	Origine et types de nappes d'eau souterraines	3-29
3.5.2	Contamination des eaux souterraines	3-30
3.6	Qualité de l'eau et pollution	3-31
3.6.1	Quelques définitions	3-31
3.6.2	Cycle de l'azote et du phosphore.....	3-33
3.6.2.1	Cycle de l'azote	3-33
3.6.2.2	Cycle du phosphore.....	3-36
3.6.3	Usages et critères de qualité de l'eau	3-38
CHAPITRE 4. AIDE-MÉMOIRE POUR ÉLABORER UN PLAN DIRECTEUR DE L'EAU		4-1
4.1	Conseils préliminaires.....	4-1
4.2	Contenu minimum suggéré pour un plan directeur de l'eau	4-3
4.3	Structuration du travail	4-7
4.3.1	Résumé	4-7
4.3.2	Introduction	4-7
4.3.3	Analyse de bassin versant	4-7
4.3.3.1	Portrait des bassins versants.....	4-7
4.3.3.2	Diagnostic des ressources en eau	4-8
4.3.4	Enjeux et orientations	4-9
4.3.4.1	Enjeux	4-9

	4.3.4.2 Orientations	4-9
	4.3.5 Objectifs et indicateurs	4-10
	4.3.6 Plan d'action	4-11
4.4	Autres informations utiles	4-13
4.5	Conseils finaux	4-13

CHAPITRE 5. PRÉPARATION EN VUE DU DÉCLENCHEMENT DU PROCESSUS DE PLANIFICATION

	5-1	
5.1	Défis de la planification	5-1
	5.1.1 Recherche de financement	5-1
	5.1.2 Respect de l'échéancier	5-2
5.2	Comment s'organiser?	5-3
	5.2.1 Formation d'un comité technique ou embauche d'une firme de services-conseil	5-3
	5.2.1.1 Composition du comité technique	5-4
	5.2.1.2 Rôles et responsabilités du comité technique	5-6
	5.2.1.3 Fonctionnement du comité technique	5-7
	5.2.2 Formation d'autres comités	5-10
	5.2.3 Élaboration d'un calendrier de réalisation du plan directeur de l'eau et préparation d'un budget	5-11
5.3	Participation des acteurs de l'eau	5-11
5.4	Détermination de la mission et des objectifs de l'organisme de bassin versant	5-13
5.5	Réseautage	5-14

CHAPITRE 6. ÉLABORATION D'UNE VISION POUR LES BASSINS VERSANTS D'UNE ZONE DE GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU

	6-1	
6.1	Caractéristiques d'une vision	6-1
6.2	Importance de la vision	6-2
6.3	Étapes de l'élaboration d'une vision	6-3
	6.3.1 Étape 1 : Enclenchement du processus	6-4
	6.3.2 Étape 2 : Formulation de la vision	6-6
	6.3.3 Étape 3 : Adhésion à la vision	6-9
6.4	Clés du succès d'un processus d'élaboration d'une vision	6-9
6.5	Concrétisation de la vision	6-11

CHAPITRE 7. COLLECTE ET GESTION DE DONNÉES

	7-1	
7.1	Données et documents nécessaires pour effectuer l'analyse de bassin versant	7-1
7.2	Collecte de données existantes	7-3
7.3	Collecte de nouvelles données	7-4
7.4	Validité et adéquation des données	7-5
7.5	Gestion de données	7-7
	7.5.1 Principes de gestion de données	7-7
	7.5.2 Gestion et mise à jour des données	7-8

CHAPITRE 8. ANALYSE DE BASSIN VERSANT : NOTIONS GÉNÉRALES SUR LE PORTRAIT ET SUR LE DIAGNOSTIC

8-1

8.1	Définition et objet d'un portrait et d'un diagnostic	8-1
8.2	Comment déterminer les éléments clés pour dresser un portrait et établir un diagnostic?	8-2
8.2.1	Modèle conceptuel d'analyse de bassin versant	8-2
8.2.2	Étapes pour élaborer un modèle conceptuel d'analyse de bassin versant	8-5
8.2.3	Avantages d'un modèle conceptuel d'analyse de bassin versant	8-6
8.3	Élaboration du portrait d'un bassin versant	8-6
8.4	Élaboration du diagnostic des ressources en eau d'un bassin versant	8-7
8.4.1	Principes fondamentaux d'un diagnostic des ressources en eau	8-7
8.4.1.1	Utiliser les données existantes	8-9
8.4.1.2	Étudier en priorité les problèmes qui préoccupent les acteurs de l'eau	8-10
8.4.1.3	Utiliser une approche par écosystème	8-10
8.4.1.4	Adapter les méthodes d'analyse de données et de présentation des résultats à la distribution spatiale des problèmes qui touchent les ressources en eau	8-12
8.4.2	Analyse des données et interprétation des résultats	8-13
8.4.2.1	Considérations générales sur l'analyse des données	8-14
8.4.2.2	Types d'analyse de données	8-15
8.4.2.3	Interprétation des résultats	8-15
CHAPITRE 9. PORTRAIT D'UN BASSIN VERSANT : ANALYSE DES ACTEURS DE L'EAU		9-1
9.1	Qu'est-ce que l'analyse des acteurs?	9-1
9.2	Quelle est l'utilité de l'analyse des acteurs?	9-2
9.3	Quand fait-on l'analyse des acteurs et qui fait cette analyse?	9-4
9.4	Comment fait-on une analyse des acteurs?	9-4
9.4.1	Étape 1 : Identifier les acteurs et établir une liste	9-5
9.4.2	Étape 2 : Faire ressortir les intérêts des acteurs relativement à la gestion intégrée des ressources en eau et évaluer les effets potentiels de la planification	9-6
9.4.2.1	Évaluation des intérêts	9-6
9.4.2.2	Évaluation des effets potentiels de la planification	9-7
9.4.3	Étape 3 : Évaluer l'influence des acteurs	9-7
9.4.4	Étape 4 : Déterminer les hypothèses et les risques relatifs aux acteurs	9-8
9.4.5	Étape 5 : Déterminer qui doit participer, de quelle manière et à quel stade du cycle de gestion intégrée des ressources en eau	9-8
9.5	Quelles sont les limites de l'analyse des acteurs?	9-10
CHAPITRE 10. DIAGNOSTIC DES RESSOURCES EN EAU : COMPARAISON DES DONNÉES À DES INDICATEURS, À DES CRITÈRES ET À DES INDICES		10-1
10.1	Indicateurs liés à l'occupation du territoire	10-2
10.2	Critères et indices liés à la qualité de l'eau de surface	10-3
10.2.1	Critères de qualité de l'eau de surface	10-3
10.2.2	Indices de la qualité de l'eau de surface	10-5
10.2.2.1	Indice de la qualité physicochimique et bactériologique (IQBP)	10-5
10.2.2.2	Indices liés à l'intégrité biologique des écosystèmes aquatiques	10-6
10.2.2.3	Indices liés à la qualité de l'eau potable et des eaux souterraines	10-9
10.2.3	Indices liés à la qualité des habitats	10-10

CHAPITRE 11. DIAGNOSTIC DES RESSOURCES EN EAU : CALCUL DES CHARGES D'UN CONTAMINANT ET ÉLABORATION D'UN BILAN DES CHARGES À L'ÉCHELLE D'UN BASSIN VERSANT		11-1
11.1	Méthodes de calcul des charges	11-1
11.1.1	Absence de données de concentrations et de débits	11-2
11.1.1.1	Coefficients d'exportation	11-2
11.1.1.2	Fonctions de charge	11-4
11.1.1.3	Modèles statistiques	11-5
11.1.2	Existence de données de concentrations et de débits	11-6
11.1.2.1	Données ponctuelles de concentrations et de débits	11-6
11.1.2.2	Données ponctuelles de concentrations et données de débits en continu	11-6
11.2	Bilan des charges d'éléments nutritifs à l'échelle d'un bassin versant	11-9
11.2.1	Définition	11-9
11.2.2	Évaluation des termes du bilan	11-10
11.2.3	Incertitudes liées au bilan des charges d'éléments nutritifs	11-10
11.3	Évaluation de la charge totale maximale d'un contaminant et de la réduction nécessaire de la charge d'un contaminant pour respecter un critère de qualité de l'eau de surface	11-12
CHAPITRE 12. DIAGNOSTIC DES RESSOURCES EN EAU : STATISTIQUES DESCRIPTIVES, ANALYSES SPATIALES, TEMPORELLES ET AUTRES		12-1
12.1	Statistiques descriptives	12-1
12.2	Analyses spatiales	12-2
12.3	Analyses temporelles	12-3
12.4	Autres relations	12-5
12.4.1	Relations concentration-débit	12-5
12.4.2	Courbes de débits classés et courbes de charges classées	12-6
12.4.3	Relations entre les contaminants	12-9
CHAPITRE 13. RÉDACTION DU RAPPORT D'ANALYSE DE BASSIN VERSANT		13-1
13.1	Présentation du texte	13-1
13.2	Présentation des tableaux, des graphiques et des cartes	13-4
13.3	Rédaction de la bibliographie	13-4
13.4	Publication du rapport	13-5
CHAPITRE 14. DÉTERMINATION DES ENJEUX ET DES ORIENTATIONS		14-1
14.1	Les enjeux	14-1
14.1.1	Qu'est-ce qu'un enjeu?	14-1
14.1.2	Comment déterminer les enjeux?	14-2
14.2	Les orientations	14-4
CHAPITRE 15. DÉTERMINATION DES OBJECTIFS ET CHOIX DES INDICATEURS		15-1
15.1	Détermination des objectifs	15-1
15.1.1	Qu'est-ce qu'un objectif?	15-1
15.1.2	Comment déterminer un objectif?	15-2

15.1.3	Hiérarchisation des objectifs	15-5
15.1.4	Qu'arrive-t-il lorsque les objectifs ne sont pas atteints?	15-6
15.2	Choix des indicateurs	15-7
CHAPITRE 16. ÉLABORATION D'UN PLAN D'ACTION		16-1
16.1	Qu'est-ce qu'un plan d'action?	16-1
16.2	Nécessité d'impliquer les acteurs de l'eau dans l'élaboration d'un plan d'action	16-2
16.3	Contenu d'un plan d'action	16-2
16.3.1	Objectifs	16-3
16.3.2	Actions et activités	16-3
16.3.3	Calendrier de réalisation	16-9
16.3.4	Ressources	16-9
16.3.5	Responsabilité de la mise en œuvre	16-10
16.3.6	Biens livrables	16-10
16.3.7	Mécanismes de suivi et d'évaluation	16-10
16.4	Élaboration d'une stratégie de mise en œuvre du plan d'action	16-10
16.5	Adoption d'un plan d'action final	16-11
CHAPITRE 17. ÉLABORATION D'UN PROGRAMME DE SUIVI ET D'ÉVALUATION DU PLAN D'ACTION		17-1
17.1	Définition et utilité du suivi et de l'évaluation	17-1
17.2	Finalité du suivi et de l'évaluation pour la gestion intégrée des ressources en eau	17-2
17.3	Notions relatives au programme de suivi	17-3
17.3.1	Types de suivi	17-3
17.3.2	Quelques conseils pour le suivi de la qualité de l'eau	17-4
17.4	Notions relatives au programme d'évaluation	17-7
17.4.1	Principes devant guider une évaluation	17-7
17.4.2	Étapes de la conception d'un programme d'évaluation	17-9
17.4.2.1	Élaborez le cadre d'évaluation	17-9
17.4.2.2	Déterminez les objets d'évaluation, les questions d'évaluation et les indicateurs	17-11
17.4.2.3	Déterminez les méthodes d'évaluation	17-14
17.4.2.4	Choisissez les périodes d'évaluation	17-14
17.4.2.5	Déterminez le type d'évaluation	17-14
17.5	Comment intégrer le suivi et l'évaluation à la gestion de projet?	17-15
17.5.1	Étape 1 : Planifiez le programme de suivi et d'évaluation	17-15
17.5.2	Étape 2 : Mettez en œuvre le programme de suivi et d'évaluation	17-15
17.5.3	Étape 3 : Analysez les données et interprétez les résultats	17-16
17.5.4	Étape 4 : Utilisez les résultats pour vous adapter	17-17
17.5.5	Étape 5 : Faites connaître les résultats	17-17
17.5.6	Étape 6 : Recommencez	17-18
CHAPITRE 18. GESTION ADAPTATIVE		18-1
18.1	Qu'est-ce que la gestion adaptative?	18-2
18.2	Types de gestion adaptative	18-3
18.3	Comment faire de la gestion adaptative?	18-4

18.3.1	Étape 1 : Élaborer le programme de suivi et d'évaluation	18-5
18.3.2	Étape 2 : Mettre en œuvre le programme de suivi et d'évaluation	18-6
18.3.3	Étape 3 : Analyser les résultats	18-7
18.3.4	Étape 4 : Modifier le plan d'action	18-7
CHAPITRE 19. MISE EN ŒUVRE DU PLAN D'ACTION : QU'EST-CE QUE LES ORGANISMES DE BASSIN VERSANT DOIVENT SAVOIR ET FAIRE POUR SUSCITER LA MISE EN ŒUVRE DES ACTIONS?		
19.1	Qu'est-ce que les organismes de bassin versant doivent savoir?	19-1
19.1.1	À propos des acteurs municipaux	19-1
19.1.1.1	Devoirs et pouvoirs d'intervention des acteurs municipaux en matière de gestion de l'eau	19-1
19.1.1.2	Problème de non-concordance des échelles spatiales de gestion	19-3
19.1.1.3	Mécanismes institutionnels	19-4
19.1.2	À propos des acteurs gouvernementaux	19-5
19.1.2.1	Appui politique et gouvernance	19-5
19.1.2.2	Instruments politiques et économiques	19-6
19.1.3	À propos des organismes de bassin versant	19-8
19.1.3.1	Atouts institutionnels et capacités	19-8
19.1.3.2	Participation des acteurs de l'eau	19-9
19.2	Qu'est-ce que les organismes de bassin versant doivent faire?	19-9
19.2.1	Créer une structure organisationnelle pour la mise en œuvre du plan d'action	19-9
19.2.2	Renforcer ses capacités	19-11
19.2.3	Sensibiliser les acteurs politiques	19-12
19.2.4	Faire participer et impliquer les acteurs de l'eau	19-12
BIBLIOGRAPHIE		A-1
ANNEXES		B-1
INDEX		C-1

Liste des tableaux

	Page
Tableau 2.1	Caractéristiques de l'approche québécoise de gestion intégrée des ressources en eau 2-5
Tableau 2.2	Les bassins versants prioritaires et leur superficie 2-6
Tableau 2.3	Les zones de gestion intégrée des ressources en eau 2-9
Tableau 3.1	Temps de résidence type de l'eau dans différents réservoirs 3-11
Tableau 3.2	Relations entre les utilisations du territoire et le taux d'imperméabilité 3-20
Tableau 3.3	Composition de la croûte terrestre 3-22
Tableau 3.4	Capacités des grands réservoirs d'eau à la surface de la terre 3-30
Tableau 3.5	Quelques contaminants de source diffuse, leur origine et leur impact sur la qualité de l'eau 3-34
Tableau 3.6	Catégories d'usages de l'eau employées par l'Autorité nationale des bassins versants(Royaume-Uni) pour la planification de la gestion de l'eau 3-38
Tableau 6.1	Étapes de l'élaboration d'une vision par rapport aux étapes du cycle de gestion intégrée des ressources en eau 6-5
Tableau 7.1	Utilité des données pour l'élaboration d'un plan directeur de l'eau 7-4
Tableau 8.1	Exemple de table des matières du portrait d'un bassin versant 8-8
Tableau 9.1	Description des méthodes de participation selon les objectifs et les techniques utilisées 9-3
Tableau 9.2	Exemple de tableau des acteurs 9-5
Tableau 9.3	Exemple de matrice de participation 9-9
Tableau 10.1	Relations entre le pourcentage d'imperméabilité d'un bassin versant et les impacts sur les processus hydrologiques et écologiques 10-2
Tableau 10.2	Interprétation des cotes de l'indice de qualité bactériologique et physicochimique 10-6
Tableau 10.3	Interprétation des cotes de l'indice d'intégrité biotique 10-8
Tableau 10.4	Exemple d'interprétation des cotes d'ISB 10-9
Tableau 11.1	Coefficients d'exportation de l'azote et du phosphore total aux États-Unis ... 11-3
Tableau 11.2	Charge d'azote total et de phosphore total à certaines stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau du Québec pour la période allant de 200 à 2003 11-8
Tableau 11.3	Bilan des charges de phosphore total dans plusieurs bassins versants du Québec pour la période allant de 2001 à 2003 11-11
Tableau 11.4	Charge totale maximale de phosphore total admissible et effort d'assainissement nécessaire pour respecter le critère de concentration du phosphore pour la prévention de l'eutrophisation aux stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau 11-13
Tableau 13.1	Exemple de contenu d'un plan directeur de l'eau 13-2
Tableau 13.2	Exemple de table des matières d'un rapport d'analyse de bassin versant qui s'adresse à des personnes qui ont une formation scientifique 13-3
Tableau 13.3	Quelques types de graphiques et leur usage 13-5

Tableau 14.1	Exemples d'enjeux et d'orientations pour divers types d'usages de l'eau	14-2
Tableau 15.1	Étapes suggérées pour déterminer les objectifs	15-3
Tableau 15.2	Exemples d'indicateurs	15-7
Tableau 16.1	Critères d'efficacité et critères de faisabilité pour évaluer des solutions possibles	16-8
Tableau 16.2	Exemple d'utilisation de critères de décision pour choisir une solution	16-8
Tableau 17.1	Modèle logique utilisé au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs pour l'évaluation de programmes	17-11
Tableau 17.2	Tableau pouvant être utilisé pour résumer les questions d'évaluation, les indicateurs et les méthodes d'évaluation	17-13
Tableau 18.1	Exemples de critères permettant de déterminer l'efficacité d'un plan d'action	18-5
Tableau 19.1	Responsabilités assumées par certains organismes de bassin versant ailleurs au Canada et dans le monde	19-6

Liste des figures

	Page
Figure 1.1	État général de la qualité de l'eau de surface aux stations du Réseau-rivières au cours de la période allant de 2005 à 2007 1-2
Figure 2.1	Représentation de la gouvernance de l'eau 2-3
Figure 2.2	Similitude entre la gestion intégrée des ressources en eau et un Rubik's Cube 2-4
Figure 2.3	Emplacement des bassins versants prioritaires 2-5
Figure 2.4	Emplacement des 40 zones de gestion intégrée des ressources en eau 2-8
Figure 2.5	Schéma montrant la nature itérative et adaptative de la gestion intégrée des ressources en eau 2-10
Figure 2.6	Niveaux de planification de la gestion intégrée des ressources en eau 2-13
Figure 2.7	Processus de planification linéaire 2-16
Figure 2.8	Schéma du cycle de gestion intégrée des ressources en eau 2-16
Figure 2.9	Cycle de gestion intégrée des ressources en eau montrant les actions qui doivent précéder l'élaboration d'un plan directeur de l'eau et les étapes qui nécessitent une consultation publique 2-17
Figure 3.1	Limites d'un bassin versant 3-2
Figure 3.2	Un bassin versant et quelques-uns de ses sous-bassins 3-3
Figure 3.3	Écologie humaine des bassins versants 3-3
Figure 3.4	Nomenclature des principaux réseaux hydrographiques 3-5
Figure 3.5	Classification du réseau hydrographique selon le système de Strahler 3-6
Figure 3.6	Répartition des précipitations moyennes mensuelles à l'échelle du globe pour la période allant de 1984 à 2004 3-8
Figure 3.7	Répartition des précipitations totales moyennes annuelles dans la province de Québec 3-8
Figure 3.8	Schéma du cycle hydrologique 3-10
Figure 3.9	Hydrogramme de crue d'une rivière 3-12
Figure 3.10	Les trois zones d'un système fluvial : zone de production, zone de transfert et zone d'accumulation 3-15
Figure 3.11	Association entre les styles de cours d'eau alluviaux et les principaux facteurs qui les génèrent 3-16
Figure 3.12	Segment linéaire d'une rivière 3-16
Figure 3.13	Segment à méandres d'une rivière 3-17
Figure 3.14	Segment à tresses d'une rivière 3-17
Figure 3.15	Segment anastomosé d'une rivière 3-17
Figure 3.16	Modifications de l'hydrologie d'un bassin versant à la suite du développement résidentiel, commercial et industriel 3-20
Figure 3.17	Structure de la terre 3-22
Figure 3.18	Processus conduisant à la formation des roches 3-23
Figure 3.19	Les horizons du sol 3-24
Figure 3.20	Représentation de la composition granulométrique du sol en trois fractions 3-25
Figure 3.21	Types d'érosion hydrique 3-26
Figure 3.22	Intégration des paramètres de l'équation universelle des pertes de sol dans

	un système d'information géographique.....	3-28
Figure 3.23	Régions hydrogéologiques de la province de Québec	3-29
Figure 3.24	Schéma du cycle de l'azote dans le sol	3-35
Figure 3.25	Schéma du cycle du phosphore dans le sol	3-37
Figure 5.1	Calendrier d'élaboration d'un plan directeur de l'eau, de mise en œuvre, de suivi et d'évaluation du plan d'action	5-3
Figure 5.2	Schéma montrant que la mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources en eau nécessite une approche multidisciplinaire	5-5
Figure 5.3	Objectifs de la participation des acteurs de l'eau	5-12
Figure 5.4	Formes de participation reconnues par la Communauté européenne dans la directive-cadre sur l'eau	5-12
Figure 6.1	Raisons pour lesquelles la plupart des décisions relatives à la gestion intégrée des ressources mènent à un échec	6-11
Figure 8.1	Schéma d'un modèle conceptuel d'analyse de bassin versant.....	8-4
Figure 8.2	Les trois sphères de l'intégrité écosystémique	8-12
Figure 8.3	Adaptation des méthodes d'analyse de données et de présentation des résultats aux problématiques étudiées	8-13
Figure 8.4	Processus de gestion de l'information et des connaissances	8-14
Figure 9.1	Méthodologie d'analyse et d'implication des acteurs de l'eau	9-4
Figure 10.1	Pourcentage et amplitude moyenne des dépassements du critère de qualité pour la baignade dans le bassin versant de la rivière Châteauguay	10-5
Figure 10.2	Graphique montrant l'évolution de la concentration de phosphore en fonction du temps	10-5
Figure 10.3	Valeurs de l'IQBP aux stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau de la rivière Yamaska pour la période allant de 1995 à 2006	10-7
Figure 10.4	Macroinvertébrés benthiques	10-7
Figure 10.5	Indice d'intégrité biotique de la rivière Yamaska en 1995	10-8
Figure 10.6	Indice de surveillance benthos 2003-2007	10-10
Figure 10.7	Variation spatiale de l'indice de qualité de la bande riveraine dans l'ensemble du réseau hydrographique d'un bassin versant : un exemple fictif.....	10-12
Figure 10.8	Évolution de l'indice de qualité de la bande riveraine le long de la rivière Yamaska Nord de 1992 à 1993.....	10-12
Figure 11.1	Schéma du principe du bilan entrées-sorties à l'échelle d'un bassin versant ..	11-9
Figure 12.1	Variation spatiale des concentrations médianes de phosphore total dans le bassin versant de la rivière Bécancour	12-2
Figure 12.2	Tendance centrale (médiane) et distribution des mesures de phosphore total enregistrées aux stations du bassin versant de la rivière Châteauguay	12-3
Figure 12.3	Évolution temporelle de la concentration de phosphore total dans la rivière des Anglais de 1979 à 2006.....	12-4
Figure 12.4	Pourcentage et amplitude moyenne des dépassements mensuels du critère de qualité établi pour le phosphore dans le ruisseau Norton	12-4
Figure 12.5	Évolution de la concentration de phosphore total à l'embouchure de la rivière de l'Achigan de 1976 à 2007	12-4
Figure 12.6	Relation entre la concentration de phosphore total et le débit à l'embouchure de la rivière Bécancour de 1979 à 2006	12-6
Figure 12.7	Relation entre la concentration de phosphore total et le débit de la rivière	

	Bécancour, à la station située au sud-ouest de Salaberry, en aval de la station d'épuration de Thetford Mines	12-6
Figure 12.8	Comparaison de la relation concentration-débit dans la rivière Bécancour, à Bécancour, avant (1979-1996) et après (1997-2001) les interventions d'assainissement urbain	12-6
Figure 12.9	Comparaison de la relation concentration-débit dans la rivière Bécancour, au sud-ouest de Salaberry, avant (1979-1996) et après (1997-2001) les interventions d'assainissement urbain	12-6
Figure 12.10	Courbe de débits classés de la rivière Sevier, près de Gunnison (Utah, É.-U), pour la période allant du 1er janvier 1977 au 30 septembre 2002	12-7
Figure 12.11	Courbe de charges classées de la rivière Sevier, près de Gunnison (Utah, É.-U.), pour la période allant du 1er janvier 1977 au 30 septembre 2002.....	12-8
Figure 12.12	Relation entre la concentration de phosphore total et celle de matières en suspension dans la rivière Le Bras de 2003 à 2004	12-9
Figure 14.1	Modèle conceptuel d'analyse de bassin versant montrant que la détermination des problèmes réels ou potentiels donne une idée des enjeux réels ou potentiels dans le bassin versant	14-3
Figure 17.1	Composantes d'un modèle logique	17-10
Figure 17.2	Exemple de modèle logique d'un programme visant à résoudre les problèmes de contamination de l'eau de surface causés par l'accès du bétail aux cours d'eau	7-12
Figure 18.1	Aspects clés des cycles d'une gestion adaptative.....	18-2
Figure 18.2	Changements dans un plan d'action selon le mode de gestion (réactive, passive ou active)	18-3
Figure 18.3	Processus de gestion adaptative	18-4
Figure 18.4	Exemple d'approche de gestion adaptative utilisant un modèle logique	18-6
Figure 19.1	Fonctionnement d'un système d'échanges de crédits de phosphore entre une municipalité et des exploitations agricoles dans un bassin versant dont la capacité de support du phosphore est dépassée.....	19-8
Figure 19.2	Échelle de participation des citoyens	19-14

Liste des encadrés

	Page
Encadré 2.1	Principes d'une gouvernance efficace de l'eau 2-2
Encadré 2.2	Qu'est-ce que la concertation? 2-7
Encadré 2.3	Quelques-unes des raisons pour lesquelles les plans d'action ne donnent pas les résultats souhaités 2-11
Encadré 2.4	Les 13 principaux domaines de changement de la gestion intégrée des ressources en eau 2-14
Encadré 2.5	Fonctions et utilité d'un plan directeur de l'eau 2-15
Encadré 2.6	Comment déterminer les préoccupations des acteurs de l'eau dans le cadre d'une consultation publique? 2-19
Encadré 3.1	Notion d'espace de liberté 3-18
Encadré 3.2	La pollution de l'eau : une réalité à plusieurs visages 3-32
Encadré 5.1	Règles importantes pour travailler en équipe avec succès 5-9
Encadré 5.2	Comment s'assurer que le comité technique est bien organisé? 5-9
Encadré 5.3	Comment inspecter visuellement un bassin versant? 5-10
Encadré 6.1	Quelques avantages de la vision 6-3
Encadré 6.2	Qualités requises pour être membre de l'équipe chargée d'élaborer la vision 6-4
Encadré 6.3	Le leadership 6-6
Encadré 6.4	Comment s'organiser pour élaborer une vision? 6-7
Encadré 6.5	L'animateur de groupe et son rôle 6-8
Encadré 6.6	Principes directeurs de l'organisme de bassin versant de la rivière Redwood (Californie, États-Unis) 6-9
Encadré 7.1	Qu'entend-on par « écosystèmes d'intérêt, fragiles, ou dégradés sur le plan écologique »? 7-3
Encadré 7.2	Le Réseau-rivières 7-6
Encadré 7.3	Informations disponibles sur les niveaux et les débits au Centre d'expertise hydrique du Québec 7-6
Encadré 8.1	Quelques-uns des problèmes que l'approche de gestion intégrée des ressources en eau peut contribuer à résoudre 8-2
Encadré 8.2	Services écologiques rendus par les écosystèmes 8-11
Encadré 9.1	Variables agissant sur l'influence des acteurs 9-9
Encadré 10.1	Protocole d'évaluation et méthodes de calcul de l'indice de qualité de la bande riveraine (IQBR) 10-11
Encadré 13.1	Exemples d'énoncés des problèmes qui touchent les enjeux liés à l'eau et aux écosystèmes associés 13-4
Encadré 15.1	Exemples de libellés d'objectifs 15-2
Encadré 15.2	Exemple de détermination d'objectif : objectif préliminaire no 1 15-4
Encadré 15.3	Exemple de détermination d'objectif : objectif préliminaire no 2 15-6
Encadré 16.1	Un exemple particulier d'action : les pratiques permettant de contrôler la pollution diffuse d'origine agricole 16-5
Encadré 16.2	Renseignements pouvant être fournis sur les solutions possibles 16-9
Encadré 17.1	Dispositifs expérimentaux permettant d'évaluer l'effet de la mise en œuvre de bonnes pratiques agricoles sur la qualité de l'eau 17-6

Encadré 17.2	Exemples de questions auxquelles un programme de suivi pourrait répondre	17-7
Encadré 17.3	Définition de quelques termes utilisés couramment en évaluation	17-8
Encadré 19.1	Principaux modèles organisationnels pour mettre en œuvre la gestion intégrée des ressources en eau	19-7
Encadré 19.2	Habilités nécessaires aux organismes de bassin versant pour la gestion intégrée des ressources en eau	19-12

Liste des annexes

		Page
Annexe 1	Formulaire 1 : questions utiles pour animer les discussions concernant la vision	B-1
	Formulaire 2 : élaboration d'un modèle conceptuel d'analyse de bassin versant	B-2
	Formulaire 3 : détermination des préoccupations, des causes, des objectifs et des indicateurs	B-4
Annexe 2	Informations supplémentaires sur les études pouvant aider à comprendre certains problèmes liés à l'eau et aux écosystèmes associés	B-5
Annexe 3	Méthode d'estimation des charges ponctuelles de sources municipales	B-15

Liste des acronymes

ADA	Analyse des acteurs
C. A.	Conseil d'administration
CEHQ	Centre d'expertise hydrique du Québec
CRE	Conférence régionale des élus
CTMA	Charge totale maximale admissible
EUPS	Équation universelle des pertes de sols
GIBSI	Gestion de l'eau des bassins versants à l'aide d'un système informatisé
GIRE	Gestion intégrée des ressources en eau
IIB	Indice d'intégrité biotique
IQBP	Indice de la qualité bactériologique et physicochimique basé sur dix variables
IQBP ₇	Indice de la qualité bactériologique et physicochimique basé sur sept variables
IQBR	Indice de qualité de la bande riveraine
ISB	Indice de surveillance benthos
ISVB	Indice de surveillance volontaire benthos
LCM	Loi sur les compétences municipales
MAMROT	ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire
MDDEP	ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MRC	municipalité régionale de comté
OBV	Organisme de bassin versant
OER	Objectifs environnementaux de rejet
PDE	Plan directeur de l'eau
PDZA	Plan de développement des zones agricoles
PNE	Politique nationale de l'eau
PPMV	Plan de protection et de mise en valeur de la forêt privée
PRDIRT	Plan régional de développement intégré des ressources naturelles et du territoire
SAD	Schéma d'aménagement et de développement
SGGE	Système géomatique de la gouvernance de l'eau
SIG	Système d'information géographique
SIGAT	Système d'information et de gestion en aménagement du territoire
SIH	Système d'information hydrogéologique
SOMAE	Suivi des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux
SWAT	Soil and Water Assessment Tool

Chapitre 1

Introduction

Contenu du chapitre

- ◇ Importance de l'eau
- ◇ Interventions du gouvernement du Québec dans la gestion de l'eau jusqu'à l'avènement de la Politique nationale de l'eau
- ◇ Auditoire et but du guide
- ◇ Contenu des différents chapitres
- ◇ Comment utiliser le guide?

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous voulez connaître rapidement le contenu des différents chapitres;
- ◇ Vous vous demandez comment vous pourriez tirer le meilleur profit du guide pour élaborer votre plan directeur de l'eau.

L'eau est une nécessité pour toute vie sur terre, tout comme l'air. Non seulement l'eau douce est-elle nécessaire à l'environnement et aux systèmes qui permettent la vie, elle favorise le bien-être des humains; son absence peut même compromettre leur dignité. L'objectif du présent chapitre est de décrire brièvement l'importance de l'eau et les enjeux qui lui sont liés, de même que les interventions du gouvernement du Québec en matière de gestion de l'eau jusqu'à l'avènement de la Politique nationale de l'eau (PNE). Il a également pour objectif de présenter l'auditoire et le but du guide, son contenu ainsi que la meilleure manière de l'utiliser.

1.1 L'EAU, UNE RESSOURCE IRREMPLAÇABLE ET VULNÉRABLE

L'eau remplit quatre fonctions principales (Falkenmark & Lundqvist, 1997) : (1) une fonction de santé, étant donné l'importance fondamentale de l'eau potable comme condition préalable au fonctionnement de l'organisme; (2) une fonction d'habitat, puisqu'elle abrite les écosystèmes aquatiques; (3) une fonction de transporteur des matières dissoutes et en suspension entraînées au cours de la circulation de l'eau à travers l'atmosphère, les paysages et les réseaux hydrographiques; (4) une fonction de production en matière de développement économique.

Dans plusieurs des fonctions citées ci-dessus, l'eau ne peut être substituée par d'autres produits, ce qui fait qu'elle est différente d'autres ressources naturelles comme le pétrole, qui peut être remplacé par le charbon (Petrella, 2001). Idéalement, l'eau devrait être disponible en quantité et en qualité suffisantes pour assurer le bien-être des humains et de la terre dans son ensemble. Cependant, si, de façon générale, les quantités d'eau disponibles au Québec dépassent largement les besoins, sauf dans certaines régions et à certaines périodes de l'année (Pesant, 1990), leur qualité est souvent

déficiente, surtout dans les régions des basses-terres du Saint-Laurent où sont concentrées les activités humaines (figure 1.1).

L'eau peut aussi porter atteinte à la vie et à la sécurité des êtres humains et des habitations. C'est le cas, notamment, lors des inondations. On se souviendra du déluge au Saguenay, en 1996, où plusieurs centaines de maisons et d'édifices ont été emportés et où plusieurs dizaines de milliers de clients ont été privés des services d'électricité et de téléphone. Les dommages ont été estimés à 1,7 milliard de dollars. Plus de quinze mille personnes ont dû être évacuées de leur résidence, et on a compté sept morts. Plus récemment, les inondations survenues à Rivière-au-Renard, dans la nuit du 8 au 9 août 2007, ont emporté plusieurs maisons et causé le décès de deux personnes.

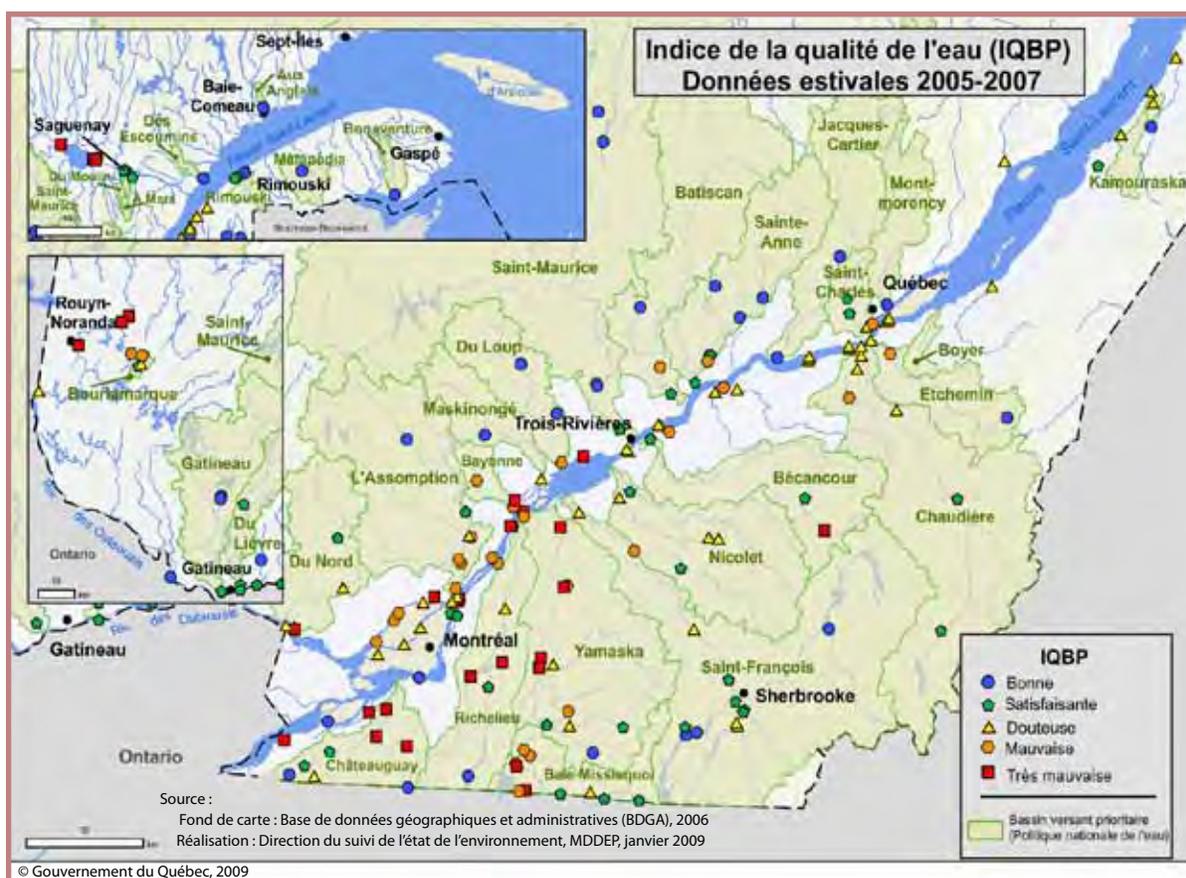


Figure 1.1 État général de la qualité de l'eau de surface aux stations du Réseau-rivières au cours de la période allant de 2005 à 2007

1.2 INTERVENTIONS DU GOUVERNEMENT DU QUÉBEC DANS LA GESTION DE L'EAU JUSQU'À L'AVÈNEMENT DE LA POLITIQUE NATIONALE DE L'EAU

Le gouvernement du Québec était intervenu massivement dans la gestion de l'eau jusqu'à l'avènement de la Politique nationale de l'eau (PNE), en novembre 2002. Ainsi, plus de huit milliards de dollars ont été investis pour l'assainissement des eaux usées municipales, et plusieurs centaines de millions de dollars ont été consacrés à la prévention et à la réduction de la pollution de

l'eau par les activités industrielles et agricoles. Plusieurs millions de dollars ont été investis dans des programmes de subvention de la recherche et du développement axés sur la protection de l'eau et des écosystèmes associés. Plusieurs lois et règlements ont aussi été adoptés pour tenter de protéger la santé publique et les écosystèmes aquatiques. Ces investissements ont permis de faire des progrès appréciables dans l'assainissement et la protection des ressources en eau². Toutefois, tous les résultats escomptés n'ont pas encore été atteints. Par exemple, la concentration de phosphore dans les rivières est à la baisse, mais elle demeure au-dessus du critère établi pour la prévention de l'eutrophisation à plusieurs endroits (Gangbazo, Roy, & Le Page, 2005). La perte d'habitats aquatiques constitue aussi un enjeu important pour le Québec. Pour relever les défis qui touchent les enjeux liés à l'eau et aux écosystèmes associés, nous avons besoin de mettre en œuvre des approches plus intégrées et plus collaborationnistes que celles qui ont été utilisées au cours des dernières décennies.

1.3 À QUI S'ADRESSE LE GUIDE ET QUEL EST SON BUT?

Le présent guide s'adresse aux organismes de bassin versant (OBV) qui doivent élaborer un plan directeur de l'eau (PDE) conformément à la Politique nationale de l'eau (PNE) et à la Loi sur l'eau. Huit ans après le lancement de la PNE, la plupart des OBV prioritaires ont terminé leur PDE, et quelques-uns ont même réussi à mettre en œuvre certaines actions. Tous les OBV se sont inspirés du manuel intitulé *Élaboration d'un plan directeur de l'eau : guide à l'intention des organismes de bassin versant* (Gangbazo, 2004a), ci-après appelé « ancien guide », pour élaborer leur PDE. Cependant, le contenu de ces documents est très variable et ne respecte pas toujours les standards de qualité qu'on peut attendre d'un document de planification qui doit convaincre les décideurs de passer à l'action. Reconnaissons que, même si l'ancien guide présentait une démarche logique pour élaborer un PDE – le cycle de gestion intégrée des ressources en eau –, il n'orientait pas suffisamment les OBV vers des méthodes pertinentes d'analyse de l'état des ressources en eau, de calcul ou d'établissement d'objectifs, par exemple. Nous en étions au début d'un premier cycle de gestion intégrée des ressources en eau, et l'effort avait été davantage axé sur la maîtrise du vocabulaire entourant l'élaboration des PDE que sur celle d'outils techniques ou scientifiques, comme en fait foi la citation suivante (Gangbazo, 2004a : v) :

« Nous estimons que l'utilisation du présent guide par l'ensemble des organismes de bassin versant leur permettra de mieux se comprendre, dans la mesure où ils utiliseront le même langage, et leur donnera la possibilité d'augmenter leur efficacité, de comparer leurs PDE ainsi que d'apprendre les uns des autres. »

Au cours du premier cycle de gestion, plusieurs OBV nous ont fait part de leur besoin d'avoir des directives plus précises en ce qui concerne l'élaboration des PDE de même que des outils plus détaillés que ceux que comportait l'ancien guide. Le rapport d'examen de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) (Bussiès, 2008) recommande d'ailleurs au Ministère « [...] d'être plus "orientant" à l'égard de ce que doit contenir les PDE. » À la suite de la mise en œuvre de la GIRE

² On appelle « ressources en eau » toutes les sources d'eau qui sont utiles ou potentiellement utiles aux humains. Les utilisations de l'eau incluent les activités agricoles, industrielles, résidentielles, récréatives et environnementales. En principe, toutes ces utilisations humaines de l'eau sur la terre requièrent de l'eau douce.

sur l'ensemble du Québec méridional, nous avons cru nécessaire de rédiger un nouveau guide qui répondra, nous l'espérons, aux attentes des OBV. Les utilisateurs de l'ancien guide se retrouveront dans celui-ci, même s'il comporte plusieurs nouveautés, puisqu'il reprend des thèmes qui leur sont familiers.

1.4 CONTENU DES DIFFÉRENTS CHAPITRES

Nous avons voulu rassembler dans le présent manuel une grande quantité de connaissances et de renseignements dont les OBV ont besoin pour élaborer un PDE conforme aux exigences de qualité du Ministère, pour mettre en œuvre le plan d'action, le suivre et l'évaluer. Les exigences en question feront partie d'un nouveau cadre de référence (MDDEP, 2011).

Après avoir fait une brève introduction (chapitre 1), dressé l'historique de la GIRE et décrit le processus de planification mis en œuvre au Québec (chapitre 2), nous avons présenté, dans des chapitres séparés, quelques connaissances générales utiles pour la gestion de l'eau, puis des outils pour franchir les diverses étapes de l'élaboration d'un PDE, de la mise en œuvre, du suivi et de l'élaboration du plan d'action. Le titre et le contenu de ces chapitres sont résumés ci-après :

- ◇ Chapitre 3. Rappel de quelques connaissances générales sur les bassins versants et sur les processus qui s'y déroulent. Après avoir décrit le bassin versant et ses fonctions, nous avons présenté succinctement plusieurs des connaissances qu'il faut avoir sur les bassins versants, notamment aux points de vue climatique, hydrologique, géologique et hydrogéologique, pour prendre des décisions appropriées en matière de GIRE.
- ◇ Chapitre 4. Aide-mémoire pour élaborer un plan directeur de l'eau. Il s'agit d'une méthode étape par étape que vous pourriez suivre pour élaborer votre PDE.
- ◇ Chapitre 5. Préparation en vue du déclenchement du processus de planification. Ce chapitre traite des défis de la planification, à savoir la recherche de financement et le respect de l'échéancier, et il donne des conseils sur la façon de s'organiser pour élaborer un PDE, le mettre en œuvre, le suivre et l'évaluer.
- ◇ Chapitre 6. Élaboration d'une vision pour les bassins versants d'une zone de gestion intégrée des ressources en eau. Après avoir expliqué l'importance de la vision, nous avons décrit les étapes qui vous aideront à élaborer une vision pour les bassins versants de votre zone de gestion intégrée des ressources en eau.
- ◇ Chapitre 7. Collecte et gestion de données. Ce chapitre présente les données et les documents utiles pour l'analyse de bassin versant et les principes qu'il faut avoir en tête pour collecter les données existantes. Il explique aussi ce qu'il faut faire avant d'entreprendre la collecte de nouvelles données. Enfin, vous y trouverez des notions sur la validité et l'adéquation des données, sur les principes de gestion de données ainsi que sur la mise à jour de données.
- ◇ Chapitre 8. Analyse de bassin versant : notions générales sur le portrait et sur le diagnostic. Vous apprendrez à différencier le portrait d'un bassin versant d'un diagnostic des ressources en eau. Vous apprendrez à déterminer les éléments clés d'un portrait et d'un diagnostic. Vous y trouverez aussi un exemple de table des matières du portrait d'un bassin versant, les principes qu'il faut suivre pour élaborer un diagnostic

des ressources en eau et quelques éléments portant sur l'analyse des données et l'interprétation des résultats.

- ◇ Chapitre 9. Portrait des bassins versants : analyse des acteurs de l'eau. Ce chapitre explique ce qu'est l'analyse des acteurs et son importance, et il décrit les étapes qu'il faut suivre pour analyser les acteurs.
- ◇ Chapitre 10. Diagnostic des ressources en eau : comparaison des données à des indicateurs, à des critères et à des indices. Vous y trouverez les méthodes utiles pour caractériser l'état des ressources en eau en utilisant des indicateurs, des critères et des indices.
- ◇ Chapitre 11. Diagnostic des ressources en eau : calcul des charges d'un contaminant et élaboration d'un bilan des charges à l'échelle d'un bassin versant. Dans ce chapitre, vous trouverez des méthodes permettant de calculer les charges d'un contaminant selon les données disponibles et d'évaluer si les charges d'un contaminant dépassent les charges totales maximales admissibles. Vous pourrez évaluer la contribution de diverses sources de contamination (municipale, agricole ou naturelle) aux charges exportées par une rivière. Vous apprendrez aussi à évaluer la quantité d'un contaminant dont il faut réduire la charge pour respecter à long terme le critère de qualité de l'eau de surface relatif à ce contaminant.
- ◇ Chapitre 12. Diagnostic des ressources en eau : statistiques descriptives, analyses spatiales, temporelles et autres. Ce chapitre décrit les méthodes d'analyse de données qui permettent de décrire la distribution spatiale de la contamination de l'eau, le comportement de la qualité de l'eau dans le temps, de même que les relations entre les concentrations et le débit, les relations entre les contaminants et plusieurs autres types de relations.
- ◇ Chapitre 13. Rédaction du rapport d'analyse de bassin versant. Vous y trouverez des conseils pratiques pour présenter un texte, citer des sources, présenter les tableaux, les graphiques et les cartes, et publier le rapport d'analyse de bassin versant ou le plan directeur de l'eau.
- ◇ Chapitre 14. Détermination des enjeux et des orientations. Ce chapitre décrit ce que sont un enjeu et une orientation, et présente une méthode pour déterminer les enjeux et les orientations.
- ◇ Chapitre 15. Détermination des objectifs et choix des indicateurs. Vous y trouverez la définition des objectifs, la façon de les déterminer et de les hiérarchiser, de même que la définition des indicateurs et la façon de les choisir.
- ◇ Chapitre 16. Élaboration d'un plan d'action. Dans ce chapitre, vous apprendrez ce qu'est un plan d'action et ce qu'il doit contenir. Vous saurez également comment on élabore un plan d'action et une stratégie de mise en œuvre.
- ◇ Chapitre 17. Élaboration d'un programme de suivi et d'évaluation du plan d'action. Ce chapitre vous renseigne sur l'utilité d'un programme de suivi et d'évaluation, vous donne des notions relatives au programme de suivi et d'évaluation et décrit les étapes de la conception d'un programme d'évaluation.
- ◇ Chapitre 18. Gestion adaptative. Ce chapitre décrit la gestion adaptative, les types de gestion adaptative et présente les étapes permettant d'augmenter votre efficacité et votre impact.
- ◇ Chapitre 19. Mise en œuvre d'un plan d'action : qu'est-ce que les organismes de bassin versant doivent savoir et faire pour susciter la mise en œuvre des actions? Ce chapitre explique le défi que pose la mise en œuvre des actions et vous propose des moyens pour le relever.

1.5 COMMENT UTILISER LE GUIDE?

Le présent guide a été rédigé de manière à répondre aux besoins d'un large auditoire. En effet, le personnel technique des OBV est composé de spécialistes de plusieurs domaines scientifiques : des aménagistes, des géographes, des biologistes, des ingénieurs, des agronomes, etc. De plus, le taux de renouvellement du personnel de ces organismes est si élevé qu'on peut y retrouver aussi bien des personnes qui connaissent très bien l'historique de la GIRE et ses principes que des professionnels qui ne les connaissent pas. Cela dit, vous n'êtes pas obligés de lire tour à tour tous les chapitres du présent manuel avant de commencer à élaborer votre PDE. Selon que vous êtes dans l'une ou l'autre des catégories définies ci-après, voici ce que nous vous suggérons pour utiliser efficacement le présent manuel :

1. Si vous ne connaissez pas l'historique de la GIRE et ses principes et si vous n'êtes pas familiers avec les notions de base concernant les bassins versants et les processus qui s'y déroulent, lisez le chapitre 2, le chapitre 3, puis suivez les étapes présentées au chapitre 4 afin d'élaborer votre PDE.
2. Si vous connaissez l'historique de la GIRE et ses principes, sans être familiers avec les notions de base concernant les bassins versants et les processus qui s'y déroulent, lisez le chapitre 3, puis suivez les étapes présentées au chapitre 4.
3. Si vous connaissez l'historique de la GIRE et ses principes et que vous êtes familiers avec les notions de base concernant les bassins versants et les processus qui s'y déroulent, passez directement au chapitre 4, et suivez les étapes qui y sont présentées.

Pendant que vous suivez les étapes du chapitre 4, référez-vous, si nécessaire, aux différents chapitres et sections du manuel qui y sont mentionnés pour vous aider à améliorer votre compréhension de l'information qui y est présentée. Assurez-vous de lire les notes de bas de page; elles vous expliquent certains concepts ou vous donnent de l'information supplémentaire. Tout au long de votre lecture de ce manuel, vous trouverez des textes courts précédés de signes. Ainsi, toutes les fois que vous verrez un des signes qui suivent, prenez soin de lire l'information qui l'accompagne. Ils sont là pour attirer votre attention sur des éléments importants.



Ce signe est utilisé pour que vous preniez une pause afin de vous assurer que vous êtes toujours dans la bonne voie, ou que vous avez fait les bons choix parvenus à cette étape de l'élaboration de votre PDE.



Ce signe est utilisé pour vous donner des conseils pratiques ou pour vous rappeler ce que le Ministère attend de vous à l'étape où vous êtes dans l'élaboration de votre PDE.

Chapitre 2

Évolution et processus de planification de la gestion intégrée des ressources en eau

Contenu du chapitre

- ◇ Objet de la gestion intégrée des ressources en eau
- ◇ Mandats des organismes de bassin versant
- ◇ Caractéristiques de l'approche de gestion intégrée des ressources en eau
- ◇ Présentation des zones de gestion intégrée des ressources en eau
- ◇ Étapes de l'élaboration d'un plan directeur de l'eau

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec les principes de la gestion intégrée des ressources en eau;
- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec le processus de planification de la gestion intégrée des ressources en eau.

Il existe essentiellement deux approches pour gérer les ressources naturelles. Ce sont l'approche descendante (top-down) et l'approche ascendante (bottom-up) (Fung & Wright, 2003; Holling & Meffe, 1996; Weible, Sabatier, & Lubell, 2004). Dans le cadre de l'approche descendante, aussi appelée « approche centralisée », les décisions sont prises dans une perspective à court terme, elles sont sectorielles et elles impliquent peu ou pas de participation du public. Les décisions basées sur l'approche descendante peuvent donner lieu à des erreurs coûteuses, à des résultats non durables, et peuvent faire perdre de bonnes occasions (GWP, 2006). Dans l'approche ascendante, aussi appelée « approche collaborationniste », les décisions sont prises dans une perspective à long terme et elles impliquent tous les secteurs d'activité et le public. C'est le cas de l'approche de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE).

L'approche descendante a dominé jusqu'au début des années 1970 et elle continue d'être suivie tant dans les pays en développement ou en transition (Both ENDS & Gomukh, 2005) que dans les pays développés (Duda & El-Ashry, 2000). Cela dit, à mesure que les problèmes qui touchent les enjeux liés à l'eau se complexifient et que la prise de conscience du public augmente, les gestionnaires de l'eau promeuvent de plus en plus l'approche ascendante. L'objectif de ce chapitre est de décrire les principales décisions qui ont été prises par le gouvernement du Québec dans le domaine de la GIRE depuis le début des années 2000, les éléments communs à tout processus de planification de la GIRE ainsi que les étapes de la planification de la GIRE au Québec.

2.1. CONTEXTE DE L'ÉLABORATION DU GUIDE

2.1.1 LA POLITIQUE NATIONALE DE L'EAU

2.1.1.1 ADOPTION DE LA GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU

Le gouvernement du Québec a fait de la GIRE³ l'une des pierres d'assise de la Politique nationale de l'eau (PNE) rendue publique le 26 novembre 2002 (ministère de l'Environnement, 2002). Cette politique est le fruit d'une démarche gouvernementale entreprise cinq années auparavant et qui a impliqué l'ensemble de la population. L'adoption de la GIRE a pour objet de réformer la gouvernance de l'eau. La gouvernance de l'eau (figure 2.1) « fait référence à l'éventail de systèmes politiques, sociaux, économiques et administratifs mis en place dans différents secteurs de la société pour réglementer le développement et la gestion des ressources en eau ainsi que la prestation des services liés à l'eau » (Rogers & Hall, 2003). La notion de gouvernance suppose donc l'habileté à instaurer les politiques et le cadre institutionnel qui sont socialement acceptables et qui mobilisent les ressources requises à cette fin (Adeyemo, 2003). Les conditions d'une gouvernance efficace de l'eau incluent l'ouverture et la transparence, l'inclusivité et la communication, l'équité et l'éthique, l'imputabilité et la participation (encadré 2.1). Le système de gouvernance devient pauvre et inefficace lorsqu'il ne remplit pas ces conditions. Au lieu de faciliter l'action en vue d'assurer les services liés à l'eau, une gouvernance pauvre donne lieu à des risques politiques et sociaux croissants, à des défaillances institutionnelles, à de la rigidité et à la détérioration de la capacité de résoudre les problèmes.

Encadré 2.1 Principes d'une gouvernance efficace de l'eau

Approches

- ◇ **Ouverture et transparence** : les institutions doivent fonctionner de manière ouverte.
- ◇ **Inclusivité et communication** : une participation améliorée induira probablement plus de confiance envers le résultat final et envers les institutions qui élaborent les politiques.
- ◇ **Cohérence et intégration** : la cohérence doit marquer les politiques et les actions.
- ◇ **Équité et éthique** : tous les êtres humains devraient pouvoir améliorer ou maintenir leur bien-être. L'équité entre et parmi les divers groupes d'intérêts, les acteurs et les consommateurs-électeurs doit être soigneusement contrôlée pendant tout le processus d'élaboration et de mise en œuvre de la politique.

Réalisation et fonctionnement. En termes de réalisation et de fonctionnement, une bonne gouvernance nécessite que les processus et les opérations soient :

- ◇ **Responsables** : les rôles tenus au sein des processus législatifs et exécutifs doivent être clairs. Chaque institution doit expliquer et assumer les responsabilités de ses actions.
- ◇ **Efficients** : ils doivent être efficaces sur les plans économique, politique, social et environnemental.
- ◇ **Capables de réponse et durables** : les politiques doivent répondre aux besoins en fonction de la demande, d'objectifs clairs et d'une évaluation des futurs impacts et, si possible, en fonction de l'expérience passée.

Source : adapté de Rogers & Hall (2003)

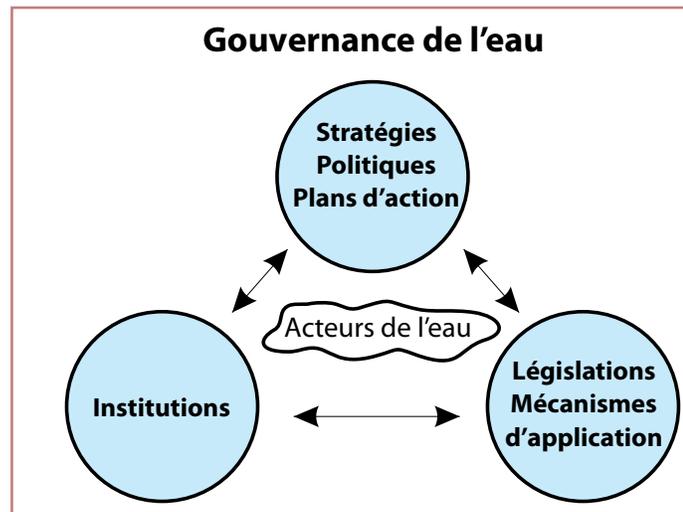
³ Le terme employé dans la Politique nationale de l'eau est « gestion intégrée de l'eau par bassin versant » (GIEBV), une gestion qui est vue comme une façon d'opérationnaliser la GIRE à l'échelle des bassins versants (Hooper, 2010). Cela dit, nous avons décidé de parler de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) par bassin versant, ou tout simplement de GIRE, un concept qui est connu et généralement utilisé dans le monde.

Dans le présent manuel, la gestion intégrée des ressources en eau est définie comme un processus qui encourage la mise en valeur et la gestion coordonnée de l'eau, des terres et des ressources associées à l'intérieur des limites d'un bassin versant, et ce, en vue de maximiser le bien-être économique et social qui en résulte d'une manière équitable, sans compromettre la durabilité d'écosystèmes vitaux [adapté du Partenariat mondial pour l'eau (2000)]. La définition précédente est d'ailleurs en harmonie avec la vision du développement que le gouvernement du Québec a voulu privilégier dans la Loi sur le développement durable, lorsqu'il a

défini celui-ci comme « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs; un développement qui s'appuie sur une vision à long terme et qui prend en compte le caractère indissociable des dimensions environnementale, sociale et économique des activités de développement » (Gouvernement du Québec, 2006). La GIRE est une approche qui favorise une meilleure utilisation des ressources en eau et qui protège les écosystèmes aquatiques, terrestres et riverains tout en assurant le développement économique et social (Davis, 2007; Davis & Threfall, 2006). C'est pourquoi Gangbazo (2006a) la décrit comme une voie d'expression du développement durable.

Le concept d'intégration qui est au cœur de la GIRE peut être interprété de plusieurs façons. En voici deux (Davis, 2007; Mitchell, 1990; Pollard, 2002) : (1) l'établissement d'une interdépendance étroite entre plusieurs éléments; on parlera, par exemple, de l'intégration des terres et de l'eau, de l'intégration des eaux de surface et des eaux souterraines ou de l'intégration des intérêts des acteurs de l'eau; (2) la coordination des institutions qui ont des responsabilités dans le domaine de l'eau; on parlera, par exemple, de la coordination horizontale et verticale entre plusieurs ministères, entre les gouvernements à l'échelle nationale, régionale et locale, entre les secteurs public et privé, etc. La GIRE s'apparente donc à la manipulation des différentes composantes d'un Rubik's Cube (figure 2.2). Biswas (2004) a relevé au moins 35 éléments qui auraient besoin d'être intégrés. Citons : les objectifs économiques, environnementaux et sociaux; les enjeux liés aux terres et à l'eau; les enjeux ruraux et municipaux liés à l'eau; tous les cadres légaux et réglementaires qui touchent l'eau; tous les instruments économiques qui touchent l'eau; les politiques et les programmes liés à l'eau; les politiques des différents secteurs qui ont des implications sur l'eau aussi bien en termes de quantité que de qualité, que ce soit directement ou indirectement (ces secteurs incluent l'agriculture, l'industrie, l'énergie, le transport, la santé, l'environnement, l'éducation, etc.); les politiques de l'eau à l'échelle nationale, provinciale et municipale, etc. L'intégration demeure un réel défi (Biswas, 2004; GWP & RIOB, 2009), si bien qu'une parfaite intégration n'est ni réaliste, ni atteignable (Jønch-Clausen, 2000).

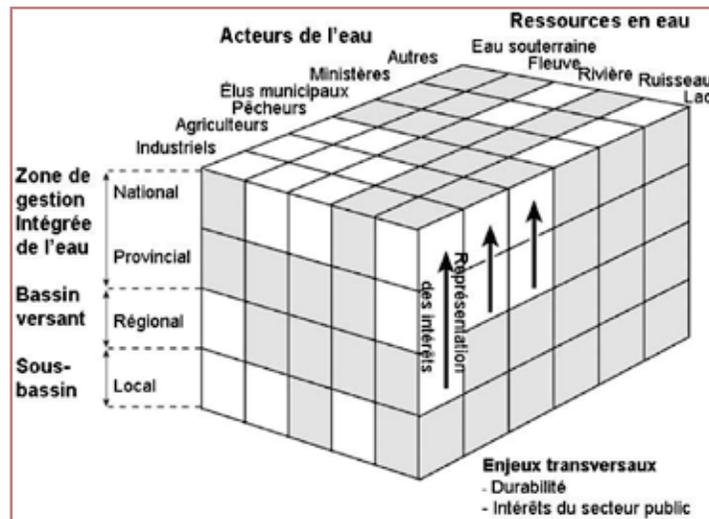
La GIRE a plusieurs principes fondamentaux, dont la participation des acteurs et du public à la prise



Source : adapté de Rogers & Hall (2003)

Figure 2.1 Représentation de la gouvernance de l'eau

de décision. Les acteurs sont les individus et les organisations qui ont un intérêt dans la gestion de l'eau, soit à cause de leurs responsabilités dans le domaine de l'eau, soit parce que les décisions qui touchent le bassin versant peuvent avoir une incidence sur leurs actifs. Ils peuvent inclure, notamment, les propriétaires de terres, certains citoyens, les gouvernements nationaux (les ministères), locaux (les municipalités) et régionaux (les municipalités régionales de comté [MRC] et les conférences régionales des élus [CRE]), les communautés autochtones, les industriels, les commerçants et les producteurs agricoles⁴. Le public, pour sa part, est directement impliqué dans le système, mais il n'est pas impliqué dans le processus de prise de décision au jour le jour comme le sont certains acteurs. Toutefois, ses points de vue doivent être considérés pour bâtir un large consensus. L'interaction entre les acteurs et le public aide généralement à atteindre des objectifs substantiels pour deux raisons : (1) elle peut apporter une diversité d'informations, de connaissances et de points de vue (Grumbine, 1994; Slocombe, 1993); (2) elle peut créer les réseaux, le capital social et la volonté politique qui sont nécessaires pour implanter l'approche intégrée (Innes, Gruber, Neuman, & Thompson, 1994; Mitchell & Hollock, 1993). Dans le présent manuel, nous emploierons l'expression « acteurs de l'eau » pour désigner l'ensemble formé par les acteurs et le public.



Source : adapté de Savenije (2000)

Figure 2.2 Similitude entre la gestion intégrée des ressources en eau et un Rubik's Cube

2.1.1.2 LES ORGANISMES DE BASSIN VERSANT : UN MAILLON IMPORTANT POUR LA MISE EN ŒUVRE DE LA GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU

La GIRE est un concept très large. Pour l'appliquer avec succès, chaque pays doit l'adapter selon la nature et l'intensité des problèmes liés à l'eau, les ressources humaines et financières disponibles, les capacités et les responsabilités des institutions, les forces et les faiblesses relatives des acteurs, le paysage culturel et politique ainsi que les conditions naturelles qui lui sont propres (Pollard, 2002). Le tableau 2.1 présente les caractéristiques de l'approche québécoise en matière de GIRE. C'est entre autres pour cette raison qu'au moment du lancement de la PNE, le gouvernement avait choisi d'étendre graduellement la GIRE à l'ensemble de son territoire, en commençant par 33 bassins versants dits « prioritaires » (figure 2.3). La superficie moyenne de ces bassins versants est de 4 898 km² (variation entre 67 km² et 42 652 km²) (tableau 2.2). Ensemble, les bassins versants prioritaires ne couvraient que 20 % de la superficie du Québec méridional (soit environ 10 % de la superficie totale de la province). La planification de la GIRE dans chacun de ces bassins versants avait été confiée à un organisme de bassin versant (OBV)⁵.

⁴ Vous trouverez au chapitre 19, à la section 19.1.1.1, une description des devoirs et des pouvoirs d'intervention directs et indirects des municipalités et des MRC en matière de gestion de l'eau.

⁵ Dans le présent manuel, nous utilisons l'expression « organisme de bassin versant » (OBV) pour désigner l'ensemble des acteurs de l'eau réunis au sein de l'organisation, incluant le conseil d'administration et les employés.

Tableau 2.1 Caractéristiques de l'approche québécoise de gestion intégrée des ressources en eau

Organismes de bassin versant	Caractéristiques
Formation	Ils sont créés par les acteurs de l'eau dans des zones déterminées par le gouvernement.
Participants	Ils regroupent les représentants des différents acteurs de l'eau agissant sur une base volontaire et des représentants du gouvernement, et ils sont encadrés par ce dernier.
Autorité	Ils n'ont aucun pouvoir de réglementation, mais certains de leurs membres l'ont (ministères, municipalités, etc.). Les organismes de bassin versant sont cependant reconnus comme des entités de gouvernance de l'eau par le gouvernement.
Financement	Ils bénéficient d'un financement de base provenant du gouvernement et parfois des subventions accordées par les municipalités, d'autres entités gouvernementales et par des entreprises privées.
Mise en œuvre des projets	Chaque acteur (y compris les ministères, les municipalités, les entreprises privées, les organisations non gouvernementales et les citoyens) peut agir sur une base volontaire pour mettre en œuvre des éléments du plan d'action qui relèvent de ses champs de compétence.

Source : adapté de Baril, Maranda, & Baudrand (2006)

**Figure 2.3** Emplacement des bassins versants

Tableau 2.2 Les bassins versants prioritaires et leur superficie

Bassin versant	Superficie (km ²)	Bassin versant	Superficie (km ²)	Bassin versant	Superficie (km ²)
À Mars	664	Des Escoumins	789	Maskinongé	1 099
Aux Anglais	445	Du Lièvre	9 515	Matapédia	3 791
Baie Missisquoi	2 224	Du Loup	1 612	Montmorency	1 112
Batiscan	4 691	Du Moulin	376	Nicolet	3 415
Bayonne	369	Du Nord	2 217	Richelieu	19 240
Bécancour	2 598	Etchemin	1 452	Rimouski	1 618
Bonaventure	2 358	Fouquette	67	Saint-Charles	552
Bourlamaque	663	Gatineau	23 836	Sainte-Anne	2 706
Boyer	228	Jacques-Cartier	2 492	Saint-François	10 230
Châteauguay	2 541	Kamouraska	303	Saint-Maurice	42 652
Chaudière	6 686	L'Assomption	4 212	Yamaska	4 867

Les OBV sont des tables de concertation (encadré 2.2) auxquelles siègent les représentants des acteurs de l'eau selon des critères de représentativité fixés par le gouvernement et décrits dans un cadre de référence (MDDEP, 2011). Les représentants du gouvernement sont membres à part entière des OBV, mais ils n'y ont pas droit de vote. L'importance des acteurs de l'eau dans la mise en œuvre réussie de la GIRE, particulièrement celle des municipalités et des MRC, a été reconnue par la PNE. On peut y lire ce qui suit (ministère de l'Environnement, 2002 : 19) : « Les municipalités et les MRC joueront un rôle névralgique au sein des organismes de bassin versant, en raison notamment de l'ampleur de leurs responsabilités en matière d'aménagement du territoire. Elles désigneront ensemble leurs représentants et ceux-ci parleront en leur nom tout en participant activement à l'élaboration d'un plan directeur de l'eau. Par la suite, chaque municipalité ou chaque MRC pourra proposer des actions à inscrire à ses plans et règlements d'urbanisme ou à son schéma d'aménagement. » Chaque OBV planifie la GIRE sur son territoire par l'élaboration d'un plan directeur de l'eau (PDE). L'élaboration de ce plan est d'ailleurs une nécessité sur laquelle tous les pays se sont mis d'accord lors du Sommet mondial sur le développement durable en 2002; elle est vue comme une étape essentielle menant à la création d'un système durable de gouvernance des ressources en eau (OCDE, 2006).

2.1.2 LE PLAN D'INTERVENTION DÉTAILLÉ SUR LES ALGUES BLEU-VERT 2007-2017

Les épisodes d'algues bleu-vert qu'a connus le Québec au cours des dernières années ont plus que jamais attiré l'attention du public et des gouvernements, aux échelles nationale, régionale et locale, sur les impacts que nos modes de gestion du territoire peuvent avoir sur certains usages de l'eau. Ils ont aussi montré la nécessité pour tous les acteurs de l'eau de travailler en concertation pour prévenir les problèmes ou pour les résoudre, selon le cas. C'est entre autres pour cette raison que la ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs a annoncé plusieurs actions dans le Plan d'intervention sur les algues bleu-vert 2007-2017 (<http://www.mddep.gouv>).

qc.ca/eau/algues-bv/plan_intervention_2007-2017.pdf). L'action n° 1.9 demande au Ministère d'« entreprendre, en concertation avec le Regroupement des organisations de bassin versant, une démarche de redécoupage du Québec méridional en zones de gestion intégrée de l'eau, afin que tous les bassins versants soient pris en compte dans les processus de connaissance, de protection et de gouvernance ». Elle lui demandait aussi d'« évaluer les ressources requises et les modalités d'implantation », ce qui fut fait.

À la suite de l'exercice précédent, le gouvernement a étendu la GIRE à l'ensemble du Québec méridional en mars 2009, avec la création de 40 zones de gestion intégrée des ressources en eau (figure 2.4). Le découpage du territoire en zones de gestion intégrée a conduit à l'agrandissement de certains bassins versants prioritaires, à la fusion d'autres bassins versants et à la création de neuf nouveaux OBV (tableau 2.3). La superficie moyenne des zones de GIRE a plus que triplé, passant à 16 096 km² (variation entre 699 km² et 162 078 km²). Toutefois, les principes qui sont au cœur de l'approche de GIRE depuis l'annonce de la PNE en 2002 demeurent : (1) l'unité géographique de planification est le bassin versant; (2) la planification de la GIRE est réalisée selon une approche participative; (3) la planification de la GIRE dans chaque zone est sous la responsabilité d'un OBV.

Encadré 2.2 Qu'est-ce que la concertation?

La concertation est définie comme un processus induit ou autonome de construction collective de questions, de visions, d'objectifs ou d'actions communes au moyen d'un dialogue horizontal entre des participants qui s'engagent volontairement et qui se reconnaissent mutuellement une légitimité à participer (Beuret, 2006). On insiste ici sur le caractère volontaire de l'engagement et sur la reconnaissance de la légitimité de chacun.

La concertation est donc un processus⁶ et non une procédure. En amont de la concertation, on va d'abord construire un « univers de coopération », à savoir un langage commun, une reconnaissance de légitimité. Dans la concertation, il n'y a pas obligatoirement de partage du pouvoir de décision entre les participants, et la décision n'est pas l'objectif premier de la concertation, dont l'intérêt réside avant tout dans le fait de construire ensemble des objets communs.

La gestion concertée d'un bien commun vise à établir et à mettre en œuvre des accords et des actions communes dans un contexte où la complexité croissante de la gestion locale fragmente le pouvoir entre de multiples acteurs. C'est alors « un processus d'innovation basé sur la confiance, exigeant une plus forte participation, gage de démocratie et d'efficacité » (Beuret, 2006). Le statut de participant à la concertation se construit au jour le jour et n'est jamais définitivement établi.

La concertation peut réunir des spécialistes ou des acteurs concernés par un dossier, sur des sujets restreints et souvent techniques; elle peut également prendre des formes plus officielles et élargies comme le débat public, la conférence de consensus ou la conférence de citoyens. On peut décrire le débat public comme une technique de la participation ou comme une étape dans le cheminement de l'association du public aux décisions.

Source : Académie de l'eau (2008)

⁶ On définira un processus comme un cheminement permettant de la flexibilité dans sa démarche; une procédure, par contraste, est une démarche normée et réifiée.



Figure 2.4 Emplacement des 40 zones de gestion intégrée des ressources en eau

2.1.3 LA LOI SUR L'EAU

La Loi sur l'eau – Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection – (Gouvernement du Québec, 2009) a été adoptée par l'Assemblée nationale le 11 juin 2009 et sanctionnée le 12 juin de la même année. L'article 13 de cette loi vient renforcer les fondations de la PNE, en stipulant, entre autres, que « la gestion des ressources en eau doit être réalisée de manière intégrée et concertée dans les unités hydrographiques. » Pour l'application du précédent article dans chacune des unités hydrographiques visées par la Loi, l'article 14 précise que le ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs peut :

1. pourvoir à la constitution d'un organisme ayant pour mission d'élaborer et de mettre à jour un plan directeur de l'eau et d'en promouvoir et suivre la mise en œuvre;
2. déterminer les éléments qui doivent être traités dans le plan directeur de l'eau, notamment en ce qui a trait à l'état des eaux et des autres ressources naturelles qui en dépendent, au recensement des usages et à l'évaluation de leurs incidences, à l'inventaire des zones d'intérêt, fragiles ou dégradées sur le plan écologique⁷, aux mesures de protection ou de restauration de l'état qualitatif ou quantitatif des eaux ainsi qu'à l'évaluation des moyens économiques et financiers nécessaires à sa mise en œuvre;
3. déterminer les conditions applicables à l'élaboration, à la mise à jour et au suivi de la mise en œuvre de ce plan.

⁷ Prenez note que l'expression « zones d'intérêt, fragiles ou dégradées » a été remplacée par « écosystèmes d'intérêt, fragiles ou dégradés » au chapitre 7, à la section 7.1.

Tableau 2.3 Les zones de gestion intégrée des ressources en eau

N°	Nom des zones ou des rivières	Nom officiel de l'organisme de bassin versant†
1	Abitibi - Jamésie	Organisme de bassin versant Abitibi-Jamésie
2	L'Assomption	Corporation de l'aménagement de la rivière L'Assomption
3	Baie Missisquoi	Organisme de bassin versant de la baie Missisquoi
4	Batiscan	Société d'aménagement et de mise en valeur du bassin de la Batiscan
5	Bayonne	Organisme de bassin versant de la rivière Bayonne
6	Bécancour	Groupe de concertation des bassins versants de la zone Bécancour
7	Capitale (la)	Organisme des bassins versants de la Capitale
8	Charlevoix-Montmorency	Organisme de bassins versants Charlevoix-Montmorency
9	Châteauguay	Société de conservation et d'aménagement du bassin de la rivière Chateauguay
10	Chaudière	Comité de bassin de la rivière Chaudière
11	Chêne (du)	Organisme de bassins versants de la zone du Chêne
12	Côte-du-Sud	Organisme de bassins versants de la Côte-du-Sud
13	Duplessis	Organisme de bassins versants Duplessis
14	Etchemin	Conseil de bassin de la rivière Etchemin
15	Gaspésie-Nord	Conseil de l'eau du Nord de la Gaspésie
16	Gaspésie-Sud	Conseil de l'eau Gaspésie Sud
17	Haute-Côte-Nord	Organisme des bassins versants de la Haute-Côte-Nord
18	Jacques-Cartier	Corporation du bassin de la Jacques-Cartier
19	Kamouraska-l'Islet-du-Loup	Organisme de bassins versants Kamouraska, L'Islet et Rivière-du-Loup
20	Lac-Saint-Jean	Organisme de bassin versant Lac-Saint-Jean
21	Lièvre (du)	Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre
22	Loup - Yamachiche	Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche
23	Manicouagan	Organisme de bassins versants Manicouagan
24	Maskinongé	Association pour la gestion intégrée de la rivière Maskinongé
25	Matapédia-Restigouche	Organisme de bassin versant Matapédia-Restigouche
26	Mille Îles	Conseil des bassins versants des Mille-Îles
27	Nicolet	Corporation pour la promotion de l'environnement de la rivière Nicolet
28	Nord (du)	Organisme de bassin versant de la rivière du Nord
29	Nord-Est du Bas-Saint-Laurent	Organisme des bassins versants du nord-est du Bas-Saint-Laurent
30	Richelieu	Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu
31	Rouge - Petite-Nation-Saumon	Organisme de bassins versants des rivières Rouge, Petite Nation et Saumon
32	Saguenay	Organisme de bassin versant du Saguenay
33	Sainte-Anne	Corporation d'aménagement et de protection de la Sainte-Anne
34	Saint-François	Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François
35	Saint-Jean (fleuve)	Conseil du bassin versant du fleuve Saint-Jean
36	Saint-Maurice	Bassin versant Saint-Maurice
37	Sept (des)	Agence de bassin versant des sept
38	Témiscamingue	Organisme de bassin versant du Témiscamingue
39	Vaudreuil-Soulanges	Conseil du bassin versant de la région de Vaudreuil-Soulanges
40	Yamaska	Organisme de bassin versant de la Yamaska

†À la date de parution du présent manuel

2.2 ÉLÉMENTS COMMUNS À TOUT PROCESSUS DE PLANIFICATION DE LA GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU

Bien que chaque PDE tente de résoudre les problèmes qui touchent les enjeux particuliers d'un bassin versant, certains éléments sont communs à tout processus de planification de la GIRE (U. S. EPA, 2008). La planification de la GIRE est un processus itératif et adaptatif, visant un territoire géographiquement déterminé et holistique. C'est aussi un processus qui intègre les autres planifications qui touchent le bassin versant, un processus ouvert, collaborationniste et participatif.

2.2.1 PROCESSUS ITÉRATIF ET ADAPTATIF

Il arrive que les actions mises en œuvre pour résoudre les problèmes qui touchent les enjeux liés à l'eau et aux écosystèmes associés ne permettent pas de réaliser complètement les objectifs fixés au cours d'un seul cycle de gestion intégrée des ressources en eau (voir la définition du cycle de gestion à la section 2.3.2.2). Cependant, on espère que ces objectifs seront atteints au cours des cycles de gestion consécutifs si l'on apporte les ajustements requis au plan d'action. De plus, il est souvent difficile d'obtenir toute l'information nécessaire avec la précision voulue pour analyser les problèmes et prendre des décisions appropriées. Et même si des efforts raisonnables sont faits pour obtenir et analyser les données pertinentes, l'information disponible pendant la phase de la planification pourrait être limitée à cause des contraintes liées au temps et aux coûts. C'est la raison pour laquelle vous devez accepter que certaines données puissent être mises à jour à une étape ultérieure, par exemple, au début du cycle de gestion suivant. La figure 2.5 montre la nature itérative et adaptative de la GIRE. Nous traiterons plus en détail de la gestion adaptative au chapitre 18.

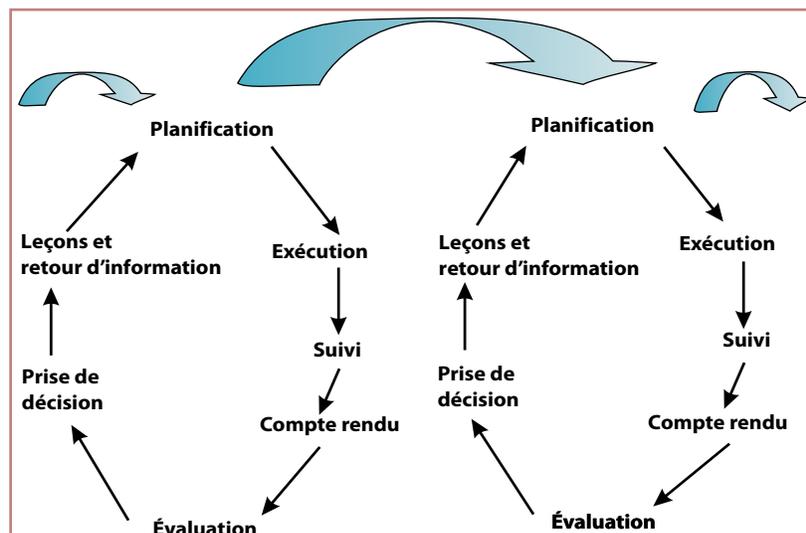


Figure 2.5 Schéma montrant la nature itérative et adaptative de la gestion intégrée des ressources en eau

2.2.2 PROCESSUS VISANT UN TERRITOIRE GÉOGRAPHIQUE DÉTERMINÉ

Le bassin versant de rivière constitue l'unité naturelle de gestion pour résoudre les problèmes qui

touchent plusieurs enjeux relatifs à l'eau, particulièrement dans les régimes hydrologiques tempérés, tropicaux et équatoriaux (Hooper, 2003). Les rivières occupent une place importante et jouent un rôle capital à l'intérieur des bassins versants. Elles sont intimement reliées aux systèmes terrestres qui les entourent.

Un plan directeur de l'eau doit viser un territoire géographique suffisamment vaste pour que sa mise en œuvre puisse tenir compte de toutes les sources majeures de contamination et des effets qu'elles ont sur le milieu concerné, pour ne citer que cet exemple. En d'autres termes, il faut éviter de viser des territoires de superficies trop restreintes (un segment de rivière, par exemple) qui ne permettraient pas de circonscrire les éléments perturbateurs⁸ d'une manière rationnelle, efficace et économique. Cela dit, une échelle spatiale trop vaste peut nuire à la capacité de faire des analyses détaillées, diminuer la possibilité d'impliquer les acteurs clés ou empêcher une mise en œuvre efficace du plan d'action. Si, lors de l'analyse des problèmes qui touchent les ressources en eau, vous choisissez une échelle qui est trop grande, vous pourrez seulement faire des analyses générales, et vous ne serez pas capables d'établir des relations de cause à effet. L'encadré 2.3 présente quelques-unes des raisons pour lesquelles les plans d'action peuvent ne pas donner les résultats souhaités.

Encadré 2.3 Quelques-unes des raisons pour lesquelles les plans d'action ne donnent pas les résultats souhaités

Le Centre pour la protection des bassins versants (États-Unis) a procédé à une large évaluation des documents de planification qui visent la protection des ressources en eau et il a déterminé certaines des raisons pour lesquelles des plans d'action n'ont pas donné les résultats souhaités. En voici quelques-unes :

- ◇ Les activités de planification étaient faites à une échelle trop grande;
- ◇ Le plan directeur de l'eau n'avait pas été élaboré dans le cadre d'un processus de gestion à long terme, mais comme si on allait résoudre les problèmes du jour au lendemain;
- ◇ L'implication des acteurs et la prise en charge locale faisaient défaut;
- ◇ Le plan directeur de l'eau a évité de traiter des enjeux liés à l'aménagement du territoire dans le bassin versant;
- ◇ Le document était trop long ou trop complexe pour certains décideurs;
- ◇ Les recommandations étaient trop générales;
- ◇ Le plan directeur de l'eau n'a pas permis de déterminer et de résoudre les conflits.

2.2.3 PROCESSUS HOLISTIQUE

La planification de la GIRE doit prendre en considération l'ensemble du cycle hydrologique (voir la section 3.2.3.1) et l'interaction de l'eau avec d'autres systèmes naturels et socioéconomiques. La même eau peut servir à différents usages à différents endroits. Il est même possible pour la même eau de remplir différentes fonctions, au même moment, de façon séquentielle, si elle est bien gérée. Cependant, la planification de la gestion de l'eau et l'exploitation des ouvrages de captage d'eau sont habituellement fragmentées. Il en résulte un manque de coordination et des conflits. De plus,

⁸ On appelle « élément perturbateur » tout agent (physique, chimique, biologique, etc.) qui peut provoquer des changements chez un organisme ou dans un écosystème. Voir aussi le chapitre 8, à la section 8.2 pour obtenir plus de renseignements sur les éléments perturbateurs.

l'eau est fréquemment négligée dans les décisions concernant les systèmes de culture, les politiques commerciales et énergétiques et les plans d'urbanisme, autant d'éléments qui sont déterminants pour la demande en eau. Pour toutes ces raisons, la planification de la GIRE doit donc être réalisée de manière à prendre en considération l'ensemble des problèmes qui touchent les ressources en eau dans un bassin versant.

2.2.4 PROCESSUS INTÉGRANT LES AUTRES PLANIFICATIONS QUI TOUCHENT LE BASSIN VERSANT

Dans les approches fragmentées qui caractérisent nos institutions, plusieurs plans continueront d'être élaborés aux échelles locale, régionale, provinciale et fédérale, en même temps que la planification de la GIRE. Vous devriez au moins être au courant de ces planifications et en tenir compte dans l'élaboration de votre PDE. Vous pourriez même envisager d'inviter le personnel des organisations qui conçoivent les autres plans à participer à l'élaboration du PDE. Cela pourrait vous aider à obtenir de l'expertise technique additionnelle et des ressources financières et d'influencer le partage des responsabilités dans la mise en œuvre des actions. Cela favorisera aussi l'arrimage des schémas d'aménagement et de développement (SAD), des PDE et des autres plans d'aménagement du territoire dans la zone de gestion, comme le demande la Loi sur l'eau (Gouvernement du Québec, 2009).

2.2.5 PROCESSUS OUVERT, COLLABORATIONNISTE ET PARTICIPATIF

Une des principales caractéristiques de la planification de la GIRE est qu'il s'agit d'un processus collaborationniste et participatif. La mise en œuvre des plans d'action a les plus grandes probabilités de succès lorsque les acteurs de l'eau sont amenés à participer au processus de planification dès le début. Cela s'explique par le fait que, si ces acteurs sont impliqués au début et qu'ils voient que leurs préoccupations y sont abordées, ils seront incités à participer à la détermination des solutions et soutiendront la mise en œuvre du plan d'action.

Au Québec, l'approche collaborationniste et participative est d'autant plus nécessaire que la permanence des OBV n'est pas responsable de la mise en œuvre des projets prévus dans les plans d'action, et l'OBV, n'a aucune autorité légale ou administrative sur le territoire. Cette autorité appartient aux acteurs qui ont des responsabilités légales à l'égard de la gestion de l'eau.

2.3 PLANIFICATION DE LA GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU

2.3.1 NIVEAUX DE PLANIFICATION

La mise en œuvre de la GIRE nécessite trois niveaux de planification : le premier niveau est celui de l'État, le second est celui des bassins versants, et le troisième est celui des projets (figure 2.6).

Planification au niveau de l'État. Le Partenariat mondial pour l'eau (2005) considère la GIRE comme

un outil du changement qui doit s'opérer dans nos méthodes de gestion des ressources en eau en vue de répondre aux besoins actuels. Il a déterminé 13 domaines de changement regroupés sous trois thèmes, soit l'environnement favorable, les rôles institutionnels et les instruments de gestion (encadré 2.4), autant d'éléments qui relèvent de l'État⁹. La planification effectuée au niveau étatique vise donc à instaurer les conditions politiques, administratives et légales qui assurent le succès de la GIRE sur tout le territoire d'un État. Au Québec, pour le moment, il s'agit du découpage du territoire en zones de gestion intégrée des ressources en eau, de l'élaboration d'un cadre de référence et d'un cadre financier, de l'adoption de la Loi sur l'eau, de la gestion des connaissances sur l'eau et de la formation continue du personnel affecté au soutien des OBV.

Planification au niveau des bassins versants. Cette planification est assurée par les OBV avec la participation des acteurs de l'eau. Elle vise deux buts : (1) déterminer les solutions (projets formels et activités diverses) qui permettront d'atteindre les objectifs visés en matière de protection, de restauration ou de mise en valeur des ressources en eau; (2) coordonner les actions entreprises dans le cadre de certains projets avec celles qui ont lieu dans les zones adjacentes (gestion interzones). Le présent manuel traite de la planification réalisée au niveau des bassins versants et, particulièrement, de l'outil de planification qu'est le PDE.

Planification au niveau des projets. Cette planification est assurée par les acteurs de l'eau, essentiellement les organismes publics et privés qui ont des devoirs et des responsabilités à l'égard de la gestion de l'eau. Elle vise à concevoir, dans les moindres détails, certains projets qui permettront d'atteindre les objectifs visés en matière de protection, de restauration ou de mise en valeur des ressources en eau. Contrairement aux OBV, les municipalités, les MRC et les ministères ont les ressources nécessaires pour concevoir et financer la conception détaillée des projets.

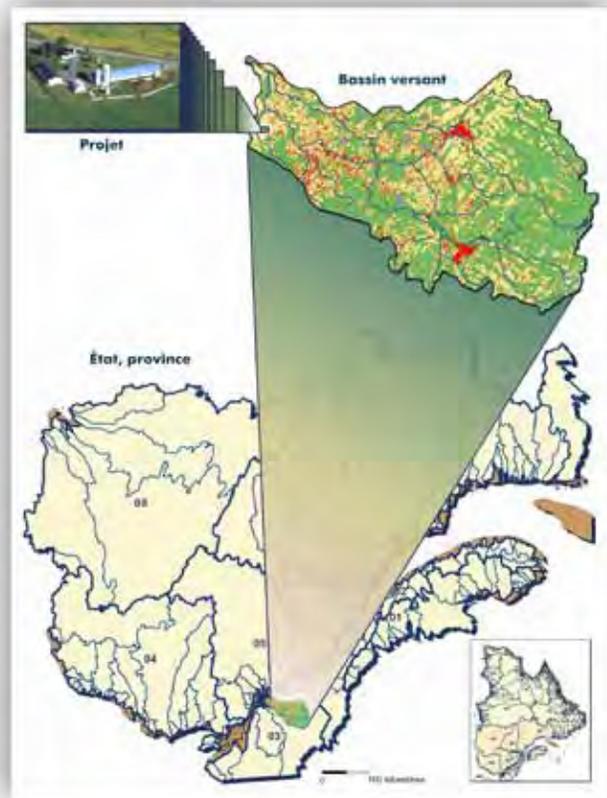


Figure 2.6 Niveaux de planification de la gestion intégrée des ressources en eau

⁹ La nécessité de faire éventuellement des changements dans autant de domaines peut décourager les gestionnaires de l'eau, mais, comme le souligne le Partenariat mondial pour l'eau (2005), il ne s'agit pas de « faire table rase » et de tout recommencer. Il ne s'agit pas non plus d'effectuer tous les changements qui sont suggérés. Par exemple, au Québec, où il n'y a généralement pas de difficultés d'accès à l'eau, ni de problème d'équité dans l'allocation des ressources en eau, les changements doivent essentiellement assurer la durabilité de la gestion de ces ressources. Cela s'explique par le fait que les écosystèmes aquatiques sont la base de plusieurs ressources naturelles sans lesquelles la survie et le bien-être des humains pourraient être compromis (Kgomotso, 2005).

Encadré 2.4 Les 13 principaux domaines de changement de la gestion intégrée des ressources en eau

L'environnement favorable

1. Politiques – fixer des objectifs pour l'utilisation, la protection et la conservation de l'eau.
2. Cadre législatif – édicter les règles à suivre pour appliquer les politiques et atteindre les objectifs.
3. Structures de financement et d'incitation – affecter des ressources financières pour satisfaire les besoins en eau.

Rôles institutionnels

4. Création d'un cadre organisationnel – aspects formels et fonctionnels.
5. Développement des capacités institutionnelles – développement des ressources humaines.

Instruments de gestion

6. Évaluation des ressources en eau – comprendre leur disponibilité et les besoins.
7. Plans pour la gestion intégrée des ressources en eau – combiner les options de développement, l'utilisation des ressources et l'interaction humaine.
8. Gestion de la demande – utiliser l'eau plus efficacement.
9. Instruments de changement social – favoriser une société civile tournée vers l'eau.
10. Résolution des conflits – gérer les litiges en garantissant le partage de l'eau.
11. Instruments réglementaires – limiter la distribution et l'usage de l'eau.
12. Instruments économiques – utiliser la valeur et les prix pour l'efficacité et l'équité.
13. Échange et gestion des informations – améliorer les connaissances pour une meilleure gestion de l'eau.

Source : adapté du Partenariat mondial pour l'eau (Partenariat mondial de l'eau - Comité technique consultatif, 2005)

2.3.2 PLAN DIRECTEUR DE L'EAU

2.3.2.1 DÉFINITION

Le plan directeur de l'eau (PDE) est un document qui rassemble les éléments d'information nécessaires à la compréhension des problèmes d'ordre hydrique, environnemental ou territorial de même que les problèmes liés aux conflits d'usages vécus dans les bassins versants d'une zone de gestion intégrée des ressources en eau. Il présente aussi les solutions d'intervention envisagées, notamment en matière de protection, de restauration et de mise en valeur des ressources en eau. Pour être couronnée de succès, l'élaboration d'un PDE doit être planifiée dans un double souci :

1. Mobiliser les compétences techniques et scientifiques nécessaires pour assurer au PDE les meilleurs standards de qualité possible. Il en va de la crédibilité de cet outil auprès des acteurs clés (municipalités, MRC, ministères, industriels, etc.).
2. Favoriser le plus possible la participation des acteurs de l'eau¹⁰ à certaines étapes du processus, le PDE étant l'expression de la vision et des priorités de ces intervenants quant au devenir des bassins versants.

¹⁰ Au chapitre 9, nous parlerons des moyens permettant de déterminer les acteurs de l'eau qui doivent participer aux différentes étapes du cycle de gestion intégrée des ressources en eau.

L'élaboration d'un PDE comporte cependant des incertitudes, notamment parce que les données et les informations indispensables ne sont pas toujours disponibles. De plus, même s'il était possible de disposer de ces données et de ces informations, il y a des limites à la compréhension des processus écosystémiques. C'est pourquoi il faut utiliser une approche itérative¹¹. Autrement dit, il se peut que plusieurs versions de PDE soient nécessaires pour obtenir le résultat désiré (récupérer un usage de l'eau, préserver l'habitat d'une espèce de poisson, aménager l'accès public à un plan d'eau, etc.). Élaborer un PDE, c'est apprendre à composer avec des incertitudes, car on ne peut être certain de la qualité d'un tel plan qu'après qu'il ait été mis en œuvre, qu'on en ait fait le suivi et qu'on l'ait évalué à la lumière des objectifs poursuivis. L'encadré 2.5 présente les fonctions et l'utilité d'un PDE.

Encadré 2.5 Fonctions et utilité d'un plan directeur de l'eau

Un bon plan directeur de l'eau devrait :

- ◇ Définir les limites du bassin versant en tant qu'unité géographique de gestion;
- ◇ Mobiliser les ressources financières et humaines;
- ◇ Guider les décisions qui touchent l'aménagement du territoire.

Source : adapté de Firehock (s. d.)

2.3.2.2 ÉTAPES DE L'ÉLABORATION D'UN PLAN DIRECTEUR DE L'EAU

Jusque dans les années 1980, la planification de la gestion des ressources en eau était faite selon un processus linéaire (figure 2.7). Une organisation déterminait les buts de la planification, les objectifs à atteindre, les problèmes et les actions qui devaient permettre de les résoudre. Puis, le plan était rarement mis en application. En réalité, la planification linéaire comporte plusieurs difficultés (Hashim, 1998) :

1. La planification est faite en vase clos, sans contribution de la part des groupes intéressés et affectés;
2. La planification linéaire n'est pas interactive, si bien que les parties affectées se sentent privées de leur droit à être représentées;
3. Il y a peu de coordination avec d'autres processus de planification;
4. La prise de décision est centralisée par les « experts », ou par ceux qui pensent être les mieux informés;
5. Les problèmes ne sont pas résolus par les solutions « étroites » qui sont souvent proposées.

Mis en place au Québec pour la GIRE, le modèle de planification collaborationniste est basé sur un processus cyclique, itératif et adaptatif, ce qui évite plusieurs des difficultés de l'approche linéaire. Ce processus est connu sous le nom de « cycle de gestion intégrée des ressources en eau » (figure 2.8). Les étapes de ce cycle sont les suivantes :

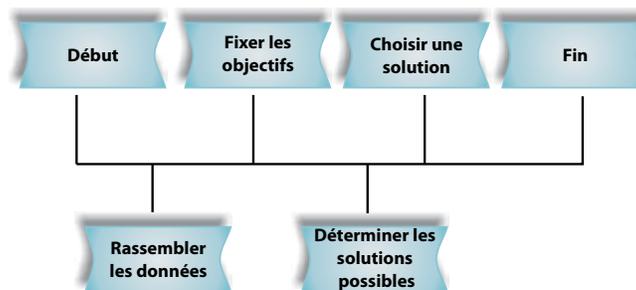
¹¹ En analyse numérique, une méthode itérative résout un problème (comme un problème ou un système d'équations) en utilisant une valeur initiale, puis en la raffinant par une succession d'approximations se rapprochant graduellement de la solution. Les méthodes itératives sont utilisées le plus souvent pour résoudre les problèmes qui contiennent un grand nombre de variables et pour lesquels des méthodes directes seraient trop coûteuses ou inapplicables.

Source : <http://wikipedia.fr/Resultats.php?q=approche+iterative&projet=article>.

Voir aussi la section 2.2.1 pour compléter l'information proposée des processus itératifs.

1. Analyse de bassin versant;
2. Détermination des enjeux et des orientations;
3. Détermination des objectifs et choix des indicateurs;
4. Élaboration d'un plan d'action;
5. Mise en œuvre du plan d'action;
6. Suivi et évaluation du plan d'action.

Les lecteurs noteront que la notion de « contrat de bassin » ne fait plus partie du nouveau cycle de gestion intégrée des ressources en eau; le contrat de bassin est dorénavant facultatif. Les six étapes du cycle sont franchies successivement et répétées dans chaque zone de gestion intégrée des ressources en eau, à un intervalle de temps fixe, pour s'assurer qu'elles soient mises à jour sur une base régulière et continue. Toutefois, entre l'étape de l'analyse de bassin versant et celle de la détermination des orientations, l'élaboration d'une vision est essentielle afin de mobiliser les acteurs de l'eau autour d'un idéal à atteindre. Aussi, à moins qu'un OBV décide d'actualiser sa vision après quelques cycles de gestion, la vision n'est élaborée qu'une seule fois.



Source : Hashim (1998)

Figure 2.7 Processus de planification linéaire



Figure 2.8 Schéma du cycle de gestion intégrée des ressources en eau

Notons qu'aux fins de l'élaboration du PDE, il peut être pratique de présenter le cycle de gestion comme une succession d'activités (figure 2.9), ce qui comporte deux avantages :

1. Montrer la nature participative du processus : les acteurs de l'eau doivent être associés, par l'entremise de consultations publiques¹², à certaines étapes stratégiques de l'élaboration du PDE;
2. Montrer que l'élaboration du PDE doit être précédée d'au moins deux actions importantes :
 - a. Formation d'un OBV et d'un comité technique;
 - b. Collecte de données et d'informations pertinentes concernant les bassins versants.

Chacune des étapes du cycle de gestion sera décrite brièvement ci-après. Les méthodes suggérées pour les réaliser seront présentées dans les autres chapitres

A) ÉLABORATION D'UNE VISION

La Politique nationale de l'eau veut que « le plan directeur de l'eau devienne l'expression de la vision et des priorités des acteurs de l'eau quant au devenir de leur bassin versant. » (ministère de l'Environnement, 2002 : 21). Ainsi, dans le cycle de gestion intégrée des ressources en eau (figure 2.8), l'élaboration d'une vision partagée a donc été présentée comme un outil de mobilisation et elle apparaît, de ce fait, comme une condition qui favorise le succès de la GIRE.

La vision est définie de diverses façons selon les sources d'information consultées.

En voici quelques définitions :

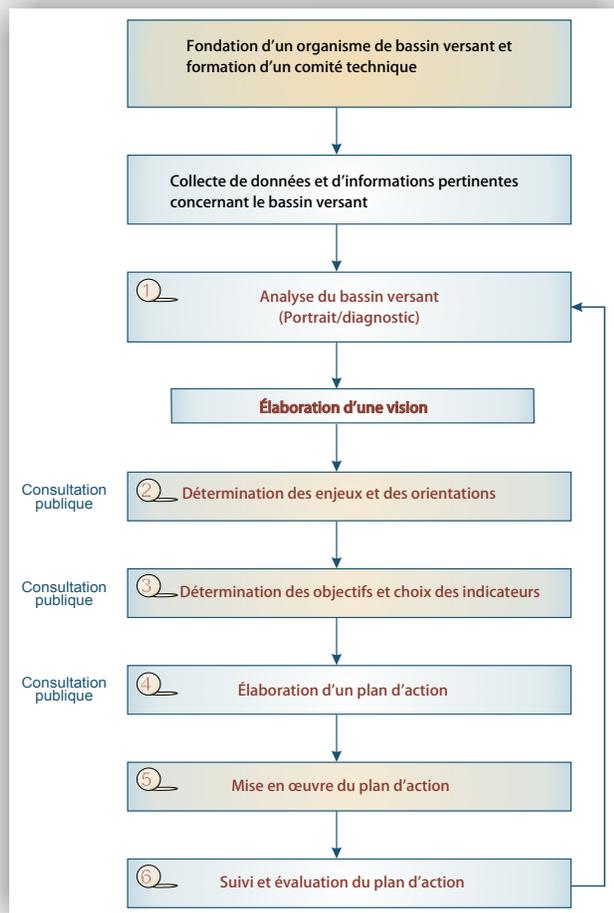


Figure 2.9 Cycle de gestion intégrée des ressources en eau montrant les actions qui doivent précéder l'élaboration d'un plan directeur de l'eau et les étapes qui nécessitent une consultation publique

¹² La consultation désigne l'action de consulter, de demander un avis. Elle diffère de la participation, qui désigne un processus dans lequel des individus prennent part aux décisions dans les institutions, les programmes et les environnements qui les affectent (Heller, Price, Reinhardt, Riger, & Wandersman, 1984). Comme vous le verrez au chapitre 19, à la section 19.2.4, la consultation est loin d'être le meilleur outil pour susciter la participation. Les lecteurs qui s'intéressent aux processus de consultation publique peuvent se référer à l'ouvrage de Heathcote (1998).

- ◇ La vision décrit les conditions idéalement associées aux bassins versants d'une zone de gestion intégrée des ressources en eau; elle donne une image de ce à quoi les ressources en eau et les écosystèmes associés devraient ressembler à long terme.
- ◇ La vision est une image idéale du futur, mais une image qu'on devrait chercher à concrétiser.
- ◇ La vision est un outil sur lequel on se base pour concrétiser les aspirations et les espoirs des acteurs de l'eau, en vue de bâtir un projet et de déterminer ses priorités.

La vision fait donc référence à un idéal qu'on aimerait concrétiser dans les bassins versants dans un avenir relativement éloigné. Votre vision est votre rêve. Elle donne une image de ce à quoi les ressources en eau – et, en général, l'expérience humaine dans les bassins versants de la zone de gestion – ressembleraient si les problèmes les plus graves étaient résolus complètement et parfaitement. Ce n'est pas une description de la manière dont le rêve sera réalisé, ni une liste de projets qu'on espère voir se concrétiser. Le PDE déterminera la meilleure façon de réaliser le rêve, c'est-à-dire de créer les conditions idéales, et de cerner les endroits où l'on devrait intervenir dans les bassins versants pour réunir ces conditions.

Voici quelques exemples de visions :

Exemple no 1 : La vision que nous avons des bassins versants de telle zone de gestion intégrée des ressources en eau comporte les éléments suivants :

- ◇ Un territoire protégé et largement vierge;
- ◇ De l'eau de bonne qualité disponible en grande quantité;
- ◇ Des habitats aquatiques et riverains sains;
- ◇ Un développement économique soucieux de la protection de l'environnement.

Exemple no 2 : Nous voyons un milieu de vie exceptionnel, tant par la beauté du paysage que par la qualité des ressources en eau.

Exemple no 3 : L'organisme de bassin versant désire voir telles rivières reconnues pour les aspects suivants :

- ◇ La grande variété de leurs usages et leur accessibilité;
- ◇ L'intégrité de leurs habitats;
- ◇ Leur contribution positive au développement économique de la zone de gestion intégrée des ressources en eau.

Exemple no 4 : De l'eau de bonne qualité pour tous; de l'eau en quantité suffisante pour tous.

Les termes « vision », « mission », « but » et « objectif » sont souvent confondus à tort. Tout en étant liés l'un à l'autre, ils ne signifient pas la même chose. La mission exprime la raison d'être d'une organisation. Elle est analogue à la vision dans la mesure où elle comporte également une part d'emballage. Cependant, elle est orientée vers l'action, ce qui n'est pas le cas de la vision. En d'autres termes, la vision incite les acteurs de l'eau au rêve, tandis que la mission doit les pousser à l'action. Par exemple, la mission du Groupe d'intervention pour la restauration de la rivière Boyer (<http://www.girboyer.qc.ca/>) est d'« améliorer la qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière

Boyer dans le but de ramener, au fil des efforts de restauration, les divers usages qui en découlent grâce à l'implication des intervenants et de la population. »

Le but indique la direction dans laquelle il faut aller. En voici un exemple : « Résoudre les problèmes résiduels d'assainissement urbain ». L'objectif, pour sa part, transforme un but en des tâches précises, mesurables, qui ont un échéancier ou une durée limitée. Par exemple, pour le but précédent, l'objectif pourrait être : « D'ici 2015, réduire de dix tonnes les rejets de phosphore de sources diffuses agricoles dans telle rivière ».

B) ANALYSE DE BASSIN VERSANT

L'analyse de bassin versant vise à s'assurer que les acteurs de l'eau partagent la même connaissance de base des bassins versants, de leurs potentiels, des menaces, des possibilités d'action et des problèmes liés à l'eau et aux écosystèmes associés. L'appropriation de la connaissance concernant les bassins versants est une condition essentielle pour créer l'esprit d'équipe et le partenariat sans lesquels il est difficile de faire les compromis qui permettront d'élaborer et de mettre en œuvre des solutions innovatrices et durables.

L'analyse de bassin versant pourrait être précédée d'une consultation publique au cours de laquelle vous présentez la finalité et les étapes de l'élaboration du PDE, et où vous tentez de découvrir les préoccupations des acteurs de l'eau quant à l'état des ressources en eau et aux usages qu'ils désirent voir protéger, restaurer ou mettre en valeur. À titre d'information, il existe plusieurs méthodes d'animation de groupe. L'encadré 2.6 montre une approche qu'il est possible d'utiliser pour déterminer les préoccupations des acteurs de l'eau¹³.

Encadré 2.6 Comment déterminer les préoccupations des acteurs de l'eau dans le cadre d'une consultation publique?

Avant de commencer l'analyse de bassin versant, il est primordial de réunir les acteurs de l'eau pour connaître leurs préoccupations. Commencez par exposer celles que vous percevez en étant le plus objectif et le plus factuel possible. Ensuite, demandez aux participants de faire part des leurs. Consignez-les sur un tableau afin que les participants aient la possibilité d'échanger leurs points de vue à propos de ces préoccupations.

Voici des exemples de préoccupations d'acteurs de l'eau :

- ◇ Certains résidents se plaignent de l'augmentation de la croissance d'algues dans telle rivière en été;
- ◇ Certains résidents se plaignent de l'accès du bétail aux cours d'eau;
- ◇ Il y a une préoccupation générale concernant le mauvais état des fosses septiques dans le secteur en aval de tel bassin versant;
- ◇ La pêche n'est pas aussi bonne dans telle rivière qu'elle l'était autrefois;
- ◇ Les crues des rivières semblent être plus importantes qu'autrefois.

L'analyse de bassin versant comporte deux parties, soit le portrait des bassins versants et le diagnostic des ressources en eau. Le portrait est une description des principales caractéristiques

¹³ On peut aussi déterminer les préoccupations des acteurs de l'eau lors des rencontres qui sont organisées dans le cadre de l'analyse des acteurs (voir le chapitre 7).

des bassins versants qui sont utiles pour la gestion de l'eau (superficie, usages de l'eau, besoins en eau, utilisations du territoire, écosystèmes favorables à une eau de qualité, écosystèmes régulant les débits aquatiques, etc.). Par contre, le diagnostic est une étude des problèmes qui touchent les enjeux liés à l'eau et aux écosystèmes associés. La nature des problèmes, leurs effets sur les ressources en eau (quantité, qualité, accès, conflits d'usages, etc.), leur ampleur et leur emplacement dans les bassins versants y sont expliqués.

C) DÉTERMINATION DES ENJEUX ET DES ORIENTATIONS

Une fois qu'on connaît les usages importants de l'eau et des écosystèmes associés dans les bassins versants (portrait) ainsi que les problèmes qui s'y rattachent (diagnostic), il faut déterminer les enjeux, c'est-à-dire les défis fondamentaux de gestion de l'eau qui doivent être relevés par l'organisme dans le contexte de sa mission. On détermine ensuite les orientations, c'est-à-dire les pistes d'action qui seront privilégiées pour résoudre les problèmes relatifs aux enjeux. Ainsi, alors que l'enjeu concerne le « quoi », l'orientation concerne le « comment ». Une orientation donne des indications sur les types de solutions qui pourraient être utilisées. La détermination des enjeux et des orientations permet de dégager, sur le plan stratégique, une vue d'ensemble de la nature des actions qu'il faudra concevoir et mettre en œuvre. C'est un premier pas qui conduira à l'élaboration d'un plan d'action crédible et efficace.

D) DÉTERMINATION DES OBJECTIFS ET CHOIX DES INDICATEURS

À cette étape-ci, il faut fixer les objectifs que poursuivent les acteurs de l'eau réunis au sein de l'OBV à travers les projets et les activités qui seront réalisés. Pour être mobilisateurs, les objectifs doivent être quantifiés, dans la mesure du possible, et refléter la vision qu'ont les acteurs de l'eau des « biens livrables » qui doivent être obtenus à plus ou moins long terme (la vision). Les objectifs donnent une idée des cibles que l'on veut atteindre à la fin du cycle de gestion en cours. Citons l'état dans lequel les ressources en eau devraient se trouver, la résolution d'un conflit d'usages, etc. Il faut donc éviter de fixer des objectifs dont l'échéance dépasse le cycle de gestion en cours, car les actions qui sont liées à ces objectifs ne pourront pas être évaluées à la fin du cycle de gestion. Vous trouverez des renseignements sur le suivi et l'évaluation au chapitre 17.

Les indicateurs sont des mesures qui rendent compte des progrès accomplis dans la mise en œuvre des actions. Il existe plusieurs types d'indicateurs, notamment des indicateurs administratifs et des indicateurs d'efficacité. Les indicateurs administratifs sont des mesures qui peuvent être utilisées pour évaluer la performance administrative des projets qui sont mis sur pied. Citons le respect des échéanciers, le respect de certains règlements, le nombre de projets qui ont été réalisés par rapport au nombre de projets qui ont été planifiés, etc. Les indicateurs d'efficacité sont des mesures qui peuvent être utilisées pour évaluer, par exemple, la performance environnementale des projets, c'est-à-dire le degré d'amélioration de la « santé » des écosystèmes aquatiques.

E) ÉLABORATION D'UN PLAN D'ACTION

Le plan d'action est la section du PDE où sont présentés les projets qui seront mis en œuvre pendant le cycle de gestion en cours afin d'atteindre les objectifs visés, et dans laquelle un programme de suivi et d'évaluation du plan d'action est exposé. Pour réussir cet exercice, il faut, entre autres, se rappeler que la finalité du PDE est d'élaborer un plan d'action qui découle d'une vision commune et partagée. Ce plan d'action sera suivi pendant une certaine période de temps et évalué à la fin de cette période. Voici un principe fondamental qui doit orienter l'élaboration du plan d'action : la GIRE étant un processus à long terme, il n'est pas nécessaire que le plan d'action cherche à résoudre tous les problèmes qui préoccupent les acteurs de l'eau au cours d'un seul cycle de gestion. En d'autres termes, comme nous l'avons mentionné précédemment, le plan d'action doit chercher à concrétiser la vision qu'ont les acteurs de l'eau de l'état dans lequel les ressources en eau devraient se trouver à long terme. Cela dit, pour des raisons multiples (budget insuffisant, manque de consensus, etc.), il est acceptable de se concentrer sur quelques bassins versants, ou sur quelques sous-bassins lorsque la zone de gestion intégrée des ressources en eau ne comprend qu'un bassin versant, ou de se limiter à un nombre restreint d'enjeux.

Le plan d'action pourra comprendre une foule d'informations, notamment :

- ◇ Les solutions retenues (projets formels ou activités), incluant les programmes de renforcement des capacités (ex. : programmes de formation et de sensibilisation);
- ◇ Le programme de suivi et d'évaluation;
- ◇ Les responsabilités des différents partenaires (selon les engagements qu'ils ont pris);
- ◇ Le budget;
- ◇ Les sources de financement;
- ◇ Le calendrier de réalisation;
- ◇ La stratégie de mise en œuvre.

F) MISE EN ŒUVRE DU PLAN D'ACTION

En raison de la nature participative de la GIRE, la responsabilité de la mise en œuvre du plan d'action revient aux différents acteurs qui exercent de l'autorité sur un territoire touchant la zone de gestion intégrée des ressources en eau, conformément à leurs expertises, à leurs engagements ainsi qu'à leurs pouvoirs et devoirs d'intervention. Idéalement, tous les programmes gouvernementaux portant sur l'utilisation de la ressource hydrique (ex. : eau potable et prélèvements commerciaux d'eau souterraine), la lutte antipollution (ex. : assainissement municipal, industriel et agricole) et la protection ou la restauration des écosystèmes associés devraient être mis à contribution¹⁴. Il en est de même pour les programmes municipaux. C'est une condition préalable à la réalisation d'une vraie réforme de la gouvernance de l'eau.

Selon la dynamique organisationnelle, la mise en œuvre du plan d'action peut être relativement simple si les consensus nécessaires ont été établis aux étapes précédentes, notamment avec les acteurs qui doivent réaliser les investissements majeurs (ministères, municipalités, MRC, industries,

¹⁴ Vous devez donc indiquer dans votre plan d'action les programmes gouvernementaux de subvention qui peuvent servir à financer certains projets.

producteurs agricoles, etc.). Au cours de la période de mise en œuvre des actions, vous devez vous assurer que les ressources financières sont débloquées au rythme convenu pour que tout se déroule conformément au calendrier de réalisation. De plus, vous devez prendre des mesures pour que les résultats positifs qui sont obtenus à la suite de la mise en œuvre du plan d'action ne soient pas annulés par de nouvelles sources de contamination de l'eau ou encore par l'abandon de programmes d'information et de sensibilisation, pour ne citer que ces exemples.

G) SUIVI ET ÉVALUATION DU PLAN D'ACTION

Les organisations et le public qui appuient un projet de GIRE veulent savoir si les objectifs seront atteints s'ils continuent d'investir de l'argent et du temps dans les mesures de lutte antipollution, de restauration ou de prévention. C'est pourquoi le cycle de gestion intégrée des ressources en eau prévoit une étape de suivi et d'évaluation du plan d'action. Cela dit, prouver l'efficacité de certains projets, notamment ceux qui visent l'amélioration de la qualité de l'eau, est une tâche relativement difficile sur le plan scientifique. Par conséquent, le programme de suivi doit être élaboré soigneusement, et les résultats doivent être analysés par des spécialistes en la matière. Pour sa part, le programme d'évaluation doit aussi être élaboré soigneusement et intégré à la gestion des projets. Afin de conserver le soutien des acteurs de l'eau, vous devez mettre en œuvre le programme de suivi et d'évaluation en même temps que les projets, analyser les données et leur transmettre les résultats sur une base régulière.

Chapitre 3

Rappel de quelques connaissances générales sur les bassins versants et sur les processus qui s'y déroulent

Contenu du chapitre

- ◇ Connaissances sur les fonctions des bassins versants
- ◇ Connaissances sur le climat, l'hydrologie et la géomorphologie
- ◇ Connaissances sur la topographie, la géologie et les sols
- ◇ Connaissances sur l'hydrogéologie et les eaux souterraines
- ◇ Connaissances sur les critères de qualité de l'eau de surface

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec les connaissances de base sur les bassins versants;
- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec les processus physiques, chimiques et biologiques qui se déroulent dans les bassins versants;
- ◇ Vous voulez comprendre les informations que vous devriez inclure dans l'analyse de bassin versant;
- ◇ Vous voulez bien interpréter les résultats de l'analyse de bassin versant.

Quelle que soit l'échelle à laquelle on exerce son autorité (locale, régionale ou nationale), la prise de décisions qui touchent un bassin versant doit être considérée comme une grande responsabilité. Ces décisions doivent être basées sur une solide compréhension des particularités des bassins versants, et sur la manière dont les processus qui s'y déroulent influencent l'état quantitatif et qualitatif des ressources en eau (Watershed Professionals Network, 1999). À défaut d'une telle compréhension, les décisions peuvent avoir des effets négatifs sur ces ressources¹⁵. On entend par « processus » les mécanismes naturels physiques, chimiques et biologiques qui interagissent pour donner aux écosystèmes aquatiques, terrestres et riverains leurs caractéristiques particulières.

Dans le nouveau système de gouvernance des ressources en eau qui est en voie de s'implanter au Québec, le PDE est « l'instrument qui permettra une gestion plus efficace de l'eau, car les actions auront été proposées dans un cadre intégré et participatif » (ministère de l'Environnement, 2002 : 21). Par conséquent, plus sa qualité technique et scientifique sera bonne, plus il s'imposera comme une

¹⁵ Par exemple, le déboisement dans une MRC située dans la partie en amont d'un bassin versant, pour permettre la construction résidentielle, commerciale ou industrielle, peut provoquer des inondations dans la partie en aval de ce bassin versant. De la même façon, les activités humaines qui se déroulent dans la partie en amont d'un bassin versant peuvent augmenter la pollution des eaux de surface dans la partie en aval, ce qui pourrait augmenter les coûts de traitement de l'eau destinée à la consommation humaine.

référence chez les décideurs. Le présent chapitre vous rappelle brièvement quelques connaissances de base sur les bassins versants et sur les processus qui s'y déroulent pour vous aider à bien comprendre les informations que vous devriez inclure dans l'analyse de bassin versant, et pour vous aider à saisir l'importance de l'analyse et de ses résultats. Au besoin, vous pouvez consulter des ouvrages spécialisés pour parfaire vos connaissances sur les bassins versants et sur les processus en question.

3.1 LE BASSIN VERSANT ET SON RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

3.1.1 QU'EST-CE QU'UN BASSIN VERSANT?

Le terme « bassin versant » désigne un territoire dont toutes les eaux de surface s'écoulent naturellement vers un même point appelé « exutoire du bassin versant » (figure 3.1). Ce territoire est délimité physiquement par la ligne qui suit la crête des montagnes, des collines et des hauteurs du territoire, qu'on appelle « ligne des crêtes » ou « ligne de partage des eaux ». Les limites d'un bassin versant peuvent être circonscrites non seulement en référence à des eaux de surface (bassin versant hydrologique ou topographique), mais aussi en référence à des eaux souterraines (bassin versant hydrogéologique). Notons que les bassins versants hydrogéologiques sont délimités non pas à partir des lignes de crêtes topographiques, mais à partir des lignes de crêtes piézométriques (hauteur de l'eau dans le sol). Ainsi, le bassin versant hydrogéologique n'épouse pas nécessairement les limites du bassin versant topographique (Teclaff, 1967).

Plus on se déplace vers l'aval d'une rivière, plus le bassin versant qui s'y rapporte est grand. Étant donné qu'une rivière est alimentée par une multitude de « sources » réparties le long de son parcours, celles-ci s'accumulent à mesure qu'on s'approche de l'exutoire. En d'autres termes, une rivière grandit et voit normalement son débit s'accroître au fur et à mesure qu'elle s'écoule vers son embouchure. Chaque bassin versant se subdivise en un certain nombre de sous-bassins, qui correspondent à la surface d'alimentation des affluents qui se jettent dans le cours d'eau principal. Les bassins versants sont ainsi imbriqués les uns dans les autres depuis l'amont jusqu'à l'aval d'un cours d'eau (figure 3.2) (Pidwirny, 2006e).

Le bassin versant est caractérisé par un certain nombre de grandeurs physiques importantes. Citons, entre autres, sa surface (km²), les précipitations qu'il reçoit (mm), la courbe hypsométrique, c'est-à-dire la relation surface-altitude, la densité de drainage, c'est-à-dire le rapport entre la longueur



Source : carte 92L/9 (Minstrel Island, C.-B.)

--- Limite du bassin versant
 - - - - - Limite d'un sous-bassin versant

Source : Ressources naturelles Canada (2008)

Figure 3.1 Limites d'un bassin versant

de tous les ruisseaux et la surface (cette densité donne des informations sur l'importance relative des transports en milieu terrestre et en milieu aquatique), de même que les utilisations du territoire comme les surfaces (km²) de forêts, de terres agricoles, de marécages ou de lacs.

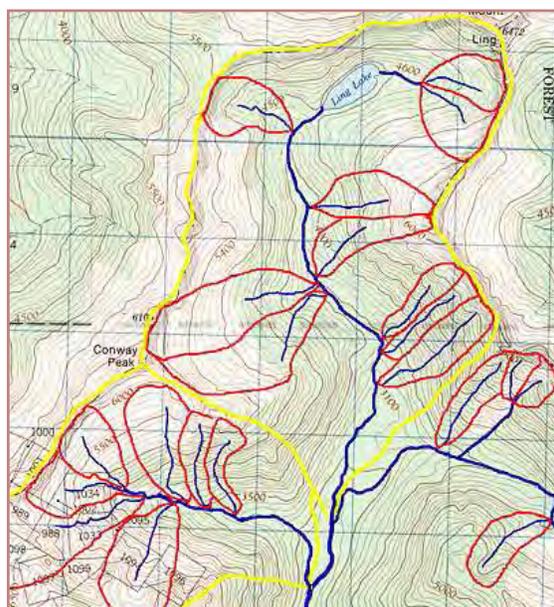
Les bassins versants ont des formes et des tailles variées, et ils peuvent chevaucher plusieurs États, provinces, municipalités et autres divisions territoriales. Par exemple, le bassin de l'Amazonie – le plus grand au monde – couvre une superficie de 6 157 millions de km², dont près des deux tiers sont au Brésil; le reste se trouve au Pérou (presque un million de km²), en Bolivie (0,825 million de km²), en Colombie et en Équateur. Le débit de l'Amazonie près de son embouchure, de loin le plus important sur terre, atteint une moyenne de 150 000 m³/s (Anton, 1995).

La plupart des gens vivent dans des bassins versants qu'ils ont modelés à leurs besoins à travers l'histoire (FAO, 2006). À l'exception d'un nombre restreint de territoires protégés, l'écologie de la plupart des bassins versants est façonnée par les humains de plusieurs manières. Les facteurs relatifs à l'écologie humaine se répartissent en quatre principales catégories : dynamiques des populations locales; intérêts externes; moyens d'existence locaux; et politiques, lois et normes (figure 3.3). Les interactions entre ces facteurs déterminent largement les conditions environnementales d'un bassin versant à un moment donné.

Comme unités de planification, les bassins versants englobent souvent plusieurs territoires administratifs et politiques. Cependant, avant 1970, la plupart des initiatives en matière de GIRE étaient axées sur la résolution de problèmes locaux, et ne tenaient pas compte des interrelations entre les problèmes et les caractéristiques biophysiques, économiques et sociales des bassins versants à un niveau plus global (Heathcote, 1998).

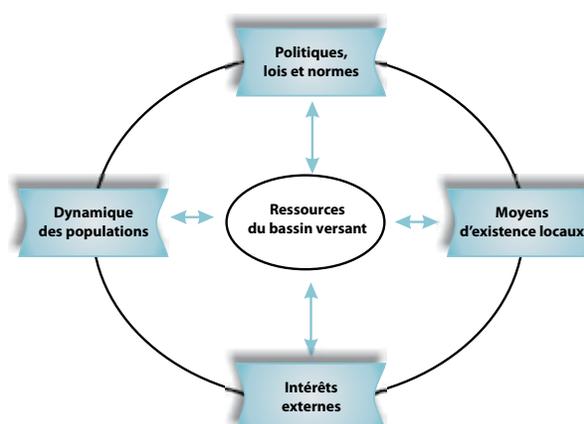
3.1.2 FONCTIONS D'UN BASSIN VERSANT

Un bassin versant remplit plusieurs fonctions importantes. Citons les fonctions hydrologiques, écologiques et socioéconomiques.



Source : Pidwirny (2006a)

Figure 3.2 Un bassin versant et quelques-uns de ses sous-bassins



Source : FAO (2006)

Figure 3.3 Écologie humaine des bassins versants

Un bassin versant remplit trois fonctions hydrologiques : (1) il recueille l'eau qui provient de l'atmosphère sous forme de pluie et de neige; (2) il accumule une certaine quantité de l'eau qui tombe à l'intérieur de ses limites; (3) il fait circuler l'eau à travers le sol vers les sources, puis vers les ruisseaux, les rivières, les lacs et les océans. Nous reviendrons sur les fonctions hydrologiques à la section 3.2.3.

Un bassin versant remplit au moins deux fonctions écologiques (Black, 1997) : (1) il procure des sites d'échanges et des mécanismes essentiels à la production des réactions chimiques nécessaires aux organismes vivants; (2) il procure un habitat à la faune et à la flore. Les perturbations des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de l'eau qui sont causées par l'homme ont parfois des effets négatifs sur les fonctions écologiques d'un bassin versant ainsi que sur la faune et la flore. Ces perturbations peuvent aller jusqu'à mettre en péril toute la chaîne alimentaire, non seulement de la vie aquatique, mais aussi des humains. Un bassin versant est un milieu potentiellement fragile qui doit absolument être préservé pour notre survie en tant qu'espèce humaine.

Un bassin versant remplit aussi des fonctions socioéconomiques. Depuis les civilisations anciennes jusqu'à nos jours, les bassins versants ont été le siège de la vie, qu'elle soit humaine, animale ou végétale. Un bref regard sur l'histoire démontre la relation étroite qui existe entre la stabilité d'un groupe de personnes, son économie, son développement social et la disponibilité de l'eau (Newson, 1988; Smith, 1969). Cela est particulièrement vrai au Québec, où l'implantation humaine est associée aux cours d'eau. Les premiers établissements (Québec, Montréal, Trois-Rivières et Gaspé) ont été fondés le long du Saint-Laurent. Par la suite, les ancêtres des Québécois ont remonté les principaux affluents du fleuve pour fonder des villes en bordure ou à la confluence des rivières. C'est le cas, notamment, des villes de Sherbrooke, Saguenay et Gatineau. C'est grâce aux ressources hydriques que le Québec a pu prendre son essor industriel aux XIX^e et XX^e siècles dans les domaines du textile, des pâtes et papiers, de l'électrochimie, de l'aluminium et de l'hydroélectricité. Les rivières ont donc favorisé l'implantation humaine et le développement économique du Québec.

3.1.3 NATURE ET STRUCTURE DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

On appelle « réseau hydrographique » l'ensemble des cours d'eau naturels ou artificiels, permanents ou temporaires, par où s'écoulent les eaux qui proviennent du ruissellement ou qui sont restituées par les nappes souterraines, soit sous forme de sources, soit par restitution continue le long d'un cours d'eau (Roche, 1963). La différenciation du réseau hydrographique d'un bassin est due à quatre facteurs principaux (Musy, 2005) :

- ◇ La géologie. Par sa plus ou moins grande sensibilité à l'érosion, la nature du substratum influence la forme du réseau hydrographique, qui n'est habituellement pas le même dans une région où prédominent les roches sédimentaires¹⁶, par comparaison avec les régions où les roches ignées¹⁷ sont abondantes. La structure de la roche, sa forme, ses failles et ses plissements forcent le courant à changer de direction;
- ◇ Le climat. Le réseau hydrographique est dense dans les régions montagneuses très humides

¹⁶ Voir la définition dans la section 3.4.2

¹⁷ Voir la définition dans la section 3.4.2.

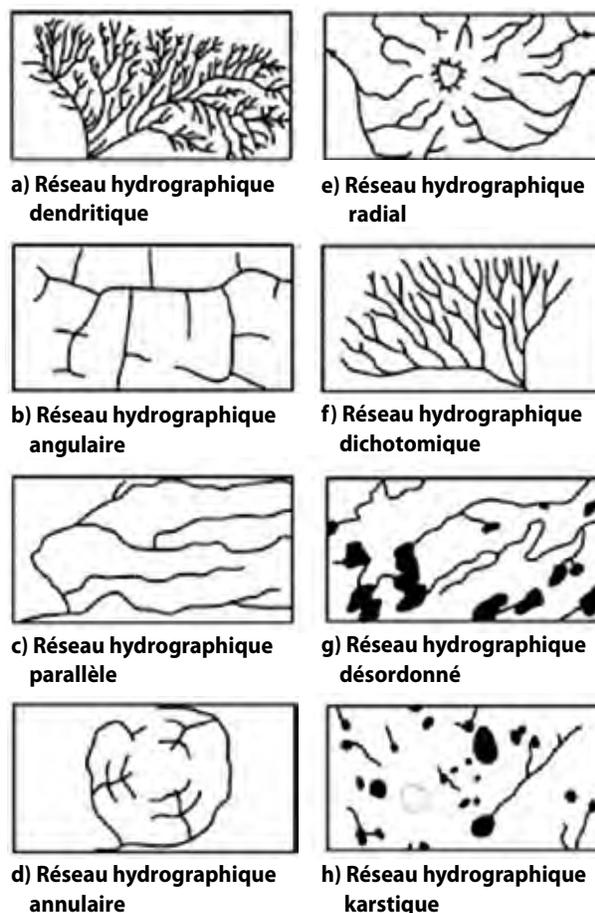
- ◇ et tend à disparaître dans les régions désertiques;
- ◇ La pente du terrain. Elle détermine si les cours d'eau sont en phase érosive ou sédimentaire. Dans les zones plus élevées, les cours d'eau participent souvent à l'érosion de la roche sur laquelle ils s'écoulent. Au contraire, dans les plaines, les cours d'eau s'écoulent sur un lit où la sédimentation prédomine;
- ◇ Les interventions humaines comme le drainage des terres agricoles, la construction de barrages, l'endiguement, la protection des rives¹⁸ et le redressement des cours d'eau modifient le tracé original du réseau hydrographique.

Il existe plusieurs types de réseaux hydrographiques (Gagnon, 1974). Il peut s'agir de réseaux dendritique, angulaire, annulaire, radial, dichotomique, désordonné, karstique, etc. (figure 3.4). Dans un même bassin versant, les cours d'eau suivent habituellement un de ces types de réseaux, mais peuvent en suivre plusieurs si le contexte géologique ou géomorphologique est varié (Musy, 2005).

L'ordre des cours d'eau est une classification qui reflète leurs ramifications. Il existe plusieurs types de classifications des tronçons des cours d'eau, dont la classification de Strahler (Strahler, 1957), qui est la plus utilisée (figure 3.5). Cette classification permet de décrire sans ambiguïté le développement du réseau de drainage d'un bassin de l'amont vers l'aval. Elle se base sur les règles suivantes : (1) tout cours d'eau dépourvu de tributaires est d'ordre un; (2) le cours d'eau formé par la confluence de deux cours d'eau d'ordre différent prend l'ordre du plus élevé des deux; (3) le cours d'eau formé par la confluence de deux cours d'eau du même ordre est augmenté de un.

3.2 CLIMAT ET PRÉCIPITATIONS

Le climat régional contrôle l'hydrologie des bassins versants en déterminant les entrées d'eau et d'énergie (Shilling et al., 2005). Les formes de précipitations, leur distribution temporelle et saisonnière, leur fréquence, leur intensité et leur durée sont toutes des facteurs importants à évaluer pour bien analyser un bassin versant (DeBarry, 2004). Cela dit, la nature de l'information dont on a besoin relativement



Source : Ressources naturelles Canada (2008)

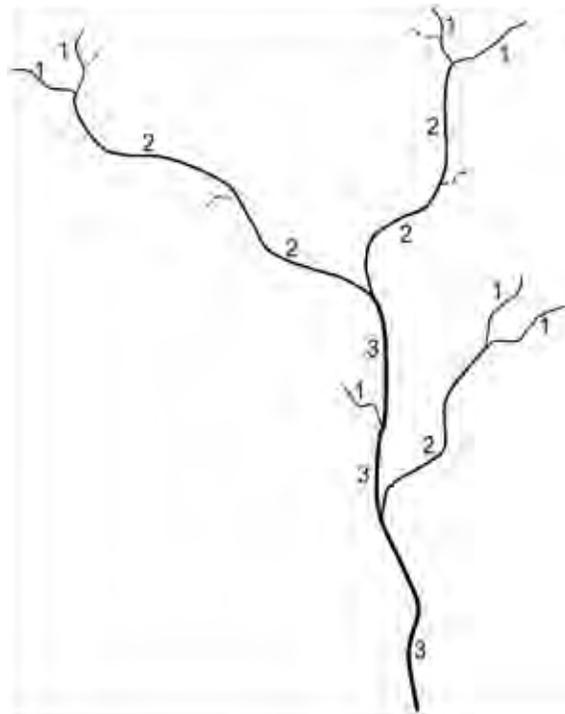
Figure 3.4 Nomenclature des principaux réseaux hydrographiques

¹⁸ La rive est une bande de terre qui longe un cours d'eau et qui est situé, la plupart du temps, en dehors du milieu aquatique. Au sens de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (Éditeur officiel du Québec, 2005), la rive s'étend sur une largeur de 10 ou 15 mètres au-delà de la ligne des hautes eaux.

aux précipitations dépend du problème à traiter : bilan hydrique¹⁹, crue²⁰ maximale sur un bassin versant, sécheresses et étiages, etc. D'autre part, les méthodes d'interprétation peuvent différer suivant la nature des observations existantes (Roche, 1963).

3.2.1 CLIMAT

L'énergie apportée par le soleil est nécessaire à l'évaporation de l'eau et à la fonte de la neige. Lorsqu'on parle du climat, on considère généralement le climat « moyen » d'une région, lequel tient compte des variations entre les saisons et les années, qui sont présentées soit sous forme de moyennes (normales), soit sous forme d'extrêmes. Les composantes climatiques les plus importantes pour l'analyse de bassin versant sont les précipitations, la radiation solaire, la température de l'air, l'humidité relative et le vent. Le climat a une grande influence sur les ressources en eau et sur les processus biologiques dans un bassin versant (Heathcote, 1998).



Source : Moisan & Pelletier (2008)

Figure 3.5 Classification d'un réseau hydrographique selon le système de Strahler

Jusqu'à une époque encore récente, la caractérisation du climat, avait toujours été effectuée sur la base de l'analyse des données historiques. Cependant, depuis le développement des connaissances sur le phénomène des changements climatiques, la stabilité du climat ne peut plus être considérée comme une hypothèse de base. Il est bien connu que le climat a connu de profonds bouleversements au cours de l'histoire de la terre, mais les données scientifiques à ce sujet démontrent bien que ces modifications naturelles se font à un rythme si lent (à l'échelle de plusieurs dizaines de milliers d'années) que l'hypothèse de la stabilité du climat à l'échelle temporelle des activités humaines courantes a toujours été considérée comme fondamentale. Par contre, il a été clairement démontré que les changements climatiques prévus pour les décennies à venir sont très majoritairement le fait des activités humaines dans les pays développés. En effet, par l'émission massive de gaz dits « à effet de serre », dont les principaux sont le gaz carbonique (CO_2) et le méthane ou gaz naturel (CH_4), ces activités accélèrent le phénomène de réchauffement global de la planète à un rythme tel que l'évolution du climat doit dorénavant faire partie intégrante de la planification actuelle de nos activités. Les modifications de ce réchauffement sur le cycle de l'eau font sans doute partie des impacts qui auront le plus de conséquences sur l'ensemble des écosystèmes et sur les activités humaines. Aussi, dorénavant, la planification de la gestion de l'eau devra tenir compte des effets potentiels des changements climatiques sur cette ressource.

¹⁹ Bilan d'eau fondé sur le principe voulant que, pendant un certain intervalle de temps, le total des apports à un bassin versant doit être égal au total des sorties plus la variation positive ou négative du volume d'eau stocké dans le bassin versant.

²⁰ Écoulement relativement fort tel qu'il a été mesuré par la hauteur d'eau ou le volume.

3.2.2 PRÉCIPITATIONS

On appelle « précipitations » toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie ou averse) que sous forme solide (neige, grésil ou grêle), et les précipitations déposées ou occultes (rosée, gelée blanche, givre, etc.). Elles sont provoquées par un changement de température ou de pression (Musy, 2005). Au point de vue hydrologique, on peut dire que les précipitations constituent l'eau qui entre dans un bassin versant à partir de l'atmosphère sous forme liquide ou solide. En d'autres termes, les précipitations sont la source principale de notre approvisionnement en eau. La demande sans cesse croissante en eau, devant un approvisionnement quasi constant, force l'homme à planifier efficacement l'utilisation de cette ressource (Gray, 1972).

L'échelle temporelle considérée pour la représentation des précipitations dépend beaucoup de l'échelle temporelle des phénomènes hydrologiques en cause. Par exemple, en matière de ruissellement urbain, l'analyse des débits de pointe²¹ considérés pour l'analyse des réseaux d'égouts pluviaux requerra la connaissance de l'intensité des précipitations sur des intervalles généralement de l'ordre de 5, 10 ou 30 minutes, alors qu'à l'autre extrémité, l'analyse de la recharge des nappes phréatiques fera notamment intervenir les quantités de précipitations annuelles.

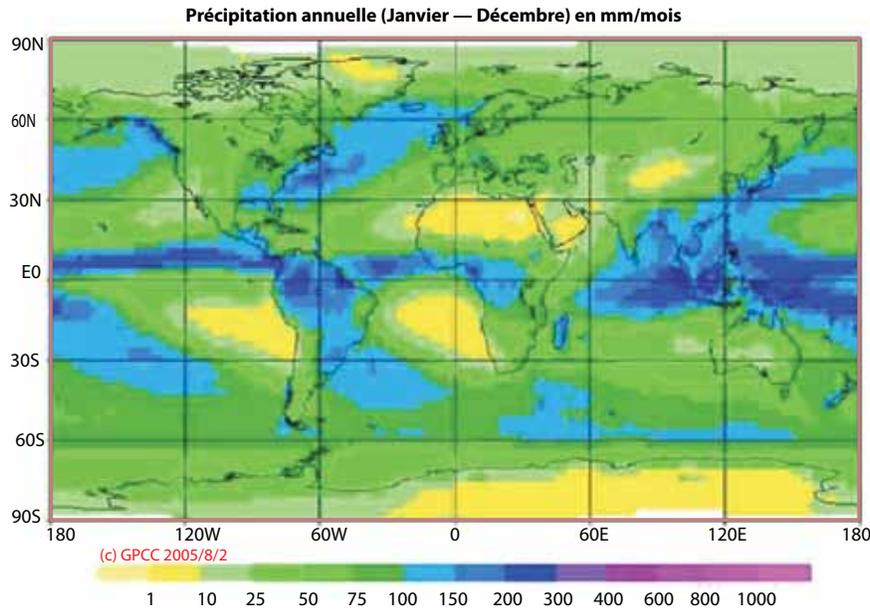
Les précipitations sont le facteur essentiel des régimes hydrologiques, puisqu'elles constituent la matière première des débits des cours d'eau (Roche, 1963). Elles constituent aussi un des processus hydrologiques les plus variables (figure 3.6). D'une part, elles sont caractérisées par une grande variabilité dans l'espace, et ce, quelle que soit l'échelle spatiale considérée (régionale, locale, internationale, etc.). D'autre part, elles sont caractérisées par une grande variabilité dans le temps, aussi bien à l'échelle annuelle qu'à celle d'un événement pluvieux (Musy, 2005).

Parmi les caractéristiques des précipitations qui sont importantes pour l'analyse de bassin versant, mentionnons leur moyenne annuelle, leur variabilité annuelle, leur distribution saisonnière, leur type (pluie par rapport à neige), la fréquence des pluies de différentes intensités et les durées des orages (Shilling et al., 2005). Les précipitations moyennes annuelles varient entre 800 et 1 200 millimètres sur l'ensemble du territoire québécois (figure 3.7). Celles-ci atteignent leur maximum au cours des mois de l'été où elles tombent sous forme de pluie (Ressources naturelles Canada, 2007a).

3.3 HYDROLOGIE ET GÉOMORPHOLOGIE FLUVIALE

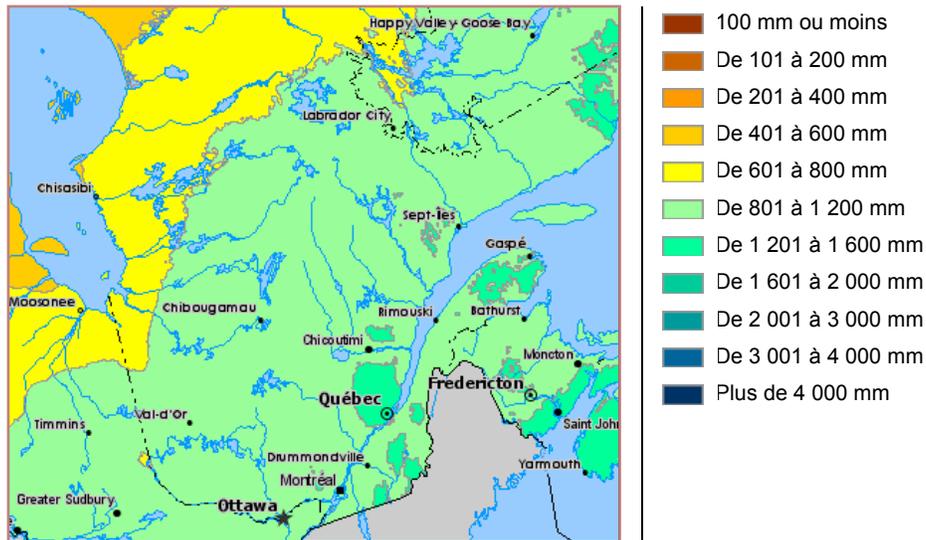
Une fois l'eau des précipitations entrée dans le système terrestre, son écoulement et son impact sur le sol sont les deux domaines des sciences de la terre qui sont nécessaires à la compréhension des processus en cours dans le bassin versant (DeBarry, 2004). Le premier est l'hydrologie et le second est la géomorphologie fluviale; la compréhension des interactions générales entre l'eau et le territoire est fondamentale pour établir le diagnostic des ressources en eau (Shilling et al., 2005).

²¹ On appelle « débit de pointe », le débit maximal instantané d'un hydrogramme donné. On appelle « hydrogramme » l'expression ou la représentation, graphique ou non, de la variation des débits dans le temps.



Source : Pidwirny(2006b)

Figure 3.6 Répartition des précipitations totales moyennes annuelles à l'échelle du globe pour la période allant de 1980 à 2004



Source : Ressources naturelles Canada (2007a)

Figure 3.7 Répartition des précipitations totales moyennes annuelles dans la province de Québec

3.3.1 HYDROLOGIE

L'hydrologie est la science qui étudie l'eau et ses mouvements sur la terre. Dans le cadre de l'élaboration d'un PDE, vous pourriez avoir à évaluer certaines caractéristiques hydrologiques des bassins versants, à savoir la nature du réseau hydrographique, les débits des cours d'eau et les précipitations. Sachez que, outre les analyses de phénomènes tels que les inondations, les sécheresses, les problèmes d'étiage et les problématiques d'érosion, le débit des cours d'eau est

utile, par exemple, pour déterminer les périodes de l'année où la dilution des contaminants est la plus élevée ou la plus faible, de même que pour prendre en considération la notion de débit écologique pouvant entrer en ligne de compte comme critères pour la gestion des prélèvements d'eau. Les facteurs qui influencent le débit des cours d'eau sont les précipitations, la longueur et la pente du cours d'eau de même que les zones de recharge de la nappe d'eau souterraine²² (Perez, Halterman, Hodory, & White, 1997). Par ailleurs, bien que plusieurs facteurs physiques du bassin versant entrent en ligne de compte, tels que les types de sol, la couverture végétale, la topographie et les aménagements, il existe généralement une assez forte corrélation entre le débit et la superficie du bassin versant concerné.

3.3.1.1 CYCLE HYDROLOGIQUE

Le cycle hydrologique, ou « cycle de l'eau », est un concept qui explique le mouvement constant de l'eau (eau de surface et eau souterraine) entre la terre et l'atmosphère, par évaporation et transpiration, et entre l'atmosphère et la terre, sous différentes formes de précipitations (figure 3.8). Les océans, qui couvrent 70 % de la surface de la terre, jouent un grand rôle dans le mouvement de l'eau à travers ce cycle.

Le cycle hydrologique n'a ni commencement ni fin. Sous l'effet du rayonnement solaire, l'eau évaporée à partir de la surface de la végétation, du sol ou des plans d'eau (fleuves, lacs, océans, etc.) entre dans l'atmosphère. L'élévation d'une masse d'air humide permet le refroidissement général nécessaire pour l'amener à saturation et provoquer la condensation de la vapeur d'eau sous forme de gouttelettes constituant les nuages, en présence de noyaux de condensation. Puis, la vapeur d'eau, transportée et temporairement emmagasinée dans les nuages, est restituée aux océans et aux continents par l'intermédiaire des précipitations.

Les précipitations qui tombent dans un bassin versant peuvent emprunter trois voies (Watershed Professionals Network, 1999) :

1. Une partie est interceptée par la végétation et s'évapore ou transpire pour retourner vers l'atmosphère;
2. Une partie est emmagasinée dans la glace, l'eau souterraine, les étangs ou les milieux humides pour une période de temps variable;
3. Une partie ruisselle à la surface du sol ou pénètre dans le sol et s'écoule vers le réseau hydrographique (ruisseaux, rivières, etc.) pour ensuite retourner à l'océan.

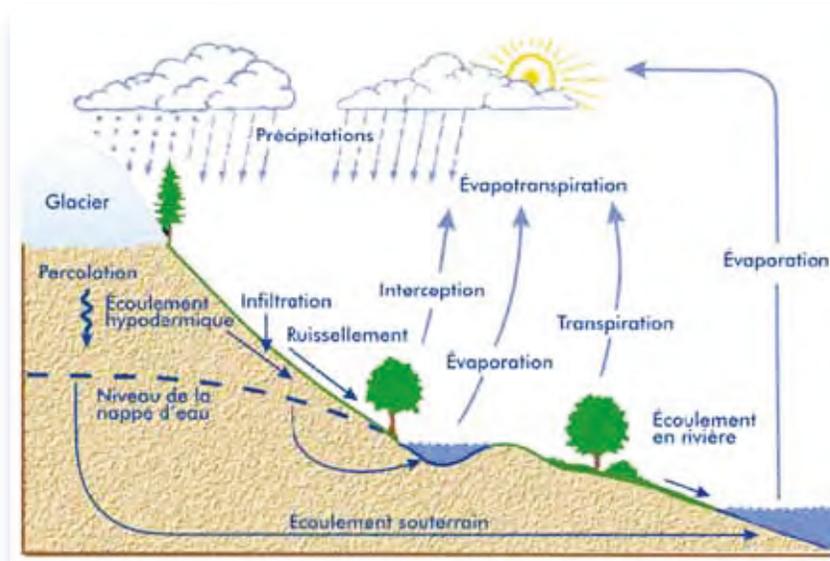
La chaleur provenant du soleil peut permettre l'évaporation de l'eau de n'importe quel point du cycle, de la surface de la végétation, du sol ou des plans d'eau. Le taux d'évaporation de l'eau dans un bassin versant dépend surtout de la surface d'eau qui est exposée à l'air, de la température de l'air, de l'humidité et du vent. La transpiration est l'eau perdue par les plantes vivantes et qui retourne vers l'atmosphère. L'évapotranspiration²³ est la somme de l'évaporation et de la transpiration. Dans un bassin versant, la différence entre la quantité d'eau de pluie et la quantité d'eau de ruissellement

²² Ensemble de l'eau contenue dans une fraction perméable de la croûte terrestre totalement imbibée, conséquence de l'infiltration de l'eau dans les moindres interstices du sous-sol et de son accumulation au-dessus d'une couche imperméable.

²³ Quantité d'eau transférée du sol vers l'atmosphère par évaporation et transpiration des plantes.

s'explique largement par l'évapotranspiration. La quantité d'eau interceptée, évaporée et transpirée dépend du type de végétation et de l'importance relative de la superficie qu'elle occupe dans le bassin versant.

L'eau qui tombe dans un bassin versant a tendance à ruisseler dans le sens de la pente du terrain, sous l'influence de la force de gravité. L'intensité des précipitations, c'est-à-dire le taux auquel l'eau tombe à la surface du sol, est généralement inférieure au coefficient d'infiltration (taux auquel l'eau pénètre dans le sol). Par conséquent, la plus grande partie des précipitations s'infiltrate dans le sol, si bien que le ruissellement est généralement faible ou nul. Lorsque l'intensité des précipitations est supérieure au coefficient d'infiltration, le ruissellement de l'eau se produit.



Source : Gangbazo (2004b)

Figure 3.8 Schéma du cycle hydrologique

La diminution du coefficient d'infiltration accroît la proportion du volume de ruissellement de l'eau vers les rivières. Puisque l'eau est véhiculée beaucoup plus vite par ruissellement de surface que par infiltration dans le sol, les débits de pointe qui en résultent sont plus élevés et sont observés plus vite que dans les conditions normales. La diminution du coefficient d'infiltration réduit aussi l'emmagasinement de l'eau et provoque des étiages²⁴ plus graves que dans les conditions normales. L'eau qui pénètre dans le sol s'infiltrate verticalement jusqu'à la nappe phréatique; de là, elle se déplace vers les rivières ou elle percole en profondeur pour rejoindre l'eau souterraine. La proportion d'eau qui ruisselle peut aussi être accrue en raison de l'intervention humaine. Le cas le plus flagrant est celui du ruissellement urbain, où une proportion plus ou moins importante de la surface du bassin versant est imperméabilisée; les eaux précipitées sont donc forcées d'y ruisseler presque en totalité. L'impact de l'urbanisation sur l'augmentation des débits de pointe peut être très importante (voir la section 3.2.3.4).

À l'échelle du globe, l'eau peut être entreposée dans n'importe lequel des réservoirs suivants : atmosphère, océans, lacs, rivières, sols, glaciers, terres enneigées ou nappes souterraines. Elle est continuellement en circulation entre ces divers réservoirs, grâce aux processus d'évaporation, de

²⁴ Plus bas niveau des eaux d'un cours d'eau.

condensation, de précipitation, de déposition, de ruissellement, de sublimation, de transpiration, de fonte et de circulation souterraine. Le tableau 3.1 décrit le temps de résidence type de l'eau dans les principaux réservoirs. En moyenne, l'eau est renouvelée dans les rivières une fois tous les 16 jours, alors qu'elle est complètement remplacée dans l'atmosphère une fois tous les huit jours. Les temps de renouvellement sont plus longs dans les grands lacs, les glaciers, les océans et les nappes souterraines. Le remplacement de l'eau dans ces réservoirs peut prendre des centaines à des milliers d'années. Certains de ces réservoirs (particulièrement les réservoirs d'eau souterraine) sont utilisés par les humains à des taux qui dépassent largement leur temps de renouvellement. Ce type d'utilisation de la ressource fait qu'en réalité, l'eau contenue dans ces réservoirs est non renouvelable.

Tableau 3.1 Temps de résidence type de l'eau dans différents réservoirs

Réservoir	Temps de résidence moyen
Glacier	De 20 à 100 ans
Couverture de neige saisonnière	De 2 à 6 mois
Humidité du sol	De 1 à 2 mois
Nappe souterraine (peu profonde)	De 100 à 200 ans
Nappe souterraine (profonde)	10 000 ans
Lac	De 50 à 100 ans
Rivière	De 2 à 6 mois

Source : Pidwirny (2006c)

3.3.1.2 ÉCOULEMENT EN RIVIÈRE ET DÉBIT DES RIVIÈRES

L'écoulement en rivière réfère à l'écoulement de l'eau dans le canal formé par une rivière. Le débit d'une rivière représente le volume d'eau qui passe dans le canal pendant une certaine période de temps. Dans le cas d'un canal rectangulaire, le débit peut être mathématiquement exprimé à l'aide de l'équation suivante :

$$Q = W \times D \times V \quad (\text{éq. 3.1})$$

où :

Q = débit de la rivière, mesuré généralement en mètres cubes par seconde;

W = largeur du canal, en mètres;

D = hauteur de l'eau dans le canal, en mètres;

V = vitesse moyenne de l'eau dans le canal, en mètres par seconde.

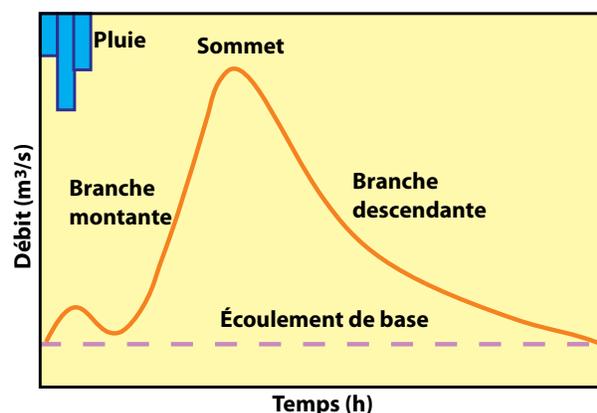
Les débits de plusieurs rivières du Québec sont suivis en continu à l'aide d'instruments de mesure appelés « stations hydrométriques ». Si l'on tient compte des stations hydrométriques mesurant les débits des rivières et celles qui mesurent les niveaux d'eau des lacs et des réservoirs, le réseau hydrométrique public québécois, géré par le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ), compte quelque 250 stations. De ce nombre, environ 150 sont suivies en temps réel, et leurs enregistrements peuvent être consultés sur le site Web du MDDEP à l'adresse suivante : <http://www.cehq.gouv.qc.ca/suivihydro/index.asp>. Certaines de ces stations sont en activité depuis le début des années 1900,

alors que d'autres ont été installées plus récemment. Les données de débits enregistrées à ces stations permettent de tracer des hydrogrammes, c'est-à-dire une représentation graphique de la variation temporelle des débits dans un tronçon du cours d'eau. Le graphique (figure 3.9) illustre un hydrogramme de crue type.

Ce graphique montre un certain nombre de caractéristiques (Pidwirny, 2006e) :

- ◇ Une petite montée causée par la pluie qui tombe directement dans la rivière, laquelle indique que le débit de la rivière est en train de changer à cause de cette pluie. Notons qu'en pratique, il n'est pas toujours évident de constater ce genre de phénomène, surtout si la superficie du bassin versant est grande;
- ◇ Il y a un intervalle de temps plus ou moins long entre le moment où la pluie commence à tomber et le début de l'augmentation accélérée du débit. Ce délai est dû au temps nécessaire pour que les précipitations qui tombent sur le bassin versant atteignent la station d'enregistrement. En général, plus le bassin versant est grand, plus le délai est long, et plus la montée de l'hydrogramme est progressive. Un petit bassin versant aura généralement tendance à réagir plus rapidement et à présenter une augmentation du débit plus abrupte;
- ◇ L'afflux du ruissellement produit sur le bassin versant et se concentrant dans les petits cours d'eau qui finissent par rejoindre la rivière résulte en une augmentation plus ou moins rapide du débit de celle-ci;
- ◇ La phase descendante (ou « décrue ») de l'hydrogramme est moins abrupte que celle de la montée. La phase descendante représente l'eau de ruissellement de surface et d'écoulement souterrain. De même que pour la montée de l'hydrogramme, la décrue d'un petit bassin se fera normalement plus rapidement que celle d'un grand bassin;
- ◇ Après un certain temps, l'hydrogramme revient à un niveau constant appelé « écoulement de base ». La plus grande partie de l'écoulement de base provient de l'écoulement souterrain qui rejoint la rivière très lentement et qui contribue à l'alimenter au cours des périodes sèches.

Il est important de mentionner que tous les hydrogrammes ne se ressemblent pas. Dans les faits, la forme et l'amplitude de l'hydrogramme sont contrôlées par deux séries de facteurs : (1) des facteurs permanents : pente du bassin, structure des sols, type de végétation, densité du réseau hydrographique, etc.; (2) des facteurs transitoires : facteurs associés aux précipitations, soit la hauteur totale, l'intensité et la durée de la pluie, etc.



Source : Pidwirny (2006e)

Figure 3.9 Hydrogramme de crue d'une rivière

3.3.1.3 EAUX DE SURFACE

Dans plusieurs cas, on établit un diagnostic des ressources en eau parce qu'on perçoit un problème

relatif à l'eau de surface (cours d'eau et lacs) : par exemple, il n'y a pas assez d'eau, il y en a trop au mauvais moment, sa disponibilité a changé d'une saison à l'autre, l'eau est polluée, etc. (Shilling et al., 2005). Le fait que les eaux de surface rendent possible la vie aquatique est aussi une raison qui justifie l'établissement de plusieurs diagnostics des ressources en eau. La disponibilité de l'eau de surface pour permettre les usages municipaux et industriels, pour assurer l'irrigation et le fonctionnement des installations hydroélectriques est un enjeu social et économique majeur du Québec.

Les problématiques associées aux eaux de surface qui sont souvent évaluées grâce au diagnostic des ressources en eau touchent la quantité, la qualité et la période de temps où l'eau est disponible. Dans la plupart des cas, on parlera plutôt d'une quantité d'eau sur une certaine période de temps. Dans les cours d'eau, l'eau circule, si bien que l'on peut estimer la quantité d'eau qui est passée à un point donné pendant une période de temps donnée. Cependant, lorsque la circulation de l'eau paraît imperceptible, comme dans le cas des lacs, la fluctuation du niveau de l'eau (et le volume correspondant) prouve bien qu'il y a une dynamique fluctuante d'apport et d'évacuation d'eau affectant ces plans d'eau, si bien que le temps doit être pris en considération.

3.3.2 GÉOMORPHOLOGIE FLUVIALE

3.3.2.1 DÉFINITION ET IMPORTANCE DE LA GÉOMORPHOLOGIE FLUVIALE

La géomorphologie fluviale est la science qui étudie la dynamique des cours d'eau et de leur forme en portant une attention particulière à l'interrelation entre la structure de l'écoulement, le transport sédimentaire et la morphologie fluviale (Leeder, 1983). Grâce à une telle approche, il est possible d'avoir une vision d'ensemble d'un bassin versant et de comprendre les processus qui sont à l'origine des modifications naturelles liées à la dynamique des cours d'eau.

On prend conscience de la nature dynamique des cours d'eau lorsque cette dernière entre en conflit avec les utilisations du territoire. Le développement des agglomérations urbaines s'étant fait principalement à proximité des cours d'eau, en raison des différents services qu'ils nous rendent, les risques de conflit sont d'autant plus élevés. Embâcles, inondations, affaissement des routes, minage des ponts, pertes de terres agricoles sont autant d'aléas que l'aménagement des cours d'eau vise à contrôler. Ainsi, pour éviter ces problèmes, on construit des digues et des enrochements, on végétalise les berges, on modifie la vitesse de l'écoulement par des seuils, et on change le cours de l'écoulement. Or, tout aménagement, s'il n'est pas basé sur une compréhension globale de la géomorphologie du cours d'eau, comporte des risques.

De plus, on a fait subir à de nombreuses rivières des modifications substantielles de leurs berges, de leur lit ou de leur tracé, de manière à adapter leur cours aux utilisations du territoire. Or, ces modifications transforment la dynamique naturelle des cours d'eau et ont comme conséquences, sur le plan économique, de déstabiliser les infrastructures humaines, et, sur le plan écologique, de dégrader les milieux riverains et aquatiques. Les notions de géomorphologie fluviale qui sont présentées dans la présente section visent à éclairer votre compréhension de la dynamique des cours d'eau. Cependant, il est important de noter que, dans bien des cas, l'avis d'un géomorphologue

sera nécessaire pour déterminer les processus en cours, pour préciser les aménagements à effectuer pour préserver les utilisations du territoire ou pour rétablir les caractéristiques naturelles des cours d'eau. En effet, certains d'entre eux sont peu visibles (comme l'aggradation du lit) et peuvent avoir des répercussions considérables. Il est donc possible que de plus amples renseignements soient nécessaires, comme la quantité de sédiments véhiculés dans un segment, que l'on obtient en réalisant un bilan sédimentaire, pour évaluer adéquatement les causes de certaines problématiques.

Il est nécessaire de savoir que tout cours d'eau adapte sa morphologie (largeur, profondeur, pente du lit et sinuosité) pour assurer le transit optimal des débits liquides et solides (Malavoi, Bravard, Piégay, Hérouin, & Ramez, 1998). En vue d'atteindre un équilibre, il s'ajuste verticalement, latéralement, ou les deux à la fois, grâce à l'érosion ou à l'accumulation sédimentaire. Ce phénomène est généré principalement par la capacité du cours d'eau (transport d'une quantité de matériaux) et par sa compétence (taille maximale des sédiments transportés). Une exposition prolongée du cours d'eau à l'érosion ou à une accumulation de sédiments module l'évolution et le développement dynamique de son chenal. Lorsque le dépôt des sédiments excède la capacité du cours d'eau, une élévation du lit, nommée « aggradation », survient. En revanche, lorsque la capacité de transport du cours d'eau est supérieure à la déposition, la dégradation apparaît, c'est-à-dire la diminution du niveau du lit aussi appelée « incision » (Niezgoda & Johnson, 2005). Ces deux processus, bien que naturels, doivent être observés, car ils peuvent également être symptomatiques d'un ajustement du cours d'eau survenant à la suite de changements ou de perturbations dans le bassin versant (ex. : coupe forestière, imperméabilisation du sol, etc.).

Tout aménagement effectué dans un cours d'eau modifie sa dynamique naturelle et peut accélérer ou diminuer certains processus. Par exemple, la linéarisation d'un tronçon augmente la pente du lit, la vitesse d'écoulement, et donc la capacité et la compétence du cours d'eau. De cette façon, une plus grande quantité de sédiments peuvent être transportés, et les berges peuvent subir une érosion accrue. À l'inverse, un ponceau dont le diamètre est trop faible pourrait provoquer le ralentissement de l'écoulement et l'accumulation de sédiments en amont. Les assises du pont pourraient être déstabilisées, car le débit liquide de la rivière doit tout de même être évacué sous le pont. Ainsi, il est important de toujours évaluer quelles pourraient être les conséquences d'un aménagement éventuel qui viendrait modifier les conditions naturelles du cours d'eau. D'autre part, la plupart des bassins versants ont déjà subi des modifications. Dès lors, le cours d'eau cherche à établir un nouvel équilibre, qui peut entraîner, entre autres, une érosion accrue du lit et des berges, l'accumulation de sédiments, l'augmentation ou la diminution de la sinuosité du cours d'eau. Un diagnostic devra donc être établi sur les processus qui sont en cours dans le bassin versant et sur les conséquences que ceux-ci peuvent avoir sur les utilisations du territoire.

3.3.2.2 ZONES DU BASSIN VERSANT

La morphologie des lits fluviaux est en étroite relation avec la puissance de l'écoulement et le transport sédimentaire. Ces composantes sont à l'origine de trois zones étroitement associées au relief, à la géologie, à la pente, au volume de sédiments et au débit (Bourdon & Buffin-Bélanger, 2008), soit la zone de production, la zone de transfert et la zone d'accumulation.

À l'échelle du bassin versant, la zone de production est située à la tête du bassin versant, où la

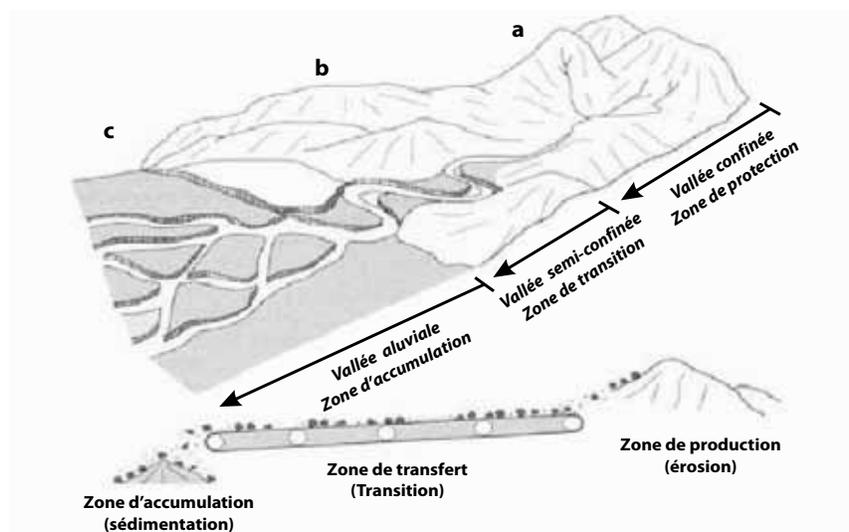
topographie est la plus élevée. Il s'agit d'une zone caractérisée par l'érosion, où les sédiments sont regroupés sur les versants par le ruissellement des eaux (figure 3.10a). Ces derniers sont déplacés à travers la zone de transfert. Il s'agit de la zone médiane du bassin versant, où la pente diminue (figure 3.10b). Les sédiments sont enfin déposés dans la zone d'accumulation (figure 3.10c). Ce dépôt est possible à l'approche de l'embouchure, parce que les pentes sont faibles et que l'énergie disponible pour déplacer le débit solide diminue. Les sédiments plus grossiers sont déposés en premier, et les plus fins le sont par la suite (Charlton, 2008).

3.3.2.3 STYLES DE COURS D'EAU

Les cours d'eau n'ont pas tous la même morphologie. Cette situation est directement liée à leur dynamique, c'est-à-dire à l'écoulement et au transport des sédiments qui s'y opèrent. Chacune des formes de cours d'eau nous renseigne sur les processus qui sont en cours dans le segment concerné. C'est la raison pour laquelle il faut apprendre à les distinguer et à comprendre l'information qu'ils nous donnent.

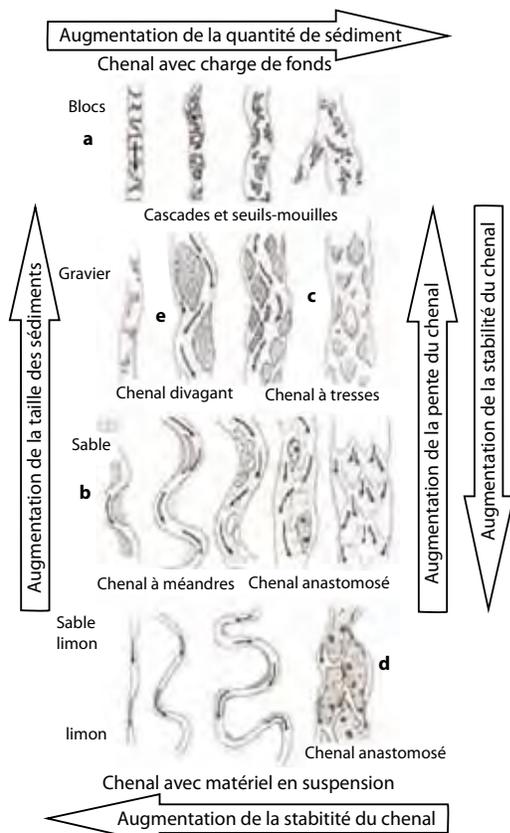
Church (2006) a distingué six styles fluviaux en fonction du transport sédimentaire et de la taille de la granulométrie. Ils varient de linéaire à sinueux en fonction de la stabilité du chenal et du matériel transporté.

Tout d'abord, le style linéaire (figure 3.11a; figure 3.12) se caractérise par un chenal droit. Ce style est souvent associé aux cours d'eau à torrents, dont le degré d'énergie est élevé. Situé en pente forte, la granulométrie y est composée de sédiments grossiers comme les blocs et les galets. On associe le style linéaire à la zone de production. On le retrouve souvent dans les environnements très contraints par la roche mère ou par des ouvrages anthropiques comme les enrochements. Au style linéaire est aussi conféré un arrangement particulier des sédiments que sont les cascades et les seuils-mouilles (succession de rapides et de cuvettes). Ce type de cours d'eau aura peu tendance à



Source : adapté de Brierley & Fryirs (2005)

Figure 3.10 Les trois zones d'un système fluvial : zone de production, zone de transfert et zone d'accumulation



Source : adapté de Church (2006)

Figure 3.11 Association entre les styles de cours d'eau alluviaux et les principaux facteurs qui les génèrent



Figure 3.12 Segment linéaire d'une rivière

se déplacer latéralement. Par contre, étant donné son haut niveau d'énergie associé à une pente élevée, le cours d'eau aura tendance à s'inciser et à s'éroder là où le matériel le permet.

Les chenaux à méandres (figure 3.11b, figure 3.13) se forment particulièrement dans les rivières alluviales, c'est-à-dire les rivières qui s'écoulent sur leurs propres alluvions ou sur des dépôts antécédents généralement composés de gravier, de sable, de limon fin ou d'argile. Ce style est associé à la zone de transfert en raison du taux de transport et de la puissance d'écoulement modérée qu'on y trouve. Les méandres se forment à la suite du déplacement latéral du chenal, en procédant à l'érosion de la rive concave. Des bancs convexes se forment à la rive opposée grâce au déplacement des sédiments érodés. Il est nécessaire de laisser un bon

espace de mobilité à ce type de cours d'eau, car il aura tendance à se déplacer latéralement dans la plaine alluviale selon que les matériaux composant les rives sont plus ou moins faciles à éroder. Dans ce segment de la rivière, il est également possible d'observer des coupures de méandre en période de crue, quand le débit est plus élevé, et des abandons de méandre, lorsque l'indice de sinuosité du segment devient élevé. L'indice de sinuosité est le rapport entre la distance parcourue par le cours d'eau, tel qu'on peut l'observer à vol d'oiseau, et la distance qu'il parcourt réellement en suivant tous ses méandres.

Un troisième style, nommé « cours d'eau à tresses » (figure 3.11c, figure 3.14), se forme dans les pentes moyennes, et il est dominé par un transport sédimentaire très élevé (zone d'accumulation). À cause de la pente du relief en diminution, le cours d'eau subit une perte de compétence permettant une déposition des sédiments de la taille associée à la capacité du transport. Ces deux composantes mènent à une accumulation de sédiments en bancs de convexité formant des îlots non végétalisés et provoquant la séparation de l'écoulement et la multiplication des chenaux. L'accumulation de sédiments dans le chenal du cours d'eau force ce dernier à se trouver un nouveau chenal pour évacuer le débit liquide, d'où son important déplacement et l'importance de laisser un espace de

liberté (voir l'encadré 3.1). L'apparence des rivières à tresses se modifie régulièrement selon les conditions hydrauliques. Lors d'épisodes de crue, plusieurs bancs peuvent être submergés, laissant paraître un chenal unique, alors qu'en période d'étiage, les bancs de convexité sont exposés. L'apport sédimentaire provient des différentes sources présentes dans le bassin versant et de l'érosion des rives. Il s'agit principalement de charges de fond, c'est-à-dire de sédiments grossiers qui sont transportés sur le lit de la rivière.



Figure 3.13 Segment à méandres d'une rivière

Le style anastomosé (figure 3.11d, figure 3.15) ressemble de près au style des cours d'eau à tresses en raison de la présence de chenaux multiples et de bancs d'accumulation. Cependant, le niveau d'énergie qui lui est associé est généralement plus faible et lui confère une plus grande stabilité. Le faible déplacement des chenaux permet à la végétation de s'installer sur les bancs de convexité et aide à les stabiliser. Le transport sédimentaire en suspension domine ce style, c'est-à-dire que des sédiments fins sont en suspension dans l'eau.



Figure 3.14 Segment à tresses d'une rivière

Le style divagant (figure 3.11e) est un intermédiaire entre le style à tresses et le style anastomosé et présente des caractéristiques appartenant aux deux styles.

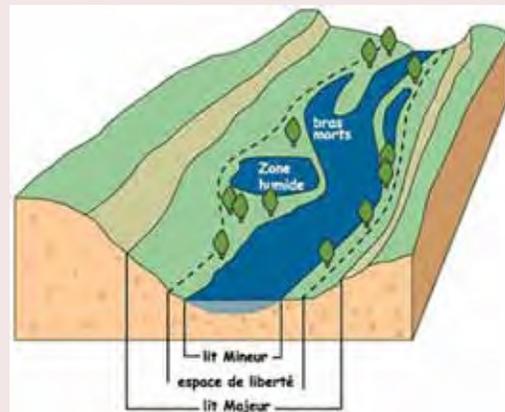


Figure 3.15 Segment anastomosé d'une rivière

Encadré 3.1 Notion d'espace de liberté

Malavoi et al. (1998) et Piégay, Darby, Mosselman & Surian (2005) promeuvent l'aménagement d'un cours d'eau selon le concept d'espace de liberté ou d'« espace de mobilité ». Il s'agit de « l'espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux (lit mineur) peuvent faire des translations latérales pour permettre une mobilisation des sédiments ainsi que le fonctionnement optimum des écosystèmes aquatiques et terrestres » (Malavoi et al., 1998) (figure ci-dessous). Il correspond donc à la surface balayée par la rivière à différentes échelles de temps (du long terme [millier d'années] jusqu'au court et au moyen termes [40-50 ans]). Le « lit mineur » est l'espace fluvial formé d'un chenal unique ou multiple et des bancs de sable ou de graviers recouverts par les eaux à pleins bords avant débordement. Le « lit majeur » est l'espace fluvial plus rarement inondé où se développe la forêt alluviale principalement composée de bois durs. On retrouve dans le lit majeur les bras ou les méandres abandonnés, les marais et les dépressions topographiques (Malavoi et al., 1998).

Cette approche est intéressante puisqu'elle tient compte non seulement de la zone du chenal actuellement active, mais de l'ensemble de l'espace susceptible d'être utilisé. Elle permet de déterminer les zones d'érosion et de dépôt, les méandres susceptibles d'être recoupés, le tracé du chenal historique et du chenal actuel, et d'appréhender le tracé du chenal futur. Cet outil est proposé pour délimiter les différents types d'occupation du sol en fonction du risque et s'appuie sur un principe majeur : l'absence de protection des berges permettant de laisser libre cours aux ajustements naturels du cours d'eau. Ce principe est plus facilement applicable dans un contexte où l'urbanisation à proximité du cours d'eau n'est pas à son apogée que dans des territoires où le développement exerce déjà une forte pression sur l'immobilité du cours d'eau. Cependant, comprendre l'ampleur de l'espace qui est susceptible d'être utilisé par les cours d'eau, particulièrement les cours d'eau à tendance sinueuse, aide à déterminer les infrastructures humaines qui sont le plus à risque. Cet espace de liberté peut être représenté à l'aide de trois outils : l'analyse de photos aériennes, l'analyse des débits et la connaissance des processus de base dans le tronçon (Thomas Buffin-Bélanger, communication personnelle).



Localisation du lit mineur, du lit majeur et de l'espace de liberté

Piégay, Cuaz, Javelle & Mandier (1997) ont montré qu'il était coûteux à long terme de vouloir intervenir pour arrêter l'érosion. De nombreuses interventions réalisées de façon parcellaire ont pour effet d'augmenter la vitesse de l'eau et de diminuer la résistance des rives, ce qui contribue à augmenter l'érosion et le transport sédimentaire. Une bonne stratégie de développement de l'urbanisation à l'extérieur de l'espace de liberté des cours d'eau est l'une des clés du succès pour éviter ces difficultés.

Néanmoins, les « points chauds » de la grande majorité des villes québécoises se sont construits autour des plans d'eau (le fleuve Saint-Laurent, les grandes rivières utilisées pour le flottage du bois, etc.). Tout un patrimoine bâti y est présent, et les propriétaires cherchent inévitablement à le protéger lorsqu'il est mis en péril.

On comprend donc que les processus d'érosion, de transport et de dépôt ont pour effet de créer, de détruire et de recréer une diversité de milieux. Cette richesse géomorphologique est le fruit d'une dynamique qui nécessite un espace de liberté pour atteindre un équilibre. L'équilibre naturel des cours d'eau ne signifie pas une absence totale de modification de leurs caractéristiques physiques, mais au contraire, un ajustement permanent autour de conditions moyennes. Dans un contexte d'analyse du bassin versant, il s'agit de déterminer le seuil à partir duquel les modifications géométriques que subit le cours d'eau ne sont plus liées au processus de recherche de l'équilibre, mais deviennent des indicateurs de perturbations importantes qui entraînent un dysfonctionnement du cours d'eau (Malavoi et al., 1998).

3.3.3 INFLUENCE DES ACTIVITÉS HUMAINES SUR L'HYDROLOGIE ET SUR LA GÉOMORPHOLOGIE FLUVIALE

3.3.3.1 INFLUENCE SUR L'HYDROLOGIE

Les activités humaines (développement résidentiel, commercial et industriel et activités agricoles et forestières) ont des conséquences sur l'hydrologie des cours d'eau.

Dans les secteurs résidentiels, commerciaux ou industriels des bassins versants, les surfaces imperméables (les rues, les parcs de stationnement et les sols compactés) empêchent l'eau des précipitations de s'infiltrer dans le sol. Par conséquent, pendant les orages, les taux de ruissellement peuvent être élevés, et la vitesse de l'eau peut causer l'érosion des sols et des berges. Les endroits qui présentent une haute densité d'habitations peuvent avoir des taux d'imperméabilité assez élevés pour que le volume d'eau de ruissellement soit de 2 à 16 fois plus élevé qu'à l'époque précédant le développement (Jolley, 2003).

Comme le montre la figure 3.16, l'imperméabilisation augmente le ruissellement et, conséquemment, la rapidité avec laquelle l'eau des orages arrive dans les cours d'eau. Cela a pour effet d'augmenter le débit de pointe, lequel devient plus élevé qu'avant le développement. L'augmentation du taux d'imperméabilisation contribue aussi à réduire la quantité d'eau susceptible de s'infiltrer dans le sol, ce qui peut avoir des effets négatifs sur la recharge des nappes d'eau souterraines et provoquer la diminution des débits d'étiage dans les cours d'eau. Le développement résidentiel, commercial ou industriel accroît également la fluctuation entre les débits maximum et minimum, tant en amplitude qu'en fréquence. La rapidité et l'intensité des fluctuations des débits et des niveaux d'écoulement dans le cours d'eau tend à fragiliser ses berges²⁵ en les soumettant à de rapides cycles de saturation et d'assèchement, auxquels la végétation riveraine s'adapte difficilement. S'ensuit alors généralement un processus d'érosion dont les conséquences négatives peuvent être multiples.

Les pratiques agricoles peuvent aussi avoir des effets négatifs sur l'hydrologie des cours d'eau (Jolley, 2003). Le déboisement d'une zone forestière pour la transformer en zone agricole aura généralement pour conséquence d'augmenter le ruissellement de surface et, conséquemment, d'augmenter les débits et la vitesse des apports aux cours d'eau. La conversion des milieux humides

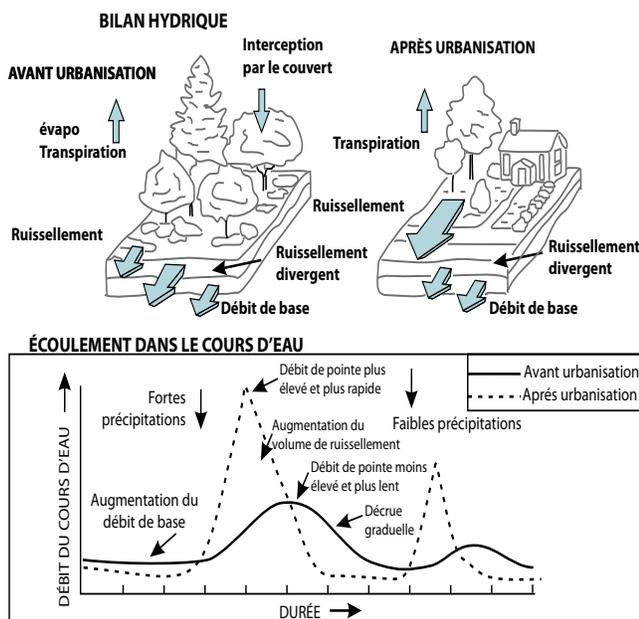
²⁵ On entend par « berge » le bord plus ou moins escarpé du lit d'un lac ou d'un cours d'eau qui peut être submergé sans que les eaux ne débordent. Sa limite supérieure se situe au haut du talus naturel et correspond au lit mineur du cours d'eau.

influence négativement la qualité de l'eau et son hydrologie. Comme dans le cas des cours d'eau en milieu urbain, mais habituellement dans une moindre mesure, ces phénomènes sont souvent à l'origine de problèmes d'érosion, qui touchent tant les sols cultivés que les berges des cours d'eau. De même, à une échelle plus locale, le déboisement des rives peut provoquer leur érosion et affecter la stabilité des cours d'eau. Le travail du sol et la compaction peuvent aussi augmenter le taux d'érosion. Le pâturage du bétail près des cours d'eau peut nuire à la croissance de la végétation à cause du piétinement et peut augmenter l'érosion des berges.

Le tableau 3.2 présente les taux d'imperméabilité associés à certains types d'utilisations du territoire. Il s'agit de données qui ont été adaptées à partir d'une étude qui a été faite dans la ville de Cary (É.-U.).

3.3.3.2 INFLUENCE SUR LA GÉOMORPHOLOGIE FLUVIALE

Au cours des décennies et pour différentes raisons, des modifications ont été apportées au tracé des cours d'eau. L'utilisation de photos aériennes prises à différentes époques peut permettre de visualiser ces changements. Par exemple, à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e siècle, dans les bassins versants forestiers, de nombreux méandres ont été rectifiés dans le but de faciliter le flottage du bois. Des barrages ont également été construits pour accumuler l'eau et les billes de bois. De même, dans les bassins versants agricoles, plusieurs cours d'eau ont été artificiellement redressés dans les années 1950 à 1980, dans le cadre d'un programme de drainage des terres agricoles. Ces modifications ne sont pas sans conséquence sur la dynamique des cours d'eau et doivent être localisées dans le bassin versant.



Source : Fédération canadienne des municipalités et Conseil national de recherches Canada (2003)

Figure 3.16 Modifications de l'hydrologie d'un bassin versant à la suite du développement résidentiel, commercial et industriel

Tableau 3.2 Relations entre les utilisations du territoire et le taux d'imperméabilité

Utilisations du territoire	Taux d'imperméabilité
Rues et trottoirs	87 %
Secteur industriel	87 %
Secteur commercial	82 %
Secteur institutionnel/ bureaux	72 %
Parcs, terrains vagues, terrains de golf	4 %
Forêts	3 %
Milieus humides	2 %
Agriculture – cultivé	1 %
Agriculture – non cultivé	1 %

Source : adapté de Jolley (2003)

De plus, différents aménagements ont été effectués au fil du temps pour répondre à certains besoins. Ces aménagements n'ont pas toujours été réalisés en tenant compte de la dynamique des cours d'eau et des modifications qu'ils peuvent entraîner une fois effectués. Que ce soit une route, un pont ou un enrochement, ces aménagements influencent la dynamique fluviale et modifient les conditions naturelles. Certains seront sans conséquence majeure, alors que d'autres entraîneront des conséquences importantes et des risques pour les citoyens et les infrastructures. Parmi les effets liés à des aménagements mal planifiés, on note la diminution de la complexité du chenal, l'élimination des irrégularités naturelles du chenal et des rives, l'homogénéisation de la vitesse du courant, la perte de mouvement du chenal, la perte des matériaux naturels riverains et la limitation des ajustements géomorphologiques. La stabilisation des rives par des enrochements, par exemple, occasionne également une interruption de l'alimentation du cours d'eau en matériaux meubles et diminue la création d'habitats aquatiques (Florsheim, Mount, & Chin, 2008).

Un des éléments clés à vérifier est le changement de vitesse de l'eau induit par un aménagement, lequel modifie le transport sédimentaire. Un changement de vitesse peut être occasionné par une modification des paramètres morphométriques : la largeur (endiguement), la profondeur (dragage), la pente (reprofilage) de même que l'artificialisation du lit (ponceau et canalisation fermée). Niezgoda & Johnson (2005) ont montré qu'une augmentation de la vitesse de l'eau est le plus important facteur qui explique l'augmentation de la compétence et donc la dégradation du lit d'un cours d'eau. En revanche, une diminution de la vitesse peut contribuer à augmenter l'accumulation de sédiments.

3.4 TOPOGRAPHIE, GÉOLOGIE ET SOLS

3.4.1 TOPOGRAPHIE

La topographie ou le relief joue un rôle important dans les processus qui influencent les bassins versants et leur gestion (DeBarry, 2004). Nous venons d'en avoir un aperçu à la section précédente. La topographie décrit la configuration de la surface du sol. Le relief est un terme général qui décrit les différences dans les élévations qui sont observées sur un territoire.

Les caractéristiques topographiques d'un bassin versant sont généralement décrites en termes de « pente », c'est-à-dire en divisant l'élévation par la distance entre deux points. Cette pente est exprimée en pourcentage (ex. : 25 %), en ratios horizontal/vertical (ex. : 4 : 1) ou en degrés (ex. : 23,5 degrés). Plusieurs publications catégorisent les pentes en termes généraux, tels que « plate », « douce », « modérée » ou « abrupte », ou par des termes décrivant leur forme, tels que « ondulée » ou « montagneuse ». Le fait de connaître la pente générale des différentes parties d'un bassin versant et d'une rivière donnera de l'information pertinente sur certains processus et sur les types de solutions qu'il faudra mettre en œuvre. Par exemple, les endroits ayant des pentes plus abruptes ont des sols peu profonds, sont plus à risque en ce qui concerne l'érosion, ont des temps de concentration²⁶ plus courts, une végétation particulière, etc.

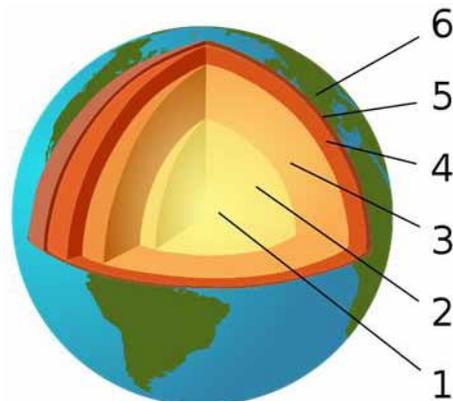
²⁶ Temps que met le ruissellement d'une averse pour parvenir à l'exutoire depuis le point du bassin pour lequel la durée du parcours est la plus longue.

3.4.2 GÉOLOGIE

La géologie est l'étude de la croûte terrestre, de sa structure ainsi que de la composition chimique et des propriétés physiques de ses composantes. Pour bien comprendre les caractéristiques hydrologiques ainsi que la composition de l'eau d'une rivière, il est important de connaître la manière dont le bassin versant s'est formé dès l'origine, c'est-à-dire la géologie du socle rocheux. Le socle rocheux est la roche solide non altérée qui recouvre la surface de la terre ou qui se situe juste au-dessous des dépôts superficiels de gravier, de sable ou de sol. On appelle « lithosphère » l'enveloppe rigide terrestre la plus superficielle. Elle inclut la croûte terrestre et le manteau supérieur (figure 3.17). La croûte terrestre dont la composition est présentée au tableau 3.3 est la mince couche, d'une épaisseur de 16 kilomètres, qui recouvre la lithosphère.

On appelle « roche » tout ce qui forme la croûte terrestre et qui n'est pas vivant ou débris non transformés de matière vivante. La roche n'a pas une composition fixe comme le minéral; elle est plutôt un mélange de différents minéraux en proportions diverses. Trois grands types de roches forment la croûte terrestre, chaque type ayant ses caractéristiques physiques et chimiques propres (Heathcote, 1998). Ce sont les roches ignées, les roches sédimentaires et les roches métamorphiques. L'association de différentes roches particulières constitue les formations géologiques spécifiques à chaque ère ou à chaque période géologique. La figure 3.18 présente les nombreux processus qui conduisent à la formation de ces roches. Leur description dépasse cependant le cadre du présent manuel.

Les roches ignées (ex. : granite ou autres roches cristallines grossières comme le dyke, le basalte, les scories et les tufs volcaniques) résultent de la cristallisation du magma, qui est la roche en fusion qui se forme à haute température et sous haute pression par fusion partielle de la croûte terrestre ou du manteau. On les trouve sous formes de massifs, de filons ou de coulées, mais elles ne sont jamais stratifiées. Elles sont très dures et constituées de grains plus ou moins grossiers suivant la rapidité de leur cristallisation. Les roches sédimentaires (ex. : les calcaires, les grès et les argiles) proviennent des débris de roches ignées qui se sont accumulés au sein des eaux sous l'action des processus d'érosion par l'eau, la glace et le vent, et qui se sont solidifiés par la suite. Ces roches se présentent sous forme de strates plus ou moins épaisses, le plus souvent plissées et quelquefois horizontales. Elles sont



Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Croûte_terrestre

Figure 3.17 Structure de la terre

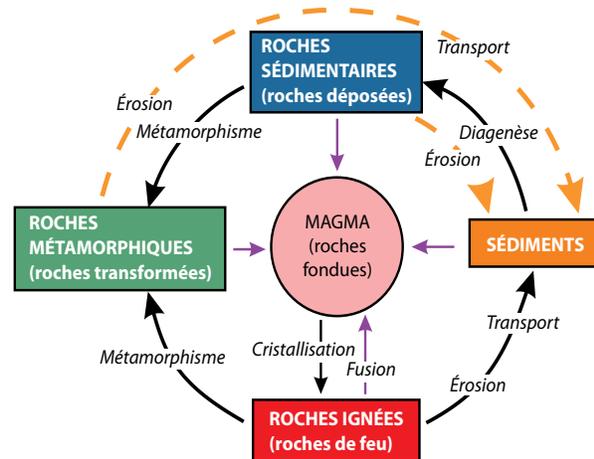
1 et 2 : noyau;
3 : manteau inférieur;
4 : manteau supérieur;
5 et 6 : croûte terrestre

Tableau 3.3 Composition de la croûte terrestre

Élément	Pourcentage
Oxygène	47,0
Silice	28,0
Aluminium	8,1
Fer	5,0
Calcium	3,6
Sodium	2,8
Potassium	2,6
Magnésium	2,1
Titanium	0,44

Source : Strahler et Strahler (1976)

beaucoup moins dures que les roches ignées, et c'est en leur sein que l'on trouve les fossiles. Les roches sédimentaires ne forment que 5 % environ de l'écorce terrestre, mais couvrent de 70 à 75 % de la surface exposée. Les roches métamorphiques (ex. : le schiste ardoisier, le gneiss, le quartzite, l'ardoise et le marbre) sont issues de la transformation des roches ignées ou sédimentaires sous l'effet de températures chaudes ou de pressions élevées. Ces roches gardent certaines des propriétés des roches ignées et sédimentaires dont elles proviennent. Elles sont très dures, comme les roches ignées, mais s'altèrent plus difficilement que ces dernières.



Source : Bourque (2009)

Figure 3.18 Processus conduisant à la formation des roches

La géologie influence le débit des rivières à cause de la capacité de rétention du sol²⁷ et de ses propriétés hydrodynamiques (Gray, 1972; Musy, 2005). Les principales caractéristiques géologiques à considérer sont la nature de la roche mère et la structure tectonique du substratum. La perméabilité du substratum influence la vitesse de montée des crues, leur volume et le soutien apporté aux débits d'étiage par les nappes souterraines. Un bassin versant à substratum imperméable présente une crue plus rapide et plus violente qu'un bassin versant à substratum perméable, soumis à une même averse. Ce dernier retient l'eau plus aisément, et en période de sécheresse, le débit de base²⁸ y sera donc assuré plus longtemps (Musy, 2005). Par contre, par leur potentiel de rétention, les formations géologiques du sous-sol ont un effet important sur la contribution des eaux souterraines (écoulement de base) au débit d'une rivière (Gray, 1972).

3.4.3 SOLS

3.4.3.1 FORMATION ET PROPRIÉTÉS DES SOLS

Un sol est une pellicule d'altération qui recouvre une roche. Il est formé d'une fraction minérale et de matière organique (humus). Un sol prend naissance à partir de la roche, puis il évolue sous l'action des facteurs du milieu, essentiellement le climat et la végétation. Le sol apparaît, s'approfondit et se différencie en strates superposées – les horizons pédologiques –, qui forment le profil pédologique. Il atteint finalement un état d'équilibre avec la végétation et le climat.

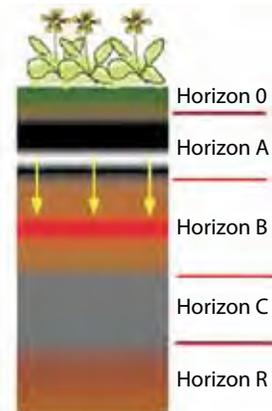
Notons que les propriétés du sol changent de la surface jusqu'au socle rocheux. Ces changements dans la « colonne ou le profil du sol » peuvent être classés selon les horizons du sol (figure 3.19) (Pidwirny, 2006d). Dans un sol qui n'a pas été modifié par l'homme (sol forestier), l'horizon O est la partie la plus superficielle de la plupart des sols; il est composé essentiellement de matière organique à des

²⁷ Capacité du sol à retenir l'eau après que l'eau de gravité se soit écoulée, exprimée en pourcentage de volume.

²⁸ Partie du débit d'un cours d'eau qui provient essentiellement des nappes souterraines, mais aussi de la vidange des lacs et de la fonte des glaciers, durant des périodes suffisamment longues où il ne se produit ni précipitation, ni fonte de neige.

stades de décomposition variables et d'humus. Sous l'horizon O, on retrouve un horizon A qui est composé essentiellement de particules minérales. Sa couleur est noire et sa texture est légère et poreuse. L'horizon B est formé par l'altération de la roche et par les mouvements de la matière depuis l'horizon A. Sa densité est plus élevée que celle de l'horizon A à cause de son enrichissement par des particules d'argile. L'horizon C est composé de roche altérée. L'horizon R correspond au socle rocheux non altéré.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, les divers horizons du sol ont des propriétés physiques et chimiques différentes. Lorsqu'on procède au diagnostic des ressources en eau ou à la conception des ouvrages, il est important de se souvenir que ces différences influencent certaines propriétés, comme la porosité, la perméabilité et l'érodabilité du sol (DeBarry, 2004). Par exemple, si l'on est intéressé par l'érosion des sols agricoles, l'horizon A pourrait être l'horizon concerné. Par contre, si l'on est en train de concevoir un équipement d'infiltration pour la gestion des eaux pluviales, les propriétés de l'horizon de sol qui se situe sous la structure proposée (ou l'horizon qui a la perméabilité la plus faible) seraient concernées, probablement les horizons B ou C. Par ailleurs, les propriétés du sol sont importantes pour dresser le bilan hydrique du sol ou pour évaluer l'aptitude du sol à permettre certains usages, l'agriculture par exemple.



Source : Pidwirny (2006d)

Figure 3.19 Les horizons du sol

La texture du sol est définie par la répartition de la grosseur des particules qui le composent, en d'autres termes, par le pourcentage de sable, de limon et d'argile (figure 3.20). La composition minéralogique des particules est d'ailleurs en relation avec leur taille (les particules grossières sont surtout à base de quartz et les particules fines sont à base de phyllosilicates). Les particules de sol sont généralement regroupées en trois classes principales : sable (de 2,0 à 0,02 millimètres); limon (de 0,02 à 0,002 millimètres); argile (plus de 0,002 millimètres) (Roche, 1963).

Le sol agit de différentes manières sur le régime hydrologique d'une rivière. Ses propriétés et surtout sa couleur influent sur le bilan thermique²⁹; par son influence sur le développement et la nature de la végétation, il agit directement sur l'évapotranspiration, mais ce sont surtout les propriétés mécaniques des sols qui importent en hydrologie (Roche, 1963). Un sol compact (roche) est généralement imperméable, sauf en cas de fissures ou en raison d'autres phénomènes. Il peut être meuble, et il est alors nécessaire de l'analyser pour connaître les proportions d'éléments plus ou moins fins ou grossiers qui le composent. En effet, la dimension des particules qui constituent le matériau est le facteur déterminant des phénomènes d'infiltration. En schématisant, on dira que, plus les particules d'un sol sont d'une taille importante, plus le terrain sera perméable, c'est-à-dire favorable à l'infiltration.

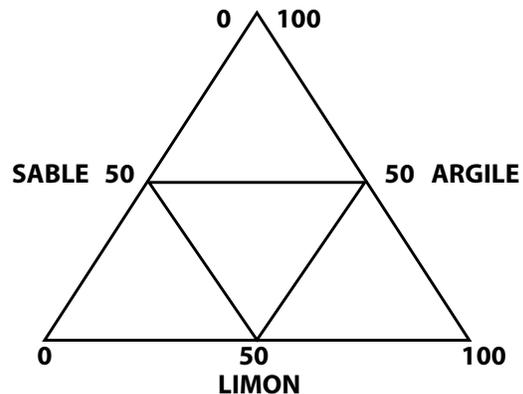
²⁹ Équation servant à évaluer l'évaporation des surfaces d'eaux libres ou l'évapotranspiration à la surface du sol, dans laquelle l'accroissement d'énergie stockée dans la masse d'eau équivaut à la différence entre les énergies qui entrent dans le système (rayonnement solaire, rayonnement atmosphérique de grandes longueurs d'onde et énergie nette d'advection dans la masse d'eau) et les énergies qui sortent du système (rayonnements solaires et réfléchis de grandes longueurs d'onde, énergies d'évaporation, de conduction – sous forme de chaleur sensible – et d'advection par l'eau évaporée).

Les sols influencent aussi la couverture végétale d'un bassin versant, les pratiques culturales, l'érosion et la sédimentation. Tous ces facteurs vont à leur tour influencer la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines (Perez et al., 1997).

3.4.3.2 ÉROSION HYDRIQUE DES SOLS

A) PROCESSUS D'ÉROSION HYDRIQUE

Les précipitations sont à l'origine du processus de transport des particules de sol arrachées à la surface des terres qui sont entraînées vers les cours d'eau. Ce phénomène d'érosion est faible sous le couvert végétal naturel (dans les forêts, par exemple). Dans un sens large, on appelle « sédiment » tout matériau fragmenté qui est transporté, suspendu ou déposé par les agents naturels, tels que l'eau, l'air ou la glace. En général, l'eau s'avère l'agent de transport des sédiments le plus important. L'érosion peut être intense lorsque la couverture végétale est réduite. Le processus d'érosion est caractérisé par deux phénomènes, soit le détachement des particules de sol et leur entraînement par le ruissellement. Le passage de l'eau à travers divers écosystèmes, comme les milieux humides, peut réduire la quantité de particules dans l'eau.



Source : <http://www.u-picardie.fr/beauchamp/mst/sol.htm>

Figure 3.20 Représentation de la composition granulométrique du sol en trois fractions

Détachement des particules de sol. L'impact des gouttes de pluie brise les grosses mottes de terre et les agrégats en plusieurs particules qui peuvent être projetées au-dessus de la surface du sol. Ce phénomène de rejaillissement sous l'impact déplace les particules sur quelques dizaines de centimètres, la distance dépendant de la masse des particules et de l'angle d'incidence des gouttes de pluie par rapport à la surface. Les particules fines déplacées sont piégées entre les éléments plus grossiers et ferment les pores. La surface du sol perd alors de sa capacité d'infiltration. La masse de sol détachée peut être de l'ordre de plusieurs dizaines de tonnes par hectare et par année.

Entraînement des particules de sol par le ruissellement. L'eau ruisselle sur le sol sous la forme d'une lame d'eau ou de filets diffus ou encore sous celle d'un écoulement concentré. Elle exerce sur le sol une force de cisaillement qui arrache les particules, puis les transporte. Les conditions d'arrachement, de transport et finalement de dépôt dépendent de la vitesse du courant et de la taille des particules. Ainsi, pour un sol donné, il existe une vitesse critique d'arrachement et une vitesse limite au-dessous de laquelle les particules sédimentent.

L'érosion se fait en nappe dans les cas de ruissellement diffus (figure 3.21a). L'arrachement des particules est alors sélectif et produit par le détachement des particules de sol sur l'ensemble de la surface. Le transport, quant à lui, est faible, et le dépôt proche se fait sous forme de colluvionnement. L'érosion en rigoles (figure 3.21b) apparaît lorsque le ruissellement se concentre et acquiert un pouvoir d'arrachement suffisant pour concentrer localement l'ensemble des particules. Il se forme d'abord de simples fines rainures, puis des rigoles décimétriques qui peuvent évoluer en ravins. Dans un bassin versant, les terres aussi bien que les berges des cours d'eau sont sujettes à l'érosion hydrique.



a) Érosion en nappe



b) Érosion en rigoles

Source : <http://www.smbvas.fr/index.php/content/blogsection/7/130/>

Figure 3.21 Types d'érosion hydrique

B) ESTIMATION DES PERTES DE SOLS PAR ÉROSION HYDRIQUE

L'équation universelle des pertes de sols (l'EUPS, mieux connue sous son abréviation anglaise, « USLE ») (Wischmeier & Smith, 1978) permet d'estimer le taux annuel moyen d'érosion à long terme dans un champ, en fonction de la distribution des pluies, du type de sol, de la topographie, de l'assolement³⁰ et des pratiques culturales. L'EUPS prévoit uniquement l'importance des pertes de sols qui résultent des érosions en nappe ou en rigoles sur une pente simple, sans tenir compte des pertes de sols supplémentaires qui peuvent être attribuables aux autres formes d'érosion associées au ravinement ou au vent (Stone & Hilborn, 2000).

L'EUPS peut servir à comparer les pertes de sols provenant d'un champ soumis à un assolement et à un système de gestion des cultures particuliers, à des taux de « pertes de sols acceptables ». Elle permet aussi de les comparer à celles d'un champ soumis à un autre type d'assolement ou à un autre système de gestion des cultures. Cette comparaison permet de déterminer la pertinence des mesures de conservation du sol dans la planification des activités agricoles. Le taux de perte acceptable pour la plupart des sols du Québec est de 6 t ha⁻¹ an⁻¹ (Mabit, Bernard, & Laverdière, 2007; Wall, Coote, Pringle, & Shelton, 2002).

Cinq grands facteurs servent à calculer les pertes de sols en un endroit donné. Chaque facteur constitue une estimation numérique d'une composante précise qui affecte la gravité de l'érosion du sol à cet endroit. Les taux d'érosion obtenus par l'application de ces facteurs peuvent varier considérablement en raison des différentes conditions météorologiques. Par conséquent, les valeurs obtenues par l'EUPS représentent les moyennes à long terme.

L'équation universelle des pertes de sols se présente comme suit :

$$A = R * K * LS * C * P \quad (\text{éq. 3.2})$$

où :

A = pertes de sols par unité de surface par année (t ha⁻¹ an⁻¹);

R = indice d'érosivité de la pluie (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹);

K = indice d'érodabilité du sol (t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹);

³⁰ Alternance des cultures sur un terrain.

- LS** = facteur topographique (sans unité);
C = facteur de culture (sans unité);
P = facteur de contrôle de l'érosion (sans unité).

Les valeurs de certains facteurs de l'EUPS sont disponibles pour différentes régions du Canada (Wall et al., 2002), mais d'autres doivent être calculées. Pour calculer la perte de sols par érosion hydrique dans un bassin versant, il faut évaluer, pour chacune des parcelles du bassin versant concerné, les propriétés du sol (susceptibilité à l'érosion), la topographie du champ (longueur et pente), la culture pratiquée et les pratiques agricoles utilisées pour contrôler l'érosion hydrique. L'intégration de ces informations dans un système d'information géographique (SIG) facilite les calculs (figure 3.22).

La méthodologie utilisée couramment consiste à diviser le bassin versant en cellules ayant des caractéristiques homogènes en ce qui concerne l'utilisation du sol, le type de sol et la classe de pente. Pour chaque cellule, le taux moyen d'érosion hydrique est calculé en utilisant l'EUPS. La perte totale de sols dans le bassin versant est obtenue en multipliant la perte par unité de surface sur chaque cellule homogène par la superficie totale de la cellule, et en faisant la sommation de ces valeurs sur le nombre total de cellules. On obtient :

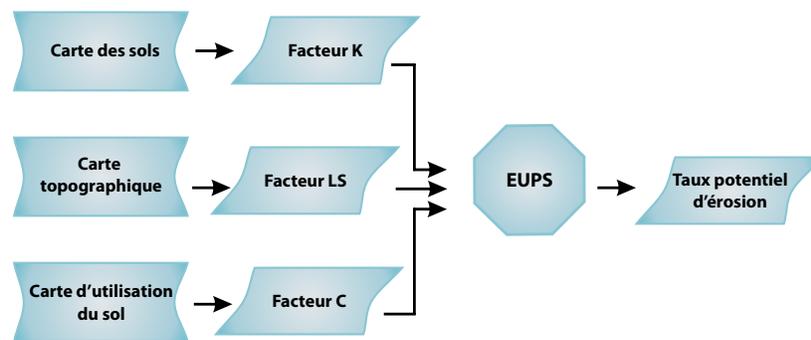
$$A_i = R_i * K_i * LS_i * C_i * P_i \quad (\text{éq. 3.3})$$

$$A_{\text{total}} = \sum_{i=1}^n A_i \quad (\text{éq. 3.4})$$

où :

- A_i** = perte de sols par unité de surface par année pour une saison donnée et pour la cellule i;
i = 1, 2, 3... n (t ha⁻¹ an⁻¹);
R_i = indice d'érosivité de la pluie pour la cellule i (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹);
K_i = indice d'érodabilité du sol pour la cellule i pour une saison donnée (t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹);
LS_i = facteur topographique pour la cellule i (sans unité);
C_i = facteur de culture de la cellule i pour une saison donnée (sans unité);
P_i = facteur de contrôle de l'érosion pour la cellule i (sans unité);
n = nombre total de cellules homogènes dans le bassin versant;
A_{total} = perte totale de sols dans le bassin versant.

En général, une faible proportion des sols perdus se rend au cours d'eau sous forme de sédiments. Il existe quelques méthodes empiriques pour estimer cette fraction, mais leur exactitude est souvent mise en doute. Les données sur la concentration de matières en suspension peuvent être obtenues à partir des mesures de suivi de la qualité de l'eau, si bien qu'il est possible d'estimer la charge de sédiments qui est transportée par un cours d'eau. Cela dit, il faut savoir que les objectifs de réduction de la charge de sédiments doivent être assez élevés pour obtenir des améliorations significatives de la qualité de l'eau (Perez et al., 1997). L'échantillonnage effectué par la méthode du césium 137 a permis à Bernard et Laverdière (2000) de déterminer que 25 % des sédiments qui sont déposés à l'embouche de la rivière Boyer (Québec, Canada) provient de l'érosion des berges du cours d'eau, alors que les 75 % restants proviennent des terres en culture.



Source : Gangbazo, Quentin, Cluis, & Bernard (1992)

Figure 3.22 Intégration des paramètres de l'équation universelle des pertes de sols dans un système d'information géographique

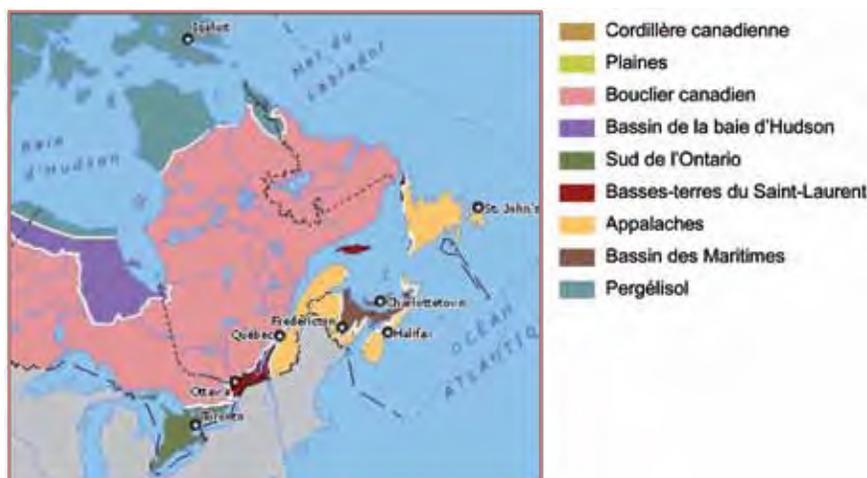
C) EFFETS NÉGATIFS DES MATIÈRES EN SUSPENSION

Les concentrations de matières en suspension dans les rivières varient beaucoup avec le temps et sont influencées par plusieurs facteurs, dont la durée et l'intensité des précipitations, l'état du sol, la topographie, la géologie et le couvert végétal du bassin versant. La charge de matières en suspension peut varier d'un segment de rivière à l'autre, surtout lorsque les sédiments de fond sont remis en suspension dans l'eau ou qu'ils se déposent au fond de l'eau à cause des changements dans le débit de la rivière.

Les matières en suspension en général, mais les plus fines particules en particulier, diminuent la profondeur de pénétration de la lumière dans les plans d'eau, ce qui peut avoir un effet positif : la diminution de la production d'algues. Par contre, la turbidité causée par les matières en suspension a des effets nuisibles sur les organismes benthiques, en contribuant à la perte d'habitats, et sur les poissons, dans la mesure où elle favorise l'ensablement des frayères. Les matières en suspension dans l'eau servent aussi de véhicule pour le transport du phosphore et d'autres contaminants comme les pesticides et les métaux (Kronvang, Laubel, & Grant, 1997). La sédimentation des particules solides au fond des réservoirs diminue leur vie utile. Par conséquent, plusieurs voies de navigation doivent être draguées périodiquement afin de rendre la navigation possible, ce qui contamine l'eau à cause des particules solides, des contaminants toxiques et des éléments nutritifs qu'on met alors en suspension dans l'eau. La concentration de matières en suspension qui est nuisible pour les eaux de surface est difficile à déterminer avec précision.

3.5 HYDROGÉOLOGIE ET EAUX SOUTERRAINES

L'hydrogéologie est la branche de la géologie qui traite de la répartition et de la circulation de l'eau sous la surface du sol. On appelle « régions hydrogéologiques » des zones où les propriétés de l'eau souterraine sont assez similaires sur les plans de la géologie, du climat et de la topographie. Il y a trois régions hydrogéologiques au Québec, à savoir le Bouclier canadien, qui couvre la majorité du territoire, les basses-terres du Saint-Laurent au sud, et les Appalaches à l'est (figure 3.23).



Source : Ressources naturelles Canada (2007b)

Figure 3.23 Régions hydrogéologiques de la province de Québec

L'analyse de bassin versant ne doit pas se concentrer uniquement sur ce qui se passe à la surface des bassins versants; ce qui se passe sous la surface influence la quantité et la qualité de l'eau de surface et de l'eau souterraine. Par exemple, la contamination de l'eau souterraine commence à la surface, mais elle affecte aussi bien l'approvisionnement en eau souterraine que l'eau de surface de façon générale. Il est donc important de disposer des connaissances élémentaires en hydrogéologie pour avoir une idée d'ensemble des divers processus qui se déroulent dans un bassin versant.

3.5.1 ORIGINE ET TYPES DE NAPPES D'EAU SOUTERRAINES

Les eaux souterraines proviennent de l'infiltration des eaux de pluie dans le sol. Celles-ci s'insinuent par gravité dans les pores, les microfissures et les fissures des roches, humidifiant des couches de plus en plus profondes, jusqu'à ce qu'elles rencontrent une couche imperméable. Là, elles s'accumulent, remplissant le moindre vide, saturant d'humidité le sous-sol et formant ainsi un réservoir d'eau souterraine appelé « aquifère »³¹. La nappe chemine dans le sous-sol sur la couche imperméable, en suivant les pentes, parfois pendant des dizaines, voire des centaines de kilomètres, avant de ressortir à l'air libre, alimentant une source ou un cours d'eau.

Les nappes d'eau souterraines peuvent être de deux types, libres ou captives, selon qu'elles circulent sous une couche perméable ou non. Les nappes situées dans un sol perméable sont dites libres et elles subissent l'influence de la pression atmosphérique. Au-dessus d'une nappe libre, les pores ou les fissures du sous-sol ne sont que partiellement remplis d'eau, le milieu n'est pas saturé, et les eaux de pluie peuvent toujours l'imprégner davantage. Ainsi, le niveau de la nappe peut monter ou baisser à son aise. De telles nappes peuvent donc contenir des volumes d'eau variables. C'est le cas, notamment, des nappes d'accompagnement³² des rivières. En revanche, les nappes situées

³¹ Formation géologique souterraine, formée de roches poreuses ou fissurées, dans laquelle l'eau peut s'infiltrer, s'accumuler et circuler. Le mot « aquifère » désigne à la fois le contenant (les roches) et son contenu (l'eau).

³² Nappe d'eau souterraine voisine d'un cours d'eau dont les propriétés hydrauliques sont très liées à celles du cours d'eau. L'exploitation d'une telle nappe induit une diminution du débit d'étiage du cours d'eau, soit parce que la nappe apporte moins d'eau au cours d'eau, soit parce que le cours d'eau se met à alimenter la nappe.

sous une couche imperméable sont dites captives, car leur niveau ne peut monter, l'eau ne pouvant circuler dans un sol imperméable. Ces nappes n'ont qu'un lien ténu avec la surface par où elles sont alimentées et qui correspond à la zone où la couche perméable affleure. De telles nappes se renouvellent donc plus lentement que les nappes libres. Lorsque la pente de la couche imperméable est forte et qu'elle est percée, par un forage, par exemple, ce type de nappe peut produire des puits jaillissants, puisque l'eau y est sous pression.

Les eaux souterraines constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité (Castany, 1982) (tableau 3.4). Elles représentent pratiquement la seule source d'approvisionnement en eau potable dans certains pays. Au Québec, nous sommes habitués à compter sur les eaux de surface (lacs, rivières et fleuve) pour notre approvisionnement en eau potable, mais de plus en plus, plusieurs individus et certaines municipalités se tournent vers cette richesse que constituent les nappes phréatiques (Bourque, 2009). Tout de même, l'eau souterraine alimente près de 1,5 million de personnes réparties sur les neuf dixièmes du territoire du Québec (ministère de l'Environnement, 2002).

Tableau 3.4 Capacités des grands réservoirs d'eau à la surface de la terre

Grands réservoirs	Volumes d'eau stockés			
	Totaux		Eau douce	
	km ³	%	km ³	%
Océans	1340000000	96,4		
Glaces Calottes glacières, glaciers et neiges éternelles	24000000	1,72	24000000	60
Eaux souterraines Aquifères :				
- Tranche 0-200 m	10000000			
- Tranche 0-2000 m	24000000	1,72	16000000	40
- Tranche 0-5000 m	60000000			
Humidité du sol	16500	0,001	16500	0,04
Eaux de surface des continents				
- Lacs et grands réservoirs	176400	0,013	90000	0,22
- Lits des cours d'eau	2120	0,00015	2120	0,005
Atmosphère	13000	0,001	13000	0,03
Eau biologique	1120	0,0001	1120	0,003
Globe (hydrosphère)	1390000000		400000000	

§Soit 2,9 % de l'eau du globe

Source : Banton & Bangoy (1997)

3.5.2 CONTAMINATION DES EAUX SOUTERRAINES

Les substances qui peuvent contaminer les eaux souterraines sont trop nombreuses pour qu'on

puisse les énumérer toutes dans le présent manuel. L'intensification des activités industrielles et agricoles ainsi que la diversification des modes d'élimination des sous-produits de production ou des déchets après consommation comptent parmi les facteurs qui ont favorisé l'augmentation des cas de contamination (Banton & Bangoy, 1997).

Les nitrates, par exemple, qui proviennent de la minéralisation de l'azote organique et de l'oxydation de l'azote inorganique (c.-à-d. de l'ammonium NH_4^+), comme nous verrons à la section 3.6.2.1, ne sont pas adsorbés par le sol et peuvent ainsi migrer avec l'eau souterraine jusqu'aux points de captage. Une concentration trop élevée en nitrates ($> 10 \text{ mg N-NO}_3/\text{l}$) dans l'eau peut agir sur l'hémoglobine du sang chez les nourrissons et causer la méthémoglobinémie (syndrome des « bébés bleus »), alors que les nitrates prennent la place de l'oxygène dans le sang. Les cas de méthémoglobinémie sont cependant très rares dans le monde. Les microorganismes tels que les bactéries et les virus entériques constituent également des contaminants particuliers issus des fosses septiques ou des fuites de retenues d'eaux usées domestiques.

3.6 QUALITÉ DE L'EAU ET POLLUTION

3.6.1 QUELQUES DÉFINITIONS

La qualité de l'eau reflète sa composition. Elle est exprimée en termes de quantités mesurables de différentes substances qui sont indésirables – des contaminants – dans l'eau et qui sont liées aux usages auxquels l'eau est destinée. Elle peut aussi être évaluée par la mesure de certaines caractéristiques physiques, comme la couleur ou la turbidité.

La concentration d'un contaminant est la masse du contaminant par unité de volume d'eau, habituellement exprimée en milligramme par litre (mg/l). La concentration peut aussi être exprimée en parties de contaminant par million de parties d'eau (ppm). Dans la plupart des cas, on peut dire que mg/l égale ppm.

La charge³³ d'un contaminant est la masse du contaminant (tonne, kilogramme, etc.) qui passe à un point donné d'une rivière au cours d'une période de temps donnée. Le chapitre 11 présente plusieurs méthodes pour calculer les charges d'un contaminant.

La contamination de l'eau est définie comme l'entrée de contaminants dans l'eau. La pollution est définie comme une altération de la qualité de l'eau par un contaminant à un degré qui affecte de façon déraisonnable un ou plusieurs de ses usages. Il existe deux grands types de pollution : la pollution de source ponctuelle et la pollution de source diffuse, mais plusieurs formes de pollution existent selon le contaminant en cause (encadré 3.2).

La pollution de source ponctuelle est celle qui est associée à des contaminants qui proviennent d'un endroit bien déterminé, par exemple, d'un tuyau ou un d'un canal utilisé par une industrie ou une station d'épuration des eaux usées municipales. Ce type de pollution peut être contrôlé

³³ On utilise aussi le terme « flux » pour exprimer le fait qu'il s'agit de la masse du contaminant qui passe à un point donné d'une rivière au cours d'une période de temps donnée.

en appliquant certaines contraintes à l'effluent qui est déchargé dans un cours d'eau. Les objectifs environnementaux de rejet – OER – (MDDEP, 2007) en sont un exemple.

Encadré 3.2 La pollution de l'eau : une réalité à plusieurs visages

On regroupe la pollution en six grandes catégories : la pollution par la matière organique, la pollution par les fertilisants, la pollution toxique, la pollution microbienne, la pollution visuelle et la pollution thermique.

La pollution par la matière organique est causée par la surabondance, dans l'eau, de matière organique d'origine humaine, animale ou végétale. La décomposition de cette matière par des bactéries qui consomment de l'oxygène peut entraîner une diminution marquée de l'oxygène dissous dans l'eau et perturber grandement la vie aquatique, en plus d'être à l'origine d'odeurs nauséabondes. Les rejets domestiques, de même que les activités agricoles et industrielles, peuvent constituer une source importante de matière organique.

La pollution par les fertilisants apparaît lorsque des nutriments comme l'azote et le phosphore se trouvent en trop grande quantité dans l'eau. La surabondance de ces substances nutritives favorise la croissance excessive de plantes aquatiques et d'algues qui peuvent nuire aux organismes aquatiques en modifiant leur habitat, et limiter les activités récréatives. On peut de plus mentionner le cas particulier de la prolifération des algues bleu-vert (c.-à-d. des cyanobactéries) qui, dans certaines circonstances, peuvent produire des cyanotoxines en concentration suffisante pour affecter la santé publique. Les rejets domestiques et les activités agricoles constituent les principales sources de fertilisants.

La pollution toxique provient surtout des activités industrielles (métaux lourds, BPC, etc.), mais également du secteur agricole (pesticides, hormones et antibiotiques). Les substances toxiques représentent un danger potentiel pour l'homme et la faune aquatique, puisqu'elles peuvent contaminer l'eau et les sédiments, s'accumuler à l'intérieur des organismes aquatiques ou agir sur le système endocrinien des poissons. Ces substances peuvent avoir des effets immédiats ou latents sur les organismes aquatiques, sur leurs prédateurs et, éventuellement, sur l'homme.

La pollution microbienne découle de la présence dans l'eau de bactéries, de virus ou de protozoaires issus le plus souvent des déjections humaines ou animales. Le milieu devient alors insalubre et propice à la propagation de maladies, ce qui limite la pratique des activités nautiques et nous contraint à désinfecter l'eau destinée à la consommation.

La pollution visuelle se manifeste par une certaine coloration de l'eau et par la présence de matières en suspension, de débris flottants et d'algues dans l'eau ou sur les berges d'un cours d'eau. Cette pollution peut provenir de plusieurs sources et constituer une nuisance tant pour les activités récréatives que pour les habitats aquatiques.

La pollution thermique consiste en une modification de la température de l'eau dans un segment de rivière, en raison de la présence d'un effluent industriel de température plus élevée que le milieu récepteur (eaux de refroidissement d'usines, de centrales thermiques ou nucléaires, etc.). Même de faibles changements de température peuvent avoir des effets sur la faune aquatique.

Source : Hébert & Ouellet (2005)

La pollution de source diffuse est celle qui est associée à des contaminants qui ne proviennent pas d'un endroit bien déterminé sur le territoire, mais plutôt du ruissellement de l'eau sur les terres agricoles, ou encore sur les terrains résidentiels et industriels. Ce type de pollution se produit lorsque la pluie, la neige fondue ou les eaux d'irrigation ruissellent sur le sol, entraînant les contaminants dans les rivières, les lacs ou les eaux souterraines. La pollution de source diffuse est très courante parce qu'elle peut se produire toutes les fois que des activités humaines perturbent le sol. L'agriculture, la foresterie, le pâturage, l'aménagement de fosses septiques, le ruissellement urbain, les activités de construction et le redressement des cours d'eau sont des sources potentielles de pollution diffuse.

Les contaminants de source diffuse les plus courants sont les sédiments et les éléments nutritifs (azote et phosphore). D'autres contaminants de source diffuse sont les pesticides, les organismes pathogènes (bactéries et virus), les sels, les huiles, les graisses, les produits chimiques toxiques et les métaux lourds. La fermeture des plages, la destruction des habitats, la contamination des sources d'eau potable, la mortalité des poissons et plusieurs autres problèmes environnementaux et de santé humaine graves sont causés par des contaminants de source diffuse. Le tableau 3.5 présente quelques contaminants de source diffuse, leur origine et leur impact sur la qualité de l'eau (Morton et al., 2006). Divers écosystèmes contribuent, par les services écologiques qu'ils rendent, à réduire la pollution de l'eau. Les milieux humides, pour ne citer qu'un exemple, contribuent à ce service.

3.6.2 CYCLE DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE

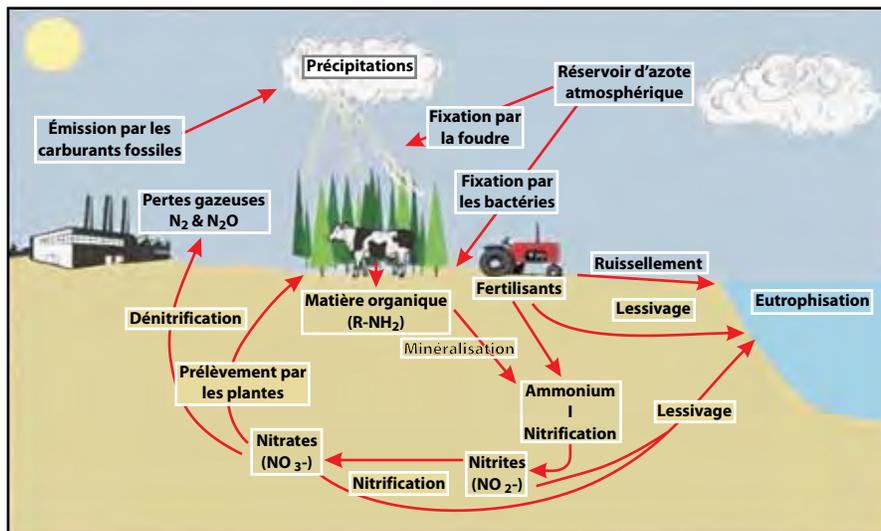
3.6.2.1 CYCLE DE L'AZOTE

Le cycle de l'azote est très complexe, qu'il s'agisse du cycle terrestre (figure 3.24) ou du cycle aquatique. Trois processus de base sont impliqués dans le cycle de l'azote dans le sol. Ce sont la fixation de l'azote atmosphérique, la nitrification et la dénitrification (Bourque, 2009).

Tableau 3.5 Quelques contaminants de source diffuse, leur origine et leurs effets sur la qualité de l'eau

Contaminants	Sources	Effets sur la qualité de l'eau et autres effets qui y sont liés
Sédiments	Agriculture (cultures et pâturages) Foresterie Ruissellement urbain Construction Mines	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Diminuent la clarté et la transparence de l'eau, ce qui : <ul style="list-style-type: none"> ◇ diminue la croissance des plantes aquatiques, ◇ obscurcit les sources d'alimentation, les habitats et les refuges; ◇ Affectent négativement la respiration des poissons en bouchant les branchies; ◇ Remplissent les espaces entre les graviers au fond des cours d'eau, recouvrent les œufs des poissons et les alevins; ◇ Empêchent l'alimentation et la respiration des macroinvertébrés, une part importante de l'alimentation des poissons; ◇ Diminuent la concentration d'oxygène dissous dans l'eau; ◇ Servent de substrat aux contaminants organiques, notamment à certains pesticides; ◇ Diminuent la valeur récréative, commerciale et esthétique des cours d'eau; ◇ Augmentent le coût du traitement pour rendre l'eau potable;
Pesticides (herbicides, insecticides, fongicides, etc.)	Agriculture Ruissellement urbain, etc.	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Peuvent nuire à la reproduction, à la croissance, à la respiration et au développement des organismes aquatiques; ◇ Peuvent diminuer l'approvisionnement en nourriture et détruire l'habitat des espèces aquatiques; ◇ Certains peuvent s'accumuler dans les tissus des plantes, des macroinvertébrés et des poissons; ◇ Certains sont cancérigènes ou mutagènes (provoquent des mutations dans le matériel génétique – ADN); ◇ Affectent négativement la santé des humains qui consomment des poissons contaminés ou de l'eau potable contaminée; ◇ Plusieurs sont détectés dans l'eau potable traitée des municipalités; ◇ Peuvent diminuer la résistance chez les espèces aquatiques (poissons et amphibiens) et augmenter leur susceptibilité aux maladies et aux stress environnementaux; ◇ Diminuent la photosynthèse chez les plantes aquatiques; ◇ La présence de certains herbicides peut altérer la qualité de l'eau destinée à l'irrigation des cultures;
Pathogènes et bactéries fécales	Agriculture Foresterie Ruissellement urbain	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Caused des problèmes de santé chez les humains; ◇ Augmentent le coût du traitement pour rendre l'eau potable; ◇ Diminuent la valeur récréative des plans d'eau;
Nutriments (phosphore et azote)	Agriculture Foresterie Ruissellement urbain Construction	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Stimulent la croissance des algues bleu-vert (c.-à-d. des cyanobactéries), lesquelles produisent des toxines pouvant affecter les usages de l'eau et la santé publique; ◇ Stimulent la croissance des algues et des plantes aquatiques qui, plus tard, à cause de leur décomposition, causent : <ul style="list-style-type: none"> ◇ la diminution de la concentration en oxygène dissous dans l'eau, laquelle affecte négativement les poissons et autres organismes aquatiques, ◇ des conditions de turbidité qui diminuent les habitats et les sources d'alimentation des organismes aquatiques, ◇ la diminution des occasions d'activités récréatives, ◇ la diminution de la qualité de l'eau et l'augmentation des coûts de traitement, ◇ un déclin des espèces de poissons sensibles et une surabondance des espèces de poissons tolérantes aux nutriments, de même que la diminution de biodiversité piscicole, ◇ le vieillissement prématuré des cours d'eau, des lacs et des estuaires, ◇ des concentrations élevées de nitrates qui causent des problèmes de santé chez les nourrissons.

Source : adapté de Morton et al. (2006)



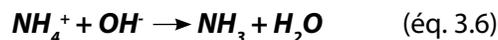
Source : Pidwirny (2006f)

Figure 3.24 Schéma du cycle de l'azote dans le sol

La fixation de l'azote correspond à la conversion de l'azote atmosphérique en azote utilisable par les plantes et les animaux. Elle se fait par certaines bactéries qui vivent dans les sols ou dans l'eau et qui réussissent à assimiler l'azote diatomique N_2 . Il s'agit, en particulier, des cyanobactéries et de certaines bactéries vivant en symbiose avec des plantes (entre autres, les légumineuses). La réaction chimique type est :



Dans les sols où le pH est élevé, l'ammonium (NH_4^+) se transforme en ammoniac gazeux (NH_3), soit :

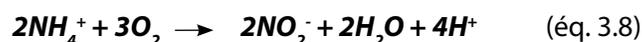


La réaction nécessite un apport d'énergie provenant de la photosynthèse. Cette fixation tend à produire des composés ammoniaqués tels l'ammonium (NH_4^+) et l'ammoniac (NH_3). Il s'agit ici d'une réaction de réduction qui se fait par l'intermédiaire de substances organiques notées « CH_2O » dans l'équation 3.5.

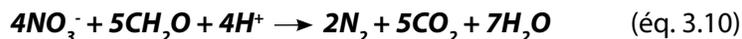
La nitrification transforme les produits de la fixation (NH_4^+ et NH_3) en NO_x , des nitrites (NO_2^-) et des nitrates (NO_3^-). C'est une réaction d'oxydation qui se fait par catalyse enzymatique liée à des bactéries dans les sols et dans l'eau. La réaction en chaîne est de type :



soit :



La dénitrification retourne l'azote dans l'atmosphère sous sa forme moléculaire (N_2) avec, comme produit secondaire, du gaz carbonique (CO_2) et de l'oxyde d'azote (N_2O), un gaz à effet de serre qui contribue à la destruction de la couche d'ozone dans la stratosphère. Il s'agit d'une réaction de réduction des nitrates (NO_3^-) par l'intermédiaire de bactéries transformant la matière organique. La réaction est de type :



Dans les eaux de surface, l'azote se présente sous plusieurs formes, à savoir l'azote organique, l'azote ammoniacal ($N-NH_3$), les nitrites ($N-NO_2$) et les nitrates ($N-NO_3$). La somme des quatre formes donne l'azote total. L'azote est, pour l'essentiel, transporté dans les rivières sous la forme la plus oxydée, celle des nitrates. Au Québec, les nitrates représentent 70 % des charges d'azote total dans les rivières en milieu agricole, mais représentent seulement 50 % des charges d'azote total dans les rivières en milieu forestier (Gangbazo & Babin, 2000). L'azote nitrique, instable, n'est présent qu'en quantité négligeable dans les rivières (Cann & Villebonnet, 1993). Notons qu'il n'y a pas de critère³⁴ pour la concentration d'azote total dans l'eau de surface. Toutefois, on considère qu'une rivière qui affiche une concentration d'azote total supérieure à 1 mg/l est sérieusement affectée par des sources anthropiques (Alberta Environment, 1999; Swedish Environmental Protection Agency, 1991).

Les problèmes que soulève la présence d'azote dans l'eau dépendent de la forme sous laquelle il se trouve (azote ammoniacal ou nitrates). L'azote ammoniacal se retrouve surtout dans les eaux de surface, qu'il atteint par ruissellement. Les hausses imprévues de la concentration d'azote ammoniacal dans l'eau brute destinée à l'alimentation humaine augmentent les risques pour la santé publique, parce que, pendant le traitement de l'eau, l'azote ammoniacal réagit avec le chlore pour former des chloramines, qui diminuent l'efficacité du chlore comme désinfectant et donnent un mauvais goût à l'eau. Les nitrates se retrouvent surtout dans les nappes d'eau souterraines qu'ils atteignent par infiltration dans les sols. De là, ils peuvent contaminer les rivières en période d'étiage. Toutefois, les concentrations de nitrates sont généralement beaucoup plus faibles dans l'eau de surface que dans les eaux souterraines.

Les nitrates sont toxiques à de fortes concentrations. Ils peuvent provoquer des effets toxiques chez les animaux de ferme et chez les nourrissons (enfants de moins de six mois), parce qu'ils causent la méthémoglobinémie, communément appelée « syndrome du bébé bleu ». Les nourrissons sont particulièrement sensibles aux nitrates, parce que les bactéries qu'on retrouve dans leur tube digestif peuvent réduire les nitrates en nitrites, lesquels oxydent l'hémoglobine et interfèrent avec la capacité du sang à transporter l'oxygène. Chez le bétail, les nitrites résultant de la réduction des nitrates peuvent aussi être toxiques et causer de l'anémie et des avortements. Des concentrations de 40 à 100 mg N/l dans l'eau dont s'abreuve le bétail peuvent comporter des risques pour la santé de ces animaux, à moins que leur ration alimentaire soit faible en nitrates et riche en vitamine A.

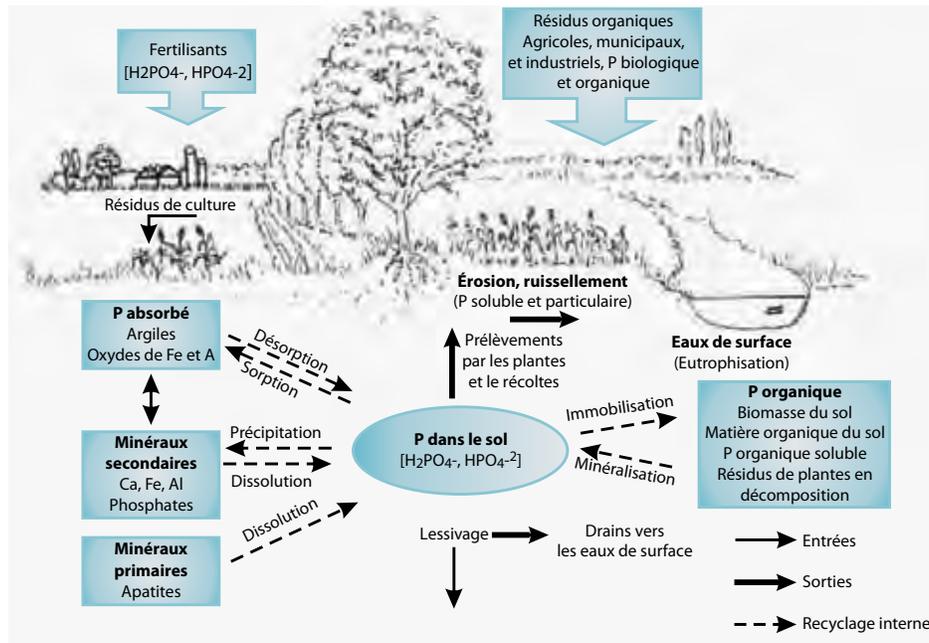
3.6.2.2 CYCLE DU PHOSPHORE

Pratiquement tout le phosphore en milieu terrestre est dérivé de l'altération des phosphates de calcium des roches de surface, principalement de l'apatite (Bourque, 2009). Les eaux usées

³⁴ La section 3.6.3 traite des critères de qualité de l'eau.

domestiques (particulièrement les eaux usées contenant des détergents), certains effluents industriels et le ruissellement provenant des terres agricoles contribuent aux taux élevés de phosphore dans les eaux de surface (U. S. EPA, 2003b).

Les principaux modes de transformation du phosphore sont le prélèvement par les plantes, la sorption et la désorption, la précipitation et la dissolution, l'immobilisation et la minéralisation. Ses modes de transport sont le ruissellement, l'érosion et le lessivage (figure 3.25). Le cycle du phosphore est unique parmi les cycles biogéochimiques majeurs. Il n'implique pas de composante gazeuse, du moins en quantité significative, et par conséquent, il n'affecte pratiquement pas l'atmosphère. Il se distingue aussi des autres cycles par le fait que le transfert de phosphore (P) d'un réservoir à un autre n'est pas contrôlé par des réactions microbiennes, comme c'est le cas pour l'azote, par exemple (Bourque, 2009). Contrairement à l'azote, le phosphore n'est pas particulièrement mobile dans les sols, et les ions phosphate ne se lessivent pas facilement. Le phosphore est normalement retenu fortement par les particules d'argile, de sol et de matière organique. La plus grande partie du phosphore est extraite du sol par le prélèvement des plantes ou par l'érosion (U. S. EPA, 2003b).



Source : adapté de Pierzynski (1991)

Figure 3.25 Schéma du cycle du phosphore dans le sol

Le phosphore est présent dans les rivières sous diverses formes, mais les plus importantes sont le phosphore soluble, aussi appelé « phosphore dissous », et le phosphore particulaire. La somme du phosphore soluble et du phosphore particulaire dans l'eau donne le phosphore total. Le phosphore n'est pas directement toxique pour les humains et pour les animaux. La toxicité causée par le phosphore dans les eaux douces est indirecte, parce qu'elle se manifeste à travers l'accélération de la croissance des algues, un processus appelé « eutrophisation »³⁵, et par la diminution de la concentration d'oxygène dans l'eau.

³⁵ Modification et dégradation d'un milieu aquatique, liées en général à un apport exagéré de substances nutritives, qui augmentent la production d'algues et de plantes aquatiques.

La disponibilité du phosphore pour la croissance des algues dépend de la forme sous laquelle il est présent. Le phosphore soluble est accessible plus facilement aux plantes aquatiques que le phosphore particulaire (Bradford & Peters, 1987; Nürnberg & Peters, 1984), si bien que plus la proportion de phosphore soluble par rapport au phosphore total est élevée, plus les risques d'eutrophisation sont importants. Trois processus sont à l'origine du phosphore soluble dans les rivières en milieu agricole (Kronvang, 1992) : le ruissellement de surface, la désorption du phosphore associé à la matière organique et la remise en suspension des sédiments déposés au fond des rivières.

3.6.3 USAGES ET CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'EAU

L'eau a plusieurs usages. Citons la consommation humaine, les activités récréatives comme la baignade et le canotage, l'abreuvement du bétail, l'irrigation, etc. Le tableau 3.6 présente quelques-uns des usages potentiels de l'eau que l'Autorité nationale des bassins versants du Royaume-Uni a déterminés.

Tableau 3.6 Catégories d'usages de l'eau employées par l'Autorité nationale des bassins versants (Royaume-Uni) pour la planification de la gestion de l'eau

Catégories d'usages de l'eau	Usages typiques
Approvisionnement en eau potable (eau de consommation)	Approvisionnement en eau par les municipalités (eaux de surface et eaux souterraines) Approvisionnement en eau résidentielle (puits privés)
Approvisionnement en eau industrielle	Approvisionnement en eau de procédé Eaux de refroidissement
Agriculture	Irrigation Abreuvement des animaux Lavage des laiteries de ferme Lavage des bâtiments d'élevage
Contrôle des inondations	Construction de barrages, de réservoirs et de canaux de protection
Production d'énergie thermique	Eaux de refroidissement
Production d'énergie thermique	Eaux de refroidissement
Production d'hydroélectricité	Construction de barrages et de réservoirs
Navigation	Navigation de plaisance Navigation commerciale (tourisme, transport de marchandises, etc.)
Activités récréatives liées à l'eau	Pêche sportive Natation Navigation de plaisance Pique-nique
Habitat pour le poisson et la faune sauvage	Habitats aquatiques et riverains Protection des espèces rares ou menacées Protection des débits réservés pour la préservation de la qualité de l'eau
Gestion de la qualité de l'eau	Dilution des eaux usées municipales et industrielles

Source : Heathcote (1998)

La concentration de la plupart des contaminants qui atteignent le milieu aquatique s'élève parfois à des niveaux qui empêchent ou limitent sérieusement plusieurs usages. De plus, plusieurs de ces contaminants sont persistants et bioaccumulables, ce qui signifie qu'ils peuvent avoir des effets nuisibles dans tous les maillons de la chaîne alimentaire, incluant la faune terrestre et aviaire ainsi que l'humain. Certains contaminants peuvent altérer le goût, l'odeur ou la couleur de l'eau ou de la chair des organismes ou encore augmenter les coûts associés à la production d'eau potable.

Dans une optique de préservation, de maintien et de récupération des usages de l'eau et des ressources biologiques aquatiques, le MDDEP détermine le niveau de qualité de l'eau de surface qu'il faut maintenir dans le milieu en fonction des usages réels et potentiels de ce milieu. Le niveau de qualité désiré est représenté, entre autres, par des « critères de qualité de l'eau », lesquels reflètent l'état des connaissances sur les effets nuisibles des contaminants.

Le document intitulé *Critères de qualité de l'eau de surface* (MDDEP, 2009) présente trois types de critères de qualité de l'eau :

1. Des critères de qualité descriptifs, qui fournissent des règles générales pour protéger les eaux de toute dégradation grossière;
2. Des critères de qualité chimique, qui spécifient les seuils où les contaminants considérés un à un sont sans effet;
3. Des critères de qualité relatifs à la toxicité globale, qui permettent d'évaluer la toxicité d'un mélange de substances.

Ces critères sont regroupés en quatre catégories, chacune étant associée à une classe d'usages de l'eau :

1. La prévention de la contamination de l'eau et des organismes aquatiques;
2. La protection de la vie aquatique;
3. La protection de la faune terrestre piscivore;
4. La protection des activités récréatives et de l'esthétique.

Précisons que, pour évaluer la qualité de l'eau potable ou celle des eaux souterraines, il faut se référer au Règlement sur la qualité de l'eau potable (RQEP) (<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/potable/brochure/index.htm>) et à la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (<http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/resume.htm>).

Chapitre 4

Aide-mémoire pour élaborer un plan directeur de l'eau

Contenu du chapitre

- ◇ Contenu minimum suggéré pour un plan directeur de l'eau
- ◇ Aide-mémoire pour élaborer un plan directeur de l'eau

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous ne voulez pas lire le présent manuel du début à la fin avant de commencer à élaborer votre plan directeur de l'eau;
- ◇ Vous voulez connaître les éléments que vous pourriez inclure dans votre plan directeur de l'eau;
- ◇ Vous êtes à la recherche d'une méthode « dirigée » pour élaborer votre plan directeur de l'eau.

Le présent aide-mémoire a pour objet de vous guider étape par étape dans l'élaboration de votre PDE.

4.1 CONSEILS PRÉLIMINAIRES

L'élaboration d'un PDE, de même que la mise en œuvre, le suivi et l'évaluation d'un plan d'action demandent deux types d'habiletés : des habiletés d'organisation et de gestion de groupe ainsi que des habiletés techniques (Gangbazo, 2005). Vous ne pouvez pas acquérir toutes ces habiletés du jour au lendemain. Cependant, la GIRE étant un processus itératif d'apprentissage par l'action, votre PDE doit être le reflet des habiletés que vous avez ainsi que des ressources financières et humaines dont vous disposez au moment où vous l'élaborez. Ceci étant dit, voici quelques conseils préliminaires qui vous permettront de vous préparer adéquatement à entreprendre cette phase cruciale de la GIRE.

1. Élaborez une vision pour les bassins versants de votre zone de gestion intégrée des ressources en eau (voir le chapitre 6). L'élaboration d'une vision est très utile pour mobiliser les acteurs de l'eau et apparaît, de ce fait, comme une condition essentielle au succès de la GIRE.
2. Formez un comité technique qui élaborera bénévolement votre PDE (voir le chapitre 5, à la section 5.2.1). Toutefois, si vous disposez de ressources financières suffisantes, envisagez la possibilité de confier l'analyse de bassin versant (portrait et diagnostic) à une firme de services-conseils qualifiée, laquelle agira par la suite à titre

- d'animateur de groupe auprès de votre OBV afin d'assurer le bon déroulement des étapes subséquentes de l'élaboration du PDE (voir le chapitre 5, à la section 5.2.1).
3. Assurez-vous que des représentants de chacun des acteurs clés participent activement à toutes les étapes de l'élaboration du PDE, y compris les représentants des différents ministères, des municipalités locales et des municipalités régionales de comté (MRC).
 4. Basez l'élaboration de votre PDE sur les quatre premières étapes du cycle de gestion intégrée des ressources en eau (voir le chapitre 2, à la section 2.3.2.2).
 5. Utilisez, autant que possible, des données disponibles (voir le chapitre 7, aux sections 7.1 et 7.2) et dont la validité a été prouvée (voir le chapitre 7, à la section 7.4).
 6. Élaborez un modèle « conceptuel » pour chacun des bassins versants que vous analysez (voir le chapitre 8, à la section 8.2.1) afin d'avoir une idée générale des relations de causalité que vous devrez étudier dans l'analyse de bassin versant. Cela vous permettra également de vous assurer qu'il y a une cohérence parfaite entre le diagnostic des ressources en eau et les enjeux (voir le chapitre 14, à la section 14.1.2).
 7. Voici quelques suggestions utiles pour la rédaction de votre rapport :
 - ◇ Avant de commencer à le rédiger, déterminez le profil de vos lecteurs éventuels. Il est composé aussi bien de personnes à qui la GIRE n'est pas familière que de personnes qui sont expertes dans le domaine. Certains décideurs s'intéressent à la GIRE, mais ne peuvent pas consacrer beaucoup de temps à la lecture d'un long rapport. Les analystes des différents ministères, pour leur part, doivent comprendre comment vous en êtes arrivés aux conclusions présentées afin de bien évaluer votre PDE ou pour être en mesure de vous renseigner sur des méthodes d'analyse de données mieux appropriées aux données dont vous disposez, le cas échéant. Ensuite, déterminez les chapitres que vous aimeriez y inclure ainsi que le contenu de chacun d'eux. À cet effet, nous vous suggérons de vous inspirer des tableaux 8.1 (chapitre 8), 13.1 et 13.2 (chapitre 13) pour rédiger la table des matières détaillée de votre PDE. Réfléchissez à la façon dont vous utiliserez les tableaux, les cartes et les graphiques, et planifiez votre texte en conséquence. En cours de rédaction, tâchez de trouver un équilibre entre la concision et la nécessité de présenter beaucoup d'information technique. Faites l'effort de toucher rapidement votre auditoire en utilisant un langage simple et des mots précis. À ce propos, vous trouverez sur le site Web de l'Office québécois de la langue française (OQLF), à l'adresse http://66.46.185.79/bdl/gabarit_bdl.asp?Th=1, des conseils utiles sur une foule de sujets, dont l'orthographe, la grammaire et le vocabulaire.
 - ◇ Utilisez des tableaux pour résumer rapidement des données quantitatives et qualitatives dans un ordre logique, ce qui évite d'écrire un long texte. Les tableaux longs (ceux qui ont plus d'une page) devraient être présentés en annexe. La présentation graphique de données peut constituer un outil de communication très performant. Des graphiques simples accompagnés d'un texte explicatif succinct sont généralement très efficaces. Vous trouverez sur le site Web de l'OQLF, à l'adresse http://66.46.185.79/bdl/gabarit_bdl.asp?Th=1&Th_id=347, des renseignements utiles sur l'utilisation des graphiques, des figures, des tableaux et des annexes, ainsi que de l'information sur les pages liminaires.
 - ◇ Plusieurs caractéristiques d'un bassin versant (les sous-bassins, les types de végétation, le réseau hydrographique, etc.) peuvent être présentées

avantageusement sous forme de cartes. Assurez-vous que les cartes parlent d'elles-mêmes, c'est-à-dire que le lecteur peut les interpréter sans votre aide. Pour cela, chaque carte doit être accompagnée d'une légende appropriée.

- ◇ Mentionnez vos sources (auteur, année, etc.) dans le texte, au bas des tableaux, des figures et des cartes, puis citez-les de façon appropriée dans une section intitulée « Bibliographie » que vous présenterez à la fin du rapport. Veuillez adopter des règles cohérentes en matière de citation de sources. Encore une fois, vous trouverez sur le site Web de l'OQLF, à l'adresse http://66.46.185.79/bdl/gabarit_bdl.asp?Th=1&Th_id=275&niveau=, l'information sur la bibliographie et la citation de sources.
- ◇ Tout au long de votre travail, n'hésitez pas à faire appel aux chargés de bassin des différents ministères ainsi qu'aux professionnels de la Direction des politiques de l'eau (MDDEP) responsables de la mise en œuvre de la GIRE pour vous soutenir dans l'élaboration de votre PDE. Vous trouverez également dans le document intitulé Bottin des experts qui oeuvrent dans des domaines utiles pour les organismes de bassin versant : édition 2009 (Gangbazo, 2009a) les noms et les numéros de téléphone de quelques institutions et personnes qui peuvent vous renseigner sur des outils et des méthodes qui vous seront utiles pour élaborer votre PDE.

4.2 CONTENU MINIMUM SUGGÉRÉ POUR UN PLAN DIRECTEUR DE L'EAU

- ◇ Considérant que certaines zones de gestion intégrée des ressources en eau comportent plusieurs bassins versants de très grande superficie;
- ◇ Considérant que la nature et l'ampleur des problèmes qui touchent les enjeux liés à l'eau et aux écosystèmes associés ne sont pas les mêmes d'une zone de gestion à l'autre;
- ◇ Considérant que certains OBV réussissent, en raison de leur situation géographique, à obtenir des fonds substantiels de la part des acteurs municipaux ou d'autres organismes publics ou privés pour élaborer leur PDE, ce qui n'est pas le cas de tous les OBV;
- ◇ Considérant que les données à la disposition des OBV pour faire le diagnostic des ressources en eau varient selon les bassins versants;
- ◇ Considérant que les ressources financières de l'État doivent être concentrées sur les problématiques prioritaires;
- ◇ Considérant que le MDDEP a l'obligation d'assurer une reddition de comptes publique quant à la mise en œuvre et quant à la progression de la GIRE et que, pour ce faire, il a besoin des mêmes informations dans toutes les zones de gestion intégrée des ressources en eau;

Il a été nécessaire de suggérer un contenu minimum pour l'élaboration d'un PDE, le contenu obligatoire étant présenté dans le cadre de référence (MDDEP, 2011). Le contenu minimum touche les éléments suivants :

- ◇ **La vision.** Le PDE devrait présenter la vision élaborée par l'OBV pour les bassins versants de la zone de gestion intégrée des ressources en eau;

- ◇ **La participation des acteurs de l'eau.** Dans son PDE, l'OBV devrait rendre compte des moyens qu'il a utilisés pour s'assurer de la participation des acteurs de l'eau³⁶ et des effets que ces moyens ont eu sur la planification de la GIRE;
- ◇ **Le portrait des bassins versants de la zone de gestion intégrée des ressources en eau³⁷.** Le portrait devrait :
 - ◇ Couvrir tous les bassins versants de la zone de gestion intégrée des ressources en eau;
 - ◇ Recenser les principaux usages de l'eau et les ententes (baux, droits, etc.) concernant les ressources en eau qui sont en vigueur sur le territoire de la zone de gestion intégrée;
 - ◇ Décrire les principales utilisations du territoire dans les bassins versants;
 - ◇ Présenter les principaux acteurs de l'eau et décrire leurs rôles, leurs responsabilités, leurs préoccupations concernant les ressources en eau et leurs intérêts³⁸;
 - ◇ Décrire les actions réalisées, en cours de réalisation ou planifiées par les acteurs dans le domaine de l'eau;
 - ◇ Inventorier les écosystèmes d'intérêt, fragiles, ou dégradés sur le plan écologique ainsi que les zones d'inondation³⁹, les zones d'érosion et les zones de glissement de terrain connues⁴⁰;
 - ◇ Déterminer les obstacles à l'écoulement des eaux (barrages) connus et les ouvrages dont les risques de rupture sont connus ainsi que leurs plans de gestion;
 - ◇ Estimer la demande en eau⁴¹;
 - ◇ Évaluer la disponibilité des ressources en eau;
 - ◇ Déterminer les sources potentielles de contaminants toxiques (c'est-à-dire les

³⁶ Voir le chapitre 5, à la section 5.3, le chapitre 9, au tableau 9.1, et le chapitre 19, à la section 19.2.4.

³⁷ Notez que la table des matières proposée pour le portrait (chapitre 8, tableau 8.1) est plus exhaustive que le contenu minimum présenté dans la présente section du guide. En fait, le contenu minimum du portrait comprend les éléments qui doivent absolument être abordés par tous les OBV. Les éléments additionnels suggérés dans la table des matières sont nécessaires également puisqu'ils permettront de mettre en contexte ces éléments et ainsi faciliter le diagnostic des ressources en eau.

³⁸ Voir le chapitre 9.

³⁹ Voir le chapitre 7, dans l'encadré 7.1, pour la définition de ce que l'on entend par « écosystèmes d'intérêt, fragiles, ou dégradés sur le plan écologique ».

⁴⁰ Ces informations se trouvent dans les schémas d'aménagement et de développement, les règlements de contrôle intérimaires ainsi que dans les plans d'urbanisme.

⁴¹ Les estimations de la taille de la population et l'intensité des diverses activités humaines sont les deux éléments qui permettent d'évaluer la demande en eau. Celle-ci est généralement exprimée en deux catégories : les prélèvements d'eau, c'est-à-dire le volume total d'eau qui est retiré des systèmes naturels pour les usages des humains, et la demande de consommation, qui représente le volume d'eau qui est retiré par les humains, mais qui est « consommé » et qui ne retourne donc pas aux systèmes naturels (Heathcote, 1998).

La taille de la population actuelle est estimée facilement à partir des données de recensement ou des banques de données des municipalités (ex. : taxes) et autres documents similaires. Le plus simple modèle d'estimation de la taille de la population prend la forme suivante (Heathcote, 1998) :

$$P_t = P_o + B - D + I - O, \text{ où :}$$

P_t = population à la fin du temps t ;

P_o = population actuelle;

B = nombre de naissances au cours de la période de planification;

D = nombre de décès au cours de la période de planification;

I = nombre de personnes qui immigrent à l'intérieur de la zone au cours de la période de planification;

O = nombre de personnes qui quittent la zone au cours de la période de planification.

Les recensements sont une excellente source d'information pour estimer tous les termes de l'équation.

- industries et les divers sites d'enfouissement de déchets, les lieux de dépôt de résidus industriels, etc.);
- ◊ Déterminer les points de rejets d'eaux usées municipales et industrielles connus;
 - ◊ Décrire les ouvrages de traitement des eaux usées municipales (type de traitement, performance, etc.);
 - ◊ Inventorier les captages d'eau potable souterraine ou de surface connus qui pourront faire l'objet de mesures de protection distinctes en vertu de la stratégie québécoise de protection et de conservation des sources d'eau potable;
 - ◊ Déterminer les aires d'alimentation des prises de captage d'eau souterraine connues ainsi que leurs subdivisions en aires de protection bactériologique et virologique et préciser leur caractère de vulnérabilité⁴².
- ◊ **Le diagnostic des ressources en eau de la zone de gestion intégrée.** Le diagnostic des ressources en eau devrait :
- ◊ Être réalisé pour tous les bassins versants de la zone de gestion intégrée des ressources en eau;
 - ◊ Faire l'adéquation entre la demande en eau et les disponibilités en eaux de surface et souterraines;
 - ◊ Évaluer, de façon générale, l'impact que les changements climatiques pourraient avoir sur les ressources en eau⁴³;
 - ◊ Évaluer l'état qualitatif des eaux souterraines (leur qualité par rapport à leurs usages);
 - ◊ Évaluer l'état qualitatif des eaux de surface (les substances prioritaires qui sont concernées par cette évaluation sont présentées ci-après);
 - **Substances conventionnelles** (selon les données disponibles) :
 - ✓ Azote,
 - ✓ Phosphore,
 - ✓ Matières en suspension,
 - ✓ Coliformes fécaux;
 - **Substances toxiques** (selon les données disponibles) :
 - ✓ Pesticides : lorsque le bassin versant comporte des superficies appréciables de cultures nécessitant l'utilisation de pesticides, telles que le maïs, le soya, les pommes de terre, les cultures maraîchères ou les vergers, ou qu'il s'y déroule d'autres activités requérant un usage important de pesticides (entretien paysager, de terrains de golf, etc.);
 - ✓ Métaux lourds (Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn) : si les échantillons ont été prélevés et analysés après 1995 en suivant les méthodes d'analyse des métaux en traces. Spécifier s'il s'agit de métaux totaux ou dissous;
 - ✓ Contaminants organiques (BPC, BPC planaires, dioxines et furannes chlorés, HAP, etc.) : si les échantillons ont été prélevés et analysés après 1995 au moyen des « techniques à grand volume »;
 - ✓ Contaminants émergents (nonylphénols éthoxylés, PBDE, composés perfluorés, bisphénol A, hormones, résidus de médicaments etc.) : si les échantillons ont été prélevés et analysés après 2000.

⁴² Ces informations sont disponibles dans les études hydrogéologiques.

⁴³ Il s'agit d'une revue de la documentation qui n'est pas nécessairement propre aux bassins versants de la zone de gestion. Cette suggestion vise à vous sensibiliser à la problématique des changements climatiques.

- ◇ Évaluer, de façon sommaire, l'état de situation des milieux humides, de la biodiversité⁴⁴ et d'autres composantes des écosystèmes aquatiques;
- ◇ **Les enjeux et les orientations.** Le PDE devrait présenter les enjeux, c'est-à-dire les préoccupations majeures des acteurs de l'eau ou les défis fondamentaux de gestion qui doivent être relevés par l'OBV dans le contexte de sa mission et les orientations, c'est-à-dire les pistes d'action qui peuvent aider à résoudre les problèmes qui touchent les enjeux.
- ◇ **Les objectifs et les indicateurs.** Le PDE devrait présenter les objectifs visés à la fin du cycle de gestion en cours et les indicateurs, soit les mesures qui seront utilisées pour évaluer l'atteinte des objectifs.
- ◇ **Le plan d'action.** Le plan d'action devrait :
 - ◇ Déterminer les mesures de protection ou de restauration de l'état quantitatif des eaux de surface et souterraines;
 - ◇ Déterminer les mesures de protection ou de restauration de l'état qualitatif des eaux de surface et souterraines;
 - ◇ Déterminer les mesures de protection et/ou de restauration des autres composantes des écosystèmes aquatiques, dont les milieux humides;
 - ◇ Déterminer les mesures ou les actions à entreprendre afin de favoriser la mise en valeur des ressources en eau des bassins versants de la zone de la zone de gestion intégrée, et ce, dans une perspective de développement durable (ex. : aménagement de sentiers récréatifs, mise en valeur de sites ayant des particularités sur le plan du patrimoine naturel ou culturel, etc.)
 - ◇ Comporter une stratégie de participation des acteurs dont l'objectif est de favoriser l'engagement des acteurs dans toutes les étapes du cycle de gestion intégrée des ressources en eau. Les éléments qui pourraient être considérés dans cette stratégie sont : (a) le "problème" à résoudre et les objectifs de la participation; (b) les acteurs visés; (c) la portée du processus participatif; (d) le calendrier et les degrés de participation (ex. : information, consultation, concertation, codécision); (e) les techniques de participation; (f) la nature de l'information qui sera fournie aux acteurs et le renforcement de leurs capacités; (g) la gestion du processus participatif; (h) le suivi et l'évaluation du processus participatif; (i) le budget du processus participatif. Le guide sur la participation des acteurs à la gestion intégrée des ressources en eau (Gangbazo, 2011) explique comment vous pourriez élaborer cette stratégie.
 - ◇ Déterminer les mesures d'adaptation aux impacts des changements climatiques;
 - ◇ Comporter un programme de suivi et d'évaluation du plan d'action;
 - ◇ Déterminer les moyens économiques et financiers nécessaires à la mise en œuvre du plan d'action;
 - ◇ Déterminer les groupes ou les personnes responsables de la mise en œuvre et les calendriers de réalisation des projets (date de début et de fin);

 Rien ne vous empêche d'inclure dans votre PDE des éléments qui ne font pas partie du contenu minimum suggéré.

⁴⁴ Notamment, par l'analyse des occurrences d'espèces exotiques envahissantes ainsi que d'espèces menacées, vulnérables et susceptibles d'être ainsi désignées;

4.3 STRUCTURATION DU TRAVAIL

4.3.1 RÉSUMÉ

Présentez ici le contexte et la raison d'être de l'élaboration du PDE et les principaux résultats que vous avez obtenus.

4.3.2 INTRODUCTION

Rédigez une courte introduction qui pourrait contenir les points suivants :

- ▶ Présentation de la mission et de la vision de votre OBV;
- ▶ Présentation de votre OBV (la date de sa fondation, la liste des membres du conseil d'administration, les différents comités et leur rôle, etc.);
- ▶ Brève explication des raisons pour lesquelles vous avez élaboré un PDE (ex. : perte de certains usages de l'eau au cours des dernières décennies, augmentation des conflits d'usages, augmentation de la fréquence des inondations, etc.). N'oubliez pas de faire référence à la Politique nationale de l'eau et à la Loi sur l'eau;
- ▶ Mention des partenaires qui ont collaboré à l'élaboration du PDE et description de leurs rôles et de leurs responsabilités.

4.3.3 ANALYSE DE BASSIN VERSANT

 Vous trouverez un exemple de table des matières d'un rapport d'analyse de bassin versant au chapitre 13, au tableau 13.2.

4.3.3.1 PORTRAIT DES BASSINS VERSANTS

Le portrait est une description des principales caractéristiques des bassins versants qui présentent un intérêt dans le cadre de la GIRE. Il vise à situer les bassins versants dans leur environnement physique, économique et social ainsi qu'à permettre aux acteurs de développer ou de renforcer leur sentiment d'appartenance aux bassins versants. Cela dit, la plupart des problèmes qui touchent les ressources en eau étant causés par certaines modalités d'aménagement du territoire, le portrait présente les causes de ces problèmes, c'est-à-dire les sources de perturbations des ressources en eau (voir le chapitre 8, à la section 8.2.1).

Dans cette section, il s'agit de présenter l'information qui permettra à tout lecteur de connaître les bassins versants, et ce, d'une manière à la fois succincte et suffisamment précise pour permettre à l'expert en GIRE de se faire une idée des problèmes que vous allez aborder dans votre diagnostic. Par exemple, dans un bassin versant forestier, un expert s'attendrait à trouver une bonne qualité d'eau, mais aussi l'existence de conflits d'usages. Par contre, dans un bassin versant caractérisé par une agriculture intensive, un expert s'attendrait à ce que la qualité de l'eau soit relativement mauvaise.

Vous trouverez au chapitre 8, dans le tableau 8.1, les principales informations que vous pourriez présenter dans le portrait.

👉 À part la description des bassins versants, des acteurs de l'eau (voir le chapitre 9) ainsi que des principales infrastructures municipales, présentez dans le portrait uniquement les caractéristiques des bassins versants qui sont, selon vous, à l'origine des problèmes réels ou potentiels (voir le chapitre 8, à la section 8.2.1). Vous vous assurez ainsi de limiter le nombre de pages du PDE au minimum.

4.3.3.2 DIAGNOSTIC DES RESSOURCES EN EAU

Le diagnostic des ressources en eau expose les problèmes réels ou potentiels (ex. : perte d'usages, conflits d'usages, etc.), les éléments perturbateurs (ex. : sédiments, éléments nutritifs, etc.) et leurs effets (ex. : perte d'habitats, diminution d'oxygène dissous, etc.), puis établit des relations entre les causes (présentées dans le portrait) et les effets (voir les explications ci-après). L'objet du diagnostic des ressources en eau est de permettre d'acquérir une compréhension suffisante de chacun des problèmes de manière à ce qu'il soit facile de déterminer les solutions les plus durables possible. Un bon diagnostic des ressources en eau devrait révéler les enjeux réels, c'est-à-dire les défis que vous devrez relever en matière de gestion des ressources en eau.

- ▶ Dressez au préalable une liste des questions auxquelles vous aimeriez répondre. Assurez-vous que celles-ci ont un lien avec la vision que vous avez élaborée pour les bassins versants de la zone de gestion intégrée des ressources en eau.
- ▶ Déterminez les problèmes réels ou potentiels qui touchent les ressources en eau et leurs causes (voir le chapitre 8, à la section 8.2.1).
- ▶ Déterminez les éléments perturbateurs et leurs effets potentiels (voir le chapitre 8, à la section 8.2.1). Vous trouverez, dans la documentation scientifique appropriée, les effets que certains éléments perturbateurs peuvent avoir sur les ressources en eau.
- ▶ Déterminez les relations entre les causes (sources de perturbations) et les effets (voir le chapitre 8, à la section 8.2.1). Dans la mesure du possible, vérifiez la validité des relations de causalité, en utilisant des approches statistiques et d'autres types d'analyses, pour vérifier dans quelle mesure les relations théoriques que vous supposez sont réelles. Pour ce faire :
 - ◊ Expliquez ce qui vous porte à croire que ces sources de perturbations provoquent les effets en question (tâchez de convaincre le lecteur);
 - ◊ Mettez en lumière, autant que possible, les principaux endroits d'un bassin versant où l'on trouve ces sources de perturbations (sous-bassin, type particulier d'utilisation du territoire, etc.) afin de circonscrire ces endroits dans votre plan d'action.
- ▶ Comparez vos données à des indicateurs, à des indices ou à des critères (voir le chapitre 10). En ce qui concerne les problèmes ou les usages de l'eau compromis ou qui risquent de l'être à cause de la trop grande concentration de certains contaminants dans l'eau, calculez les charges totales maximales admissibles et déterminez la réduction nécessaire des charges des contaminants en question, s'il y a lieu (voir le chapitre 11).
- ▶ Effectuez des analyses descriptives, spatiales, temporelles ou autres, s'il y a lieu (voir le chapitre 12).
- ▶ Déterminez les zones vulnérables. On appelle « zones vulnérables » les sous-bassins, les

lacs, les segments de rivière ou tout endroit précis dans un bassin versant où les éléments perturbateurs provoquent les effets (dommages) les plus importants et à l'égard desquels on croit que la mise en œuvre de solutions appropriées permettrait d'obtenir les meilleurs résultats. Indiquez l'emplacement de ces zones sur des cartes.

 Avant de commencer à établir le diagnostic des ressources en eau, déterminez les questions auxquelles vous aimeriez répondre et les réponses que vous vous attendez d'obtenir. Vous pourriez aussi commencer par décrire ce que vous croyez être les problèmes réels ou appréhendés et tenter d'imaginer leurs causes. Tâchez de formuler les problèmes de manière claire et concise, par exemple en décrivant le problème, puis sa cause probable et l'endroit où le problème se présente, si possible. Voici un exemple : la fermeture de telle plage est due aux excès de phosphore provenant des activités agricoles dans le sous-bassin de telle rivière.

 À la fin du diagnostic, essayez de voir si vous avez répondu à toutes les questions que vous aviez au départ, si les réponses prévues se vérifient et si le diagnostic a révélé des questions auxquelles vous n'avez pas pu répondre. Dans le plan d'action que vous élaborerez, assurez-vous de prendre des mesures en vue de répondre à ces questions.

Tâchez aussi de réfléchir aux sources d'incertitude qui sont associées au diagnostic des ressources en eau et mentionnez-les.

4.3.4 ENJEUX ET ORIENTATIONS

4.3.4.1 ENJEUX

Les enjeux sont les préoccupations majeures des acteurs de l'eau. Ces derniers peuvent choisir de concentrer leurs efforts sur certains des enjeux possibles, qui deviendront ainsi leurs priorités.

- ▶ Déterminez les enjeux à partir de la liste des problèmes réels ou potentiels qui touchent les ressources en eau (voir le chapitre 14).
- ▶ Formulez les enjeux convenablement (voir le chapitre 14, au tableau 14.1).

 Assurez-vous que les acteurs de l'eau participent à la détermination des enjeux.

Rappelez-vous que vous n'êtes pas obligés de chercher à résoudre tous les problèmes qui touchent un enjeu donné dans le cycle de gestion intégrée des ressources en eau en cours. De la même façon, vous pouvez remettre la résolution des problèmes qui touchent certains enjeux au cycle de gestion suivant, soit parce que les connaissances dont vous disposez sont trop incertaines, soit parce qu'aucun acteur n'est disposé à assumer ses responsabilités dans ce secteur d'activité.

4.3.4.2 ORIENTATIONS

Les orientations sont les pistes d'action qui peuvent aider à résoudre les problèmes qui touchent un

enjeu donné (voir le chapitre 14). La détermination des orientations vous permet donc d'explorer toutes les solutions possibles. Rappelons qu'une orientation peut être, notamment, une solution technique, un changement dans l'aménagement du territoire, une politique ou un programme gouvernemental.

4.3.5 OBJECTIFS ET INDICATEURS

Les objectifs (voir le chapitre 15) représentent des fins quantifiables et réalisables dans un délai donné. Ils doivent être précis, mesurables, acceptables, réalistes et temporels. Les objectifs doivent être liés aux orientations qui, elles-mêmes, découlent des enjeux. Un objectif doit exprimer quantitativement (autant que possible) le résultat que les actions devraient produire à un endroit donné, dans un délai donné, afin que les conditions désirées se réalisent. Ces conditions pourraient être, par exemple, le respect d'un critère de qualité de l'eau. À défaut de déterminer des objectifs quantifiés et des indicateurs pertinents, la probabilité que le suivi et l'évaluation soient fructueux est très faible. Les indicateurs (voir le chapitre 15) sont des mesures utilisées pour évaluer la capacité du projet à atteindre les objectifs fixés.

- ▶ Déterminez l'objectif que vous voulez atteindre à l'intérieur du cycle de gestion en cours relativement à chacun des enjeux (voir le chapitre 15, à la section 15.1). Utilisez les descriptions de problèmes que vous avez faites à l'étape du diagnostic afin de préciser l'objectif que vous voulez atteindre, de même que l'endroit et le moment où vous voulez l'atteindre.
 - ◇ Référez-vous aux enjeux, aux éléments perturbateurs, aux sources de perturbations et aux zones vulnérables pour fixer vos objectifs.
 - ◇ Formulez vos objectifs convenablement (voir le chapitre 15, à la section 15.1).
 - ◇ Déterminez les paramètres qui doivent être mesurés pour rendre compte des progrès réalisés relativement à chaque objectif; ils sont vos indicateurs (voir le chapitre 15, à la section 15.2).
 - En ce qui concerne les objectifs liés à la qualité des écosystèmes aquatiques, choisissez des indicateurs d'état tels que la concentration d'azote, l'état des communautés de macroinvertébrés benthiques ou des communautés de poissons, la qualité des habitats, etc. (voir le chapitre 15, à la section 15.2).
 - En ce qui concerne les objectifs non liés à la qualité des écosystèmes, vous pouvez, entre autres, utiliser des indicateurs de pression ou des indicateurs de réalisation, comme le taux d'adoption de pratiques agricoles de conservation ou le nombre de kilomètres de bandes riveraines aménagées (voir le chapitre 15, à la section 15.2).
- ▶ Pour chaque enjeu, présentez un tableau résumant les objectifs que vous voulez atteindre, l'état actuel, l'état que vous voulez atteindre à la fin du cycle de gestion en cours, la date à laquelle vous voulez l'atteindre et les indicateurs de suivi.

☞ Assurez-vous que les acteurs de l'eau participent à la détermination des objectifs et qu'ils les acceptent.

☞ Vous vous privez d'un puissant outil d'apprentissage lorsque vous ne fixez pas d'objectifs précis, mesurables, acceptables, réalistes et temporels. Étant donné le caractère volontaire de la participation à la GIRE, il est préférable d'accepter que les acteurs clés s'entendent sur des objectifs apparemment peu contraignants plutôt que ne pas en fixer du tout, ou de fixer des objectifs auxquels la plupart d'entre eux n'adhèrent pas.

4.3.6 PLAN D'ACTION

La finalité d'un plan d'action commande de déterminer les projets et les activités qui permettront d'atteindre les objectifs fixés préalablement. Il est souhaitable que les acteurs clés participent activement à toutes les étapes de l'élaboration du PDE, voire qu'ils s'engagent de leur plein gré à réaliser les projets et les activités qui sont dans leurs champs de compétence respectifs.

- ▶ Parmi les orientations que vous aurez déterminées pour chacun des enjeux (solution technique, politique, programme, etc.), reprenez celles qui feront partie de votre plan d'action.
 - ◇ Associez les chargés de bassin des différents ministères, le personnel technique des municipalités, les membres des clubs-conseils en agroenvironnement, les industriels, etc., tant à la conception des projets qu'à la planification des activités qui permettront d'atteindre chacun des objectifs. Dites pourquoi et comment ces projets et ces activités ont été retenus.
 - Les projets et les activités doivent être acceptables pour les acteurs clés et réalisables par ces derniers.
 - Les projets et les activités doivent permettre d'atteindre les objectifs fixés.
 - Certains projets et activités peuvent aider à atteindre plusieurs objectifs à la fois. Par exemple, un projet qui permet de réduire les charges de sédiments provenant des terres agricoles peut en même temps permettre de diminuer les charges de phosphore.
 - ◇ Déterminez les impacts économiques et sociaux (positifs et négatifs) de la mise en œuvre des projets et des activités, au meilleur de vos connaissances.
- ▶ Présentez votre plan d'action (voir le chapitre 16, à la section 16.3). Il s'agit de préciser, par exemple dans un tableau, et ce, pour chaque objectif, les tâches qui seront réalisées, à quel moment elles le seront, la personne ou l'acteur qui en est responsable, les ressources financières et humaines nécessaires et les organisations qui financent la réalisation des projets et des activités.
 - ◇ Déterminez les ressources financières et humaines nécessaires pour mettre en œuvre les projets et les activités du cycle de gestion en cours.
 - ◇ Déterminez les organisations qui sont responsables de la mise en œuvre de chaque projet ou activité.

- ◇ Déterminez les sources de financement (programme de subvention, budget d'une direction, financement populaire, etc.).
 - ◇ Indiquez si vous avez négocié ou si vous prévoyez négocier des ententes avec certains acteurs de l'eau (producteurs agricoles, propriétaires de terrains, ministères, industriels, etc.). À cet effet, nous vous suggérons de regrouper les actions en deux catégories : (1) celles pour lesquelles vous avez déjà négocié une entente avec un acteur de l'eau (mentionnez les acteurs en question); (2) celles pour lesquelles vous n'avez pas encore négocié une entente avec un acteur (mentionnez les acteurs potentiels).
 - ◇ Précisez les calendriers de réalisation.
- Présentez votre programme de suivi et d'évaluation du plan d'action (voir le chapitre 17). Il s'agit de préciser la manière dont vous allez déterminer si vous avez atteint vos objectifs et d'évaluer votre performance, et ce, dans le but d'apprendre et de vous améliorer d'un cycle de gestion à l'autre. Assurez-vous de planifier soigneusement les principaux événements et les tâches du suivi et de l'évaluation et d'indiquer dans votre programme les responsabilités rattachées aux tâches du personnel du projet ou celles de vos partenaires (ministères, municipalités locales, MRC, industriels, citoyens, etc.).
- ◇ Programme de suivi. Voici le type d'informations que vous pourriez fournir :
 - Liste des questions auxquelles le programme de suivi doit répondre;
 - Liste des données qui seront collectées;
 - Liste des indicateurs qui seront utilisés;
 - Description des méthodes de collecte de données relatives à chaque indicateur;
 - Description du calendrier et de la fréquence de la collecte de données relatives à chaque indicateur;
 - Description des rôles et des responsabilités du personnel et des organisations qui collecteront les données;
 - Description des méthodes d'archivage et d'analyse des données;
 - Estimation des coûts;
 - Description de la façon dont les résultats seront diffusés;
 - ◇ Programme d'évaluation. Il s'agit de déterminer quand et comment vous prévoyez évaluer votre performance, le type d'évaluation que vous utiliserez, le coût de cette évaluation et les sources de financement auxquelles vous recourrez.
 - Liste des questions auxquelles l'évaluation devra permettre de répondre;
 - Liste des indicateurs;
 - Sources des données;
 - Échéancier de l'évaluation;
 - Type d'évaluation (évaluation interne, évaluation externe ou les deux types);
 - Coût de l'évaluation et sources de financement.

 Dans le plan d'action, assurez-vous de retenir seulement les solutions qui sont les plus efficaces, compte tenu de leur coût.

4.4 AUTRES INFORMATIONS UTILES

Si vous voulez vous conformer au contenu de la table des matières suggéré pour un PDE (voir le chapitre 13, au tableau 13.1), incluant la table des matières suggéré pour un rapport d'analyse de bassin versant (voir le chapitre 13, au tableau 13.2), vous pourriez décrire les éléments suivants dans des sections séparées :

- ▶ Méthodologie
 - ◇ Collecte de données et d'information
 - Sources de données existantes
 - Collecte de données nouvelles
 - ◇ Méthodes de suivi utilisées pour la collecte de données
 - ◇ Méthodes d'analyse de données utilisées
 - Statistiques
 - Systèmes d'information géographique
 - Modélisation
 - ◇ Données manquantes
- ▶ Conclusion
- ▶ Limites du diagnostic des ressources en eau
- ▶ Bibliographie

4.5 CONSEILS FINAUX

1. Utilisez des méthodes pertinentes d'analyse de données, en tenant compte des questions auxquelles vous aimeriez répondre et des données dont vous disposez.
2. Assurez-vous qu'il y a cohérence entre toutes les étapes du PDE (ex. : cohérence entre les résultats de l'analyse de bassin versant et les enjeux, entre les enjeux et les objectifs, entre les objectifs et le plan d'action, entre le plan d'action et le programme de suivi et d'évaluation, etc.).

Chapitre 5

Préparation en vue du déclenchement du processus de planification

Contenu du chapitre

- ◇ Défis de la planification de la gestion intégrée des ressources en eau
- ◇ Organisation en vue de l'élaboration d'un plan directeur de l'eau

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec l'élaboration d'un plan directeur de l'eau;
- ◇ Vous voulez vous organiser efficacement pour élaborer votre plan directeur de l'eau.

La planification de la GIRE n'est pas une activité que l'on entreprend sans préparation. Un OBV qui n'est pas bien préparé pourrait perdre beaucoup de temps. Le présent chapitre vous renseigne sur la façon dont vous pouvez vous préparer avant d'entreprendre l'élaboration ou la mise à jour de votre PDE.

5.1 DÉFIS DE LA PLANIFICATION

Vous devez vous attendre à relever un certain nombre de défis au moment où vous vous apprêtez à déclencher le processus de planification. Citons la recherche de financement, le respect de l'échéancier et la participation des acteurs de l'eau.

5.1.1 RECHERCHE DE FINANCEMENT

Le gouvernement du Québec vous accorde un financement de base pour payer des dépenses courantes, notamment le salaire du personnel, le loyer, le téléphone et les assurances, ainsi que pour élaborer et mettre à jour votre PDE. Mais l'élaboration ou la mise à jour d'un PDE peut coûter très cher (jusqu'à quelques centaines de milliers de dollars selon la complexité des enjeux). Ainsi, dépendamment des choix budgétaires que vous faites pendant les années qui précèdent le début d'un nouveau cycle de gestion intégrée des ressources en eau, il se peut que la subvention gouvernementale accordée pour l'année en cours ne suffise pas pour élaborer ou mettre à jour un PDE qui respecte les critères de qualité souhaités tout en payant vos dépenses courantes.

Rappelons que les deux principaux mandats d'un OBV sont (1) d'élaborer ou de mettre à jour le PDE, de coordonner la mise en œuvre du plan d'action, de suivre et d'évaluer ce plan d'action et (2) de participer à des activités de sensibilisation et d'éducation relatives à l'eau. L'élaboration ou la mise

à jour du PDE nécessite les plus importantes ressources financières. Deux solutions s'offrent à vous pour obtenir des ressources suffisantes à cet égard :

1. Obtenir des ressources additionnelles en faisant appel aux municipalités, aux MRC ou à d'autres organisations publiques ou privées. Certains OBV reçoivent d'ailleurs déjà un financement additionnel des municipalités et des MRC et perçoivent même des revenus en rendant des services professionnels à certaines organisations (ministères, organisations non gouvernementales, etc.);
2. Mettre, chaque année, une fraction de la subvention gouvernementale ou de votre budget annuel dans un compte bancaire consacré au PDE, afin de vous assurer de disposer des ressources suffisantes pour les affecter au PDE au moment opportun. Cette dernière solution semble très réaliste, étant donné que vos besoins financiers varient selon les étapes du cycle de gestion intégrée des ressources en eau.



Avez-vous pensé à une solution qui vous permettrait de disposer du budget nécessaire pour élaborer votre PDE ou pour le mettre à jour au moment voulu?

Supposons que vous estimez à 200 000 \$ le budget nécessaire à l'élaboration de votre PDE au cours du prochain cycle de gestion intégrée des ressources en eau. En déposant 20 000 \$ par année pendant dix ans dans un compte bancaire consacré au PDE, vous pourriez facilement disposer des 200 000 \$ nécessaires.

5.1.2 RESPECT DE L'ÉCHÉANCIER

Le cycle de gestion intégrée des ressources en eau (chapitre 2; figure 2.8) n'est pas « élastique ». Vous devez donc respecter scrupuleusement la durée qui est fixée dans le cadre de référence (MDDEP, 2011) pour éviter de retarder le cycle ou d'affecter la reddition de comptes publique assurée par le MDDEP. Le respect de l'échéancier est aussi une question d'équité, car il faut éviter que certains OBV ne reçoivent plus de subventions de l'État que d'autres pour effectuer la même tâche. De plus, tout retard pris pour terminer une étape du cycle de gestion peut avoir des répercussions sur les autres étapes et conduire au non-respect de l'échéancier. Nous vous incitons donc à élaborer un calendrier détaillé pour la réalisation de votre PDE et à le mettre à jour régulièrement. Voici comment vous pourriez procéder :

Sous réserve des durées qui sont mentionnées dans le cadre de référence (MDDEP, 2011), supposons que ce dernier fixe à deux ans le temps dont vous disposez pour élaborer votre PDE ou pour le mettre à jour, et à dix ans la durée totale d'un cycle de gestion. Vous pourriez fractionner ce temps en vous inspirant de la figure 5.1.

Tâches à réaliser	Années du cycle de gestion									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Portrait	■									
Diagnostic†	■									
Enjeux/orientations		■								
Objectifs/indicateurs		■								
Plan d'action		■								
Mise en œuvre			■	■	■	■	■	■	■	■
Suivi			■	■	■	■	■	■	■	■
Évaluation									■	
Rapport de suivi et d'évaluation									■	

† Incluant l'élaboration d'une vision

Figure 5.1 Calendrier d'élaboration d'un plan directeur de l'eau, de mise en œuvre, de suivi et d'évaluation du plan d'action



Avez-vous dressé un calendrier pour l'élaboration de votre PDE? Sachez que toutes les activités que vous entreprenez en dehors de vos principaux mandats risquent d'avoir des conséquences importantes, par exemple le retard dans l'élaboration du PDE, une concertation déficiente, une faible participation des acteurs et des retards dans la mise en œuvre du plan d'action.

5.2 COMMENT S'ORGANISER?

5.2.1 FORMATION D'UN COMITÉ TECHNIQUE OU EMBAUCHE D'UNE FIRME DE SERVICES-CONSEILS

La GIRE est un « problème » complexe. Sa planification exige un haut niveau de connaissance, de compétence et de jugement professionnel. Il vous revient de déterminer et d'instaurer la structure de fonctionnement qui convient à vos besoins. Toutefois, il peut être utile de former un ou plusieurs comités techniques, voire de faire appel à une firme de services-conseils, entre autres pour soutenir votre coordonnateur dans l'élaboration du PDE, ou même pour élaborer une partie du PDE.

Un des problèmes auxquels on est souvent confronté avec les PDE est que l'on y propose des solutions qui ne sont pas basées sur une solide compréhension des processus qui se déroulent dans les bassins versants et qui sont à la base du fonctionnement des écosystèmes aquatiques, terrestres et riverains (DeBarry, 2004). Ce manque de rigueur scientifique peut conduire à l'échec de certains projets ou au manque de confiance des acteurs institutionnels, dont les élus municipaux et les gestionnaires des ministères. Le manque de confiance dans la qualité des recommandations du PDE peut faire en sorte que certains d'entre eux hésitent à engager les sommes nécessaires à la mise en œuvre de certaines actions. Notons que parmi toutes les étapes de l'élaboration d'un PDE, l'analyse de bassin versant, et en particulier le diagnostic des ressources en eau, est l'élément qui nécessite une excellente compréhension du fonctionnement des écosystèmes, et qui pourrait requérir l'assistance d'une firme de services-conseils compétente.

L'embauche d'une firme de services-conseils pendant une courte période de temps peut être sérieusement envisagée dans la mesure où vous n'avez pas besoin en permanence de conseils techniques et scientifiques de haut niveau. Ce besoin se fait sentir particulièrement à deux périodes clés, à savoir :

1. Au début du cycle de gestion, pour effectuer l'analyse de bassin versant et peut-être pour planifier le programme de suivi et d'évaluation de la mise en œuvre du plan d'action;
2. Vers la fin du cycle, pour interpréter les données de suivi et d'évaluation de la mise en œuvre du plan d'action.

On peut estimer la durée totale de ces deux périodes à au plus 18 mois. Bien entendu, il vous revient de déterminer la période pendant laquelle vous aurez besoin des services d'une firme. Celle-ci dépendra du mandat que vous lui confierez.



Avez-vous décidé de confier une partie de l'élaboration du PDE à une firme de services-conseils? Si c'est le cas, nous vous suggérons de :

1. Faire affaire avec une firme expérimentée et qui dispose d'une équipe multidisciplinaire⁴⁵;
2. Lui confier l'analyse de bassin versant ou une partie de celle-ci, l'élaboration du programme de suivi et d'évaluation et l'interprétation des résultats de ce dernier;
3. Lui demander d'agir à titre d'animateur de groupe⁴⁶ auprès de votre organisation pour les autres étapes du cycle de gestion.

5.2.1.1 COMPOSITION DU COMITÉ TECHNIQUE

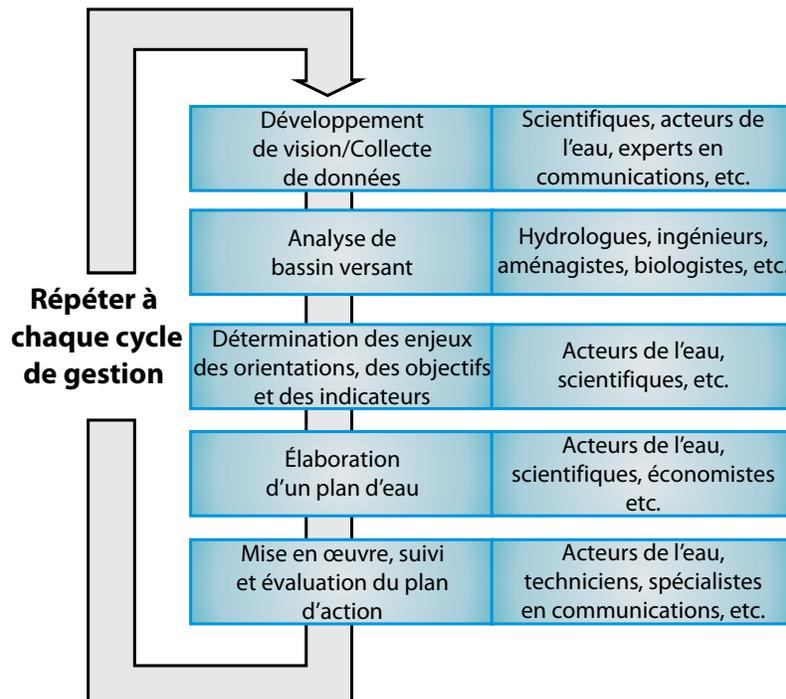
Le succès de la GIRE repose sur une approche participative et multidisciplinaire (figure 5.2). Par conséquent, le comité technique doit, idéalement, être composé de représentants de tous les acteurs qui ont des responsabilités légales directes ou indirectes dans la gestion de l'eau, qui réalisent des activités dans les bassins versants ou qui pourraient avoir à financer une partie des projets. Il faut aussi que ces représentants soient des experts dans leur domaine. Il pourrait s'agir des spécialistes suivants :

⁴⁵ La pluridisciplinarité (ou « multidisciplinarité »), selon une conception de premier niveau, consiste à aborder un objet d'étude selon les différents points de vue offerts par la juxtaposition de regards spécialisés. Il s'agit ainsi de faire coexister (que ce soit consciemment ou non) le travail de plusieurs disciplines dans le cadre de l'étude d'un même objet ou d'un même sujet. L'objectif de la pluridisciplinarité est d'utiliser la complémentarité intrinsèque des disciplines pour la résolution d'un problème. (Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Pluridisciplinarit%C3%A9>.)

⁴⁶ On désigne par animation de groupe l'activité d'une ou de plusieurs personnes appelées, selon les contextes, « animateurs », « coanimateurs » ou « modérateurs », et visant à faciliter la constitution d'un groupe en vue de l'atteinte d'un objectif de travail, d'information ou de formation. Dans une animation de groupe, trois principales fonctions sont présentes : (1) la production (surtout assurée par le groupe, sauf dans le cas de réunions d'information « descendante » avec un public passif; (2) la gestion ou facilitation (procédures et interventions visant à favoriser l'expression, les échanges et l'avancement du travail) : elle est surtout l'œuvre de l'animateur (ou des animateurs); (3) la régulation (visant à élucider les blocages, conflits ou autres phénomènes de groupe qui peuvent empêcher le groupe de progresser) : elle est essentiellement de la responsabilité de l'animateur (ou des animateurs) et elle requiert une expertise spécifique en matière de dynamique de groupe. (Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Animation_de_groupe.)

- ◇ Ingénieurs;
- ◇ Économistes;
- ◇ Sociologues;
- ◇ Aménagistes;
- ◇ Géomorphologues;
- ◇ Agronomes;
- ◇ Biologistes;
- ◇ Hydrologues;
- ◇ Archéologues;
- ◇ Spécialistes en communications;
- ◇ Etc.

La participation de ces experts est d'autant plus importante qu'aucun texte, manuel ou cours ne peuvent fournir à la fois les connaissances locales et techniques et le jugement professionnel requis pour élaborer un PDE.



Source : adapté de Brewer & Clements (s. d.)

Figure 5.2. Schéma montrant que la mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources en eau nécessite une approche multidisciplinaire

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour déterminer les experts qui pourraient faire partie du comité technique. L'une d'elles consiste à indiquer, à l'aide d'une liste préliminaire d'enjeux (laquelle pourrait avoir été dressée lors de la formation de l'OBV), les organisations ainsi que les personnes compétentes qui peuvent fournir des données et d'autres informations nécessaires à l'élaboration du PDE. L'autre consiste à procéder à une analyse des acteurs de l'eau (voir le chapitre 9).

Vous trouverez, ci-après, la provenance des membres éventuels d'un comité technique :

- ◇ Organisme de bassin versant
- ◇ Gouvernement provincial :
 - ◇ Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
 - ◇ Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
 - ◇ Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire
 - ◇ Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
 - ◇ Ministère des Transports
 - ◇ Ministère de la Santé et des Services sociaux
 - ◇ Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport
 - ◇ Ministère de la Sécurité publique
 - ◇ Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation
 - ◇ Ministère du Tourisme
- ◇ Gouvernement fédéral :
 - ◇ Environnement Canada
 - ◇ Agriculture et Agroalimentaire Canada
 - ◇ Pêches et Océans Canada
- ◇ Hydro-Québec
- ◇ Municipalités et municipalités régionales de comté :
 - ◇ Service de l'environnement
 - ◇ Service de l'aménagement et de l'urbanisme
 - ◇ Service des loisirs et des parcs
- ◇ Établissements d'enseignement :
 - ◇ Universités
 - ◇ Cégeps
 - ◇ Écoles secondaires
 - ◇ Instituts de technologie agricole
- ◇ Industries locales
- ◇ Firmes de services-conseils
- ◇ Clubs-conseils en agroenvironnement
- ◇ Conseil régional de l'environnement
- ◇ Fédération régionale de l'Union des producteurs agricoles
- ◇ Associations touristiques, de chasse, de pêche ou de sports (ex. : clubs nautiques)
- ◇ Experts résidant dans le bassin versant

 Notez que le comité technique ne doit pas être formé de membres du conseil d'administration de l'OBV, car les responsabilités de ces derniers doivent être respectées.

5.2.1.2 RÔLES ET RESPONSABILITÉS DU COMITÉ TECHNIQUE

Les membres du comité technique sont des experts de l'analyse des problèmes liés à l'eau et aux écosystèmes associés. Ils sont d'une grande utilité comme « consultants », mais ce n'est pas eux, ni d'ailleurs les membres du conseil d'administration seuls, qui prennent les décisions relatives à la gestion de l'eau. Ces décisions reviennent plutôt à tous les acteurs qui ont des responsabilités légales directes ou indirectes en matière de gestion de l'eau. Les membres du comité technique fournissent plutôt de l'information et font des recommandations techniques utiles pour cette gestion. En plus

de leur expertise professionnelle, ils peuvent avoir accès à des ressources importantes, notamment à des cartes, à des données et à des informations utiles pour l'élaboration du PDE et pour la mise en œuvre du plan d'action.

Les rôles et les responsabilités d'un comité technique peuvent être résumés en deux points :

1. Soutenir le conseil d'administration dans la prise de certaines décisions concernant le processus d'élaboration du PDE;
2. Collaborer à la rédaction du PDE et participer au suivi et à l'évaluation de la mise en œuvre du plan d'action.

Pour ce faire, les membres du comité technique peuvent avoir à effectuer des tâches très variées. Ils peuvent, notamment :

- ◇ Évaluer les besoins en matière de connaissances techniques;
- ◇ Fournir de l'information technique;
- ◇ Compiler et interpréter les données scientifiques;
- ◇ Évaluer les données historiques et actuelles et déterminer les données manquantes;
- ◇ Déterminer les problématiques du bassin versant;
- ◇ Aider à déterminer les solutions de nature technique;
- ◇ Élaborer et mettre en œuvre le programme de suivi et d'évaluation du plan d'action.

5.2.1.3 FONCTIONNEMENT DU COMITÉ TECHNIQUE

Un chargé de projet doit être nommé responsable du comité technique. Il peut s'agir du coordonnateur de l'OBV. Son rôle varie selon que vous avez décidé de réaliser toutes les étapes vous-mêmes ou d'en confier certaines à une firme de services-conseils. Dans le cas où vous décidez de confier certaines étapes de l'élaboration du PDE à une firme de services-conseils, le rôle du chargé de projet est de coordonner la rédaction du mandat de la firme en question et de s'assurer que le travail a été bien fait.

 Pour une firme de services-conseils, l'élaboration d'une analyse de bassin versant n'est pas un mandat comme un autre. La firme doit travailler en étroite collaboration avec le comité technique afin que les résultats soient bien compris par celui-ci et qu'il puisse s'en servir par la suite dans les étapes subséquentes de l'élaboration du PDE.

À cet égard, il est envisageable que la même firme assume des fonctions d'animation de groupe⁴⁷ auprès du comité technique lors des étapes subséquentes de l'élaboration du PDE.

⁴⁷ L'animateur de groupe peut être utile dans diverses situations telles que le face à face au sein d'un réseau professionnel, par exemple. Ce dernier crée les conditions nécessaires pour que : (1) l'envie de participer des acteurs ne soit pas freinée; (2) l'équilibre participatif au sein du groupe soit assuré; (3) le respect des uns par les autres soit suffisant; (4) les textes et illustrations produits soient correctement organisés; (5) l'accès aux prestations devienne possible, compte tenu de la complexité des réseaux et de leurs diversités. Pour remplir cette dernière fonction, l'animateur de groupe doit avoir une très bonne connaissance du terrain professionnel dans lequel il travaille. Il doit assurer un rôle de plaque-tournante, d'interface et de conseiller entre l'utilisateur, ses besoins et les prestataires de services. Ses actions doivent avoir un effet facilitateur.

Dans le cas où vous décidez de réaliser vous-mêmes toutes les étapes de l'élaboration du PDE, le rôle du chargé de projets est de coordonner l'équipe technique. Par conséquent, il doit s'assurer que les informations circulent bien entre les membres du comité et qu'il y a un bon dialogue et une bonne interaction entre eux. Il doit être capable de prendre rapidement des décisions judicieuses, notamment lorsqu'il est difficile d'obtenir un consensus.

Après sa nomination, le chargé de projet doit, le plus rapidement possible, former son équipe et organiser la première réunion des membres. Celle-ci pourrait avoir les buts suivants :

- ◇ Distribuer une liste des membres indiquant leurs champs de compétence et les informations nécessaires pour les joindre (adresse électronique, numéros de téléphone et autres informations pertinentes);
- ◇ Proposer les règles qui garantiront le succès du travail en équipe (encadré 5.1) et s'assurer que le comité technique est bien organisé (encadré 5.2);
- ◇ Discuter du processus qui sera utilisé pour élaborer le PDE. Le MDDEP recommande les quatre premières étapes du cycle de gestion intégrée des ressources en eau (chapitre 2; figure 2.8);
- ◇ Dresser une liste des informations disponibles (données, cartes, photos aériennes, rapports, etc.) en indiquant leurs sources;
- ◇ Attribuer des responsabilités à divers membres de l'équipe pour la collecte de données additionnelles (si nécessaire);
- ◇ Discuter du type, de la nature et du format des biens livrables (rapports, cartes, etc.);
- ◇ Adopter le calendrier d'élaboration du PDE s'il a déjà été déterminé par le conseil d'administration, ou en élaborer un en concertation avec le conseil d'administration;
- ◇ Évaluer la possibilité de former plusieurs sous-comités, lesquels pourraient avoir des tâches connexes à réaliser (section 5.2.2);
- ◇ Organiser une tournée d'inspection visuelle⁴⁸ des bassins versants de la zone de gestion pour familiariser les membres du comité technique avec leurs particularités et leurs problèmes. L'encadré 5.3 montre la façon d'inspecter visuellement un bassin versant.

 Certains OBV n'ont qu'une faible connaissance des bassins versants de leur zone de gestion intégrée des ressources en eau. Si vous ne connaissez pas bien vos bassins versants, il est possible que vous ayez beaucoup de difficulté à déterminer les problèmes et, partant, à élaborer un plan d'action pertinent. Ne négligez pas l'inspection visuelle des bassins versants.

⁴⁸ Il est important de distinguer l'inspection visuelle ou l'« inventaire » du diagnostic. Une inspection visuelle a trait au comptage et à la localisation de certaines choses : qu'est-ce qui est là, combien et où? Un diagnostic est un jugement ou une valeur qui est attribuée à ce que vous êtes en train de regarder (Dates, 2002). Par exemple, une inspection visuelle pourrait vous dire que, dans telle rivière, il y a quatre gros troncs d'arbres de deux mètres de longueur et de 20 centimètres de diamètre sur une distance de cent mètres. Un diagnostic pourrait vous dire que cette composante de l'habitat devrait avoir une cote de huit sur un total possible de dix points et qu'elle est à 80 % comparable à la meilleure situation (c'est-à-dire à la condition de référence) pour cette écorégion. Il arrive souvent que de grosses branches d'arbres offrent un habitat important au poisson.

Encadré 5.1 Règles importantes pour travailler en équipe avec succès

Les membres du comité technique doivent déterminer les règles qui leur permettront de travailler en équipe avec succès. En voici quelques-unes :

Mécanismes de réunion :

- ◇ À quel rythme le comité technique doit-il tenir des réunions?
- ◇ Que doit-on inclure dans l'ordre du jour?
- ◇ Qui fait le compte rendu des réunions?
- ◇ Comment le compte rendu est-il distribué aux membres?

Prise de décisions en équipe :

- ◇ Par quel mécanisme le comité technique prend-il des décisions (vote, consensus, etc.)?
- ◇ Quelles décisions doivent être soumises à une autorité supérieure (par exemple, au conseil d'administration)?

Résolution des conflits :

- ◇ Comment les conflits seront-ils résolus?
- ◇ Quel processus sera utilisé en cas d'impasse?

Communication et information :

- ◇ De quelles informations le comité technique a-t-il besoin pour travailler efficacement?
- ◇ Comment ces informations seront-elles partagées entre les membres de l'équipe et par l'intermédiaire de qui?

Leadership et soutien :

- ◇ Quel type de soutien le conseil d'administration doit-il fournir au comité pour assurer le succès du travail en équipe?

Encadré 5.2 Comment s'assurer que le comité technique est bien organisé?

Les réponses aux questions qui suivent peuvent aider le responsable du comité technique à s'assurer que tous les aspects organisationnels du travail en équipe sont résolus adéquatement :

- ◇ La réalisation de quelles tâches risque d'être en retard par rapport à l'échéancier?
- ◇ Les responsabilités des différents membres ou sous-comités sont-elles claires?
- ◇ Le comité technique dispose-t-il de ressources humaines et financières suffisantes?
- ◇ La communication entre le comité technique et le conseil d'administration de l'OBV est-elle adéquate et efficace?
- ◇ Tous les intérêts en opposition et les autres préoccupations de même nature ont-ils été pris en considération et a-t-on trouvé des solutions satisfaisantes?

Encadré 5.3 Comment inspecter visuellement un bassin versant?

Il est important d'inspecter visuellement les bassins versants de la zone de gestion. L'inspection peut être faite par la voie terrestre (à pied, en voiture, etc.) ou par la voie de l'eau (en bateau, en canot, etc.) ou par la voie aérienne (ex. : en avion). Pendant celle-ci, observez où se pratiquent les usages de l'eau actuels ou potentiels. Regardez aussi les signes qui peuvent vous aider à repérer des sources de contamination qui nuisent ou qui peuvent nuire à ces usages. Certains signes seront apparents, alors que d'autres seront plus difficiles à déterminer. Notez que si vous utilisez la voiture comme moyen de transport pour effectuer l'inspection, vous perdrez nécessairement de l'information sur les conditions du cours d'eau, par exemple entre les ponts.

Une inspection visuelle donne au comité technique une idée précise de ce qui se passe dans les bassins versants et, lorsqu'elle est effectuée en collaboration avec les acteurs locaux (ce qui est recommandé), elle familiarise ceux-ci avec les bassins versants inspectés. L'inspection visuelle permet de mieux planifier la collecte de données en l'orientant là où un enjeu ou un problème exige effectivement une telle collecte.

Avant de commencer votre inspection visuelle, examinez les photos aériennes, les cartes topographiques, les cartes de sol et les cartes des bassins versants, et déterminez la manière dont vous allez procéder. Dans le cas où plusieurs groupes de personnes participeraient séparément à l'inspection, il serait préférable que vous décidiez au préalable des données qui seront nécessaires et de la manière dont vous allez normaliser leur collecte. Vous devez aussi décider qui collectera les données, qui s'assurera qu'elles seront collectées de la même façon et qui sera chargé de les saisir dans une base de données, s'il en existe une. Vous devez aussi déterminer la manière dont vous allez utiliser les données. La superficie du territoire à couvrir influencera la quantité d'informations recueillies. Un bassin versant couvrant 6 000 km² ne peut être inspecté de la même façon qu'un bassin qui ne couvre que quelques centaines de kilomètres carrés. Voici une liste d'éléments qui peuvent faire l'objet de l'inspection :

- ◇ Présence actuelle, passée ou possible d'usages (sites de baignade, de pêche sportive, de camping, barrages, seuils, quais, etc.);
- ◇ Utilisation d'une terre (par exemple pour l'agriculture ou par un ensemble résidentiel près du cours d'eau);
- ◇ État de la végétation riveraine;

Pendant l'inspection, il est conseillé de prendre beaucoup de photos. Celles-ci peuvent servir à illustrer les problèmes qui ont besoin d'être réglés, mais aussi à montrer les améliorations obtenues après que les corrections ont été apportées (prendre des photos avant et après les modifications).

5.2.2 FORMATION D'AUTRES COMITÉS

Vous pourriez sentir le besoin de former d'autres comités qui auraient d'autres mandats. Par exemple, la mise en œuvre du plan d'action étant un véritable défi (voir le chapitre 19), le conseil d'administration pourrait envisager la formation d'un comité de mise en œuvre. Composé des

représentants des organisations qui auront à réaliser les actions les plus coûteuses, le comité de mise en œuvre peut faciliter l'approbation ou l'adoption de certains éléments du plan d'action par ces organisations (dans le cas où les ententes n'ont pas été négociées au préalable, ce qui n'est pas l'idéal). Comme d'autres comités, le comité de mise en œuvre pourrait rédiger des rapports périodiques sur l'état d'avancement de la mise en œuvre des projets et les soumettre au conseil d'administration. Il pourrait aussi être responsable de la mise en œuvre du programme de suivi et d'évaluation du plan d'action.

5.2.3 ÉLABORATION D'UN CALENDRIER DE RÉALISATION DU PLAN DIRECTEUR DE L'EAU ET PRÉPARATION D'UN BUDGET

Il est important d'élaborer un calendrier de réalisation du PDE. Pour ce faire, vous pourriez vous inspirer du calendrier proposé à la figure 5.1. La préparation d'un budget est aussi nécessaire.

5.3 PARTICIPATION DES ACTEURS DE L'EAU

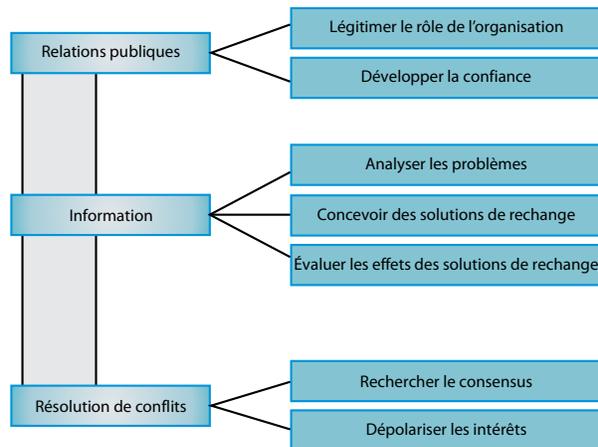
La participation des acteurs de l'eau est une condition essentielle à la mise en œuvre de la GIRE. Elle peut être définie comme le fait de permettre aux gens d'influencer les plans d'action et les processus de travail (EC, 2003). Parmi les nombreux bénéfices de la participation, citons (Mostert, 2003; Newig, Pahl-Wostl, & Sigel, 2005) :

- ◇ Une prise de décision plus créative et mieux informée;
- ◇ Une meilleure acceptation par le public des décisions et une mise en œuvre plus efficace;
- ◇ Une gouvernance plus ouverte et plus intégrée;
- ◇ Une démocratie améliorée;
- ◇ Un apprentissage social accéléré et une meilleure sensibilisation aux problèmes qui touchent les ressources en eau;
- ◇ Une diminution des incertitudes.

Hanchey (1998) regroupe les objectifs de la participation des acteurs de l'eau sous trois thèmes, à savoir les relations publiques, l'information et la résolution de conflits (figure 5.3). Dans le domaine des relations publiques, la participation aide à légitimer le rôle de l'organisation chargée de la planification – l'organisme de bassin versant dans le cas de la GIRE – et à développer la confiance entre les participants. Dans le domaine de l'information, la participation est nécessaire pour diagnostiquer les problèmes et les besoins, pour mettre en œuvre des solutions alternatives et évaluer leurs conséquences. Dans celui de la résolution de conflits, la participation aide à rechercher le consensus et à éviter les positions extrêmes.

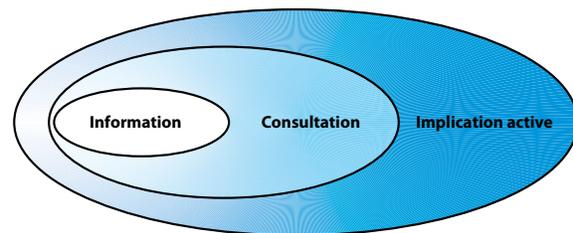
La plupart des politiques de l'eau à travers le monde promeuvent la participation des acteurs de l'eau. Par exemple, dans la directive-cadre sur l'eau, la Communauté européenne reconnaît trois différentes formes de participation qui s'appuient l'une sur l'autre. Ce sont (EC, 2003) l'information, la consultation et l'implication active (figure 5.4). Fournir une information complète et crédible est nécessaire à la consultation, et l'implication suppose la consultation. De plus, différents degrés de

participation peuvent être utiles à différentes étapes du cycle de gestion intégrée des ressources en eau. La Politique nationale de l'eau (ministère de l'Environnement, 2002), quant à elle, promeut l'information et la consultation, mais nous vous incitons à considérer également l'implication active. Au chapitre 9, nous vous indiquons la manière dont, grâce à l'analyse des acteurs, vous pourriez connaître les acteurs de votre zone de gestion intégrée des ressources en eau et déterminer qui doit participer, de quelle manière et à quel stade du cycle de gestion intégrée des ressources en eau.



Source : Hanchey (1998)

Figure 5.3 Objectifs de la participation des acteurs de l'eau



Source : EC (2003)

Figure 5.4 Degrés de participation reconnus par la Communauté européenne dans la directive-cadre sur l'eau

Si l'on veut classer les formes de participation, on pourrait dire que l'information en est le premier niveau. Concrètement, il s'agit de fournir de l'information à l'ensemble des acteurs de l'eau pour qu'ils comprennent les problèmes, les solutions envisagées ou pour qu'ils fassent des choix. Elle peut être à sens unique – à l'intérieur de l'OBV seulement –, mais cette façon de faire ne servirait pas les objectifs de la GIRE, parce que vous devez favoriser un échange d'information entre l'ensemble des acteurs de l'eau (qu'ils participent activement ou non) et vous. Vous devez permettre à tous les acteurs de l'eau d'avoir accès à une information de base sur l'état quantitatif et qualitatif des ressources en eau ainsi que sur toutes les activités liées au plan directeur de l'eau, et diffuser cette information par tous les moyens à leur disposition.

La consultation est le premier vrai niveau de participation. Vous consultez les acteurs de l'eau pour qu'ils vous transmettent les connaissances qu'ils détiennent sur les bassins versants, leurs perceptions, leurs expériences et leurs idées. Vous leur présentez les rapports, les scénarios et les plans d'action et vous leur demandez leur avis. La consultation est utilisée pour recueillir de l'information qui sera utile pour élaborer le PDE; cette information est présentée et discutée. Mais comme nous le verrons au chapitre 9, au tableau 9.1, selon le sens strict du terme « consultation », les décisions finales qui sont prises par un OBV pourraient ne pas refléter l'avis des acteurs consultés, et il n'y a pas de partage des responsabilités. Cela dit, il vous sera difficile d'obtenir la participation réelle des acteurs si vous ne tenez pas compte des avis qu'ils expriment dans le cadre des consultations publiques.

La Politique nationale de l'eau prévoit trois consultations publiques qui doivent être organisées à des étapes stratégiques du cycle de gestion intégrée des ressources en eau, à savoir :

- ◇ Une consultation publique après la détermination des enjeux et des orientations;
- ◇ Une consultation publique après la détermination des objectifs et le choix des indicateurs;
- ◇ Une consultation publique après l'élaboration du plan d'action et avant le début de sa mise en œuvre.

Toutefois, il vous appartient de déterminer si vous auriez avantage à organiser des consultations publiques à d'autres étapes, par exemple, avant d'enclencher le processus d'élaboration du PDE. Le choix des techniques de participation est laissé à votre discrétion.

L'un des plus hauts niveaux de participation est l'implication active, soit la participation des acteurs de l'eau à l'élaboration et à la mise en œuvre du PDE. Les acteurs de l'eau discutent activement des enjeux, contribuent au choix des solutions et déterminent les projets dans lesquels ils vont investir des ressources humaines et financières ou ceux qu'ils vont réaliser. Mais comme nous le verrons au chapitre 9, on pourrait même penser à un niveau encore plus élevé de participation, soit la codécision, laquelle suppose que vous établissez un partenariat si fort avec les acteurs de l'eau que la majorité des décisions importantes sont prises avec eux. La codécision impliquerait, par exemple, que vous réussissiez à faire en sorte que certains acteurs de l'eau s'impliquent si activement dans le processus de planification qu'ils partagent la responsabilité des résultats de la mise en œuvre des projets, et donc celle du succès de la GIRE avec vous.

Il ressort de ce qui précède que, pour assurer la mise en œuvre de la GIRE, vous devez vous assurer, par tous les moyens possibles, de l'implication active des acteurs de l'eau, laquelle est reconnue comme une des formes les plus élevées de participation. Ce faisant, les acteurs de l'eau auront une influence suffisante sur le contenu du plan d'action pour avoir envie de collaborer à sa mise en œuvre. Le guide sur la participation des acteurs à la gestion intégrée des ressources en eau (Gangbazo, 2011) montre comment vous pourriez impliquer les acteurs dans les différentes étapes du cycle de gestion.

5.4 DÉTERMINATION DE LA MISSION ET DES OBJECTIFS DE L'ORGANISME DE BASSIN VERSANT

Au tout début du processus de planification, il est très important de clarifier votre mission et vos objectifs, car la planification de la GIRE doit être compatible avec votre mission et vos objectifs. Ces éléments peuvent être déterminés dans le cadre d'un large exercice de planification stratégique⁴⁸. La Boîte à outils sur la planification stratégique (Shapiro, s. d.) pourrait vous être utile à cet égard.

⁴⁸ La planification stratégique est le processus d'élaboration de stratégies dans le but d'atteindre un objectif fixé. Une planification « stratégique » doit opérer à grande échelle (en opposition avec la planification « tactique », qui se rapporte à des activités plus spécifiques). La planification à long terme projette les activités en cours dans l'environnement externe, décrivant ainsi les résultats qui vont probablement se produire (que ceux-ci soient désirés ou non). La planification stratégique consiste alors à « créer » des futurs plus désirables, soit en influençant le monde externe, soit en adaptant les programmes et les actions en cours afin qu'ils conduisent à des issues plus favorables dans l'environnement externe. (Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Planification_strat%C3%A9gique).

5.5 RÉSEAUTAGE

Les réseaux, c'est-à-dire les relations entre vous et les acteurs externes, sont très utiles pour la gestion des ressources en eau. Ils facilitent la collaboration (Fabricius & Collins, 2007; Imperial, 2005; Mandell, 1999; Westley, 1997), les consensus (McGinnis, Woolley, & Gamman, 1999; Schneider, Scholz, Lubell, Mindruta, & Edwardsen, 2003), la mise en œuvre des actions (Imperial, 1998), la dissémination et l'échange des connaissances (Creech & Willard, 2001). Ils permettent aussi de développer le capital social et la volonté politique (Innes et al., 1994; Mitchell & Hollock, 1993). Pour bien remplir vos mandats, vous devez donc investir du temps et d'autres ressources dans le développement de votre réseau.

Chapitre 6

Élaboration d'une vision pour les bassins versants d'une zone de gestion intégrée des ressources en eau

Contenu du chapitre

- ◇ Importance de l'élaboration d'une vision
- ◇ Étapes de l'élaboration d'une vision

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec les étapes de l'élaboration d'une vision;
- ◇ Vous voulez élaborer une vision pour les bassins versants de votre zone de gestion intégrée.

Comme nous l'avons mentionné au chapitre 2, la Politique nationale de l'eau veut que le PDE « devienne l'expression de la vision et des priorités des usagers et des acteurs de l'eau quant au devenir de leur bassin versant » (ministère de l'Environnement, 2002 : 21). Le but du présent chapitre est de vous sensibiliser à l'importance de la vision et de vous aider à élaborer la vision que vous avez des bassins versants de votre zone de gestion intégrée des ressources en eau, de manière à la concrétiser dans votre PDE par la suite. Il vous appartient cependant d'utiliser telle quelle la méthode suggérée ou de l'adapter à votre situation particulière.

6.1 CARACTÉRISTIQUES D'UNE VISION

La vision qui donne les meilleurs résultats présente certaines caractéristiques, dont voici les principales :

- ◇ Elle est inclusive, commune et partagée (l'élaboration d'une vision doit faire appel aux acteurs de l'eau du territoire visé);
- ◇ Elle tient compte des préoccupations des acteurs à l'égard de l'eau et des écosystèmes associés;
- ◇ Elle est axée sur des perspectives à long terme;
- ◇ Elle est élaborée dans le souci de concilier les objectifs économiques, environnementaux et sociaux;
- ◇ Elle représente les faits; elle est valide sur le plan scientifique, réaliste et compréhensible par les acteurs de l'eau;
- ◇ Elle est facile à transmettre;

- ◇ Elle pousse les gens à rêver;
- ◇ Elle aide à mobiliser les acteurs de l'eau.

6.2 IMPORTANCE DE LA VISION

L'élaboration d'une vision aide les acteurs d'une zone de gestion intégrée des ressources en eau à se projeter dans le futur, à penser avec créativité et à définir ce à quoi les ressources en eau doivent ressembler à long terme.

La vision guide plusieurs étapes de l'élaboration du PDE, à savoir la détermination des enjeux et des orientations, la détermination des objectifs et le choix des indicateurs, l'élaboration d'un plan d'action et la mise en œuvre de ce dernier (Sustainable Measures Inc., 2003). Par conséquent, la vision aide à bâtir une assise pour le plan d'action du PDE, à fournir un cadre et, idéalement, des principes directeurs aux gestionnaires du territoire, aux agents économiques et au public pour gérer les bassins versants en tenant compte de leurs fonctions hydrologiques, écologiques et socioéconomiques.

Précisons que la vision proposée par un OBV n'a pas priorité sur celles qui sont élaborées, dans leurs champs de compétence respectifs, par les acteurs gouvernementaux ou municipaux participants. Elle sert plutôt de ligne directrice pour les activités de planification futures et les projets. Elle sert, par exemple, à s'assurer que ceux-ci n'entravent pas les objectifs qui ont été fixés de manière concertée dans le PDE, mais qu'ils favorisent au contraire leur réalisation. On peut donc dire que la vision fournit en permanence un cadre large et durable pour la prise de décisions à l'intérieur des bassins versants, quel que soit l'acteur qui prend ces décisions (gouvernement, municipalités, MRC, industriels, producteurs agricoles, etc.).

L'élaboration d'une vision est avantageuse pour le processus d'élaboration du PDE lui-même. Les efforts faits pour concevoir et pour formuler la vision aident les acteurs de l'eau à concentrer leurs énergies pour déterminer les valeurs qu'ils partagent, ce qui les conduit à prendre conscience des efforts qu'ils devront faire collectivement pour atteindre leurs objectifs (Chesapeake Bay Program, 2003). L'élaboration d'une vision est donc un exercice important, qui est de nature à rallier des individus qui, au départ, poursuivent des buts différents.

La vision peut aider à recruter des volontaires et à conserver la motivation des participants. C'est un ingrédient essentiel qui donne aux acteurs de l'eau la force nécessaire pour relever les défis relatifs à la mise en œuvre de la GIRE, et ce, pour les raisons suivantes : 1) la protection et la restauration des écosystèmes aquatiques, terrestres et riverains sont des enjeux complexes dont les solutions sont généralement complexes (Anderson, Karar, & Farolfi, 2008; Lach, Rayner, & Igram, 2005; Pollard & du Toit, 2008; Watson, 2004); 2) les solutions sont généralement applicables dans une perspective à long terme, leur mise en œuvre demandant plusieurs dizaines d'années, dans certains cas; 3) le manque de participation des acteurs de l'eau est une source de découragement dans plusieurs communautés.

Les meilleures formulations d'une vision sont celles qui sont les plus imagées et qui sont une expression forte de l'expérience humaine. La vision est un peu comme un cri du cœur. Par exemple,

Bernie Fowler, ancien sénateur de l'État du Maryland (États-Unis) et porte-parole en matière environnementale, a attiré instantanément l'attention sur le problème de la contamination de la rivière Patuxent par les sédiments lorsque, debout dans la rivière, épaules relevées, il déclara ce qui suit (U. S. EPA, 1997) :

« Je veux être capable de voir mes pieds. »

L'encadré 6.1 révèle d'autres avantages de la vision.

Encadré 6.1 Quelques avantages de la vision

L'élaboration d'une vision pour les bassins versants d'une zone de gestion intégrée des ressources en eau a plusieurs avantages. En voici quelques-uns :

- ◇ Instaurer dans les bassins versants un climat de confiance par la recherche de consensus et le développement d'un esprit de bonne volonté;
- ◇ Faciliter la détermination des objectifs qui sont partagés par les acteurs de l'eau;
- ◇ Faciliter la détermination des projets qui permettront d'atteindre les objectifs et de résoudre les problèmes;
- ◇ Faciliter l'action;
- ◇ Favoriser le « réseautage » et les partenariats à l'échelle locale;
- ◇ Créer un nouveau leadership dans la zone de gestion intégrée des ressources en eau.



Avez-vous pensé à élaborer une vision pour les bassins versants de votre zone de gestion intégrée des ressources en eau?

En omettant d'en élaborer une, vous vous privez d'un puissant outil d'orientation, qui pourrait donner un sens à votre action et permettre aux acteurs de l'eau de s'approprier la destinée des bassins versants.

6.3 ÉTAPES DE L'ÉLABORATION D'UNE VISION

Ainsi qu'il a été mentionné dans la section précédente, la finalité du processus d'élaboration d'une vision est de parvenir à un énoncé de ce à quoi les ressources en eau devraient ressembler à long terme. Cet énoncé doit être concis, mobilisateur et compréhensible par tout le monde. Cependant, l'expérience a montré que, pour que vous réussissiez à élaborer une vision mobilisatrice du devenir des bassins versants, il faut au préalable que vous déterminiez clairement les problèmes à résoudre et que ceux-ci soient largement reconnus par les acteurs de l'eau. L'élaboration d'une vision fait donc partie intégrante de l'élaboration d'un PDE.

Le processus d'élaboration d'une vision peut se résumer en trois étapes (Okubo, 2000). Les voici :

1. Enlèvement du processus;
2. Formulation de la vision;
3. Adhésion à la vision.

Le tableau 6.1 situe les étapes précédentes par rapport à celles du cycle de gestion intégrée des ressources en eau (chapitre 2; figure 2.8). On peut voir que la formulation de la vision et l'adhésion des acteurs de l'eau à cette vision s'intercalent entre l'analyse de bassin versant, d'une part, et la détermination des enjeux et des orientations, d'autre part.

6.3.1 ÉTAPE 1 : ENCLENCHEMENT DU PROCESSUS

Idéalement, vous devez élaborer une vision et amener les acteurs de l'eau à y adhérer avant que ne débute la mise en œuvre des actions. Vous devriez donc enclencher le processus d'élaboration d'une vision le plus tôt possible, soit juste après la formation de votre organisation, ou au moment où vous entreprenez l'élaboration du PDE par la formation d'un comité technique.

L'élaboration d'une vision devrait être assurée par le conseil d'administration (C. A.) et dirigée par son président, et ce, pour les raisons suivantes :

1. Une vision est d'autant plus réaliste qu'une équipe forte, diversifiée et qui inspire la confiance a participé à son élaboration. La composition de cette équipe doit, idéalement, refléter la diversité de la communauté en ce qui concerne le secteur économique, le lieu de résidence, le type d'emploi, etc. Or, le C. A. est composé normalement de représentants des secteurs économique, municipal et communautaire. Toutefois, s'il le juge à propos, le C. A. peut inviter d'autres membres de la communauté à participer à la rédaction des versions préliminaires de la vision qui seront soumises aux acteurs pour discussion et approbation. L'encadré 6.2 donne certaines des qualités requises pour être membre de l'équipe chargée d'élaborer la vision.
2. En matière d'élaboration d'une vision, les projets qui ont du succès sont dirigés par une personne qui a un leadership fort (encadré 6.3).
3. Le projet d'élaboration d'une vision devrait avoir un porte-parole. Dans les OBV, c'est généralement le président du C. A. qui assume cette fonction.

Encadré 6.2 Qualités requises pour être membre de l'équipe chargée d'élaborer la vision

Les personnes qui participent à l'élaboration de la vision doivent agir avant tout comme des citoyens qui sont intéressés à l'amélioration ou au maintien de l'état qualitatif et quantitatif des ressources en eau. Elles ne doivent pas agir seulement comme des défenseurs d'une organisation particulière, d'un enjeu particulier ou d'un secteur de la zone de gestion intégrée. De plus, elles doivent posséder certaines qualités particulières. En voici quelques-unes :

- ◇ Avoir une bonne connaissance du territoire;
- ◇ Être capables d'associer la vision à l'aspect pratique;
- ◇ Être ouvertes au changement;
- ◇ Être capables de communiquer facilement leurs pensées;
- ◇ Avoir du temps, s'intéresser à la GIRE et vouloir s'y engager;
- ◇ Avoir un sentiment d'appartenance profond à la zone de gestion.

Tableau 6.1 Étapes de l'élaboration d'une vision par rapport aux étapes du cycle de gestion intégrée des ressources en eau

Élaboration d'une vision	Cycle de gestion intégrée des ressources en eau†
1. Enclenchement du processus	Formation d'un organisme de bassin versant Formation d'un comité technique Collecte de données et d'informations pertinentes concernant les bassins versants 1. Analyse de bassin versant (portrait/diagnostic)
2. Formulation de la vision	
3. Adhésion à la vision	
4. Concrétisation de la vision	2. Détermination des enjeux et des orientations 3. Détermination des objectifs et choix des indicateurs 4. Élaboration d'un plan d'action 5. Mise en œuvre du plan d'action 6. Suivi et évaluation du plan d'action

† Dans le tableau ci-dessus, le cycle de gestion intégrée des ressources en eau (chapitre 1; figure 1.8) a été présenté comme une succession d'activités devant être précédées d'au moins deux étapes importantes, soit : 1) la formation d'un organisme de bassin versant et la formation d'un comité technique; 2) la collecte de données et d'informations pertinentes concernant les bassins versants.

Les tâches du président du C. A. en ce qui concerne l'élaboration de la vision sont :

1. Animer les séances de travail (voir les sections 6.3.2 et 6.3.3).
2. Établir un calendrier pour l'élaboration de la vision. Dans le cas où des acteurs ne faisant pas partie du C. A. participent à l'élaboration de la vision, il faut les informer de ce qu'on attend d'eux, en précisant leur rôle, la durée probable du processus ainsi que la fréquence des rencontres. Le fait de tenir des rencontres fréquentes, au début, peut aider à donner une assise solide au processus, quitte à espacer les rencontres par la suite. La durée du processus peut varier selon les réalités locales, la qualité de la participation des acteurs, la progression des travaux relatifs à l'analyse du bassin versant et l'urgence de la situation.
3. Lancer le processus. La GIRE est une entreprise collective. Par conséquent, plus la population est informée de vos activités, plus elle se sentira concernée. Vous pouvez vous servir d'une des nombreuses activités publiques qu'organise l'OBV pour lancer le processus d'élaboration de la vision. Au cours de cet événement, les objectifs du processus sont présentés à la population. Vous pouvez aussi profiter de cette occasion pour inviter la population à s'impliquer dans le projet et pour mener un sondage afin de recueillir ses préoccupations relativement à l'état qualitatif et quantitatif des ressources en eau. Les résultats de ce sondage seront utilisés à l'étape suivante.

Encadré 6.3 Le leadership

Le succès d'un travail réalisé en partenariat⁵⁰ dépend généralement des leaders qui émergent du groupe. Dans le domaine de la GIRE, les leaders n'ont pas le même contrôle sur le groupe et n'assument pas la même responsabilité que les leaders des organisations officielles. Ils coordonnent généralement des activités et travaillent pour que l'équipe progresse. Ils délèguent généralement les fonctions administratives, comme la convocation à des réunions et la rédaction de rapports, à d'autres personnes.

Le leadership se caractérise par certains traits particuliers. Un leader doit :

- ◇ Prendre à cœur les préoccupations du groupe tout en étant sensible aux besoins des individus;
- ◇ Être au courant de la situation sociale et politique qui existe dans son milieu;
- ◇ Avoir des habiletés en matière de communication et de gestion de groupe;
- ◇ Être bien documenté et juste;
- ◇ Être capable de partager la responsabilité et les mérites avec d'autres;
- ◇ Promouvoir le consensus, le compromis et les échanges (troc);
- ◇ Intégrer différentes perspectives les unes aux autres;
- ◇ Être patient, créatif et flexible.

Source : <http://www.ctic.purdue.edu/KYW/Brochures/LeadingCom.html>

6.3.2 ÉTAPE 2 : FORMULATION DE LA VISION

Comme il a déjà été dit, la formulation de la vision s'intercale entre l'analyse du bassin versant, d'une part, et la détermination des enjeux et des orientations, d'autre part. Par conséquent, il est primordial que les membres du C. A. suivent de près les travaux du comité technique (si vous avez décidé de réaliser entièrement l'analyse de bassin versant) ou ceux de la firme de services-conseils (si l'analyse de bassin versant a été confiée à une telle firme). N'oublions pas que la vision doit être basée sur la réalité, c'est-à-dire sur les problèmes relatifs à l'eau et aux écosystèmes associés dans les bassins versants, et non sur des perceptions.

La formulation d'une vision peut nécessiter plusieurs rencontres. Le « remue-méninges »⁵¹ est une excellente méthode pour obtenir beaucoup d'idées et pour abattre les barrières qui nuisent à la communication. Dans le cas où des membres de la communauté qui n'appartiennent pas au C. A. participent à la formulation de la vision, il est aussi un excellent moyen d'amener ces derniers à

⁵⁰ Le partenariat se définit comme une association active de différents intervenants qui, tout en maintenant leur autonomie, acceptent de mettre en commun leurs efforts en vue de réaliser un objectif commun lié à un problème ou à un besoin clairement déterminé dans lequel, en vertu de leur mission respective, ils ont un intérêt, une responsabilité, une motivation, voire une obligation. (Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Partenariat>.)

⁵¹ Le remue-méninges est un processus de discussion en petits groupes qui est couramment utilisé pour élaborer une vision. C'est un exercice dans lequel on laisse libre cours à ses idées. Le remue-méninges se déroule généralement entre un animateur (voir l'encadré 4.6) et un groupe de personnes qui sont au courant du sujet concerné. Une question est posée, et chaque personne est encouragée à y répondre. Toutes les idées sont notées par l'animateur de groupe sans qu'aucun jugement soit porté.

La philosophie qui sous-tend le remue-méninges est que la quantité amène la qualité; plus les suggestions sont nombreuses, mieux c'est. Pour cette raison et afin d'obtenir une pleine participation, il est important de s'assurer que chaque participant a la possibilité de parler.

s'engager dans la GIRE. L'encadré 6.4 décrit la façon de s'organiser pour élaborer une vision et pour la formuler. Disons qu'en général, les participants sont d'abord invités à exprimer leurs préoccupations quant à l'état des ressources en eau de même que leurs espoirs. On leur demande ensuite de décrire les choses auxquelles ils tiennent dans leur bassin versant et ce qu'ils aimeraient voir s'améliorer à long terme (dans les dix ou vingt prochaines années ou même à plus long terme). Le formulaire 1 de l'annexe 1 présente un questionnaire qui peut être utilisé pour animer les discussions.

 Distribuez aux participants des copies du formulaire 1 de l'annexe 1, afin de recueillir leurs idées au sujet de la vision.

Encadré 6.4 Comment s'organiser pour élaborer une vision?

Processus suggéré :

1. Rassemblez les participants.
Regroupez les acteurs clés, les divers groupes d'intérêts, les experts en matière de ressources en eau et les autres membres qui représentent la communauté. Au besoin, préparez la rencontre avec l'aide d'un animateur de groupe (encadré 6.5) qui vous aidera, entre autres, dans le processus et pour noter tous les commentaires des participants. Expliquez l'exercice, c'est-à-dire la procédure qui sera utilisée, déterminez le temps disponible et parlez de l'importance de la participation et du respect des opinions de chacun.
2. Concentrez-vous sur l'objet de la rencontre.
Avant de commencer, déterminez et précisez ce sur quoi la vision doit porter. Assurez-vous que tous comprennent bien et sont d'accord avec le cadre de la vision.
3. Déterminez ce qui est important (pour ce faire, on peut s'inspirer du questionnaire – formulaire 1 de l'annexe 1).
Amenez les gens à déterminer les caractéristiques qui font que leur bassin versant est particulier (une visite préalable du bassin versant peut être utile). Évaluez la façon dont ces caractéristiques peuvent être décrites à un visiteur aujourd'hui. Notez tous les commentaires. Aidez les participants en proposant certains thèmes et amenez-les à exprimer leurs opinions sur ces thèmes. Si les thèmes sont trop nombreux, vous devriez peut-être donner la priorité à quelques thèmes seulement, sinon, il sera sans doute difficile d'avoir un accord sur la formulation de la vision.
4. Amenez les participants à se projeter dans le futur (pour ce faire, on peut s'inspirer du questionnaire – formulaire 1 de l'annexe 1).
Considérez les caractéristiques du bassin versant les unes après les autres et imaginez en quels termes vous aimeriez qu'elles soient décrites à un visiteur dans dix ou vingt ans ou même plus. Devant ces caractéristiques, demandez-vous ce qu'il est possible de faire pour les améliorer. Quels sont vos rêves? vos espoirs? Si ces derniers ne sont que difficilement accessibles, alors, c'est parfait. Par contre, s'ils sont nettement irréalistes, il vaut mieux recommencer l'exercice. Prenez du plaisir à imaginer différents scénarios.
5. Formulez la vision.
À l'aide des mots notés durant le remue-méninges, commencez à rédiger des phrases afin d'avoir une définition claire. Essayez de vous servir d'abord d'expressions comme : « Pour devenir le... », « Pour être reconnu comme... », « Pour être... », « Pour offrir... » ou « Pour demeurer... ». Veillez à ce que toute personne qui lira la formulation de la vision soit à l'aise avec ce qui est dit et avec la façon dont les choses sont dites.

L'élaboration d'une vision avec l'aide d'un groupe d'acteurs permet d'utiliser l'imagination collective pour obtenir le résultat le plus positif et le plus pratique possible. Il permet également de partager la responsabilité de la vision, si bien que les gens vont se l'approprier et s'engager à ce qu'elle se réalise. Lorsque le groupe d'acteurs représente des intérêts divers, comme c'est le cas pour le C. A., il sera facile d'obtenir le soutien de la communauté.

Rappelons que la vision est un puissant outil de marketing. Sa formulation peut être plus ou moins longue. Elle peut tenir en une seule phrase, aussi courte que possible, ou être constituée d'une série d'énoncés en « points de forme », pourvu qu'ils soient clairs, précis et faciles à comprendre. La formulation de la vision doit aussi refléter la compréhension que les acteurs locaux partagent en ce qui concerne l'état des ressources en eau et les buts qu'il faut viser.

Une fois que la vision est formulée, les membres du C. A. peuvent rédiger les principes directeurs qui accompagneront la vision. Alors que la vision indique le rêve qu'on veut réaliser, les principes directeurs donnent les balises à suivre pour que le rêve se réalise, c'est-à-dire la façon dont les ressources en eau devraient être gérées. L'encadré 6.6 présente, à titre d'exemples, les principes directeurs de l'OBV de la rivière Redwood en Californie (États-Unis).

Encadré 6.5 L'animateur de groupe et son rôle

On fait de plus en plus appel à un animateur de groupe, dont les activités ont un effet facilitateur, pour accroître l'efficacité des réunions. *Le Petit Robert*, dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française, définit « faciliter » par « rendre facile, moins difficile ». Toutes les réunions – grandes ou petites, de routine ou spéciales – peuvent bénéficier de la facilitation, c'est-à-dire d'une personne qui orchestre le travail du groupe.

Il existe deux types d'animateur de groupe. Traditionnellement, celui-ci est considéré comme une troisième partie, qui est neutre et qui aide un groupe à augmenter son efficacité par l'amélioration de son processus de décision. Il aide le groupe à améliorer la façon dont celui-ci détermine les problèmes, les résout et prend des décisions. C'est un expert en processus. Dans la plupart des cas, l'animateur de groupe travaille avec ce dernier durant une courte période de temps pour résoudre des problèmes et pour dresser des plans axés sur des perspectives à long terme, des plans stratégiques, par exemple.

Le deuxième type d'animateur de groupe est le leader facilitateur. Un leader facilitateur est un membre du groupe, qui est investi par le groupe d'une mission qui fait de lui un expert en processus et en contenu. Cet individu emploie la plupart des outils qu'utilise un animateur externe, mais il le fait de façon continue pour aider le groupe à améliorer en permanence son processus de prise de décision.

Bien que la facilitation puisse être complexe, en tant que processus à plusieurs facettes, n'importe qui peut assumer cette tâche. La facilitation combine l'art et la science et il faut du temps, de l'effort et de l'entraînement pour la maîtriser. Les habiletés nécessaires à la facilitation sont presque les mêmes que pour diriger une réunion de manière efficace. Le responsable de n'importe quel groupe devrait travailler à être un leader facilitateur, ce qui n'empêche pas celui-ci ou le groupe de retenir les services d'un animateur, si cela est nécessaire.

Encadré 6.6 Principes directeurs de l'organisme de bassin versant de la rivière Redwood (Californie, États-Unis.)

Nos principes directeurs sont (Redwood Creek Watershed, 2003) :

- ◇ Les organisations chargées de la gestion du territoire et le public travaillent ensemble à concrétiser la vision;
- ◇ Des pratiques durables de gestion du territoire et des ressources sont utilisées pour s'assurer de la protection des ressources en eau, de la qualité de vie des résidents et de la qualité de l'expérience des visiteurs;
- ◇ Le bassin versant est géré comme un modèle d'interdépendance entre les ressources en eau et les êtres vivants;
- ◇ La beauté naturelle et le caractère rustique du paysage sont préservés;
- ◇ Une approche scientifique sert de fondement à la prise de décisions relatives à la gestion des ressources en eau;
- ◇ La sensibilisation est utilisée comme un outil pour s'assurer de la protection du bassin versant et pour favoriser l'intendance.

6.3.3 ÉTAPE 3 : ADHÉSION À LA VISION

Jusque-là, la vision ne représentait que le rêve de ceux qui l'ont élaborée, c'est-à-dire le C. A. et les autres participants, le cas échéant. Il faut maintenant qu'elle soit partagée par la communauté, et que celle-ci y adhère par l'intermédiaire de consultations publiques. La démarche à suivre est la suivante :

Au cours de séances publiques de travail, les versions préliminaires de la vision et des principes directeurs sont présentées aux acteurs de l'eau pour être révisées et raffinées, au besoin. Ensuite, les acteurs sont appelés à se prononcer sur les versions finales qui leur sont proposées. Cette étape peut coïncider avec une consultation publique au cours de laquelle les résultats de l'analyse de bassin versant (portrait et diagnostic) sont dévoilés.

Une fois la vision acceptée par l'assemblée, vous devez la faire connaître à l'ensemble de la population de la zone de gestion, y compris aux décideurs. Toutes sortes de moyens existent pour sensibiliser la population : communiqués de presse, brochures, affiches, t-shirts, etc. L'un des moyens les plus efficaces pour joindre les décideurs est d'aller les rencontrer ou encore de participer aux assemblées publiques. Si vous vous rendez à ces assemblées, vous devrez expliquer en quoi la vision de votre organisme peut influencer positivement les dossiers à l'étude. En ce qui concerne les autres acteurs, les agents économiques, par exemple, vous devez moduler les interventions relatives à la vision en fonction de leurs intérêts, de sorte qu'ils puissent reconnaître les avantages qu'ils peuvent tirer de la vision et qu'ils veuillent ainsi y adhérer avec conviction. Une fois que la vision commence à être connue, vous pouvez travailler pour en faire une réalité.

6.4 CLÉS DU SUCCÈS D'UN PROCESSUS D'ÉLABORATION D'UNE VISION

Les trois expressions qui caractérisent un processus d'élaboration d'une vision qui a du succès sont

« implication des acteurs locaux », « esprit de collaboration⁵² » et « recherche de consensus⁵³ ».

L'implication des acteurs locaux dans un esprit de collaboration fondée sur la recherche de consensus est une clé du succès d'un processus d'élaboration d'une vision. Grâce à l'implication des acteurs locaux, vous pouvez convaincre ces derniers de travailler ensemble pour définir le milieu dans lequel ils aspirent à vivre. N'oublions pas qu'en fin de compte, l'élaboration d'une vision est un moyen pour donner aux acteurs locaux le pouvoir qui leur revient et pour leur fournir, par la suite, une méthode valable pour fixer leurs objectifs. L'approche ascendante (bottom-up), qui est l'une des caractéristiques fondamentales de l'approche de GIRE, prend alors tout son sens.

En analysant les efforts de collaboration qui ont eu du succès aux États-Unis, Okubo (2000) a remarqué que tous comportaient des points communs :

- ◇ Des acteurs ayant des intérêts et des perspectives variés ont participé à toutes les étapes du processus et ont contribué au produit final, ce qui a donné de la crédibilité aux résultats;
- ◇ Des « ennemis traditionnels » ont fini par se voir comme des partenaires;
- ◇ Les intérêts personnels ont été mis de côté, de sorte que l'accent a été maintenu sur les enjeux et sur les objectifs communs;
- ◇ Un leadership collectif fort a émergé de la conjugaison des efforts;
- ◇ Tous les participants ont assumé une responsabilité personnelle dans le processus et ses résultats;
- ◇ Les acteurs ont fait des recommandations détaillées, ont déterminé les parties responsables, les échéanciers et les coûts;
- ◇ Les acteurs ont abandonné les barrières économiques et sectorielles et ont construit des relations de travail efficaces basées sur la confiance, la compréhension et le respect;
- ◇ Les participants ont prévu qu'ils éprouveraient des difficultés à certaines étapes et ils ont compris que ces difficultés faisaient naturellement partie du processus. Lorsque ces moments de frustration sont survenus, ils ont renforcé leur engagement et ont travaillé activement pour franchir ces barrières;
- ◇ Les projets étaient bien planifiés. Ils ont été mis en œuvre lorsque aucune autre option n'existait pour atteindre les mêmes objectifs ou qu'aucune autre option ne se révélait efficace;
- ◇ Les participants ont pris le temps d'apprendre de leurs efforts passés (aussi bien de leurs réussites que de leurs échecs) et ont appliqué cette leçon aux efforts subséquents;
- ◇ Le groupe a utilisé la recherche de consensus pour atteindre les résultats qu'il visait.

⁵² D'une façon générale, la collaboration désigne l'acte de collaborer. On comprend alors pourquoi, dans la documentation américaine, les OBV sont aussi appelés « groupes collaborationnistes ».

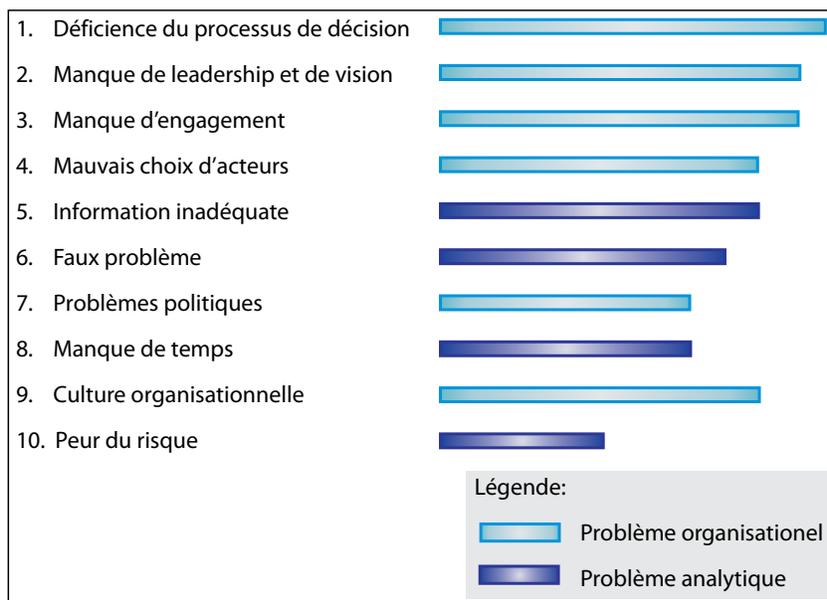
⁵³ Un consensus est un accord général (tacite ou manifeste) entre les membres d'un groupe, pouvant permettre de prendre une décision sans vote préalable. Bien que le consensus désigne un accord unanime (ou plutôt l'absence d'opposition), l'usage récent en fait parfois l'opinion ou le sentiment d'une forte majorité. Le consensus comme méthodologie de prise de décision cherche à mettre l'accent sur la validité de l'opinion de chaque participant et se refuse à entériner un choix qui n'aurait pas au moins l'accord de tous. (Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Consensus>.)

6.5 CONCRÉTISATION DE LA VISION

Le Petit Robert, dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française, définit les mots « concrétisation » et « concrétiser » de la façon suivante :

- « concrétisation : le fait de se concrétiser »;
- « concrétiser : rendre concret ce qui était abstrait ».

On concrétise une vision dans le PDE. À cette fin, il faut suivre les étapes 2 à 5 du cycle de gestion intégrée des ressources en eau (chapitre 2, figure 2.8). Ces étapes sont la détermination des enjeux et des orientations; la détermination des objectifs et le choix des indicateurs; l'élaboration d'un plan d'action; et la mise en œuvre du plan d'action. Cette dernière étape transformera en réalité le rêve que constitue la vision. Mais ce n'est pas toujours chose facile. Pour mettre en œuvre certaines des actions prévues dans le PDE, il faut notamment réussir à convaincre les acteurs dont relèvent les solutions les plus coûteuses, mais aussi les acteurs dont on attend des changements de mentalité – comme la modification des pratiques agricoles – à s'engager dans l'action (Gangbazo, 2004b). Cela n'est possible, en partie, que si vous êtes bien préparés ou bien organisés. En effet, selon une enquête américaine (Stephens, Graham, & Reid, 2002), les raisons pour lesquelles la plupart des décisions relatives à la GIRE échouent sont d'ordre organisationnel plutôt que d'ordre analytique (figure 6.1). En d'autres termes, si la gestion est un échec, ce n'est pas parce qu'on a mal évalué les problèmes ou qu'on a choisi les mauvaises solutions, mais parce qu'on était mal préparé ou mal organisé. On constate que, de tous les facteurs étudiés, les quatre premiers sont directement liés au comportement humain, les deux premiers étant la déficience du processus de prise de décision, suivi du manque de leadership et de vision.



Source : Stephens et al. (2002)

Figure 6.1 Raisons pour lesquelles la plupart des décisions relatives à la gestion intégrée des ressources en eau mènent à un échec

Les aspects particuliers du comportement humain qui nuisent à la concrétisation d'une vision sont :

- ◇ le manque de confiance (« Pourquoi devrais-je vous croire? »);
- ◇ la crainte des responsabilités ou le manque d'engagement (« Que se passera-t-il si ça ne fonctionne pas? »);
- ◇ l'incertitude concernant la façon d'aller de l'avant (le concept de GIRE demeure relativement nouveau au Québec, et il faudra du temps pour que les acteurs se sentent à l'aise avec ce mode de gouvernance de l'eau et ses exigences);
- ◇ les attitudes (« Qui est-ce que ça dérange? » ou « Pourquoi changer? »);
- ◇ les conflits de compétences (internes et externes);
- ◇ la façon dont de nouvelles idées sont acceptées.

Les responsables d'un OBV qui sont bien préparés ou bien organisés décèleront les difficultés qui peuvent entraver le succès de la GIRE avant qu'elles n'apparaissent au grand jour. De plus, en étant bien préparés, ils élaboreront des stratégies pour prévenir les difficultés, voire pour les résoudre si elles apparaissent. Au-delà de l'organisation ou de la préparation, voici certains principes qui peuvent aider les responsables à établir un partenariat fructueux avec les décideurs et les agents économiques et à obtenir leur appui :

- ◇ Bâtir la confiance;
- ◇ Résoudre le vrai problème;
- ◇ Gérer les risques et partager la responsabilité;
- ◇ Mettre les valeurs et les intérêts au premier plan;
- ◇ Éviter les positions défensives;
- ◇ Trouver les solutions les moins coûteuses;
- ◇ Suivre les progrès accomplis;
- ◇ Célébrer les bons coups, aussi petits soient-ils;
- ◇ S'assurer d'une communication efficace;
- ◇ Partager les leçons apprises;
- ◇ Se donner un échéancier réaliste;
- ◇ Démontrer le besoin de réaliser des actions;
- ◇ Intégrer diverses perspectives les unes aux autres;
- ◇ Associer les responsabilités aux actions;
- ◇ Démontrer le rapport coût-efficacité des solutions proposées.

Chapitre 7

Collecte et gestion de données

Contenu du chapitre

- ◇ Données et documents utiles pour l'analyse de bassin versant
- ◇ Quelques-unes des bases de données disponibles
- ◇ Que faut-il faire avant de collecter de nouvelles données?
- ◇ Principes de gestion de données

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous ne connaissez pas les données et les documents utiles pour réaliser l'analyse de bassin versant;
- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec les principes de gestion de données.

Les données sont nécessaires à toutes les étapes de l'élaboration d'un PDE. Cependant, sans une approche structurée pour les collecter et les gérer, l'élaboration du PDE pourrait donner lieu à des discussions interminables sur ces données (nature, précision et fiabilité). Bien que, par souci de clarté, la collecte et la gestion de données aient été présentées comme un préalable à l'élaboration du PDE (chapitre 2, figure 2.8), elles doivent en réalité être jumelées à l'analyse du bassin versant. Dans ces conditions, un des objectifs de l'analyse sera de déterminer les données nécessaires à l'élaboration du PDE. Le but du présent chapitre est de présenter quelques principes qui vous aideront à collecter les données dont vous avez besoin et à gérer convenablement ces données ainsi que celles que vous collecterez pendant les phases de mise en œuvre, de suivi et d'évaluation du plan d'action.

7.1 DONNÉES ET DOCUMENTS NÉCESSAIRES POUR EFFECTUER L'ANALYSE DE BASSIN VERSANT

Les données pertinentes pour l'analyse de bassin versant peuvent inclure des mesures quantitatives, de l'information qualitative (ex. : observations sur la présence de certaines espèces de poissons), des cartes, de l'information anecdotique, des photos ou d'autres faits importants pour l'analyse (Shilling et al., 2005). En voici quelques exemples :

Les données générales :

- ◇ Les caractéristiques physiques du bassin versant (superficie, topographie, hydrographie, sols, etc.);
- ◇ Les usages de l'eau, les prélèvements d'eau⁵⁴ et leur emplacement dans le bassin versant;

⁵⁴ Il s'agit de la liste de tous les grands usagers de l'eau dans les bassins versants. Le Règlement sur la déclaration des prélèvements d'eau (Éditeur officiel du Québec, 2010) stipule que « tout prélèvement d'eau est subordonné à l'autorisation du ministre ».

- ◊ Les sources de contamination de l'eau (rejets de sources ponctuelles⁵⁵ et diffuses) et les perturbations répétitives (ex. : travaux d'entretien d'un cours d'eau) ayant un impact sur les eaux de surface ou sur les eaux souterraines;
- ◊ Les écosystèmes d'intérêt, fragiles ou dégradés sur le plan écologique (encadré 7.1)⁵⁶;
- ◊ Les milieux humides qui contribuent significativement à la qualité de l'eau et à la régulation des débits;
- ◊ Les projections relatives à la croissance démographique et à la construction d'ensembles résidentiels.

Les données relatives à la pression anthropique sur le bassin versant :

- ◊ Les utilisations du territoire.

Les données relatives à l'état des ressources en eau :

- ◊ Les débits caractéristiques des rivières (les moyennes, les minimums et les maximums);
- ◊ La qualité physicochimique et biologique de l'eau de surface;
- ◊ La qualité de l'eau souterraine.

Les données relatives aux actions de la société :

- ◊ Les travaux d'assainissement réalisés ou en cours;
- ◊ Les résultats de l'application des règlements.

Tous les documents de planification qui touchent les bassins versants :

- ◊ Les schémas d'aménagement et de développement, qui décrivent, notamment, les grandes affectations du territoire⁵⁷;
- ◊ Les plans d'urbanisme;
- ◊ Les plans régionaux de développement intégré des ressources naturelles et du territoire (PRDIRT);
- ◊ Les plans de développement des zones agricoles (PDZA);
- ◊ Les plans de protection et de mise en valeur de la forêt privée (PPMV).



Avez-vous préparé une liste des données dont vous aurez besoin pour élaborer votre PDE? Prenez le temps de le faire, sinon, vous risquez de collecter des données que vous n'utiliserez pas.

⁵⁵ Il s'agit des principaux rejets d'eau usée dans les cours d'eau, des contaminants qui sont rejetés, ainsi que des quantités rejetées. Au Québec, les rejets de certains contaminants dans l'environnement sont régis par le système des objectifs environnementaux de rejet (OER) (MDDEP, 2007).

⁵⁶ L'article 14 de la Loi sur l'eau utilise l'expression « zones d'intérêt, fragiles ou dégradées sur le plan écologique ».

⁵⁷ La détermination des grandes affectations du territoire (dans le schéma d'aménagement et de développement) et celles du sol (dans le plan d'urbanisme) indique formellement la manière dont la MRC, la communauté métropolitaine ou la municipalité entend utiliser les parties de son territoire [...]. La détermination des grandes affectations du territoire permet également d'agencer les utilisations du territoire (ministère des Affaires municipales, 1986).

Encadré 7.1 Qu'entend-on par écosystèmes d'intérêt, fragiles ou dégradés sur le plan écologique?

Les écosystèmes d'intérêt, fragiles ou dégradés sur le plan écologique incluent les types de terres qui ont une signification spéciale, qui offrent des services écologiques de grande valeur ou qui sont particulièrement vulnérables au développement. Citons :

- ◇ Les bandes riveraines;
- ◇ Les habitats fragilisés ou dégradés;
- ◇ Les habitats d'espèces menacées ou vulnérables;
- ◇ Les milieux humides (étangs, marais, marécages, tourbières, etc.);
- ◇ Les sources d'approvisionnement en eau;
- ◇ Les sites de fraie;
- ◇ Les corridors utilisés par la faune sauvage;
- ◇ Les secteurs boisés;
- ◇ Les zones inondables.
- ◇ Les espèces exhaustiques envahissantes.
- ◇ Les zones d'érosion connues.
- ◇ Etc.

Le but de l'exercice est d'inventorier ces ressources et leurs emplacements afin de déterminer les mesures potentielles de protection ou de restauration qui devront être mises en œuvre, et ultimement les recommander dans le plan d'action.

Source : adapté du Center for Watershed Protection (2005)

7.2 COLLECTE DE DONNÉES EXISTANTES

La connaissance des données nécessaires pour élaborer votre PDE et l'utilisation des meilleures données disponibles sont deux principes de départ pour planifier la GIRE. Cela dit, il est normal de commencer par collecter les données disponibles (Shilling et al., 2005). Ces dernières, qu'elles soient récentes ou historiques, sont au cœur de plusieurs étapes du PDE (tableau 7.1). Par exemple, les données historiques servent à évaluer les impacts que les décisions passées ont eus sur les ressources en eau. Elles aident également à déterminer les conditions de référence, ce qui permet d'évaluer le comportement d'un bassin versant relativement aux changements d'utilisation du territoire ou à toute autre solution mise en œuvre pour résoudre les problèmes qui touchent les enjeux.

Avant de commencer la collecte des données existantes, un plan des données nécessaires à l'élaboration du PDE, puis une revue de la documentation concernant les bassins versants qui composent la zone de gestion intégrée des ressources en eau, doivent être réalisés. La comparaison du plan des données et de la revue de la documentation permet de déterminer les données manquantes. Les rapports gouvernementaux, notamment ceux du MDDEP, constituent souvent une source importante de données déjà analysées qui peuvent servir au diagnostic et donc à la détermination des enjeux, dans la mesure où elles sont à jour. Ces rapports peuvent être trouvés dans le catalogue de la bibliothèque Cécile-Rouleau (http://www.bibliotheque.gouv.qc.ca/inter/accueil_internet/index_f.aspx). Vous pouvez aussi vous adresser aux centres de documentation des différents ministères pour avoir accès à certains documents.

D'autres données peuvent être obtenues en s'adressant aux organisations qui œuvrent dans un bassin versant. Les experts qui travaillent pour ces organisations sont souvent disposés à échanger les données qu'ils possèdent. En général, lorsqu'on obtient des données de la part d'une organisation, il faut s'attendre à y consacrer un peu de temps, notamment pour les structurer et pour les convertir dans des formats qui seront conformes à nos besoins. Cependant, il est possible que les données disponibles ne permettent pas d'analyser adéquatement tous les problèmes d'un bassin versant.

Tableau 7.1 Utilité des données pour l'élaboration d'un plan directeur de l'eau

Étapes du plan directeur de l'eau et explications
<p>Analyse de bassin versant : Les données historiques sur la concentration des composés chimiques dans l'eau peuvent être utilisées dans des modèles mathématiques.</p>
<p>Détermination des objectifs : Les données de suivi environnemental existantes peuvent aider à déterminer des objectifs quantifiables.</p>
<p>Suivi d'efficacité : Les données historiques peuvent aider à déterminer les conditions de référence. De nouvelles stations peuvent être installées aux mêmes endroits que les stations historiques, ce qui permet d'étudier le comportement du bassin versant avant et après la mise en œuvre des solutions (étude des tendances de la qualité de l'eau, par exemple). Des programmes de suivi qui complètent les anciennes données ou qui améliorent les données historiques peuvent être utilisés.</p>

 Bien que le territoire du Québec méridional ait été divisé en zones de gestion intégrée des ressources en eau, l'unité de planification de la gestion de l'eau demeure le bassin versant. Par conséquent, vous devez déterminer les différents bassins versants de votre zone de gestion intégrée et organiser vos données par bassin versant.

7.3 COLLECTE DE NOUVELLES DONNÉES

Avant d'entreprendre la collecte de nouvelles données, il est recommandé de faire ce qui suit :

- ◇ Rechercher et compiler toutes les cartes disponibles sur le bassin versant;
- ◇ Rechercher et compiler toutes les données de suivis environnementaux qui ont été faits dans le bassin versant (encadré 7.2);
- ◇ Rechercher et compiler toutes les informations disponibles sur les niveaux et les débits (encadré 7.3 pour celles qui sont disponibles sur le site Web du Centre d'expertise hydrique du Québec – CEHQ). Il est important de vous assurer de la date de la dernière mise à jour des débits, car le CEHQ corrige en continu les données de toutes les stations hydrométriques pour tenir compte des effets de la glace sur ces derniers. Notons qu'il existe aussi plusieurs informations sur le site Web du MDDEP concernant le suivi hydrologique, des cartes sur les débits d'étiage calculés pour plusieurs stations, des informations sur les zones inondables, le répertoire des barrages, etc.;
- ◇ Rechercher et compiler toutes les études et les rapports techniques publiés et même

- ◊ ceux qui n'ont pas été publiés, mais qui présentent un intérêt;
- ◊ Rechercher et localiser les photographies aériennes;
- ◊ Rechercher et localiser les bases de données qui existent sur le bassin versant;
- ◊ Rechercher et localiser les cours d'eau faisant l'objet d'entretiens répétitifs⁵⁸ ainsi que les cours d'eau laissés à l'état naturel;
- ◊ Identifier des résidents du bassin versant qui ont des connaissances historiques dont on peut profiter dans le cadre du projet et les consulter;
- ◊ Déterminer les plus importants projets de développement économique réalisés, en cours de réalisation ou qui sont planifiés dans le bassin versant.

Voici quelques autres sources d'informations utiles pour l'analyse de bassin versant :

- ◊ Le Système d'information hydrogéologique (SIH) : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/sih/index.htm>. Ce système peut vous informer sur environ 141 000 puits et forages qui ont été réalisés sur le territoire québécois depuis l'entrée en vigueur du Règlement sur les eaux souterraines en 1967. Vous y trouverez, par exemple, la description lithologique au droit du forage, la profondeur du puits, la méthode de forage et le matériau du tubage qui ont été employés;
- ◊ Le banque du Suivi des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux (SOMAE) du ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), qui contient les données sur la qualité de l'eau des effluents de stations municipales d'épuration des eaux usées : http://www.mamrot.gouv.qc.ca/infrastructures/infr_suivi_ouv_ass_eaux.asp;
- ◊ Le système d'information et de gestion en aménagement du territoire (SIGAT) du MAMROT : http://www.mamrot.gouv.qc.ca/amenagement/amen_siga_pres.asp;
- ◊ Le Répertoire des terrains contaminés : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/terrains-contamines/recherche.asp>.

Si l'acquisition de nouvelles données est nécessaire, il faudra vous assurer que ces dernières peuvent être acquises et utilisées dans le délai prévu pour élaborer le PDE. Dans le cas contraire, il vaut mieux prévoir l'acquisition de ces données dans le plan d'action. Quoi qu'il en soit, avant de consacrer beaucoup de temps et d'argent à l'acquisition de nouvelles données, une évaluation soigneuse des objectifs visés et de l'utilité de ces données devrait être effectuée.

 Certains OBV entreprennent la collecte de nouvelles données, par exemple, en instaurant un suivi de la qualité physicochimique de l'eau dans un bassin versant. Il est clair que ces données sont utiles pour l'élaboration d'un PDE si elles ont été collectées sur une longue période de temps, habituellement trois ans. Toutefois, il s'agit d'une période qui excède le temps dont vous disposez pour élaborer le PDE en cours.

7.4 VALIDITÉ ET ADÉQUATION DES DONNÉES

Une fois que les données existantes ont été compilées, vous devriez les valider pour vous assurer qu'elles servent bien les objectifs de la planification en cours. Les critères qui peuvent être utilisés pour

⁵⁸ Les MRC sont une source d'information importante sur le sujet.

Encadré 7.2 Le réseau-rivières

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs maintient, depuis 1979, un réseau de suivi de la qualité de l'eau, le Réseau-rivières, lequel assure la surveillance de base des principales rivières du Québec.

L'objectif principal du Réseau est de détecter les variations temporelles de la qualité de l'eau et d'en comprendre l'origine, afin d'appliquer les mesures appropriées pour protéger ou améliorer l'état du milieu aquatique. Le suivi effectué par le Réseau permet de se prononcer sur l'efficacité des programmes d'assainissement mis en œuvre et renseigne sur la récupération des usages dans les plans d'eau, notamment les activités nautiques et la baignade. Il permet également de mettre en évidence l'effet de la pollution diffuse sur l'enrichissement des cours d'eau par les éléments nutritifs (phosphore et azote), les bactéries et les matières en suspension. Enfin, il vise à dresser le tableau de la qualité de l'eau dans les principaux bassins versants du Québec.

Les paramètres mesurés sont le phosphore total, le phosphore en suspension, l'azote total, les nitrites et les nitrates, l'azote ammoniacal, la chlorophylle a, les phéopigments, les coliformes fécaux, la turbidité, les matières en suspension, le pH, la conductivité, le carbone organique dissous et la température.

Le Réseau-rivières regroupe un ensemble de 510 stations d'échantillonnage. Parmi ces dernières, 171 stations, réparties dans une cinquantaine de bassins hydrographiques, étaient en activité au début de l'été 2009. Le Réseau est composé de stations témoins et de stations principales. L'eau de ces stations est échantillonnée sur une base continue, ce qui permet de détecter les variations de la qualité de l'eau dans le temps. Les stations témoins sont situées dans les portions supérieures des bassins versants et elles ont les caractéristiques se rapprochant le plus de celles des cours d'eau à l'état naturel. Les stations principales sont situées à l'embouchure des rivières ou à la limite de tronçons représentatifs d'une portion de bassin versant. Le réseau compte aussi plusieurs stations secondaires. Celles-ci sont mises en place pour un temps limité; elles servent à affiner le « portrait spatial » de la qualité de l'eau d'un bassin versant. [Cliquez ici](#) pour connaître l'emplacement des stations d'échantillonnage du Réseau-rivières (en 2006).

En plus des stations déjà mentionnées, le Réseau regroupe 24 stations d'échantillonnage situées dans de petits bassins versants à vocation agricole. [Cliquez ici](#) pour connaître leur emplacement (en 2006). Huit de ces stations étaient en activité au début de l'été 2009.

Source : http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_mil-aqua/qual_eau-rivieres.htm

Encadré 7.3 Informations disponibles sur les niveaux et les débits au Centre d'expertise hydrique du Québec
Plusieurs informations sont disponibles sur le site Web du Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) à l'adresse <http://www.cehq.gouv.qc.ca>. En voici quelques-unes :

- ◊ Calcul et cartographie des débits d'étiage aux stations hydrométriques du Québec. Une telle cartographie permet à l'utilisateur d'obtenir une image rapide des débits d'étiage à un endroit précis de l'ensemble du territoire québécois. Voir : <http://www.cehq.gouv.qc.ca/debit-etiage/index.htm>;
- ◊ Historique des niveaux et des débits de différentes stations hydrométriques du Québec. Les données de plus de 650 stations hydrométriques y sont accessibles. On peut y trouver l'historique complet des niveaux et des débits journaliers de toutes les stations exploitées par le MDDEP, qu'elles soient fermées ou encore en activité. Voir : http://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/historique_donnees/index.asp;
- ◊ Guide sommaire des méthodes d'estimation des débits d'étiage pour la province de Québec. Les débits d'étiage constituent des éléments essentiels du processus d'analyse de certains dossiers environnementaux. Différentes méthodes d'estimation de ces débits sont présentées. Voir : <http://www.cehq.gouv.qc.ca/debit-etiage/methode/index.htm>;
- ◊ Suivi hydrologique de différentes stations hydrométriques. Le suivi en temps réel des stations hydrométriques télémétrées exploitées par le CEHQ sont accessibles sur son site Web. Voir : <http://www.cehq.gouv.qc.ca/suivihydro/index.asp>.

- ◇ déterminer les conditions de référence;
- ◇ Adéquation de la méthodologie utilisée pour acquérir les données avec les méthodes courantes⁵⁹;
- ◇ Complétude des données : toutes les informations qui les concernent sont requises;
- ◇ Mesures de contrôle de la qualité prises lors de la collecte des données;
- ◇ Incertitude des données.

 Avez-vous vérifié la validité de vos données? La finalité d'un PDE est de résoudre les problèmes qui touchent les ressources en eau. Un PDE perdrait de sa crédibilité s'il s'avérait que certaines de ses parties ont été basées sur des données erronées ou non à jour.

 Avant de citer certaines informations dans l'analyse de bassin versant, faites l'effort de consulter le document original pour bien comprendre les méthodes qui ont été utilisées et les conclusions qui y sont formulées.

7.5 GESTION DE DONNÉES

Un comité technique ou une firme de services-conseils qui entreprend l'élaboration d'un PDE ou d'une partie de celui-ci – l'analyse de bassin versant, par exemple – doit déterminer au préalable la façon dont les données existantes et celles qui seront collectées pendant la mise en œuvre du plan d'action (suivi) seront gérées et mises à jour.

7.5.1 PRINCIPES DE GESTION DE DONNÉES

Un système convivial de stockage (par exemple, des bases de données classiques et des systèmes d'information géographiques (SIG) est nécessaire pour rendre les données accessibles et pour faciliter leur utilisation et leur mise à jour. Bien que les besoins en matière de gestion de données puissent varier d'une zone de gestion à une autre, certains principes sont applicables d'une façon générale. En voici quelques-uns :

- ◇ Tous ceux qui participent à la gestion de l'eau dans la zone doivent avoir un accès facile et rapide aux données. Les technologies d'accès à des données par Internet et par d'autres systèmes peuvent être mises à profit pour faciliter l'accès aux données;
- ◇ Les organisations qui ont la responsabilité de gérer les données doivent avoir du personnel qualifié et l'expertise nécessaire en cette matière;
- ◇ Les formats des données doivent être définis en utilisant les protocoles normalisés et des termes communs, de sorte que les données colligées par d'autres organisations à d'autres échelles puissent être utilisées;
- ◇ Lorsque cela est possible, les formats de données doivent être les mêmes au cours des années et comprendre tous les renseignements relatifs à la qualité des données, lesquels faciliteront leur mise à jour et leur utilisation au fil des ans;
- ◇ Des métadonnées, c'est-à-dire des informations qui décrivent les données (source,

⁵⁹ Le plan d'échantillonnage, la fréquence d'échantillonnage, les types d'échantillonnage et les méthodes d'analyse sont autant de paramètres qui peuvent déterminer l'utilité des données que vous retrouvez ou que vous aimeriez utiliser.

auteur, année, format, etc.), doivent être créées pour faciliter l'échange et l'utilisation de ces dernières.

7.5.2 GESTION ET MISE À JOUR DES DONNÉES

Vous devriez toujours demeurer responsable de la gestion et de la mise à jour de vos données. Par ailleurs, votre personnel devrait être formé le plus tôt possible pour effectuer cette tâche, et ce, pour des raisons d'efficacité et pour assurer un suivi adéquat. Si vous avez peu d'expérience dans ce domaine, vous devriez envisager la possibilité de contacter une personne, une organisation ou un groupe d'organisations qualifiées afin qu'on vous aide à amorcer la gestion de vos données. En outre, il importe de vous assurer que ce savoir-faire sera transmis à votre organisme afin que vous ne restiez pas dépendant d'une autre organisation pour la gestion de vos données. Voici quelques-uns des organismes qui pourront vous aider dans le cadre de cette gestion :

- ◇ Un organisme municipal local (une municipalité ou une MRC, par exemple);
- ◇ Un ministère ou un organisme du gouvernement provincial;
- ◇ Une université ou un collège;
- ◇ Une firme de services-conseils;
- ◇ Une combinaison des organismes publics cités précédemment, certains types de données étant déjà gérées par des organismes habilités à le faire;
- ◇ Une personne qui a des compétences dans la gestion de données.

La gestion et la mise à jour de données peuvent demander un investissement substantiel sur le plan financier, de l'expertise technique et du personnel. Si l'organisation ou la personne choisie pour assumer cette fonction est mal préparée ou n'a pas les ressources nécessaires pour s'acquitter de ces tâches, vous pourriez perdre des données importantes dans les années subséquentes.

Chapitre 8

Analyse de bassin versant : notions générales sur le portrait et sur le diagnostic

Contenu du chapitre

- ◇ Différence entre un portrait de bassin versant et un diagnostic des ressources en eau
- ◇ Méthode simple pour déterminer les éléments clés d'un portrait de bassin versant et d'un diagnostic des ressources en eau
- ◇ Exemple de table des matières d'un portrait de bassin versant
- ◇ Principes fondamentaux d'un diagnostic des ressources en eau
- ◇ Types d'analyse de données utiles pour élaborer un diagnostic des ressources en eau

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec l'analyse de bassin versant (portrait et diagnostic);
- ◇ Vous voulez être bien préparés à élaborer un portrait de bassin versant et un diagnostic des ressources en eau.

L'analyse de bassin versant est probablement la partie la plus délicate de l'élaboration d'un PDE. Elle permet de comprendre les problèmes relatifs à l'eau et aux écosystèmes associés. Il s'agit donc d'un préalable pour déterminer les enjeux réels et pour élaborer un plan d'action réaliste. Les deux parties de l'analyse, soit le portrait et le diagnostic, sont intimement liées. De plus, elles sont aussi importantes l'une que l'autre, parce que les informations contenues dans le portrait servent à expliquer les problèmes que le diagnostic aura permis de mettre en lumière.

Si nous avons présenté l'analyse de bassin versant comme la partie la plus délicate d'un PDE, c'est surtout parce que l'élaboration d'un bon diagnostic exige des connaissances, des compétences et un jugement professionnel de haut niveau. Le but du présent chapitre est de présenter des notions générales sur le portrait et sur le diagnostic. Les informations détaillées concernant l'analyse des données, l'interprétation des résultats de même que la rédaction du rapport d'analyse de bassin versant seront présentées aux chapitres 10, 11, 12 et 13.

8.1 DÉFINITION ET OBJET D'UN PORTRAIT ET D'UN DIAGNOSTIC

Le portrait est une description des principales caractéristiques des bassins versants de la zone de gestion intégrée des ressources en eau. Il vise à situer les bassins versants dans leur environnement physique, économique et social. De plus, il expose les faits, c'est-à-dire les causes des problématiques

liées à l'eau et aux écosystèmes associés, il présente les acteurs et il décrit les responsabilités et les intérêts de ces derniers. Il n'est pas nécessaire de procéder à de grandes analyses statistiques de données, ni de les commenter outre mesure à cette étape-ci. Il s'agit simplement de résumer les données les plus importantes et de les présenter sous formes de textes, de figures et de cartes.

✎ Avez-vous pensé à présenter dans votre PDE un portrait de chacun des bassins versants qui se trouvent dans votre zone de gestion intégrée des ressources en eau?

Le diagnostic des ressources en eau est une étude des problèmes liés à l'eau et aux écosystèmes associés. Ces problèmes peuvent avoir trait aux eaux de surface (quantité ou qualité), aux eaux souterraines (quantité ou qualité), à l'eau potable, aux habitats aquatiques, aux communautés biologiques, aux milieux humides, etc. Contrairement au portrait, qui expose les faits (les causes des problèmes), le diagnostic analyse leurs effets (les conséquences) et établit une relation entre les causes et les effets des problèmes. Le but du diagnostic est d'acquérir une compréhension suffisante de chacun des problèmes pour qu'il soit facile de déterminer les solutions qui peuvent aider à les résoudre de la façon la plus durable possible. L'encadré 8.1 présente quelques-uns de ces problèmes.

✎ Avez-vous pensé à élaborer un diagnostic des ressources en eau pour chacun des bassins versants de votre zone de gestion intégrée des ressources en eau?

Encadré 8.1 Quelques-uns des problèmes que l'approche de gestion intégrée des ressources en eau peut contribuer à résoudre

Plusieurs problèmes peuvent être résolus par l'approche de la gestion intégrée des ressources en eau. En voici quelques exemples :

- ◇ Excès de sédiments ou d'éléments nutritifs dans les cours d'eau;
- ◇ Température élevée dans les cours d'eau;
- ◇ Diminution des prises de poissons;
- ◇ Contamination de l'eau souterraine par les nitrates;
- ◇ Conflits d'usages.

8.2 COMMENT DÉTERMINER LES ÉLÉMENTS CLÉS POUR DRESSER UN PORTRAIT ET ÉTABLIR UN DIAGNOSTIC?

8.2.1 MODÈLE CONCEPTUEL D'ANALYSE DE BASSIN VERSANT

La plupart des problèmes qui touchent les enjeux liés à l'eau et aux écosystèmes associés sont dus à certaines modalités d'aménagement du territoire. Aussi, par l'établissement du portrait, l'analyste cherche à déterminer les causes des problèmes qui seront révélés plus tard par le diagnostic, et à bien connaître les acteurs de l'eau qui participeront à l'élaboration, à la mise en œuvre, au suivi et à l'évaluation du PDE. La meilleure façon de déterminer ces causes est d'élaborer un modèle conceptuel d'analyse de bassin versant (voir ci-après). La méthodologie d'analyse des acteurs sera présentée au chapitre 9.

Dans la formulation des problèmes relatifs à l'eau et aux écosystèmes associés dans un bassin versant, on appelle « modèle conceptuel d'analyse de bassin versant » une description écrite et une représentation visuelle des relations prévisibles entre les différentes composantes des écosystèmes et les éléments perturbateurs auxquels celles-ci sont exposées (veuillez noter que les termes soulignés sont définis plus loin dans la présente section). Les modèles conceptuels peuvent présenter plusieurs types de relations. Celles-ci peuvent comprendre des processus écosystémiques qui influencent les « réponses » du milieu récepteur ou des scénarios qui lient qualitativement les utilisations du territoire aux éléments perturbateurs.

Un modèle conceptuel d'analyse de bassin versant est élaboré à partir de l'information portant sur les causes des problèmes ou les sources de perturbations qui existent dans le bassin versant, sur les éléments perturbateurs, sur leurs effets potentiels et sur les problèmes réels ou potentiels qui touchent l'eau et les écosystèmes associés. Dans la plupart des cas, une grande partie de cette information est connue au départ, si bien que l'élaboration du modèle conceptuel aide à déterminer l'information manquante.

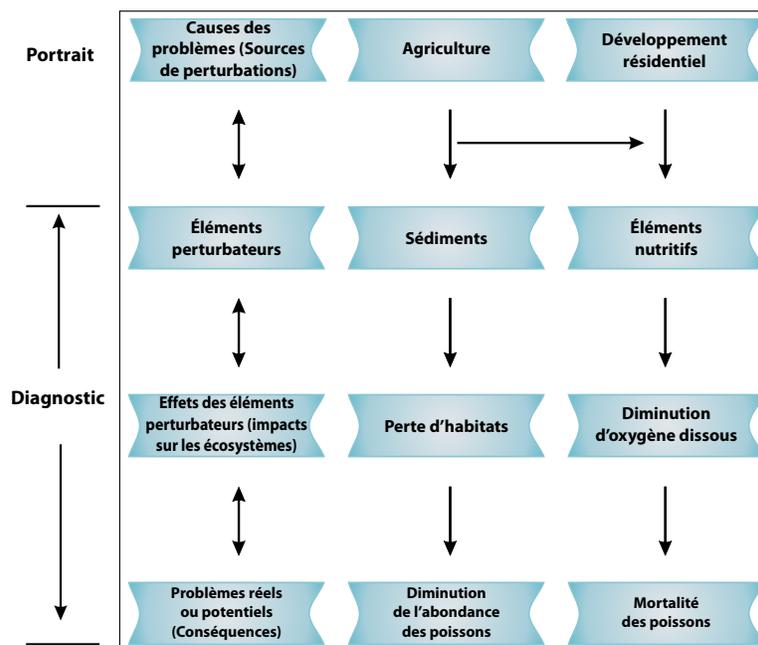
Évidemment, la complexité d'un modèle conceptuel dépend de la complexité des problèmes, du nombre d'éléments perturbateurs, de la nature de leurs effets et des caractéristiques de l'écosystème étudié. Dans certains cas, un modèle peut être très simple. Cependant, lorsque des modèles conceptuels sont utilisés pour décrire, notamment, des processus hydrologiques, physicochimiques ou biologiques et l'interaction de plusieurs éléments perturbateurs, on peut se retrouver avec des modèles relativement complexes. Il pourrait même être nécessaire d'élaborer plusieurs sous-modèles.

Le modèle conceptuel d'analyse de bassin versant (U. S. EPA, 2008) présente quatre composantes qui sont liées entre elles (figure 8.1). Ces composantes peuvent être définies comme suit :

1. Causes des problèmes (ou sources de perturbations). On appelle « causes des problèmes » (ou « sources de perturbations ») un facteur de l'utilisation du territoire qui peut provoquer des perturbations des ressources en eau. En voici quelques exemples :
 - a. Activités agricoles (pratiques agricoles, engrais, pesticides, développement rural, élevages, fosses septiques, conversion des milieux humides, etc.);
 - b. Développement résidentiel (déboisement, imperméabilisation, rejets d'eaux usées, golfs, etc.);
 - c. Activités industrielles (rejets d'eaux usées, activités minières, etc.);
 - d. Activités forestières (coupes forestières, construction de routes forestières, etc.);
 - e. Activités récréatives (navigation commerciale, navigation de plaisance, canotage, etc.).
2. Éléments perturbateurs. On appelle « élément perturbateur » tout agent (physique, chimique, biologique, etc.) qui peut provoquer des changements chez un organisme ou dans un écosystème. On peut citer :
 - a. Des éléments physiques : construction de barrages, surpêche, augmentation du débit

- de pointe, augmentation de la température de l'eau, altération de la morphologie des cours d'eau ou diminution de leur sinuosité, élimination des bandes riveraines, faibles débits d'étiage, diminution de la recharge des nappes d'eau souterraines, diminution de la nourriture des poissons et d'autres organismes aquatiques, sédiments, matière organique, etc.;
- b. Des éléments chimiques : azote, phosphore, métaux, pesticides, etc.;
 - c. Des éléments biologiques : bactéries, espèces exotiques envahissantes, etc.
3. Effets des éléments perturbateurs sur les écosystèmes (ou impacts sur les écosystèmes). Il s'agit de tout changement dans les ressources en eau qui est provoqué par les activités humaines et qui est susceptible d'avoir un effet négatif sur ces ressources. On peut citer l'instabilité des cours d'eau, la sédimentation, l'augmentation de la concentration des contaminants, l'ensablement des frayères, la diminution de l'oxygène dans l'eau, les inondations, la modification de la structure des communautés biologiques (macroinvertébrés benthiques et poissons), etc.
 4. Problèmes réels ou potentiels (ou conséquences). Il s'agit des conséquences que les éléments perturbateurs ont sur les usages de l'eau et sur les écosystèmes associés. Il peut s'agir de la diminution de la biodiversité, de la fermeture de plages, de la diminution de l'abondance des poissons, de la mortalité des poissons, des conflits d'usages, de la mauvaise qualité des eaux de surface ou souterraines, etc.

Comme le montre la figure 8.1, la composante intitulée « Causes des problèmes » (« Sources de perturbations ») regroupe la plupart des éléments qui doivent être décrits dans le portrait du bassin versant, à l'exception de l'analyse des acteurs de l'eau. Les trois autres composantes regroupent l'essentiel des éléments qui peuvent servir à établir un bon diagnostic des ressources en eau d'un bassin versant.



Source : adapté de US EPA (2008)

Figure 8.1 Schéma d'un modèle conceptuel simple d'analyse de bassin versant

8.2.2 ÉTAPES POUR ÉLABORER UN MODÈLE CONCEPTUEL D'ANALYSE DE BASSIN VERSANT

Un modèle conceptuel d'analyse de bassin versant s'établit en deux étapes. Ce sont :

ÉTAPE 1 : RECUEILLIR LES PRÉOCCUPATIONS DE LA POPULATION

Un diagnostic peut être très exhaustif lorsque tous les problèmes potentiels liés à l'eau et aux écosystèmes associés sont étudiés et que tous les enjeux sont déterminés. Il s'agit d'une approche intéressante sur le plan méthodologique, dans la mesure où les risques de négliger des problèmes importants sont minimisés. Cependant, vous risquez de ne pas répondre aux besoins de la population. Voilà pourquoi nous vous suggérons de cerner dès le départ les problèmes qui préoccupent les résidants du bassin versant. Organisez des rencontres où les gens pourront s'exprimer sur des problèmes qui les préoccupent. En ajoutant les problèmes que les membres du comité technique soupçonnent ou connaissent, la liste des préoccupations devrait être complète. Soulignons que cette liste de préoccupations vous aidera plus tard à déterminer les enjeux réels et à fixer les objectifs à atteindre. Elle vous aidera aussi à connaître les données additionnelles dont vous aurez besoin ainsi qu'à déterminer les données qui vous manquent.

ÉTAPE 2 : ÉLABORER UN MODÈLE THÉORIQUE POUR LE BASSIN VERSANT À L'ÉTUDE

Comme il est pratiquement impossible de résoudre un problème dont on ne connaît pas la cause, vous devez commencer par élaborer un modèle théorique du comportement de votre bassin versant. Il s'agit d'établir des liens entre les problèmes, leurs causes possibles et les processus sous-jacents (les éléments perturbateurs et leurs effets sur les ressources en eau). Par exemple, supposons que des résidants sont préoccupés par la fermeture d'une plage à cause de la prolifération des cyanobactéries dans le plan d'eau. Votre plan d'action sera d'autant plus efficace que vous réussirez à déterminer que le problème (fermeture de la plage) provoqué par la prolifération des cyanobactéries (effet d'un élément perturbateur) est dû aux excès de phosphore (élément perturbateur) provenant des activités agricoles et du développement résidentiel (causes du problème ou sources de perturbations). Avant d'entreprendre des analyses très complexes, il est utile de commencer par établir ces liens sur des diagrammes analogues à ceux présentés dans le modèle conceptuel (figure 8.1). Procédez comme suit :

1. Commencez par présenter les différents problèmes dans les cases du bas (cases intitulées « Problèmes réels ou potentiels (Conséquences) »). Soulignons que c'est à partir de ces différentes cases que vous déterminerez les enjeux, plus tard;
 2. En vous basant sur vos connaissances ou sur la documentation scientifique, présentez, dans les cases du haut (cases intitulées « Causes des problèmes (Sources de perturbations) »), les facteurs de l'utilisation du territoire que vous aurez décrites dans le portrait de bassin versant;
 3. Dans les cases intitulées « Effets des éléments perturbateurs (Impacts sur les écosystèmes) », présentez les changements dans les ressources en eau qui sont provoqués par les activités humaines et qui sont susceptibles d'avoir provoqué les problèmes soulevés ou appréhendés;
 4. Dans les cases intitulées « Éléments perturbateurs », présentez les agents (physiques, chimiques, biologiques, etc.) qui peuvent avoir été à l'origine des changements qui ont eu les effets en question;
- ◇ Utilisez des flèches de différentes couleurs, si nécessaire, pour illustrer les liens de cause à effet que vous croyez être les plus pertinents. Dans plusieurs cas, il peut y avoir plus d'une relation

de cause à effet. Au début de l'analyse du bassin versant, plusieurs de ces relations seront plutôt des hypothèses dont vous devrez ensuite confirmer la validité, si les données disponibles permettent de le faire. Dans le cas contraire, vous devrez prévoir, dans votre plan d'action, l'acquisition des données nécessaires.

Vous trouverez, à la page 4-5 du document intitulé Handbook for Developing Watershed Plans to Restore and Protect Our Waters (U. S. EPA, 2008) (http://www.epa.gov/nps/watershed_handbook/pdf/handbook.pdf), l'ébauche du modèle conceptuel d'analyse de bassin versant conçu pour le ruisseau Greens en Caroline du Nord (États-Unis). Nous vous suggérons de vous en inspirer pour concevoir celui du bassin versant à l'étude.

 Utilisez le formulaire 2 de l'annexe 1 afin d'élaborer votre modèle conceptuel d'analyse de bassin versant.

8.2.3 AVANTAGES D'UN MODÈLE CONCEPTUEL D'ANALYSE DE BASSIN VERSANT

L'élaboration d'un modèle conceptuel d'analyse de bassin versant offre plusieurs avantages. En voici quelques-uns :

- ◇ Le processus d'élaboration d'un modèle conceptuel est un excellent outil d'apprentissage;
- ◇ Les modèles conceptuels peuvent être modifiés facilement, à mesure que les connaissances s'améliorent;
- ◇ Les modèles conceptuels mettent en lumière ce qui est connu, ce qui n'est pas connu, et ils peuvent être utilisés pour planifier l'acquisition de connaissances futures;
- ◇ Les modèles conceptuels constituent un excellent outil de communication. En effet, ils sont une expression de vos hypothèses et de votre compréhension d'un écosystème. Un modèle conceptuel d'analyse de bassin versant peut être utilisé pour communiquer les résultats de l'analyse de bassin versant.

8.3 ÉLABORATION DU PORTRAIT D'UN BASSIN VERSANT

Le portrait se dresse d'abord par une description de l'emplacement géographique du bassin versant en référence à une région ou à une ville connue. Ensuite, à l'aide de tableaux, de figures et de cartes appropriés, décrivez les principales caractéristiques du bassin versant. Les informations présentées dans le portrait sont très variées (tableau 8.1), mais celles-ci peuvent être résumées comme suit :

- ◇ Description des bassins versants (nom, superficie, emplacement géographique, limites administratives⁶⁰, etc.);
- ◇ Présentation des acteurs de l'eau et description de leurs responsabilités et de leurs intérêts (voir le chapitre 9);

⁶⁰ Déterminer les limites des bassins versants de manière à connaître exactement votre territoire d'intervention ainsi que les activités qui pourraient influencer la quantité et la qualité des ressources en eau.

- ◇ Description des caractéristiques physiques (géologie⁶¹, hydrogéologie, topographie⁶², sols⁶³, climat, hydrologie⁶⁴, etc.);
- ◇ Description des écosystèmes qui fournissent les principaux services écologiques (ex. : milieux humides);
- ◇ Description des éléments que l'on a inscrit dans la case « Causes des problèmes » (« Sources de perturbations ») du modèle conceptuel d'analyse de bassin versant (figure 8.1);
- ◇ Description des usages actuels, passés et possibles de l'eau et des écosystèmes associés;
- ◇ Inventaire des prises d'eau potable et non potable (eau de surface et eau souterraine);
- ◇ Description des infrastructures municipales (villes, routes, aqueducs, égouts, etc.);
- ◇ Description des utilisations du territoire⁶⁵ (activités industrielles, commerciales, agricoles, forestières, etc.);
- ◇ Description des activités récréatives et touristiques;
- ◇ Description de la structure sociale, économique, politique et démographique.

 Il faut éviter de surcharger le portrait d'un bassin versant avec des informations peu utiles. Avant d'y inclure une information, demandez-vous si elle sera utile à l'établissement du diagnostic, autrement dit, si elle contribuera à la compréhension du comportement hydrologique du bassin versant, à celle de l'état quantitatif et qualitatif des ressources en eau, etc.

8.4 ÉLABORATION DU DIAGNOSTIC DES RESSOURCES EN EAU D'UN BASSIN VERSANT

8.4.1 PRINCIPES FONDAMENTAUX D'UN DIAGNOSTIC DES RESSOURCES EN EAU

Le diagnostic des ressources en eau n'est pas un exercice qui est fait une fois pour toutes. Au contraire, il est appelé à être répété à la fin de chaque cycle de gestion intégrée des ressources en eau. Sa finalité est de faciliter la détermination et le choix des projets qu'il faut mettre en œuvre pour résoudre les problèmes liés à l'eau et aux écosystèmes associés. Les paragraphes suivants énumèrent quelques-uns des principes fondamentaux que les analystes devraient avoir à l'esprit lorsqu'ils entreprennent cette étape cruciale de l'élaboration du PDE.

⁶¹ Décrire l'histoire des bassins versants au point de vue géologique (glaciation, profondeur du socle rocheux, types de roches, etc.), les activités minières, les forages effectués à diverses fins et les autres activités de même nature. Présenter aussi de l'information sur le climat, notamment des données sur les précipitations moyennes (moyennes, maximum et minimum) et sur la température.

⁶² Décrire la nature générale des terres en termes de pentes, de vallées, de plaines inondables, etc.

⁶³ Déterminer les principaux types de sol du bassin versant.

⁶⁴ Décrire le réseau hydrographique des bassins versants, incluant l'altération du réseau naturel par le redressement ou la canalisation et la présence de barrages ou d'autres structures. Déterminer et décrire les sources d'eau potable, les aquifères et les milieux humides (étang, marais, marécage, tourbière, etc.).

⁶⁵ Déterminer et décrire les utilisations du territoire passées, actuelles et futures dans le bassin versant, afin de dresser la liste des types d'activités humaines qui peuvent avoir des effets négatifs sur les ressources en eau. Les changements potentiels dans les utilisations du territoire aideront à prévoir les impacts futurs sur les ressources en eau. Si un bassin versant (ou un sous-bassin) est situé à un endroit où il risque d'y avoir d'importants développements de nature résidentielle, votre plan d'action aura besoin de préciser la façon dont les municipalités s'y prendront pour réduire les impacts de tels développements.

Tableau 8.1 Exemple de table des matières du portrait d'un bassin versant

1.	Description des caractéristiques physiques du territoire et du milieu humain
1.1	Superficie totale et superficie des différents sous-bassins
1.2	Limites physiographiques et administratives
1.3	Organisation territoriale (régions administratives, municipalités, MRC, etc.)
1.4	Population (nombre, densité de l'habitat humain, etc.)
1.5	Géologie, sols et pédologie
1.6	Géomorphologie et topographie
1.7	Climat et précipitations
1.8	Hydrographie et hydrologie
1.8.1	Rivières (nom, longueur, pente, débit, localisation des zones inondables et des zones d'érosion, etc.)
1.8.2	Lacs (nom, superficie, etc.)
1.8.3	Milieus humides (état des connaissances)
1.8.4	Eaux souterraines (délimitation des systèmes d'aquifères, niveaux d'eau, débits et recharge)
2.	Description des activités humaines et des utilisations du territoire
2.1	Secteur municipal (pourcentage d'imperméabilité, réseau de transport, gestion des matières résiduelles – lieux d'enfouissement sanitaire -, lieux d'entreposage de neige usée, intervention dans les cours d'eau (travaux de nettoyage, d'aménagement et d'entretien de cours d'eau, etc.)
2.2	Secteur commercial (types de commerces, concentration par secteur, etc.)
2.3	Secteur industriel (inventaire des types d'industries ⁶⁶ et des substances toxiques associées, inventaire des sites d'enfouissement de déchets, etc.)
2.4	Secteur agricole (productions animales, productions végétales, pratiques culturelles, pratiques de gestion bénéfiques, déjections animales, utilisation d'engrais minéral, utilisation de pesticides, etc.)
2.5	Secteur récréotouristique (villégiature, plage, golf, ski, etc.)
2.6	Présence de communautés autochtones (localisation, description, etc.)
3.	Description des écosystèmes
3.1	Écosystèmes terrestres
3.1.1	Faune (faune aviaire ⁶⁷ , espèces menacées ou vulnérables, espèces envahissantes ou nuisibles)
3.1.2	Flore (espèces vulnérables ou menacées, espèces envahissantes ou nuisibles)
3.2	Écosystèmes aquatiques
3.2.1	Faune (espèces vulnérables ou menacées, espèces envahissantes ou nuisibles)
3.2.2	Flore (espèces menacées ou vulnérables, espèces envahissantes ou nuisibles)
4.	Description des acteurs, des usagers et des usages de l'eau ⁶⁸
4.1	Description des acteurs de l'eau (rôles, responsabilités et intérêts)
4.2	Usages passés, actuels et futurs de l'eau
4.2.1	Usages passés
4.2.2	Usages actuels (usages municipaux ⁶⁹ , industriels ⁷⁰ , agricoles ⁷¹ , récréotouristiques ⁷² , retenues d'eau ⁷³ , etc.)
4.2.3	Grandes affectations du territoire
4.3	Actions réalisées ou en cours de réalisation par les acteurs dans le domaine de l'eau
4.4	Demande en eau (prélèvements d'eau par secteur d'activité et par source d'approvisionnement – eaux de surface et eaux souterraines)
4.5	Disponibilité de l'eau (quantités disponibles selon la source d'approvisionnement)

⁶⁶ Ex. : industries forestière, agroalimentaire, textile, minière, chimique, des carrières, etc.

⁶⁷ Ex. : sauvagine.

⁶⁸ Voir le chapitre 9.

⁶⁹ Sources d'approvisionnement en eau potable.

⁷⁰ Répartir par type d'industrie mentionné dans la section 2.3 du présent tableau.

⁷¹ Ex. : irrigation, pisciculture, etc.

⁷² Ex. : navigation de plaisance et commerciale, activités nautiques (baignade, sports, etc.), pêche sportive, commerciale ou de subsistance, villégiature, ski, golf, etc.

⁷³ Ex. : barrages à usage hydroélectrique ou autres.

 Avez-vous pensé à présenter dans votre PDE un diagnostic des ressources en eau pour chacun des bassins versants pour lesquels vous avez décidé de faire un plan d'action?

8.4.1.1 UTILISER LES DONNÉES EXISTANTES

Vous devez, autant que possible, vous satisfaire des données existantes pour élaborer le diagnostic des ressources en eau, sauf en cas de lacunes majeures. Voici quelques-unes des raisons qui justifient cette suggestion :

1. Les données existantes peuvent être suffisantes (ou presque suffisantes) pour élaborer un diagnostic acceptable. Dans les cas où les données existantes ne sont pas suffisantes, la compilation systématique et l'analyse de ces données permettent de déterminer celles qui manquent réellement. Il sera alors plus facile d'instaurer un programme d'acquisition de données qui visera ces données. Rappelons que la collecte de nouvelles données peut prendre beaucoup de temps, en plus de coûter relativement cher;
2. Dans certains cas, une information qualitative ou un ordre de grandeur peut suffire pour cerner un problème;
3. Le fait qu'il manque des données cruciales pour étudier adéquatement un problème ne doit pas être considéré comme une entrave à l'élaboration de votre PDE. Avec le temps, de nouvelles informations seront disponibles à mesure que des études appropriées seront faites à l'échelle du bassin versant. Par conséquent, l'étude des problèmes pour lesquels des informations cruciales manquent devrait être retardée jusqu'à ce que ces informations soient disponibles;
4. Le diagnostic doit déterminer ce qu'on sait, ce qu'on ne sait pas et justifier les besoins de connaissance;
5. Le diagnostic devrait être considéré comme un questionnement « ouvert », et son élaboration, comme un processus itératif. Chaque nouvelle version d'un PDE est une occasion, pour vous, de parfaire vos connaissances sur le bassin en question, sur l'état des ressources en eau et des écosystèmes associés ainsi que sur leur évolution.

 Certains OBV pensent qu'ils doivent déployer beaucoup d'efforts pour obtenir toutes les données qu'ils jugent utiles avant de déterminer les actions à entreprendre. Cette attitude traduit une influence de la « méthode scientifique » sur la planification de la GIRE. Le principe de précaution devrait vous inciter à prendre des décisions responsables en vous basant sur les meilleures connaissances disponibles, tout en reconnaissant que notre capacité à comprendre les écosystèmes complexes est limitée.

Le fait de partir en quête de la « bonne science » qui guidera les actions, au lieu de s'assurer que les nouvelles connaissances sont utilisées au fur et à mesure qu'elles sont disponibles, retarde la mise en œuvre des actions. Il ne s'agit pas ici de dévaluer le rôle de la science, mais plutôt de situer ce rôle dans le contexte de la gouvernance de l'eau. La GIRE est une question de gouvernance et non une question de recherche scientifique pure.

Source : Bellamy, Ross, Ewing & Meppem (2002)

8.4.1.2 ÉTUDIER EN PRIORITÉ LES PROBLÈMES QUI PRÉOCCUPENT LES ACTEURS DE L'EAU

Un diagnostic peut être très exhaustif, si tous les problèmes liés à l'eau et aux écosystèmes associés sont étudiés et que les enjeux réels sont déterminés. Il s'agit d'une approche intéressante sur le plan méthodologique dans la mesure où les risques de négliger des problèmes importants sont minimisés. Cependant, il n'est pas certain que les membres du comité technique aient le temps, les moyens, les données et les expertises nécessaires pour étudier tous les problèmes qui peuvent exister dans un bassin versant. C'est la raison pour laquelle, dans les premières versions des PDE, vous devriez simplifier le diagnostic en cernant au départ les problèmes les plus évidents. La participation des acteurs de l'eau pourrait être utilisée pour déterminer au préalable leurs préoccupations.

Le fait de cerner au départ certains problèmes qui préoccupent les acteurs a l'avantage d'orienter le diagnostic sur des sujets d'intérêt public. En raison de leur expertise, les membres du comité technique pourraient être amenés à se perdre dans des sujets qu'ils jugent importants, mais qui sont loin des préoccupations des acteurs.

8.4.1.3 UTILISER UNE APPROCHE PAR ÉCOSYSTÈME

On appelle « écosystème » l'ensemble constitué par les composantes biologiques (organismes vivants), physiques et chimiques qui forment l'environnement (incluant l'air, le sol et l'eau), ainsi que les interactions entre celles-ci. Les bassins versants abritent une grande variété d'écosystèmes, dont les écosystèmes aquatiques, terrestres et riverains.

Les écosystèmes produisent un ensemble de services dont dépend le bien-être de la société (encadré 8.2). L'utilisation de ces services par les humains dépend de l'existence, du « fonctionnement » et du maintien d'un écosystème multifonctionnel dans lequel les circulations hydrologiques jouent un rôle essentiel, de la même façon que le sang dans le corps des humains.

Les écosystèmes aquatiques comprennent l'eau, les processus naturels qui l'influencent et les organismes qui y vivent. Les cours d'eau, les lacs, les zones littorales et d'autres milieux sont des systèmes complexes. Ils abritent un grand nombre d'espèces végétales et animales qui interagissent entre elles de façons variées, en établissant des relations de cohabitation, de compétition, de prédation ou de parasitisme. Ces espèces ne peuvent se suffire à elles-mêmes. Pour croître, elles ont besoin de l'énergie et des aliments qui leur sont fournis par le milieu extérieur constitué par l'eau, les sols et l'atmosphère. La composition de ces populations dépend donc étroitement des conditions de vie qui leur sont offertes, à savoir le courant, la température, l'oxygénation et la composition chimique de l'eau, la nature des fonds, le relief et la végétation du bassin versant, les conditions atmosphériques, etc. Inversement, la composition chimique de l'eau est constamment modifiée par les espèces vivantes présentes dans le milieu, surtout en ce qui concerne les teneurs en matières minérales et en gaz dissous. Ainsi, les espèces biologiques vivent en interdépendance étroite entre elles et avec le milieu physique environnant. Les échanges, sous forme d'énergie ou de matière, sont multiples, et l'équilibre est délicat à maintenir.

Encadré 8.2 Services écologiques produits par les écosystèmes

Les écosystèmes fournissent plusieurs services. Citons :

- ◇ Les services d’approvisionnement en biens : les ressources que nous pouvons utiliser, par exemple les différents types de nourriture, l’eau, le bois, les matières et molécules organiques, etc.;
- ◇ Les services de régulation : les régulations macroclimatiques et microclimatiques, la régulation des inondations et des maladies, la relative résilience des écosystèmes en face des catastrophes, etc.;
- ◇ Les services culturels : les aménités (sources de plaisir) environnementales. Ils incluent les bénéfices non matériels, les plaisirs récréatifs et culturels, l’expérience et les valeurs esthétiques, ainsi que l’intérêt pédagogique offert par la nature;
- ◇ Les services ontogéniques, qui favorisent un développement optimal des enfants.

Source : <http://fr.ekopedia.org/%C3%89cosyst%C3%A8me>

L’approche par écosystème est considérée par ses partisans comme la façon moderne de gérer les systèmes naturels. Elle est présentée comme une approche de gestion qui protégera l’environnement, maintiendra les fonctions des écosystèmes, préservera la biodiversité et assurera le développement durable (McCartney, Acreman, & Bergkamp, 1999). L’approche par écosystème constitue l’un des outils d’intégration permettant la gestion intégrée des ressources en eau.

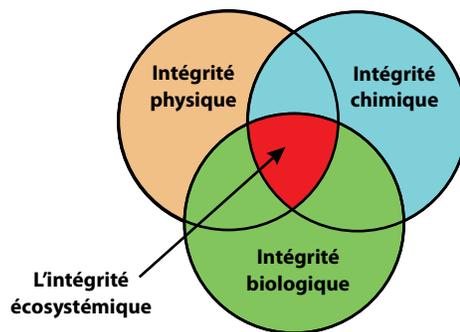
Les bassins versants « en santé » affichent une intégrité écologique, ce qui se traduit par un état naturel ou non dégradé (U. S. EPA, 2002). Le dictionnaire *Le Petit Robert* définit l’intégrité comme l’état d’une chose qui est demeurée intacte. Mais comme l’a conclu Regier (1993), la notion d’intégrité écosystémique est enracinée dans certains concepts écologiques qui sont associés à certaines valeurs humaines, si bien que l’état d’un écosystème qui est différent de l’état vierge peut être jugé « bon » et normal. En d’autres termes, la gestion écosystémique ne vise pas à ramener les écosystèmes dans leur état vierge. Comme l’illustre la figure 8.2, l’intégrité écosystémique est une combinaison de trois composantes : l’intégrité chimique, l’intégrité physique et l’intégrité biologique. Lorsque l’une ou plusieurs de ces composantes sont dégradées, la santé du cours d’eau sera affectée négativement et, dans la plupart des cas, la vie aquatique exprimera cette dégradation.

L’approche par écosystème exige non seulement de planifier la gestion de l’eau à l’intérieur des limites du bassin versant, étant donné que ce territoire est le meilleur cadre d’application de l’approche par écosystème à la gestion des ressources en eau, mais aussi de chercher à maintenir ou à atteindre l’intégrité physique, chimique et biologique des écosystèmes aquatiques (Bitzakidis et al., 2008). En effet, lorsque la qualité de ces trois intégrités se maintient à l’intérieur de leur régime normal de variation, l’intégrité de l’écosystème est atteinte ou respectée.

L’intégrité physique fait référence aux caractéristiques physiques naturelles des milieux aquatiques qui permettent de maintenir la diversité des habitats associés au lit et aux rives des cours d’eau et de préserver le régime naturel d’écoulement des eaux. Citons les bandes riveraines, le rapport largeur/profondeur, la sinuosité du cours d’eau, le régime hydrologique, l’hydromorphologie du cours d’eau et la continuité hydrologique.

L'intégrité chimique des eaux de surface fait référence à une qualité d'eau qui favorise la protection à long terme de la vie aquatique et des autres usages de l'eau par le respect des critères de qualité de l'eau de surface (MDDEP, 2009). Le respect de ces critères dans tous les plans d'eau du Québec permet donc d'atteindre l'intégrité chimique des écosystèmes aquatiques. Parmi les paramètres considérés, citons le pH, la température, les éléments nutritifs (azote et phosphore), la turbidité et l'oxygène dissous.

L'intégrité biologique fait référence à la présence, dans le milieu aquatique, de communautés biologiques diversifiées, en santé et ayant pour une écorégion⁷⁴ donnée une composition spécifique, une diversité et une organisation fonctionnelle (niveau trophique) comparables à celle d'un milieu peu ou pas perturbé de la même écorégion. Les organismes biologiques tels que les macroinvertébrés benthiques et les poissons sont les témoins privilégiés de l'état de l'écosystème, car ils reflètent à la fois les caractéristiques chimiques et physiques de leur milieu. En général, lorsque l'intégrité chimique et physique de l'écosystème est atteinte, il y a de forte probabilité que l'intégrité biologique le soit aussi.



Source : Bitzakidis et al. (2008)

Figure 8.2 Les trois sphères de l'intégrité écosystémique

Pour assurer l'intégrité des écosystèmes aquatiques, on doit donc à la fois maintenir ou rétablir les caractéristiques physiques des habitats (intégrité physique), une bonne qualité chimique de l'eau (intégrité chimique) et une communauté d'organismes équilibrée (intégrité biologique) (Bitzakidis et al., 2008).

☞ Il existe plusieurs indices qui donnent une image de l'intégrité des écosystèmes. Certains d'entre eux sont présentés au chapitre 10.

☞ Toutes les données nécessaires pour utiliser l'approche par écosystème dans l'étude des problèmes qui touchent les ressources en eau (diagnostic) ne sont pas disponibles pour tous les bassins versants concernés par la mise en œuvre de la GIRE. Cela dit, lorsque ces données sont disponibles à certaines stations ou à certains endroits, vous êtes encouragés à les utiliser, quitte à prévoir, dans votre plan d'action, des programmes de suivi pour acquérir les données manquantes.

8.4.1.4 ADAPTER LES MÉTHODES D'ANALYSE DE DONNÉES ET DE PRÉSENTATION DES RÉSULTATS À LA DISTRIBUTION SPATIALE DES PROBLÈMES QUI TOUCHENT LES RESSOURCES EN EAU

Les types d'analyse et le niveau de détail utilisés pour l'analyse des données varieront à l'échelle du bassin versant selon les problématiques en cause (U. S. EPA, 2008) (figure 8.3). Par exemple, si

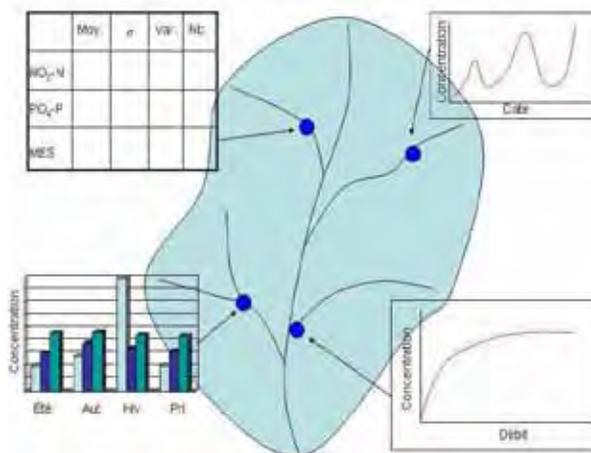
⁷⁴ Une écorégion ou « région écologique » est une zone géographique assez large qui se distingue par le caractère unique de sa morphologie, de sa géologie, de son climat, de ses sols, de ses ressources en eau, de sa faune et de sa flore. (Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89cor%C3%A9gion>.)

les apports de bactéries coliformes par les activités d'élevage est la principale problématique dans un bassin versant, une analyse détaillée des utilisations du territoire pourrait être nécessaire pour déterminer les endroits qui servent de pâturage et évaluer leur proximité par rapport aux rivières, ou encore pour déterminer les champs qui sont fertilisés avec des engrais organiques. De plus, des analyses détaillées de la qualité de l'eau pourraient être nécessaires afin d'évaluer la période et l'ampleur des impacts de l'accès des animaux aux cours d'eau sur la qualité de l'eau. À d'autres endroits dans le bassin versant, des analyses générales de la qualité de l'eau et la caractérisation des sols du bassin versant pourraient suffire.

8.4.2 ANALYSE DES DONNÉES ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Alors que le portrait ne nécessite pas une analyse « poussée » des données, ni, par conséquent, une interprétation des résultats, il en va autrement pour le diagnostic. L'élaboration d'un diagnostic des ressources en eau comporte deux phases : l'analyse des données et l'interprétation des résultats. L'analyse et l'interprétation permettent de transformer les données brutes en information, puis en connaissance (figure 8.4). L'information, c'est ce que « disent » les données. La connaissance est de l'information qui change quelque chose ou quelqu'un, soit en devenant un pilier pour l'action, soit en faisant en sorte qu'un individu (ou une institution) devienne capable d'actions différentes ou plus efficaces (Drucker, 1989). Allen (s. d.) affirme que, pour gérer les ressources naturelles d'une manière efficace, nous avons besoin de gérer l'information et la connaissance efficacement. Cela dit, comme l'illustre le diagramme (figure 8.4), la gestion de l'information et des connaissances se base sur différentes parties de la même chaîne de valeur.

L'analyse des données aide à bâtir une fondation solide pour la prise de décision. Grâce à l'analyse et à l'interprétation des données, vous pourrez décrire la manière dont le bassin versant – l'eau et les écosystèmes associés – a évolué de son état historique, par exemple, à son état actuel. Vous pourrez quantifier ou qualifier ces états, lorsque cela sera possible. Vous pourrez aussi établir les relations de cause à effet, c'est-à-dire déterminer les événements, les facteurs et les processus physiques, chimiques et biologiques qui sont à la source des différentes caractéristiques de l'état actuel des ressources en eau. Vous pourrez déterminer, par exemple, les sources de contamination de l'eau, et évaluer la réduction nécessaire des charges de certains contaminants, s'il y a lieu. Vous pourrez mettre en lumière les raisons des conflits d'usages, ce qui facilitera la recherche de solutions où chacun trouvera son compte.



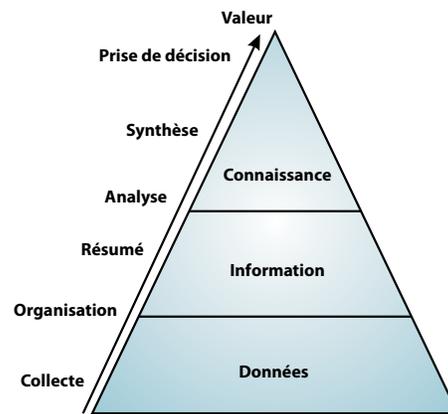
Source : adapté de U. S. EPA (2008)

Figure 8.3 Adaptation des méthodes d'analyse de données et de présentation des résultats aux problématiques étudiées

8.4.2.1 CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'ANALYSE DES DONNÉES

L'analyse des données est un processus itératif qui évolue au fur et à mesure que les résultats sont interprétés et que de l'information additionnelle est générée. Posez-vous avant tout des questions sur les données que vous vous apprêtez à analyser. En voici quelques-unes :

1. Les données et les méthodes de collecte des données respectent-elles les critères de validité (voir le chapitre 7 à la section 7.4)?
2. Les données correspondent-elles aux échelles de résolution appropriées aux questions auxquelles vous voulez répondre?
3. Avez-vous besoin de nouvelles données ou de données additionnelles?
4. À quel moment serez-vous satisfaits des données dont vous disposez ou quelle quantité de données serait suffisante?
5. Tous les acteurs clés et les détracteurs potentiels du diagnostic des ressources en eau reconnaissent-ils la validité des données que vous avez choisi d'utiliser? Le rôle primordial d'un OBV étant d'assurer la participation des acteurs de l'eau, il faut veiller à ce que les données qui seront utilisées pour élaborer un diagnostic des ressources en eau fassent l'objet d'un large consensus parmi les acteurs clés.



Source : Allen (s. d.)

Figure 8.4 Processus de gestion de l'information et des connaissances

👉 L'analyse de données n'est pas une opération « mécanique ». Avant de commencer à analyser vos données, prenez le temps de réfléchir au type d'information que vous aimeriez en tirer. Si vous ne le faites pas, vous risquez de générer beaucoup de renseignements qui ne seront pas utiles pour la prise de décision. N'hésitez pas à consulter des experts pour analyser les données dont vous disposez si vous n'avez pas toute l'expertise nécessaire.

Avant de choisir les types d'analyse que vous allez effectuer, pensez au type d'information que vous voulez en tirer. Pour cela, il peut être utile de dresser au préalable une liste des questions auxquelles vous aimeriez répondre. Relisez ces questions, si nécessaire, et déterminez le genre de réponses qui vous seraient utiles. Ensuite, réfléchissez aux méthodes d'analyse de données qui seraient appropriées, et choisissez celles qui vous aideront à répondre aux questions que vous vous posez. Notez que les méthodes que vous choisirez dépendent de la nature des données existantes et du but de l'analyse.

Il n'y a pas de « livre de recettes » sur l'analyse de données. Toutefois, retenez les principes suivants :

1. Ayez toutes les données, information, cartes et photos accessibles en main avant de commencer l'analyse. Cela stimulera votre créativité;
2. Laissez les conclusions préconçues « en arrière ». Les biais ne sont pas acceptables dans un diagnostic des ressources en eau. Laissez les données et l'information diriger les conclusions. Testez vos hypothèses en utilisant les données que vous avez.

Pendant que vous analysez les données, restez concentrés sur les questions auxquelles le diagnostic doit permettre de répondre. Une fois que les analyses sont terminées, évaluez les résultats que vous avez obtenus et posez-vous des questions pertinentes. En voici deux :

1. Les résultats ont-ils un sens?
2. Les lecteurs croiront-ils et accepteront-ils les résultats? Si une analyse ne permet pas de tirer des conclusions claires ou que les incertitudes sont trop grandes, réévaluez les méthodes d'analyse de données ainsi que les données que vous avez utilisées. Dans certains cas, les données accessibles ne vous permettent pas de répondre clairement et définitivement à certaines questions.

 Les ministères qui ont des responsabilités en matière de gestion de l'eau publient des rapports sur l'état quantitatif et qualitatif des ressources en eau ainsi que sur les programmes qu'ils ont mis en œuvre. Dans la mesure où leurs données sont récentes et que les analyses effectuées répondent aux questions que vous vous posez, il est préférable d'utiliser les résultats qui figurent dans ces rapports en prenant soin de mentionner leur source, plutôt que de refaire les analyses. Vous économiserez ainsi du temps et de l'argent qui pourra être investi ailleurs.

8.4.2.2 TYPES D'ANALYSE DE DONNÉES

Il existe trois grands types d'analyse de données. Nous les présenterons en détail dans des chapitres séparés. Ce sont (Helsel & Griffith, 2003) :

1. la comparaison des données relatives au bassin versant avec des indicateurs, des indices, des critères ou des normes (voir le chapitre 10);
2. la comparaison des charges de certains contaminants avec les charges totales maximales admissibles et le calcul de la réduction nécessaire des charges du contaminant en question (voir le chapitre 11);
3. les statistiques descriptives, les analyses spatiales, temporelles ou autres (voir le chapitre 12).

Certains types d'analyse de données cités précédemment nécessitent l'utilisation de statistiques. Les statistiques sont nécessaires pour quantifier l'état des ressources en eau ou pour décrire son évolution. L'annexe 2 présente, sous forme schématique, des informations supplémentaires sur le genre d'études qui peuvent vous aider à comprendre la plupart des problèmes qui touchent les ressources en eau.

 Vous pouvez vous inspirer de l'annexe 2 pour parfaire l'étude des problèmes qui touchent les enjeux liés à l'eau et aux écosystèmes associés.

8.4.2.3 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Une fois que les données ont été analysées, il faut interpréter les résultats obtenus. L'interprétation consiste, d'une part, à déterminer l'information qualitative ou quantitative qu'on peut tirer de l'analyse des données et, d'autre part, à intégrer les unes aux autres le plus d'information possible

afin de déterminer les liens de causalité et de fournir des explications qui faciliteront la prise de décision. Les lecteurs qui désirent acquérir des connaissances générales sur l'interprétation de résultats peuvent consulter de nombreux articles, dont celui de Helsel et Griffith (2003). Ceux qui s'intéressent à l'interprétation des données relatives à la qualité de l'eau peuvent consulter le document intitulé *Guidelines for Interpreting Water Quality Data* (Ministry of Environment Lands and Parcs, LandData BC, & Geographic Data BC, 1998), en n'oubliant pas que les critères de qualité de l'eau à utiliser dans le cadre de l'élaboration du PDE sont ceux qui sont en vigueur au Québec. Vous trouverez ces derniers dans le document intitulé *Critères de qualité de l'eau de surface* (MDDEP, 2009).

L'intégration de l'information est l'équivalent de la « discussion » dans les publications et les rapports scientifiques. L'intégration de l'information doit aider à expliquer pourquoi le bassin versant (l'eau et les écosystèmes associés) est dans son état actuel. Pour fournir ces explications, il faut souvent utiliser de l'information provenant du portrait (voir le tableau 8.1) ainsi que les connaissances relatives aux processus physiques, chimiques et biologiques qui se déroulent dans le bassin versant (voir le chapitre 3). Le transport des sédiments de l'amont à l'aval d'un cours d'eau, où ils se déposent et affectent négativement les frayères, est un exemple de ces processus.

Voici deux exemples d'explications qui illustrent bien le résultat de l'intégration de l'information : (1) la qualité de l'eau de telle rivière est bonne à cause des mesures d'assainissement urbain et agricole mises en œuvre dans les années 1990; (2) de 1980 à 2010, le nombre d'espèces de poissons inventoriées dans telle rivière est passé de 35 à 20, probablement à cause des modifications de l'habitat provoquées par le dépôt de sédiments provenant de l'érosion des berges et des terres agricoles. Ces exemples montrent qu'à défaut d'intégrer les informations les unes aux autres, le diagnostic pourrait ne pas permettre de déterminer les causes réelles de l'état des ressources en eau. Soulignons que l'intégration de l'information peut aussi aider à déterminer les plus importants problèmes qui touchent le bassin versant ainsi que les endroits où l'état général du bassin versant montre les signes de dégradation les plus importants, ce qui facilite l'établissement d'une liste des priorités d'intervention.

Chapitre 9

Portrait d'un bassin versant : analyse des acteurs de l'eau

Contenu du chapitre

- ◇ Utilité de l'analyse des acteurs de l'eau
- ◇ Étapes de l'analyse des acteurs de l'eau

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous ne connaissez pas bien les acteurs de l'eau de votre zone de gestion intégrée, leurs responsabilités et leurs intérêts;
- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec la méthode d'analyse des acteurs;
- ◇ Vous voulez bien connaître les acteurs de l'eau de votre zone de gestion intégrée, leurs responsabilités et leurs intérêts;
- ◇ Vous voulez faire participer les acteurs de l'eau à l'élaboration, à la mise en œuvre, au suivi et à l'évaluation du PDE intégrée des ressources en eau.

Divers acteurs ou groupes d'acteurs ont un intérêt légitime dans la GIRE, soit parce que les activités de l'OBV ont des liens avec leurs devoirs et pouvoirs d'intervention (voir le chapitre 19), soit parce qu'elles touchent leurs actifs. Comme organisme de concertation, vous avez besoin de ces acteurs à divers degrés pour assurer la mise en œuvre des projets déterminés dans le plan d'action ou dans le cadre de collaborations qui pourront prendre plusieurs formes. C'est entre autres pour ces raisons que vous devez analyser les acteurs de l'eau de votre zone de gestion pour connaître ceux qui sont susceptibles d'être des partenaires actifs et pour élaborer des stratégies qui permettront d'amener les autres acteurs autour de la table. L'objectif du présent chapitre est de vous renseigner sur l'importance de l'analyse des acteurs (ADA) et de décrire une méthodologie qui vous permettra d'analyser ces acteurs et de les impliquer dans l'élaboration du PDE et la mise en œuvre des actions.

9.1 QU'EST-CE QUE L'ANALYSE DES ACTEURS?

Avant de définir ce qu'est l'ADA, établissons clairement de quoi nous parlons, de manière à éviter toute ambiguïté. Les acteurs (en anglais, *stakeholder*⁷⁵) ou « parties prenantes » sont « des individus, des groupes de personnes ou des organisations qui ont un intérêt par rapport à un projet et qui

⁷⁵ Dans la littérature, on trouve de très nombreuses traductions en français de l'expression *stakeholders*, qui signifie « intervenants » selon certains auteurs, « parties prenantes » selon d'autres, « parties intéressées » selon d'autres encore. En fonction du domaine d'intérêt, des définitions ont été données à ce concept qui paraît ne pas faire l'unanimité, car Mitchell et al. (1997) ont répertorié 27 définitions du terme *stakeholder*, et ce, uniquement dans le domaine de la gestion des entreprises (Koanda, 2006).

peuvent avoir ainsi une influence positive ou négative, ou alors une contribution. » (Freeman, 1984). Le ministère britannique du Développement international (Department for International Development ou DFID) (1995a) les définit comme « des personnes, des groupes de personnes ou des institutions qui ont des intérêts dans un projet ou un programme. » Les acteurs clés sont ceux qui, par les ressources dont ils disposent ou les actions qu'ils pourraient réaliser, peuvent exercer une grande influence, ou encore ceux qui sont importants⁷⁶ pour la réussite d'un projet. Dans le domaine de la GIRE, il s'agit des élus municipaux, des ministères, des producteurs agricoles (dans le cas des bassins versants à vocation agricole), etc. Dans le présent guide, l'expression « analyse des acteurs » réfère à une technique qui est appelée « analyse des parties prenantes » dans la documentation spécialisée.

Il existe plusieurs définitions de l'ADA selon les domaines d'utilisation. Selon le DFID (1995a), l'ADA consiste à déterminer quels sont les acteurs clés d'un projet et à évaluer leurs intérêts et la manière dont ceux-ci influent sur les risques et sur la viabilité de ce projet⁷⁷. Elle est liée à l'évaluation institutionnelle et à l'analyse sociale. Elle apporte sa contribution à la conception des projets et aide à trouver des formes adéquates de participation. L'ADA est également définie comme une approche permettant de comprendre un système, en analysant ses principaux acteurs, leurs intérêts respectifs, de même que leur influence dans ou sur le système en question (IIED, 2005b).

9.2 QUELLE EST L'UTILITÉ DE L'ANALYSE DES ACTEURS?

Il est très important d'analyser les acteurs : ils sont ceux qui ont les ressources et les pouvoirs, incluant le choix de contribuer ou non à la mise en œuvre de la GIRE (Green, 2003). L'ADA sert à déterminer les rapports qu'entretiennent les acteurs, les formes et les degrés variables de leur participation à différents stades d'un projet ou d'un programme, ainsi que les coalitions potentielles qui peuvent se former entre alliés ou partenaires d'un projet de gestion des ressources naturelles (Chevalier, 2001). Elle aide aussi à évaluer l'environnement d'un projet en permettant, en particulier : (1) de faire ressortir les intérêts de chaque acteur par rapport aux problèmes auxquels le projet cherche à remédier; (2) de prévoir le type d'influence que ces acteurs peuvent avoir sur le projet; (3) d'évaluer le degré de participation qui conviendrait à chaque acteur, aux stades successifs du cycle d'un projet⁷⁸ (DFID, 1995a; Reitbergen-McCracken & Narayan, 1998); (4) d'élaborer des stratégies permettant d'avoir le plus de soutien possible dans le cadre du projet et de diminuer les obstacles qui nuisent à la mise en œuvre de ce dernier (Management Sciences for Health & United Nations Children's Fund, s. d.). L'ADA a aussi un fort potentiel d'amélioration d'un projet à cause des connaissances et des propositions que les acteurs pourraient apporter.

L'ADA est particulièrement pertinente dans le cadre des réformes structurelles (Chevalier, 2001), comme la réforme de la gouvernance de l'eau. L'une de ses finalités étant de susciter la participation des acteurs, nous avons reproduit, dans le tableau 9.1, une synthèse effectuée par Koanda (2006) et qui porte sur des degrés de participation, sur leurs objectifs et sur les techniques permettant

⁷⁶ Il ne s'agit pas ici de créer une hiérarchie entre les acteurs de l'eau. L'importance dont il est question a seulement trait aux ressources dont l'acteur dispose ou à ses devoirs et pouvoirs d'intervention en matière de gestion de l'eau..

⁷⁷ Dans le cas qui nous concerne, on entend par projet, soit la planification de la gestion intégrée des ressources en eau par l'élaboration d'un PDE, soit une action qui doit être mise en œuvre.

⁷⁸ Dans le cas qui nous concerne, on appelle « cycle de projet » le cycle de gestion intégrée des ressources en eau.

d'atteindre ces objectifs. Comme nous le verrons à la section 9.5, la méthode d'ADA n'est pas sans lacunes. Elle peut cependant être améliorée de plusieurs façons (Chevalier, s. d.) : (1) en l'adaptant aux circonstances, c'est-à-dire en choisissant le niveau d'analyse qui convient⁷⁹ ; (2) en assurant un suivi des rapports sociaux entre les acteurs; (3) en faisant preuve de diplomatie⁸⁰ ; (4) en se servant de l'analyse des acteurs de façon stratégique.

Tableau 9.1 Description des degrés de participation selon les objectifs et les techniques utilisées

Degrés de participation (terme anglais)	Objectifs	Techniques d'implication
Persuasion (<i>Persuasion</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Convaincre les acteurs d'accepter une solution, une décision ou un projet 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Pression ◇ Incitation/motivation
Information (<i>Information</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Fournir des informations aux acteurs pour qu'ils comprennent les problèmes, les solutions envisagées, ou pour qu'ils fassent un choix 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Campagne médiatique (radio, TV, assemblée générale, journal, annonceur public, porte à porte, etc.) ◇ Site Web ◇ Affichage ◇ Publicité
Consultation (<i>Consultation</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Obtenir une rétroaction du public ou des acteurs sur des analyses, des choix ou des solutions ◇ La décision finale peut ne pas refléter l'avis des acteurs consultés. 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Sondage ◇ Interview et entretien ◇ Groupe de discussion ◇ Enquête représentative
Concertation (<i>Involvement</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Partager l'information et discuter avec les acteurs pour s'assurer que leurs intérêts sont bien pris en considération. ◇ Élaborer une vision du futur ◇ Gérer des conflits d'intérêts 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Atelier ◇ Entretien et interview ◇ Groupe de discussion ◇ Jury de citoyens ◇ Table ronde ◇ Conférence de consensus ◇ Comité de pilotage ◇ Questionnaire et enquête
Codécision (<i>Collaboration</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Travailler en partenariat avec les acteurs ◇ Prendre des décisions en collaboration avec les acteurs ◇ Élaborer une vision du futur 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Table ronde ◇ Conférence de consensus ◇ Comité de pilotage ◇ Atelier ◇ Groupe de discussion ◇ Jury de citoyen
Délégation (<i>Empowerment</i>)	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Transférer le pouvoir de décision aux acteurs ◇ Transférer le contrôle et la gestion du budget et des ressources aux acteurs 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Jury de citoyens ◇ Délégation de décision ◇ Conférence de consensus ◇ Comité de pilotage ◇ Vote

Source : Koanda (2006)

⁷⁹ Il revient à l'OBV de déterminer les informations qu'il recherche à travers l'analyse des acteurs de l'eau, compte tenu du contexte social et politique qui existe dans la zone de gestion intégrée des ressources en eau.

⁸⁰ L'analyse des acteurs risque de dévoiler de l'information sensible, des intérêts cachés ou des objectifs non avoués.

👉 Dans l'ADA, on a souvent affaire à des données sensibles dont le traitement nécessite beaucoup de diplomatie. Beaucoup d'intérêts sont secrets, et les intentions des acteurs sont en partie cachées; dans de nombreux cas, on ne gagnera donc pas grand-chose à essayer de dévoiler ces intentions au public (DFID, 1995a). Il vous revient donc de déterminer l'information que vous pouvez présenter dans le portrait au sujet des acteurs, sans risquer de susciter du mécontentement et de la méfiance.

9.3 QUAND FAIT-ON L'ANALYSE DES ACTEURS ET QUI FAIT CETTE ANALYSE?

Il faut effectuer l'ADA durant la phase préparatoire de la GIRE, même si l'on se contente d'établir rapidement une liste des acteurs et de leurs intérêts. En d'autres termes, vous devez faire l'ADA avant de commencer à élaborer votre PDE. Par ailleurs, un groupe de personnes a plus de probabilité d'être efficace qu'une seule personne pour effectuer une ADA. On peut donc se servir de la méthodologie proposée à la section 9.4 d'une manière participative.

9.4 COMMENT FAIT-ON UNE ANALYSE DES ACTEURS?

Il existe plusieurs approches pour analyser les acteurs. Celle que nous suggérons est une adaptation de l'approche qu'utilise le DFID (1995a). Elle vise à identifier les acteurs qui doivent être impliqués dans la planification de la GIRE et à choisir le degré de participation et la technique d'implication appropriée. L'approche comporte cinq étapes (figure 9.1⁸¹), soit :

- ◇ Identifier les acteurs et établir une liste;
- ◇ Faire ressortir les intérêts des acteurs par rapport à la GIRE;
- ◇ Évaluer l'influence des acteurs;
- ◇ Déterminer les hypothèses et les risques relatifs aux acteurs;
- ◇ Déterminer qui doit participer, de quelle manière et à quel stade du cycle de gestion intégrée des ressources en eau leur participation est requise (chapitre 2, figure 2.8).

Nous allons décrire ces étapes dans les sections suivantes.

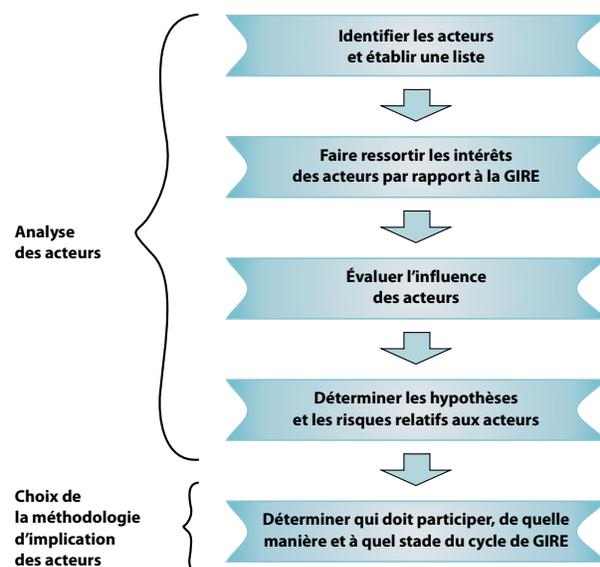


Figure 9.1 Méthodologie d'analyse et d'implication des acteurs de l'eau

⁸¹ Dans la figure 9.1, l'expression « évaluer l'influence des acteurs » doit être comprise dans le sens que nous nous lui avons donné à la section 9.1. Il faut donc éviter que certains acteurs se sentent négligés par rapport à d'autres.

9.4.1 ÉTAPE 1 : IDENTIFIER LES ACTEURS ET ÉTABLIR UNE LISTE

Il s'agit de dresser un tableau (le tableau 9.2 en est un exemple) dans lequel on pourrait :

- ◇ Identifier et énumérer tous les acteurs éventuels;
- ◇ Déterminer quels sont les intérêts déclarés (ou non) qui sont liés aux problèmes abordés par la GIRE et à ses objectifs;
- ◇ Évaluer l'impact probable de la GIRE sur chacun de ces intérêts (positif, négatif ou inconnu).

Les acteurs appartiennent à l'une des trois catégories suivantes (Programme des Nations Unies pour le développement, s. d.) : acteurs principaux, secondaires ou extérieurs.

Les acteurs principaux sont directement affectés (ou concernés) par la GIRE, de manière positive ou négative. Dans le domaine de la gestion des ressources en eau, la distinction peut se faire en fonction de plusieurs critères, dont le groupe d'utilisateurs auquel les acteurs appartiennent.

Les acteurs secondaires jouent un rôle intermédiaire, mais ils peuvent avoir une influence considérable sur la réussite de la GIRE.

Les acteurs extérieurs ne sont pas directement impliqués, mais ils peuvent néanmoins être affectés (ou concernés) par la GIRE.

Tableau 9.2 Exemple de tableau des acteurs

Acteurs	Intérêts	Effets possibles de la planification de la gestion de l'eau
Acteurs principaux ◇ Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs ◇ Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire ◇ Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation ◇ Ministère de la Sécurité publique ◇ Municipalités (les nommer) ◇ Municipalités régionales de comté (les nommer) ◇ Union des producteurs agricoles ◇ Organisme de bassin versant	Décrire les intérêts de chacun des acteurs de manière schématique (en « points de forme »)	(+) (+) (+) (+) (+) (+) (+) (+)
Acteurs secondaires ◇ Producteurs agricoles ◇ Club-conseil en agroenvironnement (le nommer) ◇ Conseil régional de l'environnement (le nommer)		(+/-) (?) (-)
Acteur extérieur ◇ Gouvernement fédéral		(-)

Il existe diverses façons d'aborder l'identification des acteurs, et chacune comporte des avantages et des risques. Le processus d'analyse doit reconnaître les risques qu'un acteur clé soit oublié et mettre tout en œuvre pour éviter de tels risques. L'usage d'une combinaison d'approches permettra de réduire les risques associés à une démarche particulière.

- ◇ *Identification* par le personnel des agences clés et d'autres *individus bien informés*. Ceux qui ont travaillé dans la zone de gestion depuis un certain temps peuvent identifier des groupes ou des individus qu'ils savent être intéressés par les principales questions à l'étude et être bien informés à leur sujet.
- ◇ *Identification par l'intermédiaire de registres écrits*. Les organismes clés et leurs agents disposent souvent d'archives et de registres récents. Les contacts avec les ONG et les universitaires peuvent permettre de découvrir des enquêtes et des rapports pertinents ou encore de rencontrer des gens bien informés ou bien placés.
- ◇ *Autosélection*. Les communiqués présentés lors d'une réunion, à la radio locale, dans les journaux, ou par d'autres moyens de diffusion de l'information au niveau local peuvent inciter les acteurs à vous contacter. L'approche donne de meilleurs résultats avec les groupes qui jouissent déjà de bons contacts et qui estiment qu'il en va de leur intérêt de communiquer. Ceux qui sont dans des régions éloignées peuvent ne pas se présenter de cette façon. On court alors le risque de voir des élites locales se mettre à l'avant-scène.
- ◇ *Identification et vérification par les autres acteurs*. Des discussions initiales avec les acteurs qui sont identifiés en premier lieu peuvent permettre d'identifier d'autres acteurs qui, à leur avis, méritent d'être inclus dans le groupe. Cette démarche permettra de mieux comprendre les intérêts de chacun des acteurs et les relations qui existent entre eux.

9.4.2 ÉTAPE 2 : FAIRE RESSORTIR LES INTÉRÊTS DES ACTEURS RELATIVEMENT À LA GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU ET ÉVALUER LES EFFETS POTENTIELS DE LA PLANIFICATION

9.4.2.1 ÉVALUATION DES INTÉRÊTS

Les intérêts de chaque type d'acteur peuvent être difficiles à définir, notamment s'ils sont officieux ou en contradiction avec les objectifs que vous poursuivez. Il existe plusieurs méthodes empiriques permettant de surmonter cette difficulté. L'une d'elles consiste à rattacher chaque acteur aux problèmes auxquels la GIRE cherche à remédier. On peut faire ressortir les intérêts en posant les questions suivantes aux acteurs :

- ◇ Qu'est-ce qu'ils attendent de la GIRE?
- ◇ Quels sont les avantages probables qu'ils en retireront?
- ◇ Quelles sont les ressources qu'ils souhaitent consacrer (ou éviter d'avoir à consacrer) à la GIRE?
- ◇ Quels sont leurs autres intérêts qui pourraient entrer en conflit avec la GIRE?
- ◇ Comment chacun d'entre eux voit-il les autres acteurs de la liste?

Les intérêts des acteurs principaux doivent être définis par les personnes qui ont la meilleure expérience « du terrain », et ils doivent être vérifiés auprès des acteurs concernés eux-mêmes, afin de s'assurer qu'ils sont plausibles. Par ailleurs, il est recommandé d'évaluer (mais seulement en termes simples) quel est ou pourrait être l'impact de la GIRE sur ces intérêts. On peut classer les impacts probables de la GIRE sur les divers intérêts en impacts positifs, négatifs, incertains ou inconnus, comme le montre le tableau 9.2.

Parmi les méthodologies utiles à cette étape de l'analyse, on peut citer (IIED, 2005a) :

- ◇ *Une session de réflexion* pour générer des idées et des questions au sein d'un groupe d'acteurs. Cette méthodologie revêt la forme d'une session où tout peut se dire, et durant laquelle tous les points soulevés sont consignés par écrit. Des *groupes de réflexion* composés d'acteurs peuvent ensuite être formés afin de débattre de tel ou tel sujet;
- ◇ *Des entretiens semi-structurés* lors desquels une liste de contrôle informelle de différentes questions sert à diriger l'entretien avec le groupe, tout en permettant de soulever et d'aborder d'autres questions. Cette approche s'avère particulièrement utile pour réaliser une vérification par recoupements, pour trouver un terrain d'entente, des compromis possibles ou des cadres de prise de décision avec les acteurs;
- ◇ *La collecte des données existantes*. Toute une variété de données existantes peut permettre de connaître les intérêts des acteurs;
- ◇ *Des chartes chronologiques* peuvent être préparées avec les acteurs afin de retracer l'histoire des liens et des impacts d'une politique, d'une institution ou d'un processus donné; cela pourrait donner lieu à un débat sur les causes et les effets des divers changements;
- ◇ *Des diagrammes* aident souvent les gens à se faire une idée rapide de ce qui est prévu ou des choses dont on parle. Ils parviennent souvent à stimuler la discussion entre des gens de formations et d'expériences variées.

9.4.2.2 ÉVALUATION DES EFFETS POTENTIELS DE LA PLANIFICATION

Il s'agit d'une analyse qualitative qui permettra de déterminer l'impact potentiel de la GIRE sur les intérêts des différents acteurs (répercussions positives, négatives ou encore indéterminées).

9.4.3 ÉTAPE 3 : ÉVALUER L'INFLUENCE DES ACTEURS

Comme nous l'avons mentionné précédemment, les acteurs principaux sont ceux qui peuvent avoir une influence⁸² notable sur la réussite de la GIRE ou jouer un rôle important en raison de leurs ressources ou de leurs actions. Un acteur influent, c'est souvent un acteur qui a du

⁸² L'influence, c'est le pouvoir que les intervenants ont sur un projet : influencer les décisions, faciliter l'exécution du projet ou exercer une influence négative sur celui-ci. Pour bien faire comprendre ce que l'on entend par influence, disons que c'est la mesure dans laquelle les acteurs sont capables de persuader les autres de prendre des décisions, de suivre certains plans d'action ou de les y contraindre.

pouvoir⁸³. Son importance se mesure généralement par les ressources dont il dispose. L'encadré 9.1 présente quelques-uns des facteurs dont on peut tenir compte pour évaluer l'influence des acteurs.

9.4.4 ÉTAPE 4 : DÉTERMINER LES HYPOTHÈSES ET LES RISQUES RELATIFS AUX ACTEURS

La réussite d'un projet dépend en partie de la validité des hypothèses élaborées à propos des différents acteurs et des risques associés à sa mise en œuvre, dont certains résultent de conflits d'intérêts. Pour assurer la réussite de la GIRE, vous devez déterminer les hypothèses les plus plausibles concernant chacun des acteurs, et évaluer l'importance de ces hypothèses. L'évaluation de l'influence des acteurs principaux dévoile certains risques, qui apparaîtront généralement du côté des acteurs qui ont une grande influence, mais dont les intérêts ne concordent pas avec les objectifs de la GIRE. Ces acteurs pourraient être capables de « bloquer » la gestion de l'eau et, au cas où cela deviendrait probable, ce risque pourrait constituer une « hypothèse d'échec ».

Pour faire systématiquement le tour des hypothèses et des risques relatifs à chaque acteur, voici certaines des questions qui peuvent vous aider :

- ◇ Quel rôle ou quelle réaction de l'acteur doit-on prendre comme hypothèse relativement à la réussite du projet?
- ◇ Ces rôles sont-ils plausibles et réalistes?
- ◇ Peut-on s'attendre à des réactions négatives en raison des intérêts en jeu?
- ◇ Si de telles réactions se manifestent, quel impact auront-elles sur la mise en œuvre de la GIRE?
- ◇ Quelle est la probabilité que se manifestent ces réactions négatives et, le cas échéant, constituent-elles de grands risques?
- ◇ En résumé, quelles sont les hypothèses plausibles énoncées au sujet des acteurs qui favorisent ou menacent la mise en œuvre de la GIRE?

9.4.5 ÉTAPE 5 : DÉTERMINER QUI DOIT PARTICIPER, DE QUELLE MANIÈRE ET À QUEL STADE DU CYCLE DE GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU

La finalité de l'analyse des acteurs est la détermination du rôle que doit jouer l'OBV pour assurer la participation des acteurs, ce qui constitue un des fondements de la GIRE. Vous devrez élaborer une stratégie qui trace les grandes lignes des activités spécifiques que doivent réaliser chaque groupe d'acteurs, en spécifiant, notamment, les échéances, les ressources et les indicateurs de progrès (Banque africaine de développement, 2001). Les sections 19.1.3.2 et 19.2.4 traitent plus précisément du rôle de l'OBV en fonction de la dynamique sociale particulière à chaque zone de gestion intégrée des ressources en eau. Certains groupes d'acteurs auront des rôles actifs à jouer, tandis que d'autres auront seulement besoin d'être informés des progrès ou d'être impliqués à certains moments clés de la planification et de la mise en œuvre de la GIRE. Sachez qu'une stratégie est plus efficace lorsqu'elle est élaborée avec la collaboration de ceux qui sont concernés. Une fois encore, un atelier participatif (ou des séries d'ateliers) est souvent le meilleur moyen de procéder.

⁸³ Le pouvoir peut être dû à la nature de l'organisation à laquelle appartient l'acteur ou à sa position par rapport à d'autres acteurs (par exemple, les ministères qui ont le contrôle sur les budgets et sur d'autres services). D'autres influences peuvent être de nature plus officieuse (par exemple, des relations personnelles avec des élus).

Autant que possible, il est important que vous déterminiez clairement les rôles à jouer, à chaque stade du cycle de gestion intégrée des ressources en eau, par tous les acteurs principaux, y compris par votre organisation. Le DFID (1995b) propose les étapes ci-dessous pour déterminer les rôles en question :

- ◇ Identifier les acteurs (à l'aide de la procédure d'analyse des acteurs présentée ci-dessus);
- ◇ Déterminer le rôle que vous souhaitez jouer dans la GIRE;
- ◇ Déterminer quand et comment vous souhaitez obtenir la participation des autres acteurs. Pour chaque étape du cycle de gestion intégrée des ressources en eau, les tâches clés et les rôles de chacun des acteurs, incluant votre organisation, devraient être définis;
- ◇ Élaborer une matrice de participation (tableau 9.3) pour chacun des acteurs;
- ◇ Utiliser cette matrice comme base de négociations dans les ateliers avec les acteurs et essayer de s'entendre sur les rôles et les responsabilités de chacun;
- ◇ Revoir les données de la matrice avec les acteurs durant la période de mise en œuvre du plan d'action, si nécessaire.

Encadré 9.1 Variables agissant sur l'influence des acteurs

Dans les organismes officiels et entre eux :

- ◇ Hiérarchie légale (commandement et contrôle, détenteurs de budgets, etc.)
- ◇ Leadership (officiel et officieux, charisme, relations politiques, familiales ou entre cadres)
- ◇ Contrôle sur les ressources stratégiques nécessaires à la GIRE (ex. : les fournisseurs de matériel ou de moyens de production)
- ◇ Possession des connaissances spécialisées (ex. : ingénieurs)
- ◇ Position de négociateur (pouvoir par rapport à d'autres acteurs)

Dans les groupes d'intérêts officieux et parmi les acteurs principaux :

- ◇ Situation sociale, économique et politique
- ◇ Degré d'organisation, de consensus et de leadership dans le groupe
- ◇ Degré de contrôle sur les ressources stratégiques importantes pour la GIRE
- ◇ Influence officieuse grâce à des liens avec d'autres acteurs
- ◇ Degré de dépendance par rapport à d'autres acteurs

Tableau 9.3 Exemple de matrice de participation

	Information	Consultation	Financement
Planification			
Mise en œuvre			
Suivi et évaluation			
Campagnes médiatiques			

Source : adapté du DFID (1995b)

9.5 QUELLES SONT LES LIMITES DE L'ANALYSE DES ACTEURS?

L'analyse des acteurs s'appuie sur des données d'ordre qualitatif, ainsi que sur un ensemble d'impressions et de préférences. L'absence de représentation statistique accroît la nécessité de faire preuve de rigueur lors de la sélection des entités interrogées et de l'interprétation des données (Anonyme, s. d.). Parmi les autres limites qui découlent de l'action collective, mentionnons :

- ◇ l'asymétrie de l'information entre les acteurs, qui rend difficile la compréhension commune des enjeux et des solutions possibles;
- ◇ l'évolution des intérêts des acteurs et du contexte (politique, réglementaire, interactionnel, etc.), qui demande des ajustements réguliers;
- ◇ le libre arbitre des acteurs et, par conséquent, l'imprévisibilité de leurs changements d'orientation et de comportement.

Ces limites exigent d'être vigilant et attentif aux signes qui montrent que des conflits ou des coopérations entre acteurs peuvent survenir à tout moment.

Chapitre 10

Diagnostic des ressources en eau : comparaison des données à des indicateurs, à des critères et à des indices

Contenu du chapitre

- ◇ Indicateurs de l'état des ressources en eau liés à l'occupation du territoire
- ◇ Critères de qualité de l'eau de surface
- ◇ Indices de qualité de l'eau de surface
- ◇ Indices liés à la qualité de l'eau potable et des eaux souterraines
- ◇ Indices liés à la qualité des habitats
- ◇ Types de graphiques utiles pour décrire l'état des ressources en eau

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec les indicateurs, les critères et les indices liés à l'état des ressources en eau;
- ◇ Vous vous apprêtez à analyser vos données;
- ◇ Vous voulez savoir comment vous qualifieriez l'état des ressources en eau de votre zone de gestion intégrée.

Rappelons que le but de l'analyse de données est de transformer ces dernières en information qui permet de répondre aux questions que l'analyste se pose au sujet de l'état des ressources en eau ou du bassin versant. Une façon d'obtenir cette information est de rechercher les valeurs de référence reconnues, par exemple, celles qui sont associées aux fonctions écologiques et hydrologiques « normales », aux habitats riverains et aquatiques « en bonne santé », ou qui correspondent à une qualité d'eau « adéquate » pour le maintien de ses différents usages, puis de comparer ces valeurs à celles qui correspondent à l'état actuel des ressources en eau ou du bassin versant. Cette façon de faire vous aidera à déterminer s'il y a des différences significatives entre les données actuelles et ces valeurs de référence.

Notons qu'il y a beaucoup de débats autour des termes « normal », « en bonne santé » et « adéquat ». Ces qualificatifs peuvent désigner l'état original, c'est-à-dire l'état du bassin versant avant le développement résidentiel, commercial et industriel. Cet état est souvent inexistant dans plusieurs bassins versants et, par conséquent, il est difficilement quantifiable. De plus, étant donné que la mise en œuvre de la GIRE ne vise pas nécessairement à ramener le bassin versant à son état original, ces qualificatifs peuvent désigner un état dans lequel les ressources en eau ont conservé une intégrité physique, chimique ou biologique.

10.1 INDICATEURS LIÉS À L'OCCUPATION DU TERRITOIRE

Au chapitre 3, à la section 3.2.3.4, nous avons montré comment le développement résidentiel, commercial et industriel affecte l'intégrité des écosystèmes aquatiques. Les analystes qui veulent améliorer leurs connaissances sur ces effets peuvent consulter plusieurs auteurs (Dorworth & McCormick, s. d.; Huron River Watershed Council, s. d.; Miller & McCormick, s. d.; Schueler, 2000a).

Le pourcentage de la superficie d'un bassin versant qui est imperméable, aussi appelé « pourcentage d'imperméabilité », est un bon indicateur pour déterminer des relations de cause à effet, notamment entre les changements créés par l'occupation du territoire et les conditions hydrologiques et écologiques. Les superficies imperméables sont les rues, les terrains de stationnement, les habitations, les toitures et toutes les surfaces qui ne sont pas perméables à l'eau. Le pourcentage d'imperméabilité peut être calculé aussi bien pour un bassin versant dans son ensemble que pour ses sous-bassins. Dans les bassins versants urbanisés, les valeurs obtenues peuvent être comparées à des valeurs repères et interprétées selon trois classes d'impacts (Schueler, 2000b) (tableau 10.1).

Notons que les valeurs citées plus haut sont utilisées dans plusieurs États américains, notamment en Indiana et en Illinois (Dorworth & McCormick, s. d.). Pour le moment, rien n'indique qu'elles ne peuvent pas être utilisées au Québec. Par ailleurs, dans les bassins versants à vocation rurale, la densité des routes est quelquefois plus simple à calculer que le pourcentage d'imperméabilité. De plus, la densité des routes étant en corrélation avec le pourcentage d'imperméabilité, on peut l'utiliser au lieu de ce dernier. Toutefois, il convient d'avoir à l'esprit les deux points suivants :

- ◇ À de très faibles pourcentages d'imperméabilité, la densité des routes n'est pas de zéro, car, même avec de très faibles taux d'urbanisation, il y a souvent un réseau routier relativement étendu, qui relie des fermes ou des petites zones résidentielles;
- ◇ La densité des routes n'est pas un bon indicateur de l'augmentation du pourcentage d'imperméabilité, parce que, dans les zones modérément urbanisées, l'augmentation de la densité de la population n'entraîne généralement qu'une augmentation négligeable du réseau routier.

Compte tenu des remarques précédentes, on peut dire que, dans les bassins versants à vocation rurale, la densité des routes pourrait être considérée uniquement comme un indicateur préliminaire, en attendant que des calculs plus poussés soient faits pour déterminer précisément le pourcentage d'imperméabilité. À titre d'information, le septième module du document intitulé *Sensitive Habitat Inventory and Mapping* (Mason & Knight, 2001) présente des méthodes appropriées pour calculer le pourcentage d'imperméabilité ou la densité des routes d'un bassin versant.

Tableau 10.1 Relations entre le pourcentage d'imperméabilité d'un bassin versant et les impacts sur les processus hydrologiques et écologiques

Pourcentage d'imperméabilité (PI)	Interprétation
PI < 10 %	Impacts minimes dans la plupart des cas
10 % < PI < 25 %	Impacts modérés
PI > 25 %	Impacts graves

Source : Schueler (2000b)

10.2 CRITÈRES ET INDICES LIÉS À LA QUALITÉ DE L'EAU DE SURFACE

10.2.1 CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'EAU DE SURFACE

Au départ, les caractéristiques physicochimiques d'une eau ne sont ni bonnes ni mauvaises. Elles constituent des données objectives qui ne visent qu'à décrire ses composantes. Puisque la qualité d'une eau se définit habituellement en fonction des usages qu'elle permet, c'est en confrontant ses caractéristiques aux grilles de critères établis pour les divers usages que l'on peut véritablement évaluer sa qualité. Outre les usages courants liés aux besoins des humains, comme l'approvisionnement en eau potable et l'utilisation de l'eau à des fins récréatives, la protection de la vie aquatique constitue l'un des plus importants objectifs visés par les programmes d'assainissement des eaux.

C'est en effectuant un inventaire des usages actuels et potentiellement récupérables que les objectifs d'assainissement des eaux ont été déterminés à l'échelle des bassins versants. L'objectif de protection ou de récupération des usages s'est traduit par une liste de critères à respecter. Pour atteindre la qualité d'eau dictée par la liste des critères propres aux usages à préserver ou à récupérer, des spécialistes du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) ont élaboré ce qu'il convient d'appeler des « objectifs environnementaux de rejet » (OER). Ce faisant, ils ont également établi le niveau de traitement que les eaux usées issues de sources ponctuelles devait subir avant d'être déversées dans les cours d'eau.

Il est bien sûr possible de confronter les données physicochimiques relatives à un cours d'eau à l'ensemble des grilles de critères disponibles afin d'en évaluer la qualité globale. Toutefois, il faut garder à l'esprit que la récupération de tous les usages n'est pas un objectif visé par les interventions d'assainissement des eaux. Ainsi, il se pourrait que la baignade ne fasse pas partie des usages à récupérer à la suite des interventions d'assainissement effectuées dans un plan d'eau, parce que celui-ci n'offre pas de potentiel intéressant pour cet usage. En effet, outre une qualité bactériologique adéquate, la pratique sécuritaire de cette activité exige un niveau d'eau suffisant et un accès sécuritaire au cours d'eau.

Une des conditions préalables à l'analyse de la qualité de l'eau dans un bassin versant est la détermination des usages actuels et potentiels de l'eau dans ce dernier. Les usages actuels sont des usages à préserver, tandis que les usages potentiels sont des usages perdus ou menacés dont la récupération constitue un objectif des programmes d'assainissement. En effet, la plupart des problèmes qui seront déterminés à la suite du diagnostic sont intimement liés à un ou à plusieurs usages de l'eau. C'est ainsi que la prolifération d'algues en période d'étiage (problème) nuit aux activités récréatives (usage). De la même façon, l'érosion des sols et des berges des cours d'eau (problème) nuit à la vie aquatique (usage). Pour déterminer dans quelle mesure la qualité de l'eau permet certains usages et pour évaluer les conséquences possibles d'une situation critique, il faut analyser les données issues du suivi de la qualité de l'eau effectué par le MDDEP et consulter la direction de santé publique de la région concernée.

Notons que le MDDEP avait fait un inventaire des usages de l'eau dans plusieurs bassins versants dans le cadre du Programme d'assainissement des eaux du Québec (PAEQ). Tous les bassins

versants n'étaient pas visés par ce programme. De plus, ces inventaires ne sont pas nécessairement exhaustifs, puisqu'ils avaient été faits dans un contexte particulier et que leur dernière mise à jour peut dater de quelques années. Les données inventoriées sont disponibles à la Direction du suivi de l'état de l'environnement du MDDEP. Pour savoir si les bassins versants qui font partie de votre zone de gestion intégrée des ressources en eau ont fait l'objet d'un inventaire et si les données ont été compilées et saisies dans la base de données, vous devrez vous adresser à votre répondant régional du Ministère (chargé de bassin). Ceux d'entre vous qui recevront des données pourront vérifier la liste des usages de l'eau en question et la compléter selon leurs besoins. Il serait souhaitable que l'information validée soit retournée au Ministère pour que ce dernier puisse mettre à jour sa base de données.

Il faut savoir que le Ministère n'exige pas que la qualité de chaque cours d'eau soit compatible avec tous les usages de l'eau. Cependant, dans la mesure où c'est le vœu de la population qui vit dans une zone de gestion intégrée, rien n'empêche les acteurs de souhaiter que l'ensemble des plans d'eau de la zone permettent certains usages déterminés⁸⁴. Par exemple, vous pourriez décider que, dans les vingt prochaines années, certains cours d'eau que vous aurez déterminés devront permettre à la fois la pratique d'activités récréatives et le maintien de la vie aquatique.

Les données relatives à la qualité de l'eau peuvent être comparées aux critères définis pour certains usages de l'eau. Comme il a été mentionné au chapitre 3, vous trouverez dans le document intitulé *Critères de qualité de l'eau de surface* (MDDEP, 2009) les critères de qualité de l'eau de surface pour les quatre classes d'usages suivants :

1. la consommation d'eau et d'organismes aquatiques;
2. la protection de la vie aquatique;
3. la protection de la faune terrestre piscivore;
4. la protection des activités récréatives et de l'esthétique.

On peut porter un jugement sur la qualité de l'eau en se référant à un usage particulier et à la fréquence à laquelle le critère de qualité qui lui est lié est dépassé. Par exemple, dans le cas du phosphore et de la protection de la vie aquatique, on peut dire que la qualité de l'eau est bonne s'il n'y a aucun dépassement du critère (0,030 mg/l), qu'elle est satisfaisante si la fréquence de dépassement est inférieure à 25 %, qu'elle est douteuse si cette fréquence est comprise entre 25 et 50 %, et qu'elle est mauvaise si elle dépasse 50 % (Hébert, 1997).

Pour mieux comprendre la dégradation de la qualité de l'eau, vous pourriez analyser les données de plusieurs autres façons. Par exemple, vous pourriez déterminer, pour les paramètres qui sont régis par un critère, le pourcentage et l'amplitude moyenne des mesures qui sont au dessus de celui-ci (figure 10.1), ce qui vous renseignerait sur l'ampleur de la dégradation, et déterminer les rivières qui ne respectent pas un critère. Vous pourriez aussi faire des analyses générales, comme des statistiques descriptives (moyenne, écart-type, minimum, maximum, etc.), pour toutes les stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau, ou des analyses ciblées pour des stations qui ont des problématiques particulières. Une analyse temporelle de la qualité de l'eau (figure 10.2) peut

⁸⁴ Rappelons qu'au Québec, pour le moment, la détermination des objectifs à atteindre dans le cadre d'un plan directeur de l'eau est laissée à la discrétion des acteurs réunis au sein des organismes de bassin versant, ce qui n'est pas le cas dans d'autres États, ceux de la Communauté européenne par exemple.

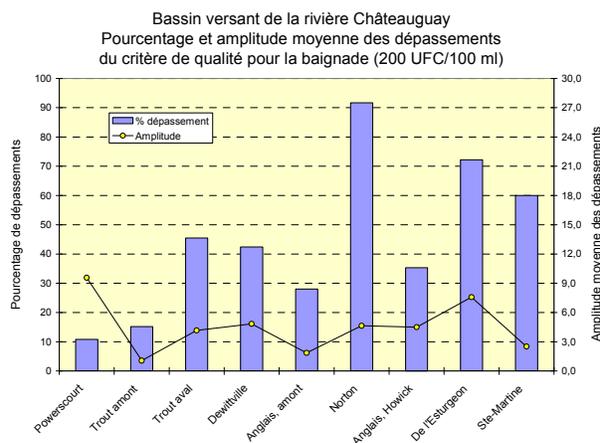
aussi être utilisée pour déterminer les périodes de l'année – saison, mois et même jours – où la dégradation de la qualité de l'eau se produit ou encore les périodes où elle est pire (U. S. EPA, 2008).

À votre demande, la Direction du suivi de l'état de l'environnement du MDDEP vous fournira gratuitement toutes les données du Réseau-rivières (chapitre 7, encadré 7.2) pour les stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau et les années qui vous intéressent.

10.2.2 INDICES DE LA QUALITÉ DE L'EAU DE SURFACE

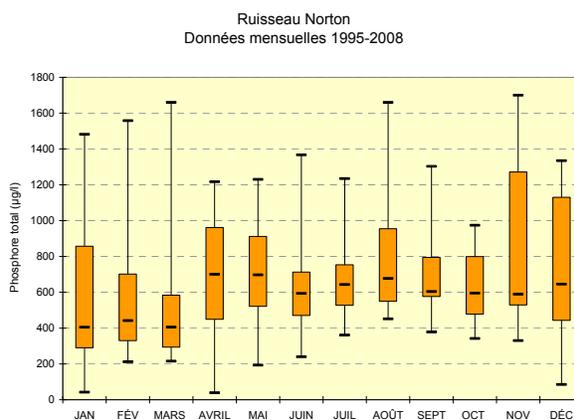
10.2.2.1 INDICE DE LA QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE ET PHYSICOCHIMIQUE (IQBP)

L'indice de la qualité bactériologique et physicochimique (IQBP) (Hébert, 1996) sert à évaluer la qualité générale de l'eau. Cet indice est basé sur des descripteurs conventionnels de la qualité de l'eau et peut intégrer jusqu'à dix variables, à savoir le phosphore total, les coliformes fécaux, la turbidité, les matières en suspension, l'azote ammoniacal, les nitrites-nitrates, la chlorophylle a totale (chlorophylle a et phéopigments), le pH, la DBO₅ et le pourcentage de saturation en oxygène dissous. Dans certains cas, en raison de la disponibilité des données ou des particularités régionales naturelles, un nombre inférieur de descripteurs peut être utilisé. Ainsi, l'IQBP₆ est basé sur les six variables suivantes : le phosphore total, les coliformes fécaux, les matières en suspension, l'azote ammoniacal, les nitrites-nitrates et la chlorophylle a totale. La turbidité n'est plus retenue dans l'indice car ce paramètre est beaucoup plus lié à l'énergie interne du cours d'eau (débit et vitesse du courant) qu'aux interventions d'assainissement ou aux changements de pratiques culturales qui ont été effectués dans le bassin versant.



Source : Marc Simoneau (MDDEP)

Figure 10.1 Pourcentage et amplitude moyenne des dépassements du critère de qualité pour la baignade dans le bassin versant de la rivière Châteauguay



Source : Marc Simoneau (MDDEP)

Figure 10.2 Graphique montrant l'évolution de la concentration de phosphore en fonction du temps

L'IQBP est calculé de la façon suivante. Pour chacun des descripteurs retenus, la concentration mesurée est transformée, à l'aide d'une courbe d'appréciation de la qualité de l'eau, en un sous-indice variant de 0 (très mauvaise qualité) à 100 (bonne qualité). L'IQBP d'un échantillon donné correspond au sous-indice du descripteur présentant la valeur la plus faible. L'IQBP attribué à une station d'échantillonnage durant une période donnée correspond à la valeur médiane des IQBP obtenus pour tous les prélèvements réalisés pendant cette période. Le tableau 10.2 présente les cinq classes de qualité de l'IQBP et leur interprétation, alors que la figure 10.3 présente les valeurs de l'IQBP pour certaines stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau de la rivière Yamaska.

Tableau 10.2 Interprétation des cotes de l'indice de qualité bactériologique et physicochimique

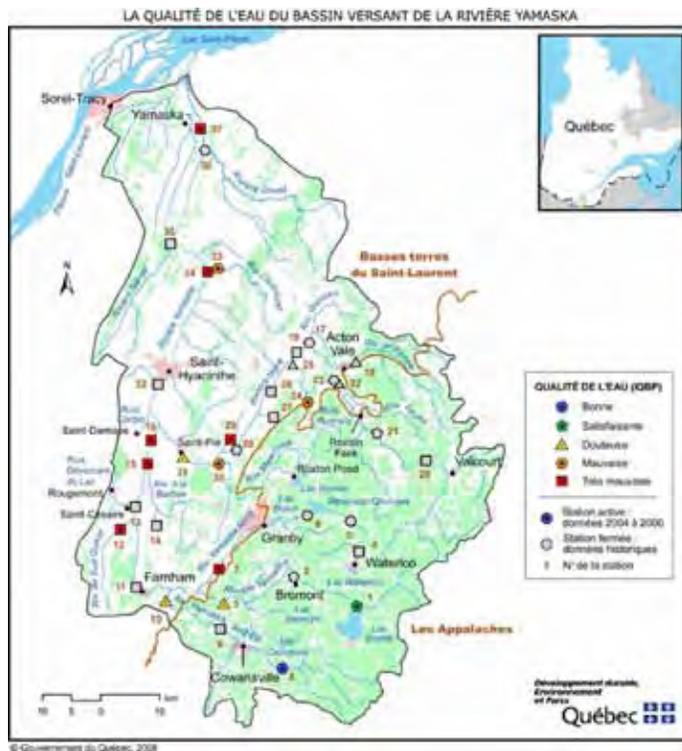
Cote de l'IQBP	Interprétation
A (80-100)	Eau de bonne qualité
B (60-79)	Eau de qualité satisfaisante
C (40-59)	Eau de qualité douteuse
D (20-39)	Eau de mauvaise qualité
E (0-19)	Eau de très mauvaise qualité

Il faut noter qu'une eau jugée de bonne qualité peut, à l'occasion, présenter des dépassements d'un ou de plusieurs critères de qualité. Ainsi, même si la qualité d'une eau est jugée satisfaisante, cela n'implique pas qu'aucun effort supplémentaire ne doive être entrepris afin d'améliorer la situation et de respecter tous les critères de qualité. Par conséquent, il faut se garder de tirer des conclusions sur l'état de la qualité de l'eau en se basant uniquement sur l'IQBP. De plus, dans les cas où la cote de l'IQBP se situe dans une classe où la qualité de l'eau est « douteuse », « mauvaise » ou « très mauvaise », il est important de mentionner les paramètres de qualité de l'eau qui sont en cause afin de pouvoir élaborer les solutions appropriées

10.2.2.2 INDICES LIÉS À L'INTÉGRITÉ BIOLOGIQUE DES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES

L'état des communautés biologiques ainsi que la qualité de l'eau et la qualité de l'habitat (ex. : bandes riveraines) sont des éléments clés pour se prononcer sur l'intégrité des écosystèmes aquatiques. Les communautés biologiques les plus couramment utilisées pour la surveillance de la qualité des écosystèmes aquatiques sont les poissons et les macroinvertébrés benthiques (figure 10.4). Les macroinvertébrés benthiques sont des organismes sans colonne vertébrale qui vivent au fond des lacs et des cours d'eau, tels que les mollusques, les larves d'insectes, les vers, etc. Cette évaluation de l'état des communautés biologiques peut être effectuée avec l'aide de variables relatives aux communautés ou selon des approches multimétriques ou multivariées qui, par la suite, peuvent servir à définir des biocritères.

Depuis les années 1990, la Direction du suivi de l'état de l'environnement (MDDEP) a étudié l'intégrité biologique de plusieurs cours d'eau en se basant sur la surveillance des communautés de poissons et de macroinvertébrés benthiques. Nous décrivons ci-après trois des indices qui ont été adaptés aux conditions du Québec. Il s'agit de l'indice d'intégrité biotique (IIB) pour les poissons, de l'indice de surveillance benthos (ISB) et de l'indice de surveillance volontaire benthos (ISVB) pour les macroinvertébrés benthiques.



Source : Berryman (2008)

Figure 10.3 Valeurs de l'IQBP aux stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau de la rivière Yamaska pour la période allant de 1995 à 2006



Larve d'éphéméroptère



Larve de coléoptère



Mollusque gastéropode

Photos : Julie Moisan (MDDEP)

Figure 10.4 Macroinvertébrés benthiques

A) INDICE D'INTÉGRITÉ BIOTIQUE

L'indice d'intégrité biotique (IIB) constitue la synthèse de l'information la plus pertinente pour se prononcer sur la santé des rivières. Il combine sept variables explorant différents aspects de la structure des communautés de poissons. Trois variables concernent la composition des communautés et l'abondance des poissons, trois autres réfèrent à l'organisation trophique, et la dernière se rapporte à la condition des poissons. La valeur de l'indice peut varier de 12 à 60 unités. L'intégrité biotique est considérée comme excellente lorsque les valeurs sont comprises entre 57 et 60, elle est considérée comme bonne entre 48 et 54, comme moyenne entre 39 et 45, comme faible entre 27 et 36 et comme très faible entre 12 et 24 (tableau 10.3). En d'autres termes, des valeurs élevées signifient qu'une rivière permet le maintien d'une communauté d'organismes équilibrée, bien intégrée, capable de s'adapter au changement et ayant une composition spécifique, une diversité et une organisation fonctionnelle comparables à celles d'un écosystème naturel.

La figure 10.5 montre les résultats de l'étude de l'intégrité biotique de la rivière Yamaska effectuée au cours de l'été 1995. Selon les résultats rapportés par La Violette (1999), on a répertorié dans cette rivière 47 des 112 espèces de poissons d'eau douce qui vivent au Québec. La communauté de poissons y est dans un état relativement bon dans la partie en amont de la rivière. À partir du lac Brome, la rivière maintient sur ses premiers 40 kilomètres une intégrité biotique qui varie de

moyenne à excellente. De la confluence de la rivière Yamaska Nord jusqu'en aval de Saint-Césaire, l'intégrité biotique se dégrade de façon marquée et atteint la cote « faible ». La pollution résiduelle des rivières Yamaska Nord et Yamaska Sud-Est, qui s'ajoute à celle de Farnham, de Saint-Césaire et de Rougemont, est mise en cause. Au moment de l'étude, ces deux dernières municipalités ne traitaient pas leurs eaux usées. Plus en aval, l'état de la rivière s'améliore un peu. Toutefois, à quelques kilomètres en aval de Saint-Hyacinthe, l'intégrité biotique affiche de nouveau la cote « faible ». Près de l'embouchure, la rivière Yamaska est en mauvais état, vraisemblablement à cause d'une charge élevée des contaminants courants.

Tableau 10.3 Interprétation des cotes de l'indice d'intégrité biotique

Cote de l'IIB	Interprétation
57-60	Excellente
48-54	Bonne
39-45	Moyenne
27-36	Faible
12-24	Très faible

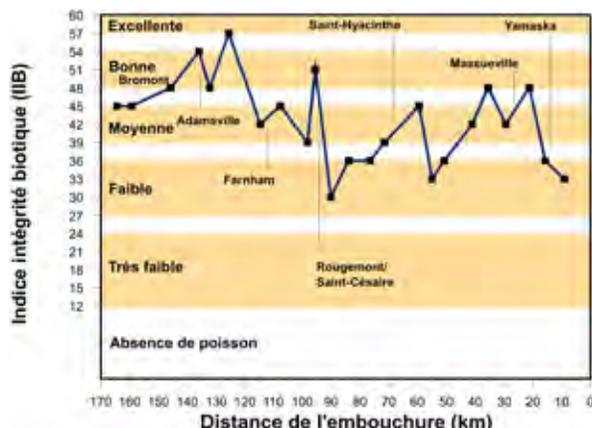


Figure 10.5 Indice d'intégrité biotique de la rivière Yamaska en 1995

B) INDICE DE SURVEILLANCE BENTHOS (ISB) ET INDICE DE SURVEILLANCE VOLONTAIRE BENTHOS (ISVB) BASÉS SUR LE SUIVI DES MACROINVERTÉBRÉS BENTHIQUES

Depuis 2003, le MDDEP élabore une nouvelle méthodologie et un indice biologique adapté aux conditions du Québec pour des cours d'eau peu profonds à substrat grossier (Pelletier, en préparation). La méthodologie est décrite dans Moisan et Pelletier (2008). Ces travaux ont nécessité la recherche de stations de référence et de stations fortement dégradées en milieu agricole. Lors de l'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques, d'autres variables sont mesurées et permettent, entre autres, de calculer un indice de qualité de l'habitat (IQH). Ces variables accessoires facilitent aussi l'interprétation des résultats obtenus relativement à l'ISB ou à l'ISVB. Selon Karr (1998), les indices biologiques les plus appropriés et les plus intégrateurs considèrent plusieurs caractéristiques mesurables de la communauté. Ainsi, l'indice biologique élaboré au MDDEP est un indice multimétrique qui combine plusieurs variables, et qui exprime donc différents aspects de la structure des communautés benthiques en une seule valeur. Cette valeur est facilement compréhensible par la population en général.

L'ISB pour les cours d'eau à substrat grossier sera formé de six variables appartenant à trois grandes catégories, soit deux variables relatives à la richesse taxonomique, deux variables référant à la composition taxonomique et deux variables liées à la tolérance ou à l'intolérance à la pollution. L'échelle de l'ISB varie de 0 à 100, et cet indice est divisé en cinq classes de qualité, soit « très bonne », « bonne », « précaire », « mauvaise » et « très mauvaise » (tableau 10.4). Lorsque l'indice calculé se situe dans la zone grise (entre 67,29 et 73,29), l'analyste doit être prudent dans l'interprétation de la

« santé biologique » des cours d'eau. En effet, il s'agit d'une zone où il n'est pas possible de dire avec certitude que la communauté benthique est significativement perturbée. Un échantillon dont l'ISB se trouve dans cette zone « grise » pourrait être sous-estimé ou surestimé en raison de la précision de six unités d'indice. Ainsi, cette communauté biologique pourrait être en période de transition, soit vers une dégradation, soit vers une récupération.

La figure 10.6 montre un exemple de valeurs d'ISB obtenues à des stations localisées en milieu agricole, en milieu urbain et en milieu de référence, ainsi que des variations interannuelles. Les stations situées en milieux fortement agricoles se trouvent dans les rivières Boyer Sud (BOYS01, 2003 à 2008), Boyer Nord (BOYN01, 2003 à 2008) et Niagarette (NIAG01, 2006 à 2007), et celles qui sont situées dans les milieux de référence se trouvent dans la rivière des Abénaquis (ABEN01, 2003 à 2006) et dans le cours d'eau sans toponyme (ETSN01, 2003 à 2005) situé dans le bassin versant de la rivière Etchemin. Deux stations sont localisées en milieu urbain dans la rivière Beauport (BEPO01, 2003, 2004; BEPO02, 2003, 2004), et une station se trouve en milieu agricole dans le ruisseau de l'Église (DEGL01; 2004, 2006).

Tableau 10.4 Exemple d'interprétation des cotes de l'ISB

Indice de santé biologique	Niveau d'interprétation	Classe de qualité
De 86,63 à 100	Supérieur à la référence	Très bonne
De 73,30 à 86,62	Comparable à la référence	Bonne
De 67,29 à 73,29	Zone grise	Zone grise
De 48,87 à 73,29	Perturbé 1	Précaire
De 24,44 à 48,86	Perturbé 2	Mauvaise
Supérieur à 24,43	Perturbé 3	Très mauvaise

Le protocole scientifique de la surveillance biologique basée sur le suivi des macroinvertébrés benthiques a mené au lancement d'un programme de suivi simplifié et volontaire appelé « SurVol Benthos ». Ce programme est issu d'un partenariat entre le MDDEP et le Groupe d'éducation et d'écosurveillance de l'eau (G3E). Plusieurs OBV ont déjà participé à des formations et à la récolte de macroinvertébrés benthiques dans le but de caractériser la santé biologique d'un site. La méthodologie utilisée sur le terrain et au laboratoire est la même dans les deux cas (Moisan & Pelletier, 2008). La principale différence entre les protocoles scientifique et volontaire a trait au niveau d'identification taxonomique utilisé. Le niveau d'identification volontaire, qui permet de calculer l'ISVB, est décrit dans le guide d'identification de Moisan (2006). L'ISVB et l'ISB seront formés des mêmes variables, cependant, les valeurs de référence pour la calibration des variables ne seront pas les mêmes en raison de la différence des niveaux d'identification. La description du calcul de l'ISVB, dans sa version préliminaire, est présentée dans Moisan et Pelletier (2008).

10.2.2.3 INDICES LIÉS À LA QUALITÉ DE L'EAU POTABLE ET DES EAUX SOUTERRAINES

Pour évaluer la qualité de l'eau potable, il faut considérer que le seuil d'alerte dans l'eau brute, qui implique le déclenchement d'une action de protection ou de restauration, sera de 20 ou 200 coliformes fécaux par 100 millilitres selon le type de traitement, et de 10 % ou 20 % de la norme du Règlement sur la qualité de l'eau potable dans le cas des paramètres chimiques peu

réductibles par le traitement. Les Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada peuvent s'appliquer aux paramètres d'ordre esthétique, alors que, pour les autres paramètres non visés par ces recommandations, d'autres sources telles que l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ou l'Environmental Protection Agency des États-Unis (US EPA) peuvent être consultées. Aussi, des paramètres spécifiques aux eaux brutes de surface, tel l'azote ammoniacal, le phosphore ou la chlorophylle a, pourront être fixés. Enfin, des paramètres de vulnérabilité de la source de surface (type de sol, pente, proportion de terres agricoles et de surfaces imperméables, etc.) ou des paramètres de vulnérabilité de la source souterraine (indice DRASTIC, étanchéité du captage, etc.) seront considérés. Une revue de littérature est actuellement en cours pour évaluer les critères relatifs à l'eau brute ou à la nature du bassin qui devraient moduler les mesures de protection des sources d'eau potable. Pour évaluer la qualité des eaux souterraines, il faut se référer à la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés que vous trouverez à l'adresse suivante : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/index.htm>.

ISB (Préliminaire)

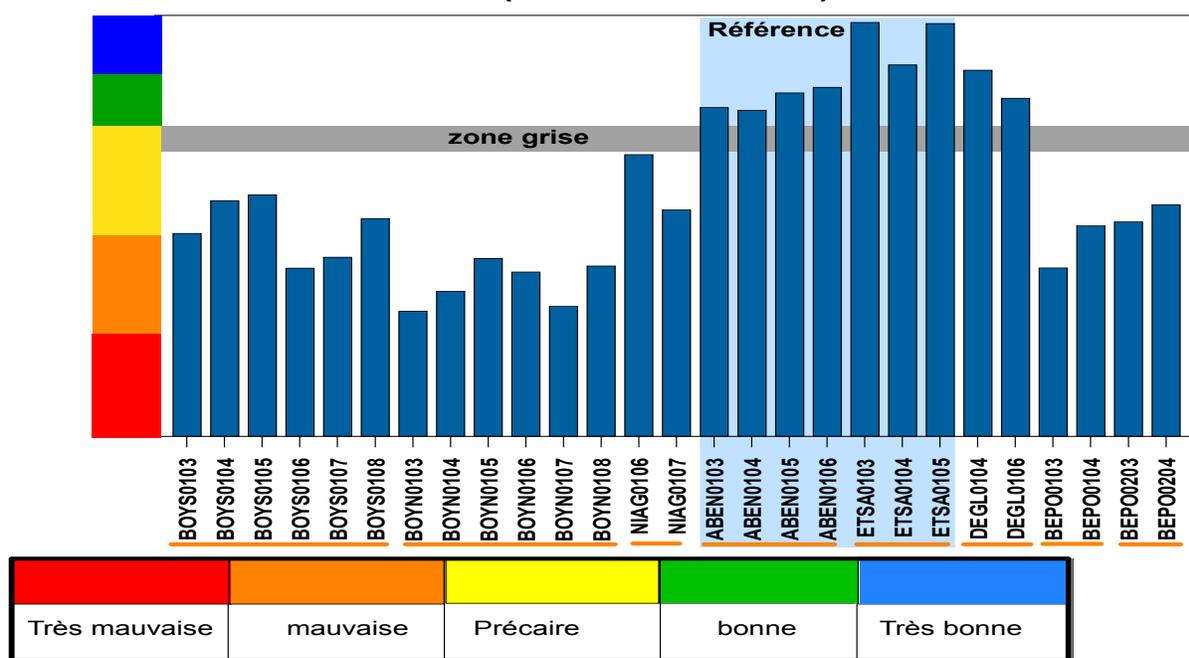


Figure 10.6 Indice de surveillance benthos 2003-2008

10.2.3 INDICES LIÉS À LA QUALITÉ DES HABITATS

L'altération des habitats aquatiques et riverains est considérée comme un des stress majeurs que subissent les écosystèmes aquatiques. Ainsi, l'évaluation et le suivi de la qualité de ces habitats sont de plus en plus considérés dans les programmes de surveillance de la qualité de l'eau. Vous trouverez sur le site Web du MDDEP, à l'adresse http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/index.htm, une méthodologie permettant de calculer l'indice de qualité de la bande riveraine (IQBR). Dans la présente section, on appelle « bande riveraine » une zone de végétation qui se situe entre le milieu aquatique et le milieu terrestre.

L'indice de qualité de la bande riveraine (IQBR), adapté de Saint-Jacques et Richard (1998), permet d'évaluer la condition écologique de cet habitat riverain. Il est basé sur la superficie relative occupée par neuf [composantes](#) de la bande riveraine, soit la forêt, les arbustaies, les herbaçaias naturelles, les cultures, les friches et pâturages, les coupes forestières, le sol nu, le socle rocheux et les infrastructures. On associe à chacune d'elles un facteur de pondération qui permet d'estimer leur capacité de remplir des fonctions écologiques en matière de protection des écosystèmes aquatiques.

Le protocole d'évaluation de l'indice (encadré 10.1) est facilement applicable sur le terrain. Les valeurs de l'indice peuvent être calculées à partir du tableur (Excel) accessible dans l'encadré. Les valeurs de l'indice sont réparties en cinq classes de qualité, auxquelles est associé un code de couleurs, comme dans la figure 10.7. Transposées sur une carte du réseau hydrographique, elles permettent d'avoir une vue d'ensemble de la variation spatiale de la qualité de la bande riveraine de toutes les rivières du réseau. Les résultats peuvent être illustrés par un graphique en secteurs (figure 10.7) ou par un graphique en courbes (figure 10.8).

Encadré 10.1 Protocole d'évaluation et méthode de calcul de l'indice de qualité de la bande riveraine (IQBR)

Sur le terrain, diviser chacune des rives en secteurs de 500 mètres de longueur sur dix mètres de largeur ([schéma](#)).

La longueur des secteurs est à déterminer en fonction de vos objectifs.

La largeur de la bande riveraine ne doit pas être inférieure à dix mètres et elle est mesurée à partir de la ligne des hautes eaux.

La ligne des hautes eaux est l'endroit où l'on passe d'une prédominance de plantes aquatiques à une prédominance de plantes terrestres ([exemple](#)).

Pour chacun des secteurs, évaluer visuellement le pourcentage de la superficie occupée par chacune des neuf composantes de l'indice (forêt, arbustaie, etc.) comme si elles étaient perçues à vol d'oiseau. Le total doit évaluer 100 % ([schéma](#)).

Pour chacun des secteurs, calculer l'indice de qualité de la bande riveraine selon la formule :

$$IQBR = [\sum (\%i \times Pi)] / 10$$

i = nième composante (ex. : forêt, arbustaie, etc.)

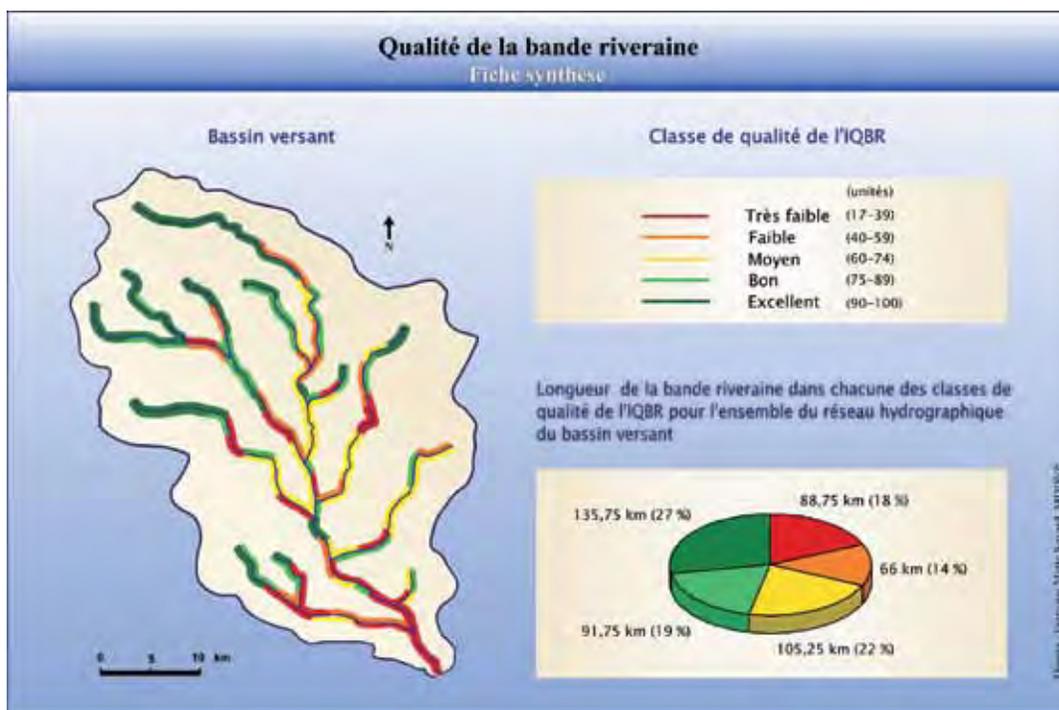
%_i = pourcentage du secteur couvert par la nième composante

P_i = facteur de pondération de la nième composante

$$IQBR = ((\% \text{ forêt} * 10) + (\% \text{ arbustaie} * 8,2) + (\% \text{ herbacée naturelle} * 5,8) + (\% \text{ coupe forestière} * 4,3) + (\% \text{ friche_fourrage_pâturage_pelouse} * 3) + (\% \text{ culture} * 1,9) + (\% \text{ sol nu} * 1,7) + (\% \text{ socle rocheux} * 3,8) + (\% \text{ infrastructure} * 1,9)) / 10$$

Vous pouvez utiliser le [tableur](#).

Source : http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/protocole.htm



Source : http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/fiche_synthese.png

Figure 10.7 Variation spatiale de l'indice de qualité de la bande riveraine dans l'ensemble du réseau hydrographique d'un bassin versant : un exemple fictif

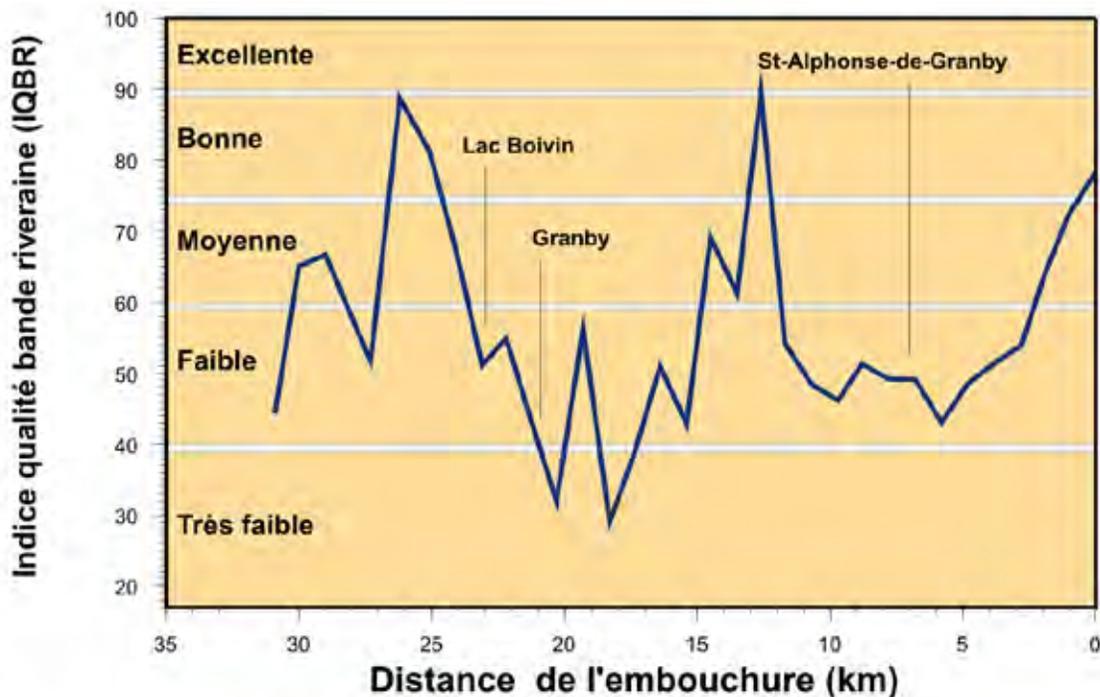


Figure 10.8 Évolution de l'indice de qualité de la bande riveraine le long de la rivière Yamaska Nord de 1992 à 1993

Chapitre 11

Diagnostic des ressources en eau : calcul des charges d'un contaminant et élaboration d'un bilan des charges à l'échelle d'un bassin versant

Contenu du chapitre

- ◇ Méthodes de calcul des charges d'un contaminant selon les données disponibles
- ◇ Établissement d'un bilan des charges d'éléments nutritifs à l'échelle d'un bassin versant
- ◇ Évaluation de la charge totale maximale d'un contaminant et estimation de la réduction nécessaire de la charge d'un contaminant pour respecter un critère de qualité de l'eau de surface

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Dans votre zone de gestion intégrée, la concentration de certains contaminants dans l'eau de surface dépasse le critère de qualité pour un usage donné;
- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec les méthodes de calcul des charges d'un contaminant;
- ◇ Vous voulez savoir la proportion de la charge d'un contaminant qui peut être attribuée à diverses sources de contamination (agricole, municipale ou naturelle);
- ◇ Vous vous apprêtez à analyser vos données;
- ◇ Vous voulez savoir de combien vous devrez réduire la charge d'un contaminant pour respecter le critère de qualité de l'eau de surface pour un usage donné.

Dans les cas où l'évaluation de la qualité de l'eau des rivières révèle que la concentration de certains contaminants dépasse le critère établi pour un usage donné (voir le chapitre 10, à la section 10.2.1), vous pourriez être intéressés à inclure dans votre plan d'action des mesures permettant de réduire la charge du contaminant en question. Dans ce cas, vous auriez probablement à calculer la charge du contaminant, la charge totale maximale admissible, et à établir le bilan des charges de ce contaminant. L'objectif du présent chapitre est de décrire des méthodes permettant de faire ces estimations.

11.1 MÉTHODES DE CALCUL DES CHARGES

La charge d'un contaminant à l'exutoire d'un bassin versant peut être calculée au moyen de modèles de simulation de la qualité de l'eau tels que SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) (Arnold, Srinivasan, Muttiah, & Williams, 1998; Lévesque, Lamontagne, Van Griensven, Vanrolleghem, & Anctil, 2008)

et GIBSI (gestion de l'eau des bassins versants à l'aide d'un système informatisé) (Rousseau et al., 2000). Cependant, il s'agit de modèles très complexes, dont l'utilisation nécessite des connaissances dans de nombreux domaines scientifiques, notamment la pédologie, la géologie, l'hydrologie et l'agronomie.

Il existe plusieurs méthodes relativement simples pour calculer la charge d'un contaminant. Celle qui vous conviendra dépendra de plusieurs facteurs, entre autres les paramètres de qualité de l'eau concernés, l'échelle de temps visée, les types de sources de contamination, les besoins en matière de données et l'expérience de l'utilisateur. Cela dit, il importe d'utiliser l'approche la plus simple, en tenant compte de vos besoins.

 Dans certains cas, les charges de certains contaminants ont déjà été calculées aux stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau qui vous intéressent. Vérifiez si c'est le cas, et utilisez ces données si elles répondent à vos besoins.

Les principales méthodes de calcul de la charge d'un contaminant utilisent généralement les données du suivi de la concentration de la substance concernée dans le cours d'eau et le débit de la rivière au point d'échantillonnage. Par définition, la charge instantanée est donc le produit de la concentration (C) et du débit (Q). Par conséquent, la charge (F) apportée au cours d'une période (T), par exemple, l'année, est donnée par la formule suivante :

$$F = \frac{1}{T} \int_0^t CQdt \quad (\text{éq. 11.1})$$

Si l'on dispose des données en continu de la concentration et du débit, l'évaluation numérique de cette intégrale est très simple. Dans la pratique, on est très souvent confronté à une absence de séries chronologiques de données de qualité d'eau. Kauark Leite (1990) a décrit les méthodes usuelles de calcul des charges pour les cas les plus fréquents, c'est-à-dire : (1) absence de données de concentrations et de débits, (2) données ponctuelles de concentrations et de débits, (3) absence des données de concentrations et données de débits en continu, et (4) données ponctuelles de concentrations et données de débits en continu.

11.1.1 ABSENCE DE DONNÉES DE CONCENTRATIONS ET DE DÉBITS

11.1.1.1 COEFFICIENTS D'EXPORTATION

Une des méthodes permettant d'estimer la charge d'un contaminant consiste à utiliser les données de la documentation qui représentent les charges mesurées par unité de surface pour les principales utilisations du territoire. Lorsqu'on utilise cette méthode, les études sur des bassins versants représentatifs de certaines utilisations du territoire sont une source importante de données. Il s'agit de recenser les sources ponctuelles et diffuses de contamination de l'eau du bassin versant et d'attribuer à chacune un coefficient d'émission de contaminant (en général annuel) par individu, s'il s'agit des hommes ou des animaux, par unité fabriquée, s'il s'agit des industries, ou par unité de surface, s'il s'agit de contaminants de source diffuse. La formule générale de la charge (F), devient donc :

$$F = \sum_k CE_k N_k \quad (\text{éq. 11.2})$$

où k est le nombre de sources de contamination, CE_k est le coefficient d'exportation pour le $k^{\text{ième}}$ type de source et N_k est le nombre d'unités de contaminants pour le $k^{\text{ième}}$ type de source.

Cette méthode a l'avantage d'être simple, rapide et peu coûteuse. Cependant, les coefficients d'exportation sont peu précis, notamment parce que les pertes de contaminants ne sont pas seulement influencées par les types d'utilisations du territoire, mais aussi par de nombreux facteurs tels que le régime hydrologique, les conditions climatiques, la géologie, la topographie, les types de sol et les pratiques agricoles. Par exemple, en étudiant le cas de 38 bassins versants de lacs aux États-Unis, Rast et Lee (1983) ont estimé que les charges d'azote et de phosphore total calculées à partir des coefficients d'exportation se situaient dans une fourchette de plus ou moins un facteur des charges réellement observées. Pour éviter de commettre des erreurs importantes, il faut donc choisir les coefficients qui sont réalistes pour le bassin versant à l'étude. C'est pour cette raison que Wickham et al. (2003) recommandent d'utiliser les coefficients d'exportation comme un moyen d'évaluation, et non comme un estimé sûr, pour déterminer les risques de contamination de l'eau dans un bassin versant où on n'effectue pas de suivi de la qualité de l'eau. Lin (2004) a publié une revue des coefficients d'exportation que l'on retrouve dans la documentation. Le tableau 11.1 reprend une partie de ses données.

Tableau 11.1 Coefficients d'exportation de l'azote et du phosphore total aux États-Unis

Utilisations du territoire	Azote total (kg/ha-an)		Phosphore total (kg/ha-an)		Référence
	Moyenne (écart-type)	Min.-Max.	Moyenne (écart-type)	Min.-Max.	
Forêt	2,86	1,38-6,26	0,236	0,019-0,830	Adapté de Reckhow, Beaulac, & Simpson (1980) ¹
Cultures à grand interligne ⁴	16,09	2,10-79,6	4,46	0,26-18,6	
Cultures à interligne étroit ⁵	5,19	0,97-7,72	1,08	0,10-2,90	
Pâturages	8,65	1,48-30,8	1,50	0,14-4,90	
Agriculture mixte	16,53	2,82-41,5	1,13	0,08-3,25	
Zone résidentielle	9,97	1,48-38,5	1,91	0,19-6,23	
Agriculture		2,1-79,6		0,06-2,9	Adapté de Loehr, Ryding, & Sonzogni (1989) ²
Terre vierge		0,5-6,0		0,05-0,25	
Forêt		1,0-6,3		0,007-0,88	
Pâturage		3,2-14		0,05-0,6	
Zone résidentielle		5-7,3		0,77-2,2	
Zone commerciale		1,9-11		0,1-7,6	
Zone industrielle		1,9-14		0,4-4,1	
Forêt	3,72(0,30)		0,112(0,023)		Adapté de Clesceri, Curran, & Sedlak (1986) ³
Mixte	4,07(1,01)		0,176(0,032)		
Agriculture	6,69(4,82)		0,262(0,122)		

¹Ces données ont été obtenues à partir d'une revue de documentation exhaustive.

²Il s'agit de la mise à jour d'une ancienne étude publiée par Loehr en 1974, qui constitue une compilation des coefficients d'exportation de divers contaminants mesurés à différents endroits aux États-Unis et en Europe.

³Les données proviennent d'une étude faite dans 17 bassins versants du Wisconsin (États-Unis).

⁴Il s'agit de cultures telles que le maïs, le soya, la pomme de terre, les légumes, les haricots, le tabac et les lentilles.

⁵Il s'agit de cultures telles que le blé, l'avoine, l'orge, les céréales mélangées, le sarrasin, le seigle, le millet et le triticale.

11.1.1.2 FONCTIONS DE CHARGE

Les fonctions de charge (loading function) constituent un compromis entre l'empirisme des coefficients d'exportation et la complexité des modèles de simulation de la qualité de l'eau (Kauark Leite, 1990). Elles sont basées sur le principe qu'il existe une relation entre la charge annuelle d'un contaminant et le volume d'eau ruisselé pour un type d'utilisation du territoire donné. C'est ainsi que nous avons pu déterminer des fonctions de charge dans des bassins versants québécois à partir d'études que nous avons effectuées antérieurement (Gangbazo & Le Page, 2005; Gangbazo et al., 2005). Les équations sont de la forme suivante :

Pour $SC < 1\%$:

$$F_N = 0,00624077Q_R \quad (\text{éq. 11.3})$$

$$F_P = 0,02544473Q_R \quad (\text{éq. 11.4})$$

Pour $1\% \geq SC \leq 15\%$

$$F_N = 0,31728389Q_R \quad (\text{éq. 11.5})$$

$$F_P = 0,03410370Q_R \quad (\text{éq. 11.6})$$

Pour $15\% > SC \leq 60\%$

$$F_N = 1,04461481Q_R \quad (\text{éq. 11.7})$$

$$F_P = 0,05033845Q_R \quad (\text{éq. 11.8})$$

où SC représente la proportion de la superficie cultivée, exprimée en pourcentage de la superficie totale du bassin versant, F_N et F_P représentent respectivement les charges annuelles d'azote total et de phosphore total, exprimées en kg N ou $\text{P}/\text{km}^2\text{-an}$, et Q_R le volume d'eau ruisselé (débit à l'exutoire de la rivière) exprimé en hm^3/an .

En l'absence de données de débits, le volume annuel d'eau ruisselé peut être estimé à partir du débit d'une rivière située dans la même région que la rivière dont on veut évaluer la charge de contaminants. La formule suivante peut être utilisée :

$$Q_{R1} = \frac{Q_{R2}}{S_2} S_1 \quad (\text{éq. 11.9})$$

où Q_{R1} est le débit annuel à l'endroit de la rivière dont on désire connaître la charge du contaminant exportée, S_1 est la superficie du bassin versant à cet endroit, et S_2 est la superficie du bassin versant au site de cette station hydrométrique.

Toutefois, la transposition de valeurs de débits d'un bassin versant à un autre doit faire l'objet de précautions. En effet, il faut s'assurer que le bassin versant de référence (Q_{R2}, S_2) soit hydrologiquement comparable au bassin versant à l'étude. Idéalement, on favorisera l'utilisation de plusieurs bassins versants de référence, ce qui permet de comparer les résultats de transposition vers le bassin versant

à l'étude. Les critères sur la base desquels on doit sélectionner les bassins versants de référence peuvent se résumer comme suit :

- ◇ Posséder un régime hydrologique naturel ou peu influencé par la présence de barrages et des stations hydrométriques pour lesquelles on trouve une quantité suffisante de données hydrométriques;
- ◇ Posséder des caractéristiques physiques et climatiques comparables à celles du bassin versant étudié, soit :
 - ◇ la superficie du bassin versant;
 - ◇ la longueur du cours d'eau;
 - ◇ la pente moyenne du cours d'eau;
 - ◇ le pourcentage de lacs et de marais;
 - ◇ le pourcentage de forêt;
 - ◇ la quantité de précipitations moyennes annuelles.

La détermination de ces caractéristiques n'est pas obligatoire (sauf en ce qui concerne la superficie du bassin versant), mais leur connaissance permet de porter un meilleur jugement sur les résultats obtenus. Pour plus d'informations, on peut se référer au *Guide sommaire des méthodes d'estimation des débits d'étiage pour la province de Québec*, diffusé sur le site Web du CEHQ à l'adresse suivante : <http://www.cehq.gouv.qc.ca/debit-etiage/methode/index.htm>. Ce guide traite particulièrement du calcul des statistiques de débits d'étiage, mais constitue une bonne description de la démarche qui, à quelques différences près, s'applique aussi au calcul des statistiques de débits de crue.

11.1.1.3 MODÈLES STATISTIQUES

Dans le domaine de l'estimation de la charge d'un contaminant exportée par un cours d'eau, on appelle « modèle statistique » une régression entre la charge d'un contaminant et des variables explicatives. L'équation universelle des pertes de sols (Wischmeier & Smith, 1978) est l'un des modèles statistiques les plus connus et les plus utilisés dans le monde. D'autres auteurs, dont Omernick (1977), Correl (1977) et Gangbazo (2000), ont aussi élaboré des modèles statistiques. Ces derniers modèles lient la concentration d'un contaminant aux utilisations du territoire dans le bassin versant.

Récemment, Gangbazo et al. (2005) ont utilisé les données de 44 rivières du Québec pour élaborer un modèle statistique qui lie la concentration de phosphore total à l'embouchure des rivières aux utilisations du territoire. L'équation est de la forme :

$$C_p = 0,00285GI + 0,015 \quad (\text{éq. 11.10})$$

où C_p est la concentration médiane annuelle de phosphore total en mg/l, et où GI représente la proportion des cultures à grand interligne (le maïs, le soya, la pomme de terre, les légumes, le haricot, le tabac et les lentilles) en pourcentage par rapport à la superficie du bassin versant. Une fois la concentration de phosphore déterminée, il est possible d'estimer la charge en multipliant la concentration par le débit moyen annuel et en utilisant un facteur de conversion approprié. Bien

entendu, le débit peut provenir des données d'une station hydrométrique, s'il en existe une, ou de l'équation 11.9, le cas échéant. Notons que les auteurs n'ont pas conçu de relation pour l'azote total.

11.1.2 EXISTENCE DE DONNÉES DE CONCENTRATIONS ET DE DÉBITS

Les données de suivi de la quantité de l'eau (débit) et de la qualité de l'eau (concentration) peuvent être utilisées directement pour estimer la charge d'un contaminant. Puisque les données de suivi représentent les conditions qui existent dans la rivière, l'estimé qui en résulte, si l'on utilise une méthode d'estimation appropriée, représente la charge totale qui sort du bassin versant en amont du site d'échantillonnage. La charge ainsi calculée peut aider à évaluer les impacts en aval. Elle peut aussi être utilisée pour calculer la charge par unité de surface, et pour comparer les charges locales à celles d'autres bassins versants.

11.1.2.1 DONNÉES PONCTUELLES DE CONCENTRATIONS ET DE DÉBITS

Il s'agit des cas où l'on dispose de n couples de valeurs de concentrations (C) et de débits (Q) sur une période de temps (T). Les méthodes présentées ci-dessus peuvent être utilisées pour estimer la charge d'un contaminant pour la période au cours de laquelle on dispose des données, ou pour l'année entière si le temps (T) couvre l'année entière. Dans tous les cas, on peut utiliser l'une des deux équations qui suivent et qui consistent essentiellement à multiplier la concentration par le débit :

1. Produit des moyennes : la charge moyenne (F) est égale au produit de la concentration moyenne par le débit moyen :

$$F = \left(\sum_i^n C_i \right) / n \left(\sum_i^n Q_i \right) / n = \bar{C} \bar{Q} \quad (\text{éq. 11.11})$$

2. Moyenne des produits : la charge moyenne (F) est égale à la moyenne des charges instantanées :

$$F = \left[\sum_i^n (C_i Q_i) \right] / n = \overline{CQ} \quad (\text{éq. 11.12})$$

Selon Kauark Leite (1990), ces deux méthodes sont d'autant plus imprécises que les débits et les concentrations sont variables dans le temps et que l'intervalle entre deux mesures de concentrations ou de débits est long.

11.1.2.2 DONNÉES PONCTUELLES DE CONCENTRATIONS ET DONNÉES DE DÉBITS EN CONTINU

Contrairement aux concentrations, pour lesquelles on ne dispose pas d'équipement d'échantillonnage automatisé de la qualité de l'eau, les mesures de débits peuvent être

facilement obtenues par l'enregistrement continu des hauteurs d'eau dans une rivière à l'endroit du prélèvement grâce à l'installation d'une station hydrométrique. Cette situation fait que, dans la plupart des cas, comme aux stations du Réseau-rivières du MDDEP, on dispose de données de débits en continu (ex. : sur une base journalière) et de données de concentrations à un intervalle de temps relativement long (ex. : bimensuel ou mensuel). Le problème engendré par cette situation se traduit par l'apparition d'un biais systématique lors du calcul des charges.

Plusieurs techniques statistiques ont été élaborées pour estimer la charge d'un contaminant à partir des données de l'échantillonnage périodique de la qualité de l'eau et de la mesure en continu du débit. Ces techniques, qui se basent sur la relation entre les concentrations et les débits, permettent de prédire la charge au cours des périodes où il n'y a pas eu d'échantillonnage de la qualité de l'eau. Pour en arriver à une bonne estimation de la charge à l'aide de ces techniques, une longue période de collecte de données de débits est nécessaire. Nous présentons ci-après le logiciel FLUX, qui utilise les techniques statistiques en question.

FLUX, développé par Walker (1999), est un logiciel interactif permettant d'estimer les charges d'éléments nutritifs et d'autres composés tels que les matières en suspension. Le logiciel propose six méthodes pour déterminer la charge d'un contaminant, dont la méthode par estimateur de Beale, qui donne les résultats les moins biaisés dans la plupart des cas.

Pour calculer la charge du contaminant visé, le logiciel FLUX requiert une base de données journalières de débits, combinée à des données de qualité de l'eau (concentrations) comprises dans la même plage de débits. Le choix de la méthode d'estimation de charge qui correspond le mieux au cas à l'étude est laissé à la discrétion de l'utilisateur. La possibilité de stratifier les données en fonction des saisons ou des classes de débits s'avère une option intéressante pour réduire la variance de la charge estimée. Le logiciel fournit également une estimation de l'erreur associée aux calculs, ainsi que plusieurs autres informations sur les données de base. Les analystes de la qualité de l'eau du MDDEP utilisent régulièrement le logiciel FLUX pour estimer la charge d'azote et de phosphore aux stations du Réseau-rivières. Le tableau 11.2 présente les charges d'azote et de phosphore obtenues par Gangbazo & Le Page (2005) aux stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau situées le plus près de l'embouchure de plusieurs rivières du Québec en utilisant cet outil et l'estimateur par ratio de Beale.

Tableau 11.2 Charge d'azote total et de phosphore total à certaines stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau du Québec pour la période allant de 2001 à 2003

Nom du bassin versant	Numéro de la station d'échantillonnage	Charges estimées (t/an)†	
		Phosphore	Azote
À Mars	6070006	19,3	NDS
Aux Anglais	7120007	ND	ND
Aux Brochets (baie Missisquoi)	3040015	27,3	488
Batiscan	5030001	63,3	870
Bayonne	5240001	ND	ND
Bécancour	2400004	71,6	1653
Bonaventure	1080001	25,4	266
Bourlamaque	8010062	ND	ND
Boyer	2300001	22,9	589
Châteauguay	3090001	118	2281
Chaudière	2340050	147	3506
Des Escoumins	7020002	17,7	85
Du Lièvre	4060001	116	1691
Du Loup	5280001	78,5	485
Du Moulin	6090002	ND	ND
Du Nord	4010002	90,0	1097
Etchemin	2330001	93,3	2158
Fouquette	2E90001	ND	ND
Gatineau	4080003	255‡	5325
Jacques-Cartier	5080006	52,8	709
Kamouraska	2260002	ND	ND
L'Assomption	5220003	127	2323
Maskinongé	5260003	36,3	324
Matapédia	1150004	46,5	748
Montmorency	5100014	35,2	464
Nicolet‡	3010008	49,1	1702
Nicolet Sud-Ouest‡	3010009	84,1	1486
Richelieu	3040009	391	9930
Rimouski	2200019	21,5	366
Saint-Charles	5090017	28,9	221
Sainte-Anne	5040007	103	1017
Saint-François	3020031	343	7026
Saint-Maurice	5010007	600	5669
Yamaska	3030023	310	7854

† Moyenne sur trois ans (2001-2003)

‡ Ces deux bassins versants ont été présentés séparément parce qu'il n'y a pas de station d'échantillonnage de la qualité de l'eau en aval de la jonction de la rivière Nicolet Sud-Ouest et de la rivière Nicolet.

§ Données non disponibles, soit parce qu'il n'y avait pas de station de débit, soit parce qu'il n'y avait pas de données sur la qualité de l'eau, soit parce qu'il n'y avait ni station ni données.

11.2 BILAN DES CHARGES D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS À L'ÉCHELLE D'UN BASSIN VERSANT

11.2.1 DÉFINITION

Le bilan entrées-sorties des charges de contaminants (figure 11.1) peut être décrit comme une approche méthodologique consistant à comparer les charges de solutés qui entrent dans un bassin versant donné et celles qui en sortent. En général, le bilan s'écrit à partir de l'équation de conservation de masse, à savoir :

$$\text{Entrées} = \text{Sorties} + \text{variations de stock} \quad (\text{éq. 11.13})$$

ou encore

$$\text{CD} + \text{CP} + \text{CN} = \text{CE} + \Delta C \quad (\text{éq. 11.14})$$

ce qui donne :

$$\text{CE} = \text{CD} + \text{CP} + \text{CN} - \Delta C \quad (\text{éq. 11.15})$$

L'élaboration du bilan entrées-sorties revient à considérer le bassin versant comme une « boîte noire » (ou plusieurs « boîtes noires » juxtaposées), sans chercher à reconstituer l'évolution intermédiaire du contaminant en cause. En général, on fait une hypothèse de somme nulle pour estimer les termes manquants du bilan.

Dans l'équation 11.13, les entrées correspondent aux apports de sources diffuses provenant notamment de l'agriculture (CD), aux apports de sources ponctuelles provenant des rejets d'eaux usées municipales et industrielles traitées ou non traitées (CP) ainsi qu'aux apports de sources naturelles provenant des zones boisées (CN). Les sorties correspondent aux exportations par l'exutoire du bassin versant (CE), c'est-à-dire à la charge estimée à l'embouchure du bassin versant. Les variations du stock (ΔC) correspondent à l'accumulation durable ou temporaire d'éléments dans les sédiments au fond des cours d'eau. Elles sont calculées positivement quand il y a augmentation de stock, et négativement dans le cas contraire. Gangbazo, Cluis & Buon (2002) ont établi un bilan des charges de phosphore dans le bassin versant de la rivière Boyer Nord (29,8 km²). Leurs données ont permis de montrer que 85 % des apports de phosphore par les fertilisants sont retenus dans le bassin versant, soit dans les champs, en grande partie, et dans les sédiments du fond de la rivière. En fait, sur une base annuelle, une très faible partie du phosphore qui entre dans les rivières y est stockée. Les chiffres sont d'en moyenne 8 % au Danemark (Kronvang et al., 1993).

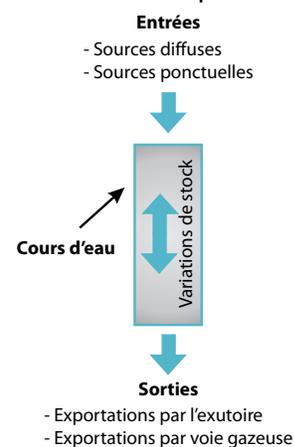


Figure 11.1 Schéma du principe du bilan entrées-sorties à l'échelle d'un bassin versant

11.2.2 ÉVALUATION DES TERMES DU BILAN

Les différents termes du bilan sont soit estimés, soit calculés. Les apports de source ponctuelle par les eaux usées municipales et industrielles sont souvent disponibles auprès des organisations gouvernementales qui disposent, en général, d'un inventaire des rejets de source ponctuelle sur le territoire des bassins versants. La méthode d'estimation des charges ponctuelles de source municipale est décrite à l'annexe 3. Les apports de source naturelle sont de l'ordre de 1 kg N_{total}/ha-an (Gangbazo & Babin, 2000) et de 0,1 kg P_{total}/ha-an (Budd & Meals, 1994; Clesceri et al., 1986; Rast & Lee, 1983). Par contre, les apports de source diffuse agricole sont relativement difficiles à évaluer. Généralement, elles correspondent aux apports sous forme d'engrais minéraux et organiques, ainsi qu'aux apports dus à la minéralisation nette et à la fixation biologique de l'azote lorsqu'il s'agit d'établir le bilan de cet élément à l'échelle du bassin versant. Pour contourner cette difficulté, les apports de source diffuse sont calculés en soustrayant les charges de source ponctuelle et naturelle de la charge exportée à l'exutoire du bassin versant. Pour ce faire, on utilise la formule suivante :

$$CD = CE - CP - CN + ?C \quad (\text{éq. 11.16})$$

Les charges exportées à l'exutoire du bassin versant sont généralement calculées à partir de la mesure des concentrations du contaminant dans le cours d'eau et par celle du débit. Mais comme nous l'avons mentionné précédemment, ces données ne sont pas toujours disponibles, ce qui fait qu'il faut s'en remettre à l'une ou l'autre des méthodes décrites à la section 11.1. Le stock et ses variations sont difficiles à évaluer. Aussi, dans plusieurs études, ce terme du bilan est soit considéré comme négligeable, soit déduit par soustraction des termes « sorties » et « entrées ». Le tableau 11.3 montre les résultats du bilan des charges de phosphore obtenus par Gangbazo et al. (2005) aux stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau situées le plus près de l'embouchure de plusieurs rivières du Québec.

11.2.3 INCERTITUDES LIÉES AU BILAN DES CHARGES D'ÉLÉMENTS NUTRITIFS

Il existe au moins trois sources d'incertitudes. La première tient au fait qu'une partie des données doit être estimée, faute d'informations fiables, alors que l'autre partie est calculée. La précision du bilan dépend donc de la qualité de l'information utilisée pour l'établir, celle-ci provenant souvent de sources disparates. La deuxième est due à la dépendance des apports diffus à l'égard des précipitations, et à l'influence de cette dépendance sur le stockage des contaminants dans les sédiments. Ces phénomènes peuvent faire en sorte que la contribution des charges diffuses agricoles augmente lors des années plutôt « humides » et qu'elle diminue lors des années plutôt « sèches ». La troisième source d'incertitudes est due à la difficulté d'évaluer le stock et ses variations. C'est le cas, notamment, des contaminants tels que le phosphore, qui a une affinité avec les fines particules de sol comme l'argile. Le fait de négliger le stock et ses variations, faute de connaissances approfondies sur le sujet, revient à considérer que le bassin versant est dans un état « stationnaire », ce qui n'est pas toujours exact. En effet, bien que les variations du stock dans les sédiments puissent être négligeables sur une longue période de temps, celles-ci peuvent jouer un rôle important sur le bilan d'une année à l'autre, surtout lorsqu'on compare les années sèches aux années humides.

Tableau 11.3 Bilan des charges de phosphore total dans plusieurs bassins versants du Québec pour la période allant de 2001 à 2003

Nom du bassin versant	Charge estimée (CE)†	Charge de source ponctuelle (CP)		Charge de source naturelle (CN)		Charge de source diffuse (CD)	
	t/an	t/an	%‡	t/an	%‡	t/an	%‡
À Mars	19,3	NDS	ND	6,40	33,2	ND	ND
Aux Anglais	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Aux Brochets (baie Missisquoi)	27,3	1,19	4,34	ND	ND	26,1	95,7
Batiscan	63,3	8,15	12,9	45,0	71,1	10,1	16,0
Bayonne	ND	1,33	ND	2,33	ND	ND	ND
Bécancour	71,6	15,7	21,9	20,2	28,2	35,8	49,9
Bonaventure	24,9	1,09	4,39	23,8	95,6	0,0	0,0
Bourlamaque	ND	ND	ND	6,92	ND	ND	ND
Boyer	22,9	0,84	3,65	0,94	4,12	21,1	92,2
Châteauguay	118	14,4	12,24	12,6	10,7	90,7	77,1
Chaudière	147	40,3	27,4	57,3	38,9	49,8	33,8
Des Escoumins	17,7	ND	ND	8,04	45,5	ND	ND
Du Lièvre	112	11,6	10,4	94,5	84,6	5,61	5,02
Du Loup (Mauricie)	78,5	3,78	4,82	14,0	17,8	60,7	77,4
Du Moulin	ND	0,72	ND	3,58	ND	ND	ND
Du Nord	90	40,1	44,6	20,3	22,5	29,6	32,9
Etchemin	93,3	11,6	12,4	11,1	11,9	70,6	75,7
Fouquette	ND	3,51	ND	0,42	ND	ND	ND
Gatineau	241	6,35	2,63	235	97,4	0,0	0,0
Jacques-Cartier	52,8	4,55	8,62	24,5	46,5	23,7	44,9
Kamouraska	ND	1,60	ND	2,24	ND	ND	ND
L'Assomption	127	45,5	35,9	36,8	29,0	44,6	35,1
Maskinongé	36,3	1,42	3,91	10,2	28,0	24,7	68,1
Matapédia	41,7	5,61	13,5	36,0	86,4	0,07	0,16
Montmorency	35,2	0,96	2,74	11,4	32,5	22,8	64,8
Nicolet	49,1	10,4	21,2	10,9	22,2	27,8	56,6
Nicolet Sud-Ouest	84,1	5,21	6,19	10,9	12,9	68,0	80,9
Richelieu	391	62,1	15,9	95,7	24,5	233	59,7
Rimouski	21,5	0,65	3,03	15,5	72,3	5,31	24,7
Saint-Charles	28,9	0,23	0,78	4,98	17,2	23,7	82,0
Sainte-Anne	103	5,45	5,30	25,1	24,4	72,3	70,3
Saint-François	343	67,9	19,8	86,3	25,1	189	55,1
Saint-Maurice	600	54,0	9,00	432	72,0	114	19,0
Yamaska	310	49,6	16,0	25,5	8,22	235	75,8

† Charge actuelle estimée à la station d'échantillonnage de la qualité de l'eau (moyenne sur trois ans, de 2001 à 2003)

‡ Pourcentage par rapport à la charge annuelle estimée

§ Données non disponibles, soit parce qu'il n'y avait pas de station de débit, soit parce qu'il n'y avait pas de données sur la qualité de l'eau, soit parce qu'il n'y avait ni station ni débit.

11.3 ÉVALUATION DE LA CHARGE TOTALE MAXIMALE D'UN CONTAMINANT ET DE LA RÉDUCTION NÉCESSAIRE DE LA CHARGE D'UN CONTAMINANT POUR RESPECTER UN CRITÈRE DE QUALITÉ DE L'EAU DE SURFACE

On appelle « charge totale maximale admissible » (CTMA) la charge totale provenant de sources anthropiques et naturelles qui permet de respecter le critère de qualité d'un contaminant à un point précis d'une rivière, par exemple à l'embouchure. Cette charge équivaut à la capacité de support de la rivière relativement au contaminant en question (Gangbazo et al., 2005).

La charge totale maximale admissible peut être estimée en multipliant le débit moyen annuel d'une rivière à son embouchure (Q_m) par le critère de concentration du contaminant pour un usage donné (C_c), soit :

$$CTMA = Q_m \times C_c \quad (\text{éq. 11.17})$$

On obtient la réduction nécessaire au respect du critère de qualité du contaminant pour un usage donné en soustrayant la charge totale maximale admissible (CTMA) de la charge actuelle (CE) – (équation 11.18). En réalité, cette valeur correspond à l'effort d'assainissement, c'est-à-dire à l'objectif que des acteurs réunis au sein d'un OBV peuvent poursuivre⁸⁵. Évidemment, selon l'importance de l'effort requis, ce dernier pourrait être atteint sur une période plus ou moins longue.

$$R = CE - CTMA \quad (\text{éq. 11.18})$$

$$PR = 100 \times [(CE - CTMA)/CE] \quad (\text{éq. 11.19})$$

où :

R = réduction nécessaire de la charge du contaminant, soit l'effort d'assainissement;

PR = pourcentage de réduction nécessaire de la charge du contaminant;

CE = charge actuelle estimée à la station d'échantillonnage de la qualité de l'eau;

CTMA = charge totale maximale admissible à la station d'échantillonnage de la qualité de l'eau.

Le tableau 11.4 montre les résultats de ces calculs, qui ont été faits par Gangbazo & Le Page (2005) aux stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau situées le plus près de l'embouchure de plusieurs rivières du Québec. Pour les besoins du présent manuel, nous désignerons la méthode de calcul d'objectifs décrite ci-dessus (équations 11.18 et 11.19) par « méthode des deltas modifiée », par opposition à une autre méthode appelée « méthode des deltas », que nous décrivons ci-après.

⁸⁵ Rappelons qu'au Québec, pour le moment, la détermination des objectifs à atteindre dans le cadre d'un plan directeur de l'eau est laissée à la discrétion des acteurs réunis au sein des organismes de bassin versant, ce qui n'est pas le cas dans d'autres États, ceux de la Communauté européenne par exemple.

Tableau 11.4 Charge totale maximale de phosphore total admissible et effort d'assainissement nécessaire pour respecter le critère de concentration du phosphore pour la prévention de l'eutrophisation aux stations d'échantillonnage de la qualité de l'eau

Nom du bassin versant	Numéro de la station d'échantillonnage	Charge estimée (CE) [†]	Charge totale maximale admissible (CTMA) [‡]	Effort d'assainissement nécessaire ^{††}	
		t/an	t/an	t/an	% ^{‡‡}
À Mars	6070006	ND§	ND	ND	ND
Aux Anglais	7120007	ND	ND	ND	ND
Aux Brochets (baie Missisquoi)	3040015	27,3	7,20	20,1	73,7
Batiscan	5030001	63,3	78,3	-15,0	-23,7
Bayonne	5240001	ND	ND	ND	ND
Bécancour	2400004	71,6	47,4	24,2	33,8
Bonaventure	1080001	ND	ND	ND	ND
Bourlamaque	8010062	ND	ND	ND	ND
Boyer	2300001	22,9	4,00	18,9	82,5
Châteauguay	3090001	118	31,2	86,5	73,5
Chaudière	2340050	147	102	45,4	30,8
Des Escoumins	7020002	ND	ND	ND	ND
Du Lièvre	4060001	112	164	-52,7	-47,2
Du Loup	5280001	78,5	19,6	58,9	75,0
Du Moulin	6090002	ND	ND	ND	ND
Du Nord	4010002	90	36,0	54,0	60,0
Etchemin	2330001	93,3	37,1	56,2	60,2
Fouquette	2E90001	ND	ND	ND	ND
Gatineau	4080003	241	399	-158	-65,4
Jacques-Cartier	5080006	52,8	60,7	-7,91	-15,0
Kamouraska	2260002	ND	ND	ND	ND
L'Assomption	5220003	127	61,1	65,8	51,9
Maskinongé	5260003	36,3	15,0	21,3	58,7
Matapédia	1150004	ND	ND	ND	ND
Montmorency	5100014	ND	ND	ND	ND
Nicolet ^{†††}	3010008	49,1	28,1	21,0	42,8
Nicolet Sud-Ouest ^{†††}	3010009	84,1	27,1	57,0	67,8
Richelieu	3040009	391	346	45,4	11,6
Rimouski	2200019	21,5	25,3	-3,80	-17,6
Saint-Charles	5090017	28,9	8,90	20,0	69,2
Sainte-Anne	5040007	103	69,2	33,7	32,7
Saint-François	3020031	343	262	81,2	23,6
Saint-Maurice	5010007	600	629	-29,1	-4,85
Yamaska	3030023	310	65,2	245	79,0

[†] Charge actuelle estimée à la station d'échantillonnage de la qualité de l'eau (moyenne sur trois ans, de 2001 à 2003).

[‡] Charge provenant de sources anthropiques et naturelles permettant de respecter le critère de concentration de phosphore pour la prévention de l'eutrophisation (0,030 mg/l).

^{††} Valeur négative : quantité dont on peut augmenter la charge de phosphore total tout en respectant le critère de concentration de phosphore pour la prévention de l'eutrophisation. Valeur positive : quantité dont il faut réduire la charge de phosphore total pour respecter le critère de concentration de phosphore pour la prévention de l'eutrophisation.

^{†††} Ces deux bassins versants ont été présentés séparément parce qu'il n'y a pas de station d'échantillonnage de la qualité de l'eau en aval de la jonction de la rivière Nicolet Sud-Ouest et de la rivière Nicolet.

^{‡‡} Pourcentage calculé par rapport à la charge estimée.

§ Données non disponibles, soit parce qu'il n'y avait pas de station de débit, soit parce qu'il n'y avait pas de données sur la qualité de l'eau, soit parce qu'il n'y avait ni station ni données.

La méthode des deltas a été considérée par le MDDEP comme une approche pouvant être adaptée au calcul du pourcentage de réduction nécessaire des charges de contaminants à une station d'échantillonnage de la qualité de l'eau, indépendamment des sources de pollution. Dans cette méthode, le pourcentage de réduction nécessaire de la charge d'un contaminant est calculé comme suit (Gouin, 1984) :

$$PR = 100 - 100 \times [(CE - CN)/(CTMA - CN)] \quad (\text{éq. 11.20})$$

où :

PR = pourcentage de réduction nécessaire de la charge du contaminant;

CE = charge actuelle, estimée à la station d'échantillonnage de la qualité de l'eau;

CTMA = charge totale maximale admissible à la station d'échantillonnage de la qualité de l'eau;

CN = charge naturelle, c'est-à-dire le « bruit de fond » de la rivière.

En vertu de la méthode des deltas, utilisée de façon occasionnelle par le MDDEP, la charge actuelle à la station d'échantillonnage de la qualité de l'eau est estimée en multipliant la concentration mesurée à la station par le débit. On recommande d'utiliser les débits journaliers pour la période estivale, ainsi qu'une concentration journalière interpolée à partir des concentrations mesurées au moins une fois par semaine. La charge totale maximale admissible est, pour un paramètre de qualité de l'eau donné, la valeur du critère de qualité de l'eau, choisie en fonction des usages à récupérer, multipliée par le débit moyen estival à la station. La charge naturelle est calculée en multipliant la concentration naturelle du contaminant par le débit moyen estival. Gouin (1984) estime que, comme cette méthode permet de déterminer des objectifs à un point donné du réseau hydrographique (à l'embouchure, par exemple), les objectifs ainsi fixés ne sont pas assez précis pour éviter ou prévoir des détériorations à l'intérieur de la rivière, comparativement à d'autres méthodes de calcul applicables aux sources ponctuelles seulement.

Le fait que la méthode des deltas soit basée sur le débit moyen estival lui confère un désavantage majeur par rapport à la méthode des deltas modifiée : celui de sous-estimer l'influence de la pollution de source diffuse d'origine agricole sur les usages de l'eau dans les grands bassins versants. Ce type de pollution est généré par les précipitations et, selon les conditions d'écoulement de l'eau, les contaminants transportés peuvent se déposer au fond des rivières pour être remis en suspension plus tard, si bien que leurs effets peuvent se manifester plus tard aussi. Par conséquent, à notre avis, la méthode des deltas est applicable surtout aux petits cours d'eau. On sait que, sur une base annuelle, seule une infime fraction des éléments nutritifs et des sédiments qui entrent dans ces cours d'eau y sont stockés. Ce phénomène s'explique par ce qu'il est convenu d'appeler le « nettoyage printanier », qui a été mis en évidence, en France, par Probst (1985), et au Québec par Lapp, Madramootoo, Enright, Papineau & Perrone (1998) ainsi que par Gangbazo, Cluis & Buon (2002). Dans un petit bassin versant, les eaux de ruissellement dues aux fontes printanières transportent à l'extérieur du bassin versant presque tous les contaminants qui ont pu se déposer au fond d'une rivière au cours de l'année hydrologique précédente.

Nous vous proposons d'utiliser la méthode des deltas modifiée pour déterminer les objectifs relatifs à la réduction des charges d'un contaminant. Cette proposition tient compte du fait que la plupart

des modèles mathématiques disponibles pour déterminer des scénarios permettant de résoudre les problématiques relatives à la qualité de l'eau des rivières prédisent les concentrations et les charges d'un contaminant en tout point du réseau hydrographique. Elle tient compte aussi de l'état des connaissances sur les sources de pollution diffuse d'origine agricole.

Nous avons élaboré la méthode des deltas modifiée en nous inspirant, bien sûr, de la méthode des deltas, mais en nous appuyant aussi sur un concept proposé par Foran, Butler, Clekner & Bulkley (1991) pour contrôler la pollution diffuse d'origine agricole en utilisant la notion d'objectif environnemental. Dans un bassin versant où l'agriculture occupe une place prépondérante, ces auteurs entendent par « exigences de rejet » les charges maximales de contaminants de source diffuse que l'ensemble des producteurs agricoles d'un bassin versant peuvent rejeter dans une rivière tout en respectant les critères relatifs aux différents usages de l'eau. Leur proposition est la suivante : une fois que ces charges sont connues, les producteurs agricoles du bassin versant devraient travailler collectivement pour les respecter, en utilisant les pratiques appropriées. On sait que, dans un bassin versant à vocation agricole, la responsabilité individuelle des agriculteurs dans la pollution d'une rivière est difficile à établir avec précision. Seule leur responsabilité collective, qui équivaut à la charge totale maximale admissible, peut être établie de façon satisfaisante.

Nous vous suggérons de calculer la charge totale maximale admissible lorsqu'il existe un critère pour un contaminant, comme dans le cas du phosphore, ainsi que l'effort d'assainissement nécessaire. Dans le cas d'un contaminant pour lequel il n'existe pas de critère sous la forme d'une valeur absolue, mais qui peut compromettre la vie aquatique, comme les matières en suspension, vous pouvez quand même fixer un objectif pour réduire la charge de ce contaminant. On sait que la protection de la vie aquatique est assurée par le contrôle de plusieurs paramètres de qualité de l'eau ainsi que par le contrôle des conditions d'habitat. Toutefois, ceux d'entre vous qui désirent faire ces calculs auraient avantage à consulter les professionnels du MDDEP (Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service des avis et des expertises) pour vérifier les hypothèses à utiliser.

Chapitre 12

Diagnostic des ressources en eau : statistiques descriptives, analyses spatiales, temporelles et autres

Contenu du chapitre

- ◇ Éléments de statistiques descriptives
- ◇ Éléments d'analyses spatiales
- ◇ Éléments d'analyses temporelles
- ◇ Autres relations (relations concentration-débit, relations entre divers contaminants, relations entre la qualité de l'eau et les utilisations du territoire dans les bassins versants, etc.)
- ◇ Exemples de graphiques utiles pour illustrer le comportement de la qualité de l'eau dans un bassin versant

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec les analyses statistiques utiles pour décrire l'état de la qualité de l'eau de surface dans un bassin versant;
- ◇ Vous vous apprêtez à analyser vos données.

Il existe plusieurs techniques statistiques permettant de traiter les données relatives à la qualité de l'eau ou toute autre donnée qui concerne un bassin versant, notamment les statistiques descriptives, les analyses spatiales et les analyses temporelles. Le but du présent chapitre est de vous donner des notions générales sur ces techniques et d'illustrer les résultats que vous pouvez en tirer afin que vous en voyiez l'intérêt. Un bon diagnostic des ressources en eau doit faire appel à des analyses statistiques relativement complexes pour un non-initié. Les analystes qui n'y sont pas initiés auront donc avantage à consulter des experts en la matière afin d'utiliser les méthodes appropriées au type d'évaluation qu'ils veulent faire.

12.1 STATISTIQUES DESCRIPTIVES

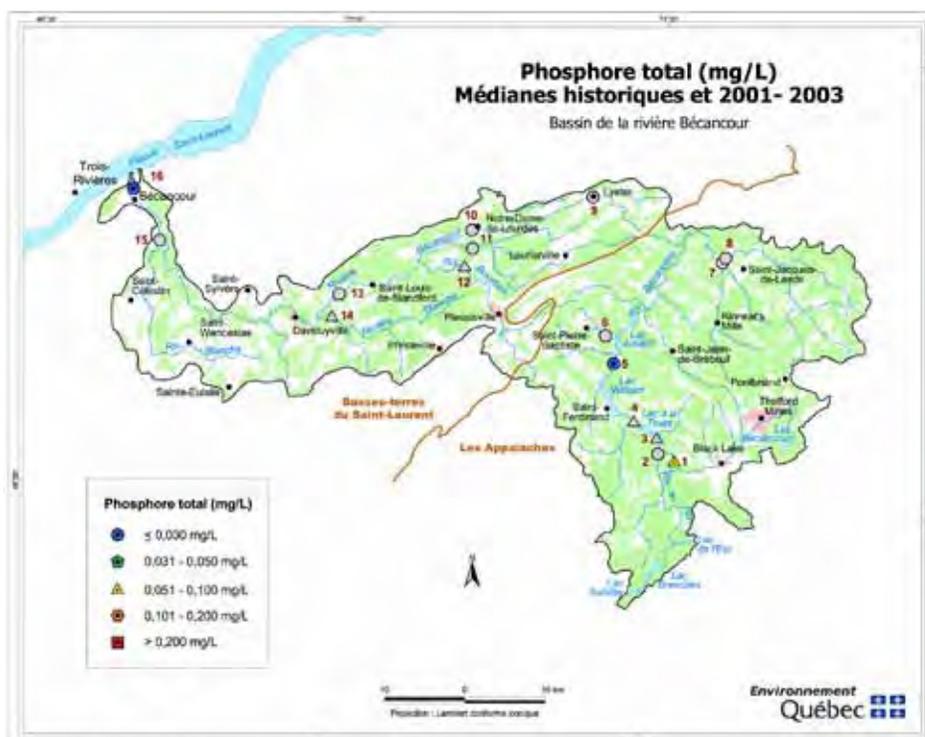
Les statistiques descriptives visent à résumer les données. Les analyses dont il est question incluent l'étendue (ex. : minimum ou maximum), la tendance centrale (ex. : moyenne ou médiane) et la variabilité (écart-type ou coefficient de variation). Il est à souligner que la médiane constitue un meilleur estimateur de la tendance centrale des résultats que la moyenne, en raison de la distribution asymétrique qui caractérise les données physicochimiques, lesquelles affichent parfois des mesures très élevées. Selon les problématiques étudiées, certaines statistiques doivent être présentées pour

toutes les stations et pour toutes les données pertinentes (ex. : contaminants en cause) comme une première étape de l'analyse des données. Des logiciels tels que Microsoft Excel peuvent être utilisés à cet effet. Dans le cas de données de qualité de l'eau en particulier, il est souvent utile d'ajouter aux statistiques citées ci-dessus une estimation du nombre d'échantillons qui dépassent un critère de qualité de l'eau pour un usage donné à toutes les stations.

 Les données physicochimiques que le MDDEP vous transmet sont toujours accompagnées d'un tableau des statistiques descriptives calculées pour chacune des stations et pour la période concernée.

12.2 ANALYSES SPATIALES

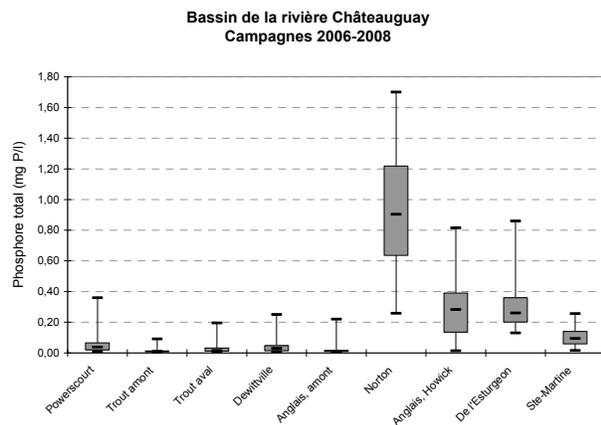
Les analyses spatiales permettent de comparer les données obtenues à plusieurs stations afin de déterminer si les différences sont significatives. Elles ont plusieurs utilités : (1) déterminer, par exemple, la variabilité spatiale de la qualité de l'eau ou des habitats; (2) déterminer l'emplacement potentiel des sources de contamination les plus importantes (« points chauds »); (3) déterminer l'impact d'une source de contamination particulière; (4) déterminer l'effet d'une mesure antipollution. La figure 12.1 montre la variabilité spatiale des concentrations de phosphore total aux stations de la rivière Bécancour. Elle permet de faire ressortir les emplacements où les concentrations médianes sont les plus élevées.



Source : Suzanne Minville (MDDEP)

Figure 12.1 Variation spatiale des concentrations médianes de phosphore total dans le bassin de la rivière Bécancour

Une autre façon d'analyser les données pour déterminer les « points chauds » consiste à produire un graphique de type « boîte à moustache » (*box plot*). L'avantage de ce type d'illustration est qu'il permet d'afficher à la fois la tendance centrale des résultats obtenus (valeur médiane) et la variabilité des mesures enregistrées à chacune des stations (étendue des résultats). Il permet donc de déterminer les emplacements où la qualité de l'eau peut varier beaucoup en dépit d'une tendance centrale somme toute acceptable. La figure 12.2 présente les mesures de phosphore total enregistrées aux stations du bassin versant de la rivière Châteauguay au cours de la période allant de 2006 à 2008. L'ordre amont-aval des stations étant respecté dans la présentation des résultats, le graphique permet de constater que



Source : Marc Simoneau (MDDEP)

Figure 12.2 Tendance centrale (médiane) et distribution des mesures de phosphore total enregistrées aux stations du bassin versant de la rivière Châteauguay

les niveaux de phosphore des stations de la partie sud du bassin sont faibles et stables, alors que ceux des tributaires, comme le ruisseau Norton et les rivières des Anglais et de l'Esturgeon, sont plus élevés et variables. Par ailleurs, il montre que le ruisseau Norton exerce une grande influence sur l'évolution amont-aval des mesures de phosphore de la rivière des Anglais.

12.3 ANALYSES TEMPORELLES

Les analyses temporelles permettent d'évaluer le comportement de la qualité de l'eau à une ou à plusieurs stations dans le temps. Il peut s'agir de variations à court terme qui se produisent à l'intérieur d'une année, au gré des saisons, ou bien de variations à long terme, qui traduisent une tendance à l'amélioration ou à la dégradation de la qualité de l'eau.

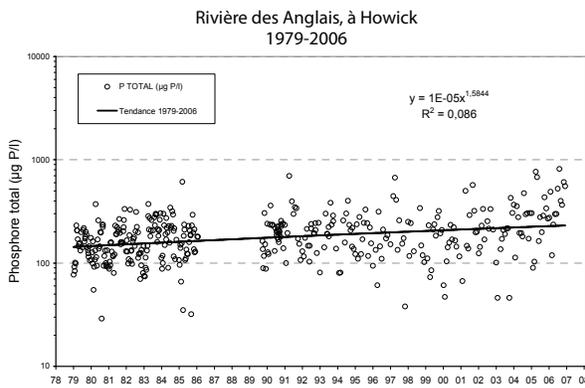
L'analyse de la variabilité à court terme met en évidence les fluctuations cycliques naturelles imputables au passage des saisons et aux variations du régime des précipitations. Elle permet de mettre en lumière les périodes de l'année où la qualité de l'eau fait plus particulièrement défaut, de manière à cerner les sources probables des problèmes observés.

L'analyse de la variabilité à long terme permet de répondre à la question suivante : la qualité de l'eau est-elle en train de s'améliorer ou de se dégrader? En d'autres termes, les fortes concentrations sont-elles de moins en moins ou de plus en plus fréquentes? Le test non paramétrique qui est généralement utilisé pour la détection de tendances est le test de Kendall saisonnier (Helsel & Hirsch, 2002). Les analystes de la qualité de l'eau du MDDEP utilisent le progiciel WQSTAT⁸⁶ pour effectuer les analyses temporelles des données recueillies aux stations du Réseau-rivières. Il s'agit d'un logiciel qui comporte plusieurs particularités, dont :

⁸⁶ Voir à l'adresse http://www.environmental-expert.com/stse_resulteatch_product.aspx?cid=3719&idproduct=30905

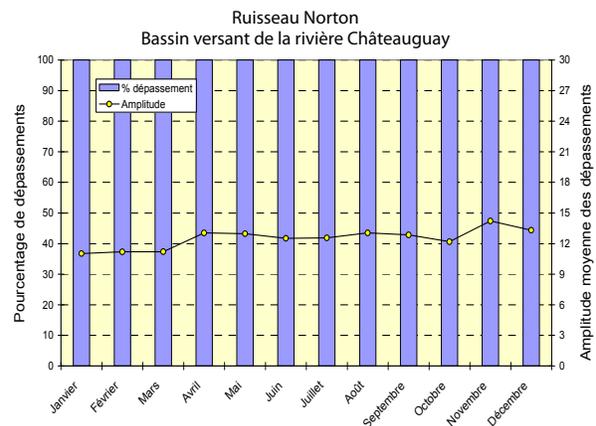
- ◇ Des statistiques descriptives : des séries de temps, des diagrammes en boîtes (saisonnier et annuel), des histogrammes, la saisonnalité et plusieurs tests de normalité;
- ◇ Des analyses de tendances;
- ◇ Plusieurs tests paramétriques et non paramétriques.

La figure 12.3 montre l'évolution de la concentration de phosphore total dans la rivière des Anglais de 1979 à 2006. On y observe une tendance à la hausse. Selon le U. S. EPA (2008), la dégradation de la qualité de l'eau au cours de certains mois ou de certaines saisons (figure 12.4) peut indiquer la présence d'une source de contamination qui est active seulement durant ces périodes. Par exemple, des concentrations élevées en éléments nutritifs ou en bactéries coliformes pendant les mois d'été peuvent être causées par le pâturage du bétail. Ce genre de résultat constitue souvent une raison pour analyser d'autres facteurs (ex. : climat ou débit de la rivière à la station d'échantillonnage de la qualité de l'eau) qui peuvent exacerber la contamination de l'eau pendant les mois d'été.



Source : Marc Simoneau (MDDEP)

Figure 12.3 Évolution temporelle de la concentration de phosphore total dans la rivière des Anglais de 1979 à 2006



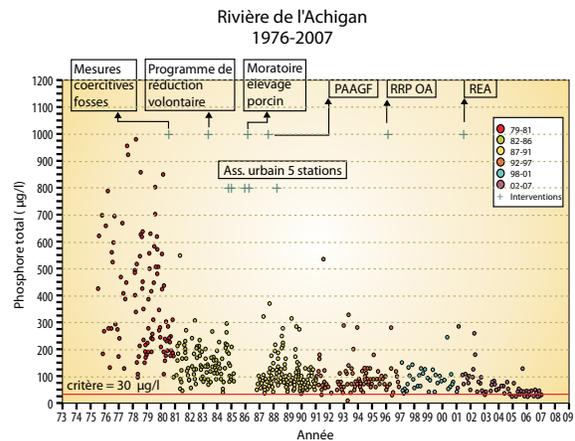
Source : Marc Simoneau (MDDEP)

Figure 12.4 Pourcentage et amplitude moyenne des dépassements mensuels du critère de qualité établi pour le phosphore dans le ruisseau Norton

Dans certains cas, il est souhaitable d'interpréter les résultats d'analyses temporelles en fonction des actions qui ont été menées antérieurement pour corriger une situation. Par exemple, la figure 12.5 illustre l'évolution de la concentration de phosphore total à l'embouchure de la rivière de l'Achigan au cours de la période allant de 1976 à 2007 à la lumière des interventions d'assainissement agricole et urbain.

Source : Marc Simoneau (MDDEP)

Figure 12.5 Évolution de la concentration de phosphore total à l'embouchure de la rivière de l'Achigan de 1976 à 2007



12.4 AUTRES RELATIONS

En plus des analyses statistiques décrites précédemment, il est souvent utile de déterminer d'autres types de relations si les données nécessaires sont disponibles. En voici quelques exemples :

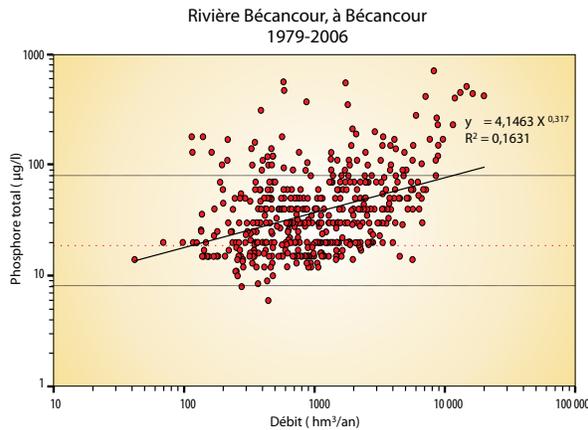
- ◇ Établir les relations concentration-débit;
- ◇ Déterminer les relations entre divers contaminants;
- ◇ Évaluer les relations entre la qualité de l'eau et les utilisations du territoire dans les bassins versants.

12.4.1 RELATION CONCENTRATION-DÉBIT

À une station donnée, une relation significative entre la concentration d'un contaminant et le débit de la rivière peut donner une idée des types de sources de pollution (ponctuelle ou diffuse) qui causent la dégradation de la qualité de l'eau. Par exemple, les contaminants de source diffuse dégradent la qualité de l'eau durant les périodes de débits élevés, lesquels peuvent résulter du ruissellement occasionné par la fonte des neiges ou par les orages. La figure 12.6 illustre une relation de ce type entre la concentration de phosphore total et le débit mesuré à l'embouchure de la rivière Bécancour de 1979 à 2006. Une relation (pente) positive est caractéristique des bassins versants dont une proportion importante est située en territoire agricole et qui sont, par conséquent, soumis à des apports de contaminants de source diffuse.

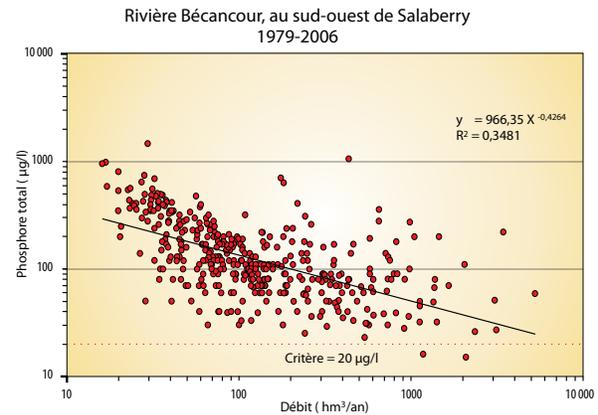
À l'opposé, les contaminants qui émanent de rejets ponctuels relativement constants de sources industrielle ou municipale dégradent davantage la qualité de l'eau durant les périodes d'étiage, c'est-à-dire lorsque les cours d'eau présentent un plus faible pouvoir de dilution. Dans ces cas, une augmentation du débit de la rivière se traduit habituellement par une diminution des concentrations qui résulte de la dilution apportée par les eaux de ruissellement de surface. Ce phénomène s'observe fréquemment dans la partie supérieure des bassins versants. C'est notamment le cas de la rivière Bécancour au sud-ouest de Salaberry, tout juste en aval du rejet de la station d'épuration de Thetford Mines (figure 12.7).

La comparaison des relations concentration-débit calculées avant et après des interventions d'assainissement fait ressortir l'amélioration de la qualité de l'eau et permet de déterminer l'intervention qui en est responsable. Ainsi, une amélioration qui s'étend à l'ensemble de la plage des débits (figure 12.8) sera associée à des mesures d'assainissement qui touchent à la fois des sources ponctuelles et diffuses, tandis qu'une amélioration qui s'observe davantage en période d'étiage s'expliquera par des interventions d'assainissement qui touchent des sources ponctuelles (figure 12.9).



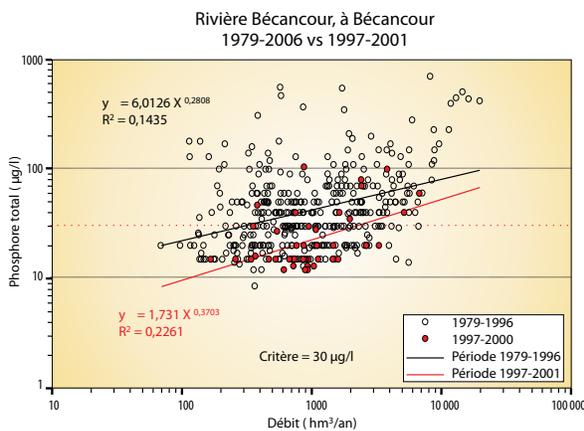
Source : Marc Simoneau (MDDEP)

Figure 12.6 Relation entre la concentration de phosphore total et le débit à l'embouchure de la rivière Bécancour de 1979 à 2006



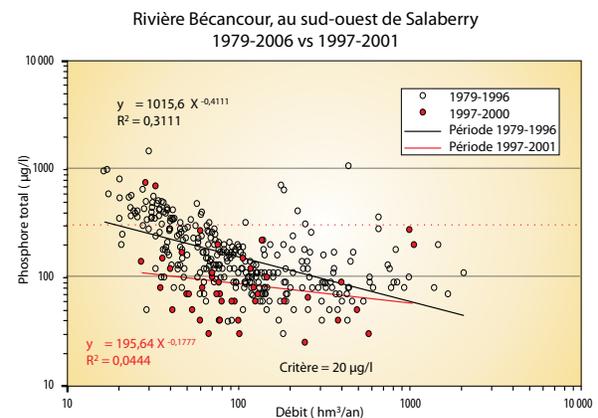
Source : Marc Simoneau (MDDEP)

Figure 12.7 Relation entre la concentration de phosphore total et le débit de la rivière Bécancour à la station située au sud-ouest de Salaberry, en aval de la station d'épuration de Thetford Mines



Source : Marc Simoneau (MDDEP)

Figure 12.8 Comparaison de la relation concentration-débit dans la rivière Bécancour, à Bécancour, avant (1979-1996) et après (1997-2001) les interventions d'assainissement urbain



Source : Marc Simoneau (MDDEP)

Figure 12.9 Comparaison de la relation concentration-débit dans la rivière Bécancour, au sud-ouest de Salaberry, avant (1979-1996) et après (1997-2001) les interventions d'assainissement urbain

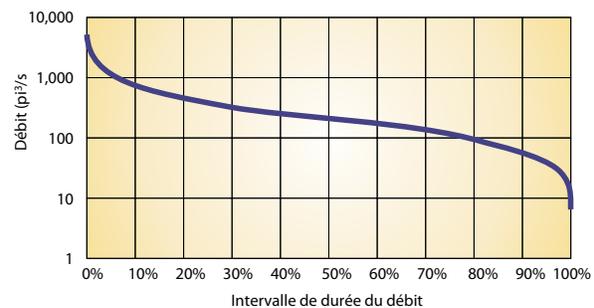
12.4.2 COURBES DE DÉBITS CLASSÉS ET COURBES DE CHARGES CLASSÉES

Une courbe de débits classés peut être un outil de diagnostic utile pour évaluer les conditions de débits « critiques » à l'intérieur desquelles les problèmes de qualité de l'eau se produisent. Ce type de graphique montre le pourcentage du temps où le débit d'une rivière est égal ou supérieur à une valeur donnée au cours de la période d'observation. Par exemple, il peut être utilisé pour montrer le pourcentage du temps où le débit de la rivière pourrait dépasser un débit de conception pour donné (ex. : 1 m³/s), ou pour montrer le débit d'une rivière qui est atteint ou dépassé un certain pourcentage du temps (ex. : 80 % du temps).

L'unité de temps qui est utilisée pour tracer la courbe de débits classés influence beaucoup son apparence. Dans la plupart des études, les débits moyens journaliers sont utilisés, ce qui donne une courbe dont la pente est relativement abrupte. Lorsqu'on utilise les débits moyens sur une longue période de temps (ex. : débits moyens mensuels), la courbe qui en résulte est plus plate que dans le cas précédent, car on fait la moyenne des débits de pointe qui surviennent pendant de courtes périodes de temps et des débits les plus faibles du mois (Oregon State University, 2010).

Pour tracer une courbe de débits classés, les débits sont rangés en ordre décroissant (des valeurs les plus élevées aux valeurs les plus faibles), puis un pourcentage de fréquence est attribué à chaque valeur, celle-ci représentant le pourcentage des valeurs qui sont plus basses que ce débit. Par exemple, un débit dont le centile⁸⁷ est 0 correspond au débit le plus bas, c'est-à-dire à un débit qui n'excède aucun des débits de la série. Le centile 100 correspond au débit le plus élevé, celui qui excède tous les débits de la série. Les analystes qui désirent tracer les courbes de débits classés peuvent utiliser l'utilitaire élaboré par la Oregon State University (2010). Nous avons reproduit une courbe de débits classés à la figure 12.10. La courbe de débits est souvent tracée avec les concentrations correspondantes afin d'évaluer les relations entre la qualité de l'eau et le débit [voir (Cleland, 2002, 2003, 2007)]. Pour ce faire, il faut isoler les débits et les concentrations qui leur sont associées et tracer les données de débits et de concentrations en fonction du centile correspondant au débit.

Une variante de la méthode des courbes de débits classés est la méthode des courbes de charges classées [voir (Cleland, 2002, 2003, 2007; 2003; U. S. EPA, 2007)]. La courbe de charges classées est tracée à partir de la courbe des débits classés, en multipliant les valeurs de débits par le critère de qualité de l'eau par la concentration cible recherchée, et en utilisant le facteur de conversion approprié. L'axe des x correspond, ici encore, aux intervalles de durée des débits, et l'axe des y représente la charge admissible (charge totale maximale admissible) pour chaque valeur de débit. À la figure 12.11, nous avons reproduit la courbe de charges classées obtenue pour la rivière Sevier par Tetra Tech Inc. (s. d.-b), en utilisant, dans ce cas-ci, la cible de 0,05 mg/l pour le phosphore total. La figure 12.11 montre aussi les charges de phosphore total observées, celles-ci étant calculées en multipliant les concentrations des échantillons de phosphore total par le débit instantané au moment de l'échantillonnage. Notons que le débit moyen journalier peut être utilisé si le débit instantané n'est pas connu. Les points qui se situent au-dessus de la courbe de charges classées représentent les dépassements de la cible et sont, par conséquent, des charges qui ne sont pas admissibles. Ceux qui sont sous la courbe respectent la cible et les charges journalières admissibles.



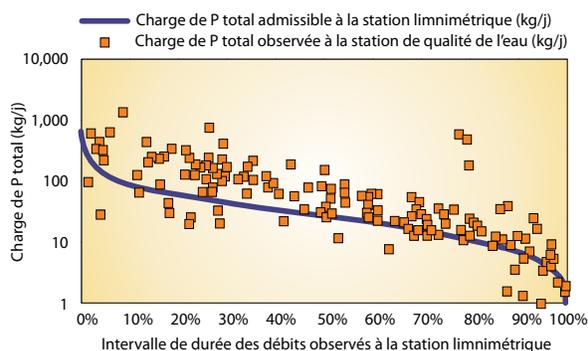
Source : Tetra Tech Inc.(s. d.-b)

Figure 12.10 Courbe de débits classés de la rivière Sevier, près de Gunnison (Utah, É.-U.), pour la période allant du 1er janvier 1977 au 30 septembre 2002

⁸⁷ En statistique descriptive, un centile correspond à chacune des 99 valeurs qui divisent les données triées en 100 parts égales, de sorte que chaque partie représente 1/100 de l'échantillon de la population.

Selon Tetra Tech Inc. (s. d.-b), des informations importantes peuvent être tirées d'une courbe de charges classées. Premièrement, une telle courbe permet d'analyser visuellement l'ampleur de la dégradation en se basant sur le nombre de charges qui sont au-dessus ou au-dessous de la courbe de charges admissibles. La figure 12.11 indique que la plupart des charges observées dans la rivière Sevier sont au-dessus de la limite de la charge admissible. Deuxièmement, elle permet de tirer des conclusions quant à la nature de la dégradation en se basant sur les périodes au cours desquelles les charges se produisent [voir Cleland (2003)]. Les charges qui sont au-dessus de la courbe dans les intervalles de durée de débit de 85 à 99 % (conditions de débits faibles) semblent résulter de sources ponctuelles telles que les rejets des systèmes d'épuration des eaux usées, les retours d'eau d'irrigation ou les orages en période de sécheresse. Celles qui sont au-dessus de la courbe entre les intervalles de durée de 10 à 70 % résultent de la contribution de conditions « humides » associées à l'érosion en nappe et en rigoles, et probablement à l'érosion des berges du cours d'eau. Une certaine combinaison des deux sources de contamination (diffuse et ponctuelle) produit des apports de phosphore dans la zone de transition de 70 à 85 %. Les charges qui sont au-dessus de la courbe pendant des intervalles de durée supérieures à 99 % ou inférieures à 10 % sont associées à des conditions hydrologiques extrêmes de sécheresse ou de crue, respectivement. La figure 12.11 montre que les charges de phosphore total admissibles dans la rivière Sevier sont dépassées à tous les intervalles de débits, ce qui suggère que des sources d'origines diverses contribuent à la dégradation de la qualité de l'eau. Ces sources incluent les retours d'eau d'irrigation, l'épandage des fumiers, l'érosion des sols et les systèmes d'épuration d'eaux usées [voir UDEQ (2004)].

L'utilisation des courbes de charges classées pour déterminer les charges totales maximales admissibles est relativement facile lorsque les données nécessaires sont disponibles. Cela dit, elle comporte un certain nombre de désavantages (Tetra Tech Inc., s. d.-b). Premièrement, les courbes de charges classées donnent très peu d'information sur l'ampleur et sur la nature des diverses sources de contamination (les types de sources ponctuelles et diffuses qui existent dans le bassin versant). Cependant, ceci pourrait ne pas être un gros problème s'il y a peu de sources de contamination ou si celles-ci sont connues d'avance. Les courbes de charges classées ne peuvent être appliquées qu'aux stations d'un bassin versant pour lesquelles les données nécessaires ont été collectées, ce qui peut représenter un problème dans les grands bassins versants où la station qui comporte la plupart des données est située à l'embouchure. Lorsqu'il existe d'importantes sources de contamination en amont, les éléments nutritifs en transit (à cause du prélèvement par les plantes, de la sédimentation et de la dénitrification) peuvent compromettre la compréhension de l'ampleur de la dégradation de la qualité de l'eau dans les segments de rivière situés en amont. Pour cette raison, il est recommandé de tracer une courbe pour chacune des stations pour lesquelles les données existent, afin d'évaluer la variabilité spatiale des conditions à travers le bassin versant. Les analystes qui désirent tracer les courbes de charges classées peuvent utiliser l'utilitaire élaboré par Engel & Chaubey (2009).



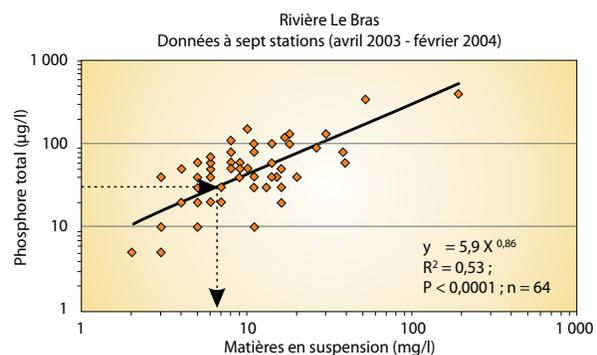
Source : Tetra Tech Inc.(s. d.-b)

Figure 12.11 Courbe de charges classées de la rivière Sevier, près de Gunnison (Utah, É.-U.), pour la période allant du 1er janvier 1977 au 30 septembre 2002

Vous comprendrez que l'utilisation de la méthode des courbes de débits classés et des courbes de charges classées nécessite des données de débits et de concentrations recueillies sur une longue période de temps. Ceux d'entre vous qui désirent obtenir les données sur la concentration des divers contaminants qui sont suivis aux stations du Réseau-rivières peuvent s'adresser à la Direction du suivi de l'état de l'environnement (MDDEP). Ceux qui désirent obtenir les données de débits peuvent s'adresser au Centre d'expertise hydrique du Québec (MDDEP).

12.4.3 RELATIONS ENTRE LES CONTAMINANTS

Il est aussi important d'évaluer la relation entre la concentration de divers contaminants qui pourraient provenir de sources similaires. Par exemple, le phosphore est souvent adsorbé sur les particules de sol, ce qui fait que leur concentration augmente avec la concentration de matières en suspension (figure 12.12). Le fait que la concentration des deux contaminants augmente en même temps peut signifier que le phosphore provient surtout de l'érosion des sols du bassin versant. La détermination de ce genre de relation justifie le recours à des solutions axées au moins partiellement sur le contrôle de l'érosion des sols pour réduire la charge de phosphore de source diffuse.



Source : Michel Patoine (MDDEP)

Figure 12.12 Relation entre la concentration de phosphore total et celle de matières en suspension dans la rivière Le Bras de 2003 à 2004

L'utilisation de diagrammes de dispersion (scattergram) pour apprécier visuellement la relation entre les différents paramètres physicochimiques, accompagnés du calcul d'un coefficient de corrélation approprié (Pearson, dans le cas de relations linéaires; Spearman ou Kendall dans les cas de relations non linéaires ou monotones), permet de grouper les variables qui se comportent de façon similaire et dont les fluctuations sont possiblement liées aux mêmes causes ou aux mêmes sources.

Chapitre 13

Rédaction du rapport d'analyse de bassin versant

Contenu du chapitre

- ◇ Exemple de table des matières du rapport d'analyse de bassin versant
- ◇ Exemple de table des matières du plan directeur de l'eau
- ◇ Présentation des tableaux, des graphiques et des cartes
- ◇ Rédaction de la bibliographie
- ◇ Publication du rapport

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous vous apprêtez à rédiger votre rapport;
- ◇ Vous ne savez pas comment rédiger la bibliographie;
- ◇ Vous voulez avoir des idées pour publier votre rapport.

À la fin de l'analyse du bassin versant, le comité technique devrait rédiger un rapport (rapport d'analyse de bassin versant) qui servira aux étapes subséquentes du processus de planification. La présentation des questions auxquelles l'analyse de bassin versant devait permettre de répondre, les méthodes d'analyse de données utilisées, les résultats obtenus et leur signification ainsi que les conclusions constituent le cœur de ce rapport. Bien que ce dernier ne soit qu'une partie du PDE, seul son contenu sera décrit dans le présent chapitre. Notez cependant que les suggestions qui suivent s'appliquent également à l'ensemble du PDE.

13.1 PRÉSENTATION DU TEXTE

Un rapport concis, présentant les résultats probants et les conclusions d'une manière succincte, sera plus utile pour communiquer aux acteurs de l'eau les problèmes que le diagnostic aura permis de mettre en lumière qu'un rapport très long et fastidieux à lire. Dans votre rapport d'analyse de bassin versant, vous devez garder un juste équilibre entre la communication efficace des informations à un auditoire diversifié et l'exposé technique sur lequel s'appuient vos conclusions. Pour ce faire, le responsable du comité technique doit, avec l'aide de ses collègues, bien synthétiser l'information issue des différentes études pour donner une image des conditions dans lesquelles se trouvent les bassins versants de la zone de gestion.

Le tableau 13.1 présente le contenu d'un PDE en six sections qui reprennent, *grosso modo*, les étapes de l'élaboration d'un PDE, en indiquant le nombre de pages de chacune des sections. Le rapport d'analyse de bassin versant, incluant le résumé, l'introduction et l'exposé de la méthodologie, occupe 200 pages, soit 80 % des 250 pages suggérées pour l'ensemble du PDE.

La façon dont vous présentez le rapport aura une incidence sur l'acceptabilité de celui-ci aux yeux des partenaires et une influence sur son utilité pour les décideurs. En général, vous devez déterminer le format de présentation qui sera accessible à votre auditoire. Ce dernier est composé aussi bien de personnes à qui la GIRE n'est pas familière que de personnes qui sont des experts dans le domaine. Certains décideurs s'intéressent à la GIRE, mais ne peuvent pas consacrer beaucoup de temps à la lecture d'un long rapport. Pour leur part, les analystes provenant, entre autres, des différents ministères, des municipalités et des MRC, doivent comprendre comment vous en êtes arrivés à vos conclusions pour bien évaluer la pertinence de votre plan directeur. Ils pourront alors vous indiquer, s'il y a lieu, les données auxquelles vous n'avez peut-être pas eu accès. Ils pourront aussi vous renseigner sur des méthodes d'analyse de données qui seraient plus pertinentes que celles que vous avez utilisées ou vous suggérer des indicateurs que vous ne connaissez peut-être pas. Avec un auditoire dont la formation et les préférences sont aussi variées, il peut être utile d'envisager la préparation de plusieurs types de rapports. Le tableau 13.2 présente, à titre indicatif, la table des matières d'un rapport scientifique d'analyse de bassin versant dont le contenu pourrait convenir aux analystes des différents ministères, des municipalités et des MRC tout autant qu'aux personnes qui s'intéressent aux aspects scientifiques du PDE.

Tableau 13.1 Exemple de contenu d'un plan directeur de l'eau

Section	Contenu	Nombre de pages suggéré	
		Nombre	Total (%)†
1	Résumé	2	
	Introduction (incluant la vision)	5	
	Méthodologie (incluant la participation des acteurs de l'eau)	5	
2	Portrait	30	200 (80)††
	Diagnostic	155	
	Conclusions	2	
	Limites du diagnostic	1	
3	Enjeux et orientations	5	
4	Objectifs et indicateurs	5	
5	Plan d'action incluant le programme de suivi et d'évaluation	35	
6	Bibliographie	5	50 (20)‡
Total		250	250 (100)

† Nombre total de pages de la section exprimé en pourcentage par rapport au nombre total de pages du document

†† Sections 1 et 2

‡ Sections 3, 4, 5 et 6

Ainsi, avant de commencer la rédaction de votre rapport, ciblez l'auditoire auquel celui-ci s'adresse. Prenez le temps de déterminer les chapitres que vous aimeriez y inclure ainsi que le contenu de chacun d'eux. Nous vous suggérons fortement de faire en sorte que ces chapitres correspondent aux étapes du cycle de gestion. Réfléchissez ensuite à la façon dont vous utiliserez les tableaux, les cartes, les graphiques, et planifiez la rédaction de votre texte en conséquence. Autant que possible, ne commencez pas à écrire votre rapport avant d'avoir toute l'information dont vous aurez besoin. En cours de rédaction, tâchez de trouver l'équilibre entre le souci d'être concis et le besoin de présenter l'information technique pertinente. Faites l'effort de toucher rapidement votre auditoire

en utilisant un langage simple et des mots précis. À ce propos, vous trouverez sur le site Web de l'Office québécois de la langue française (OQLF), à l'adresse http://66.46.185.79/bdl/gabarit_bdl.asp?Th=1, des conseils utiles sur une foule de sujets, dont l'orthographe, la grammaire et le vocabulaire.

Commencer un rapport scientifique par un résumé permet au lecteur d'avoir rapidement une idée générale du contexte de l'étude et des principaux résultats obtenus. Ainsi, nous vous suggérons fortement de résumer les résultats par des énoncés qui reflètent votre compréhension des problèmes réels qui touchent les ressources en eau. Cela aidera le lecteur à comprendre la logique de votre démarche. L'encadré 13.1 présente, à titre indicatif, une liste d'énoncés des problèmes que vous pourriez avoir notés (Indiana Department of Environmental Management, 2003).

Tableau 13.2 Exemple de table des matières d'un rapport d'analyse de bassin versant qui s'adresse à des personnes qui ont une formation scientifique

Parties et contenu	
Résumé†	
Introduction	
◇	Auditoire
◇	Principales questions auxquelles le diagnostic devait répondre
◇	Type d'organisation utilisé pour l'analyse de bassin versant (comité technique interne, firme de services-conseils, etc.)
◇	Vision de l'organisme de bassin versant
Méthodologie	
◇	Collecte de données et d'information
◇	Sources de données existantes
◇	Collecte de données nouvelles
◇	Méthodes de suivi utilisées pour la collecte de données
◇	Méthodes d'analyse de données utilisées
◇	Statistiques
◇	Systèmes d'information géographique
◇	Modélisation
◇	Participation des acteurs de l'eau
◇	Données manquantes
Portrait	
Diagnostic des ressources en eau	
◇	Résultats
◇	Discussion
◇	Sources d'incertitudes
Conclusion	
Limites du diagnostic‡	
Bibliographie	
Annexes	

† Contexte de l'étude et principaux résultats obtenus

‡ Tout diagnostic présente certaines limites liées, par exemple, au degré de détail des analyses effectuées, aux échelles auxquelles les analyses ont été faites, au manque de ressources humaines et financières, au manque de temps, etc.

Encadré 13.1 Exemples d'énoncés des problèmes qui touchent les enjeux liés à l'eau et aux écosystèmes associés

- ◇ Les superficies imperméables ont augmenté de 5 % dans tel bassin versant de 1990 à 2010, atteignant maintenant 15 % dans certains secteurs, un niveau qui affecte négativement les habitats aquatiques.
- ◇ L'accès du bétail aux cours d'eau dans le secteur en aval de telle rivière entre telle et telle municipalités augmente les apports d'éléments nutritifs et de sédiments dans la rivière et entraîne la dégradation des habitats aquatiques.
- ◇ Bien que les cotes de l'indice d'intégrité biotique dans la plupart des cours d'eau se situent dans la classe « moyenne » à « bonne » en ce qui concerne les macroinvertébrés, les valeurs de l'indice de qualité biologique et physicochimique (IQBP) montrent que la concentration de matières en suspension est 60 % plus élevée que les niveaux de base à la plupart des stations. En effet, nos observations ont révélé que les bandes végétales riveraines, qui constituent un bon indicateur de la dégradation des habitats aquatiques, sont quasiment absentes ou pauvres sur près de 80 % de la longueur des cours d'eau.

Source : adapté du Indiana Department of Environmental Management (2003)

Dans la section « Résultats », présentez les résultats de vos analyses des données de façon séparée pour les différents sujets que vous avez traités. N'oubliez pas de prévoir une section « Sources d'incertitudes » où vous donnez votre propre appréciation des incertitudes qui entourent vos analyses. Dans la section « Discussion », intégrez l'une à l'autre les informations issues des résultats de vos analyses. La discussion aide à dégager une vue d'ensemble de l'état général de l'eau et des écosystèmes associés et à présenter les causes ou les processus sous-jacents. Dans la section « Limites du diagnostic », présentez les limites de votre étude et dites s'il est possible que vous les franchissiez dans le cadre du prochain cycle de gestion. En annexe, présentez l'information technique et les données qui sont trop détaillées pour être commentées dans le document. Ces dernières pourraient être utiles au lecteur averti, mais ne sont pas nécessaires pour comprendre les résultats.

13.2 PRÉSENTATION DES TABLEAUX, DES GRAPHIQUES ET DES CARTES

Les tableaux permettent de résumer rapidement des données quantitatives et qualitatives dans un ordre logique, ce qui évite d'écrire un long texte. Les tableaux longs (ceux qui ont plus d'une page) devraient être présentés en annexe.

La présentation graphique des données peut constituer un outil de communication très efficace. Des graphiques simples accompagnés d'un texte explicatif succinct sont généralement très efficaces. Vous trouverez sur le site Web de l'OQLF, à l'adresse http://66.46.185.79/bdl/gabarit_bdl.asp?Th=1&Th_id=347, des renseignements utiles sur l'utilisation des graphiques, des figures, des tableaux et des annexes, ainsi que de l'information sur les pages liminaires. Le tableau 13.3 présente quelques types de graphiques et décrit leur meilleur usage.

Plusieurs caractéristiques d'un bassin versant (les sous-bassins, les types de végétation, le réseau hydrographique, etc.) peuvent être présentées avantageusement sous forme de cartes. Assurez-vous que les cartes parlent d'elles-mêmes, c'est-à-dire que le lecteur peut les interpréter sans votre aide. Pour cela, chaque carte doit être accompagnée d'une légende appropriée.

Tableau 13.3 Quelques types de graphiques et leur meilleur usage

Type de graphique	Meilleur usage
Graphique en courbes	Pour afficher des relations entre des points ou une tendance dans le temps au moyen de points placés à des intervalles réguliers et joints le plus souvent par une ligne (courbe).
Graphique en bâtons	Pour mettre l'accent sur des points individuels. Utile pour comparer des quantités à un site donné en fonction du temps, ou à plusieurs sites en un temps donné pour exprimer des données résumées.
Graphique en bâtons empilés	Pour présenter des données comme des proportions d'un ensemble. Utile pour présenter des comparaisons entre plusieurs bâtons empilés similaires.
Graphique en secteurs	Pour présenter des données qui peuvent être exprimées en proportions ou en pourcentages d'un ensemble (ex. : utilisation du territoire, population par espèce à un site donné, etc.).

Source : http://www.ebsi.umontreal.ca/jetrouve/illustre/gra_voca.htm#type

 L'utilisation abusive de cartes pourrait augmenter le nombre de pages de votre PDE. Tâchez donc de ne présenter que les cartes qui sont les plus utiles.

13.3 RÉDACTION DE LA BIBLIOGRAPHIE

Mentionnez vos sources d'information (auteur et année) dans le texte, au bas des tableaux, des figures et des cartes, puis citez-les de façon appropriée dans une section intitulée « Bibliographie », que vous présenterez à la fin du rapport. Veuillez adopter des règles cohérentes en matière de citation de sources. Vous trouverez, sur le site Web de l'OQLF, à l'adresse http://66.46.185.79/bdl/gabarit_bdl.asp?Th=1&Th_id=275&niveau, l'information sur la bibliographie et la citation de sources.

13.4 PUBLICATION DU RAPPORT

Il est primordial que votre rapport d'analyse de bassin versant soit accessible au plus grand nombre d'acteurs possible. Vous disposez de plusieurs moyens pour le publier. Citons les CD-ROM, la publication en ligne et la publication papier. Vous pouvez utiliser toutes ces formes ou choisir l'un ou l'autre de ces supports, selon vos besoins et le budget dont vous disposez.

Les CD-ROM sont un excellent moyen de diffuser un texte, incluant les figures, les cartes et les annexes. Vous pouvez insérer des hyperliens dans le rapport pour diriger le lecteur vers des documents de référence qui lui permettront de mieux connaître votre bassin versant et vos activités. L'un des désavantages de l'utilisation des CD-ROM, c'est que certains de vos lecteurs devront lire votre rapport à l'écran plutôt que sur papier.

La publication en ligne est un moyen de joindre un vaste public. Par contre, comme pour les CD-ROM, certains de vos lecteurs ne pourront lire votre rapport qu'à l'écran.

La publication papier est le moyen auquel nous sommes le plus habitués. Cependant, le coût

d'impression des rapports peut être élevé, surtout si ces derniers comportent des cartes et des graphiques en couleurs. De plus, si vous n'utilisez que ce support, votre rapport risque de n'être lu que par un public restreint.

 Afin de faciliter la consultation de votre PDE par les personnes intéressées, nous vous suggérons de diviser le document en six sections que vous déposerez séparément sur le site Web de votre organisation. Le contenu de chacune des sections pourrait être (voir le tableau 13.1) :

- ◇ Section 1 : résumé, introduction et méthodologie
 - ◇ Section 2 : portait et diagnostic (incluant les conclusions et les limites du diagnostic)
 - ◇ Section 3 : enjeux et orientations
 - ◇ Section 4 : objectifs et indicateurs
 - ◇ Section 5 : plan d'action (incluant le programme de suivi et d'évaluation)
 - ◇ Section 6 : bibliographie
-

Chapitre 14

Détermination des enjeux et des orientations

Contenu du chapitre

- ◇ Différence entre enjeux et orientations
- ◇ Méthode permettant de déterminer les enjeux et les orientations

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec les notions d'enjeux et d'orientations;
- ◇ Vous vous apprêtez à déterminer des enjeux et des orientations.

La détermination des enjeux et des orientations est la deuxième étape de l'élaboration d'un PDE (voir le chapitre 2, à la figure 2.8). Le but du présent chapitre est de définir ce que sont les enjeux et les orientations, puis de suggérer une méthode pour les déterminer.

14.1 LES ENJEUX

14.1.1 QU'EST-CE QU'UN ENJEU?

En général, une initiative de GIRE est mise en œuvre dans le but de résoudre les problèmes qui touchent les enjeux liés à l'eau et aux écosystèmes associés. Les enjeux peuvent être interprétés comme les préoccupations majeures des acteurs de l'eau ou comme les défis fondamentaux de gestion de l'eau que vous devez relever dans le contexte de votre mission. Les enjeux, c'est aussi ce que l'on risque de perdre si on laisse la situation actuelle se perpétuer, ou ce que l'on est susceptible de gagner si on apporte les correctifs appropriés. Ils peuvent concerner, notamment, l'utilisation de la ressource, sa mise en valeur, sa protection ou sa restauration. Parmi les enjeux possibles, les acteurs de l'eau choisiront de concentrer leurs efforts sur certains, lesquels deviendront leurs priorités. Il peut s'agir, entre autres, d'assurer la protection de la santé publique (problème de contamination de l'eau par des substances chimiques, par exemple), d'assurer la protection et la restauration des écosystèmes aquatiques et riverains (problème d'ensablement des frayères, par exemple), ou encore, dans un tout autre ordre d'idées, d'assurer la sécurité civile lors d'inondations (problème relatif au régime des eaux, par exemple).

 Autant il est important de ne pas minimiser l'importance de la détermination des enjeux, autant il est important d'éviter de le faire en vase clos (sans la participation des acteurs de l'eau).

Dans une approche participative, il est primordial qu'en se basant sur les problèmes réels ou potentiels de l'eau et des écosystèmes associés, les acteurs de l'eau déterminent (ou découvrent) eux-mêmes les enjeux (leurs préoccupations).

14.1.2 COMMENT DÉTERMINER LES ENJEUX?

La détermination des enjeux (tableau 14.1) est relativement simple si le modèle conceptuel d'analyse de bassin versant est bien conçu, car, une fois les problèmes réels ou potentiels décelés, nous avons une idée des enjeux réels ou potentiels liés à l'eau et aux écosystèmes associés dans un bassin versant (figure 14.1). Cela dit, la détermination des enjeux doit être suscitée par votre organisation, qui doit faire participer les acteurs au processus en organisant des assemblées publiques, en faisant des sondages ou en utilisant tout autre moyen approprié.

 Le modèle conceptuel d'analyse de bassin versant a été décrit en détail au chapitre 8, à la section 8.2.1.

Tableau 14.1 Exemples d'enjeux et d'orientations pour divers types d'usages de l'eau

Types d'usage	Enjeux et orientations	
Alimentation en eau potable	Enjeu Orientations	Approvisionnement en eau potable (quantité et qualité) ◇ Réduire les charges de contaminants de sources ponctuelle et diffuse ◇ Viser la meilleure qualité bactériologique possible à la prise d'eau ◇ Éviter toute perturbation anthropique dans un rayon de 30 mètres pour l'eau souterraine et de 300 mètres pour l'eau de surface ◇ Restreindre ou interdire l'épandage de fertilisants, de fumiers (déjections animales) ou toute autre source potentielle de contamination à l'intérieur des aires d'alimentation des sources d'approvisionnement en eau potable ◇ Prévoir un plan d'urgence en cas d'accidents majeurs
Vie aquatique	Enjeu Orientations	Conservation et restauration des écosystèmes aquatiques et riverains ◇ Réduire les charges de contaminants de sources diffuse et ponctuelle ◇ Mettre en œuvre des mesures favorables à l'habitat du poisson
Activités récréatives	Enjeu Orientations	Mise en valeur du potentiel récréotouristique de l'eau ◇ Réduire les charges de contaminants de sources diffuse et ponctuelle ◇ Évaluer les potentiels récréatifs des différents plans d'eau du bassin versant
Ensemble d'usages	Enjeu Orientations	Préservation de la sécurité civile et limitation des dommages causés par les inondations ◇ Réduire les impacts négatifs des événements hydrologiques extrêmes ◇ Faire une meilleure gestion du territoire

Lors des assemblées publiques, vous pouvez faciliter les discussions qui permettront de déterminer les enjeux réels en procédant comme suit :

1. Regrouper les « problèmes réels ou potentiels » (quatrième composante du modèle conceptuel d'analyse de bassin versant) en différentes catégories pour permettre aux participants d'en avoir une vue d'ensemble. On peut les classer soit par type de ressources en eau (eaux de surface, eaux souterraines, milieux humides, etc.), soit par type d'utilisation du territoire (municipal, industriel, agricole ou forestier), soit par type d'usages de l'eau. Nous préférons cette dernière classification;
2. Demander aux participants de répondre à une série de questions qui les aideront à s'approprier les résultats du diagnostic des ressources en eau. En voici quelques-unes :
 - a. Quelles sont les plus importantes ressources en eau dans le bassin versant?
 - b. Quels sont les plus importants usages de l'eau dans le bassin versant?
 - c. Quels sont les plus importants problèmes qui touchent ces ressources en eau ou ces usages?

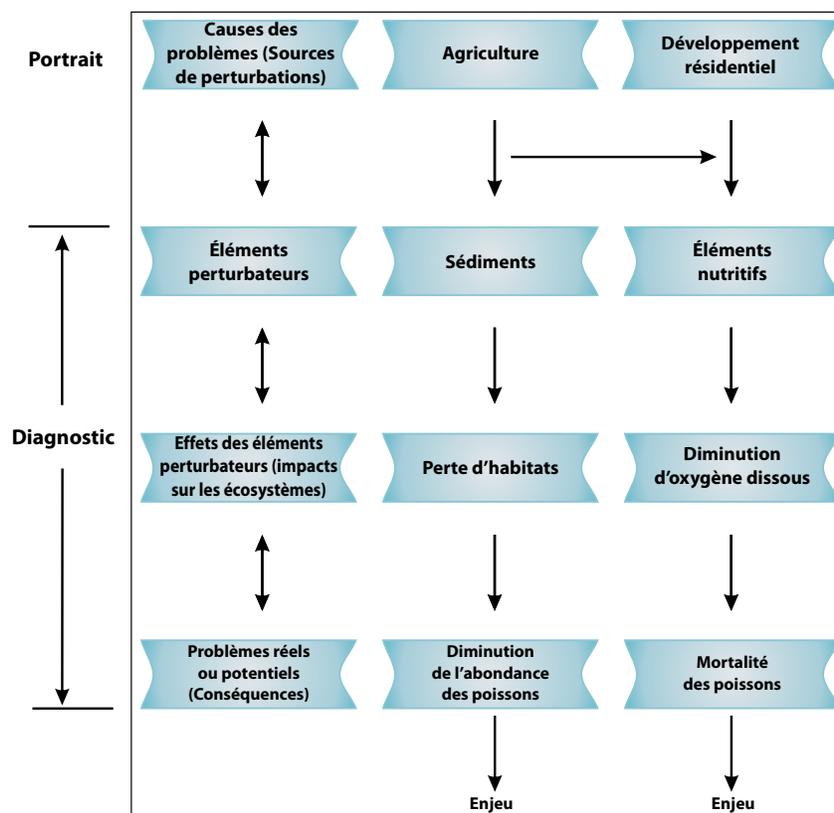


Figure 14.1 Modèle conceptuel d'analyse de bassin versant montrant que la détermination des problèmes réels ou potentiels donne une idée des enjeux réels ou potentiels dans un bassin versant

Plusieurs facteurs peuvent influencer la détermination des enjeux réels, et surtout leur hiérarchisation :

- ◇ La volonté de changer : demandez-vous si les enjeux sont suffisamment importants pour motiver les gens et les convaincre de changer leur comportement à l'égard des

- usages de l'eau et si les personnes concernées vont réellement faire les changements souhaités;
- ◇ Les contraintes qui empêchent des changements positifs : il existe des contraintes techniques et des contraintes non techniques. Les contraintes techniques peuvent comprendre le manque de données et de technologies pour corriger le problème, le manque d'outils pour analyser correctement les données, ou encore le manque d'expertise du comité technique en certaines matières. Les contraintes non techniques peuvent être de natures financière, politique, légale, réglementaire ou sociale. N'importe laquelle de ces contraintes peut dénaturer, retarder et même stopper un projet de gestion intégrée des ressources en eau. C'est pourquoi il importe que le conseil d'administration charge un sous-comité technique d'étudier ces questions avant que les enjeux soient déterminés;
 - ◇ Les possibilités : une possibilité est une condition qui peut être créée pour obtenir un effet positif sur une partie de la société, de l'économie ou de l'environnement. Par conséquent, demandez-vous s'il y a quelque chose que vous ou les acteurs de l'eau pouvez faire pour influencer ou provoquer les changements requis ou pour relever les défis qui se posent à vous;
 - ◇ Le délai de réponse entre les actions réalisées et l'obtention de résultats positifs : essayez d'évaluer ce délai. Par exemple, les résultats des mesures de contrôle de la fertilisation azotée sur la nappe d'eau souterraine peuvent prendre des dizaines d'années à se manifester, alors que la stabilisation des berges d'un cours d'eau peut diminuer rapidement la concentration de matières en suspension dans celui-ci.

On voit qu'à la limite, la détermination des enjeux peut être un processus itératif dans la mesure où elle peut être influencée par des décisions qui, normalement, seront prises au cours des étapes ultérieures. Par conséquent, les membres du comité technique doivent avoir une bonne vue d'ensemble du processus d'élaboration d'un PDE pour bien informer les acteurs au moment de la détermination des enjeux.

Une fois que les enjeux ont été définis, ils doivent être libellés de la façon la plus complète et la plus pratique possible pour qu'il soit facile de déterminer les objectifs à poursuivre ainsi que les projets qui seront mis en place pour résoudre les problèmes qui les touchent.

14.2 LES ORIENTATIONS

Les orientations sont les grandes pistes d'actions qui doivent permettre de résoudre les problèmes qui touchent les enjeux. Le tableau 14.1 en donne des exemples. Comme le montre ce tableau, il est possible que plusieurs orientations différentes permettent de résoudre les problèmes qui touchent un enjeu. La détermination des orientations permet de ne pas « sauter » sur la première solution qui nous vient à l'esprit, mais d'explorer toutes les solutions possibles.

Chapitre 15

Détermination des objectifs et choix des indicateurs

Contenu du chapitre

- ◇ Processus permettant de déterminer les objectifs
- ◇ Comment choisir les indicateurs?

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec la détermination des objectifs et avec le choix des indicateurs;
- ◇ Vous vous apprêtez à déterminer les objectifs et à choisir les indicateurs.

À cette étape-ci, vous commencez à vous mobiliser en vue de passer à l'action après avoir acquis une vision commune de vos priorités à l'égard des ressources en eau : les enjeux. Vous concrétisez votre mobilisation en déterminant les objectifs que vous voulez atteindre pendant le cycle de gestion en cours⁸⁸. C'est aussi l'étape au cours de laquelle vous commencez à sélectionner les indicateurs sur lesquels vous vous baserez pour évaluer les résultats des actions qui seront choisies, puis mises en œuvre. Bien entendu, les indicateurs retenus à cette étape-ci devront être revus et corrigés lorsque vous sélectionnerez les projets qui seront réalisés et que vous élaborerez le programme de suivi et d'évaluation (une composante du plan d'action). Le but du présent chapitre est de vous renseigner sur la façon de déterminer les objectifs et de choisir les indicateurs.

15.1 DÉTERMINATION DES OBJECTIFS

15.1.1 QU'EST-CE QU'UN OBJECTIF?

Les objectifs représentent des fins quantifiables et réalisables dans un délai donné. Ils doivent être précis, mesurables, acceptables, réalistes et temporels. Les objectifs doivent être liés aux problèmes réels qui ont été diagnostiqués dans les bassins versants. Un objectif doit exprimer quantitativement le résultat que les actions devraient produire à un endroit donné, dans un délai donné, pour que les conditions désirées se réalisent. Ces conditions pourraient être, par exemple, le respect d'un critère de qualité de l'eau.

Les objectifs sont l'un des éléments les plus importants dans la planification de la GIRE. À défaut

⁸⁸ Rappelons qu'au Québec, pour le moment, la détermination des objectifs à atteindre dans le cadre d'un plan directeur de l'eau est laissée à la discrétion des acteurs réunis au sein des organismes de bassin versant, ce qui n'est pas le cas dans d'autres États, ceux de la Communauté européenne par exemple.

d'énoncer clairement les objectifs visés et de les quantifier, lorsque cela est possible, le plan d'action demeure sans direction, et ne permet pas d'obtenir de résultats tangibles. Les objectifs peuvent aussi être le résultat le plus difficile à atteindre. Par conséquent, ils doivent être déterminés par les acteurs et approuvés par ceux qui mettront en œuvre les actions. Les objectifs aident aussi à planifier le programme de suivi et d'évaluation qui sera nécessaire pour mesurer le succès d'un projet. L'encadré 15.1 donne des exemples d'objectifs liés à certaines orientations.

 La détermination d'objectifs dans un PDE est un processus délicat. Nous vous suggérons de déterminer des objectifs réalisables et qui ont fait l'objet d'un large consensus chez les participants; ils doivent, notamment, avoir reçu l'approbation de l'acteur concerné par la mise en œuvre du projet qui pourrait permettre d'atteindre les objectifs en question.

Dans les cas où vous fixez des objectifs dont le délai de réalisation dépasse la fin du cycle de gestion en cours, nous vous conseillons de leur associer des objectifs intermédiaires, c'est-à-dire des objectifs dont le délai de réalisation se situe à l'intérieur de la durée du cycle de gestion en cours. Autrement, vous aurez de la difficulté à évaluer la mise en œuvre de votre plan d'action.

Encadré 15.1 Exemples de libellés d'objectifs

Dans le cas de l'enjeu concernant la protection et la restauration des écosystèmes aquatiques et riverains, les objectifs liés aux orientations mentionnées ci-après pourraient être les suivants :

Orientations : Réduire les charges de contaminants de sources ponctuelle et diffuse

Objectifs :

- ◇ D'ici 2018, réduire de 10 tonnes les rejets d'azote ammoniacal provenant des eaux usées municipales dans la rivière une telle;
- ◇ D'ici 2018, réduire de 100 tonnes la charge de phosphore de source diffuse agricole dans la rivière une telle.

Orientations : Mettre en œuvre des mesures favorables à l'habitat du poisson

Objectifs :

- ◇ Établir une bande riveraine de 10 mètres de largeur le long de telle rivière d'ici 2018;
- ◇ D'ici 2018, réduire de 1 000 tonnes la charge de sédiments dans le tronçon allant de tel endroit à tel endroit;
- ◇ Créer, d'ici 2018, un comité de riverains chargé de mettre en œuvre des mesures de conservation du sol au bord des rivières longeant leur propriété.

15.1.2 COMMENT DÉTERMINER UN OBJECTIF?

La détermination des objectifs est un processus en soi, et il existe plusieurs façons de le faire. Nous vous en suggérons deux. Le tableau 15.1 en présente une.

Le Indiana Department of Environmental Management (2003) en suggère une autre. Selon cette organisation, il est difficile de transposer les problèmes (voir l'encadré 13.1 au chapitre 13) en objectifs

sans avoir en main toute l'information qui a été acquise au cours du diagnostic des ressources en eau. Voyons comment il est possible de disséquer l'énoncé d'un problème pour déterminer un objectif.

Reprenons l'énoncé qui suit : « Bien que les cotes de l'indice de surveillance benthos dans la plupart des cours d'eau se situent dans la classe "moyenne" à "bonne", les valeurs de l'indice de qualité biologique et physicochimique (IQBP) montrent que la concentration de matières en suspension est 60 % plus élevée que les niveaux de base à la plupart des stations. En effet, nos observations ont révélé que les bandes végétales riveraines, qui constituent un bon indicateur de la dégradation des habitats aquatiques, sont quasiment absentes ou pauvres sur près de 80 % de la longueur des cours d'eau. » Cet énoncé suggère qu'il faut améliorer les habitats aquatiques. Pour que l'objectif soit utile, il faut que les participants aient l'information nécessaire pour répondre aux questions suivantes :

- ◇ De combien peut-on améliorer la situation?
- ◇ Quel temps raisonnable cela prendrait-il?
- ◇ Comment l'amélioration sera-t-elle mesurée?

Grâce aux études qui ont été faites à l'étape du diagnostic des ressources en eau, le comité technique dispose, notamment, d'une carte montrant les stations de suivi, de tableaux comprenant les données qui ont été collectées à chaque station, d'information sur les utilisations du territoire dans les sous-bassins et de photos aériennes. Les données montrent que le manque de végétation riveraine est un problème à des endroits qui sont dispersés à travers le bassin versant, aussi bien sur des terres agricoles que résidentielles. Le dépôt de sédiments sur le lit de la rivière avait été remarqué à presque toutes les stations. Puisque ce problème d'habitat concerne deux éléments différents et que vous ne pouvez pas prouver qu'ils sont liés l'un à l'autre, vous pouvez commencer par déterminer deux objectifs séparés, comme ceux qui sont présentés dans les encadrés 15.2 et 15.3. Plus tard, vous pourriez combiner les deux objectifs si cela s'avère préférable.

Tableau 15.1 Étapes suggérées pour déterminer les objectifs

Étape	Explication
1	Définir les conditions désirées Pour déterminer les objectifs, il faut au préalable définir les conditions que les acteurs de l'eau désirent instaurer dans le bassin versant. Les conditions désirées décrivent, entre autres, l'état des ressources en eau telles qu'elles devraient être pour permettre les usages désirés par la communauté.
2	Déterminer les échelles Pour fixer les objectifs, et surtout pour les libeller correctement, il faut déterminer l'endroit où les conditions précisées à l'étape précédente doivent exister (ex. : segment précis d'une rivière, endroit précis dans une rivière, ensemble du bassin versant, etc.).
3	Déterminer les contraintes et les possibilités liées aux enjeux Une fois que les participants en sont arrivés à un consensus sur les conditions désirées et qu'ils ont examiné les questions d'échelle, ils doivent se concentrer sur les contraintes et les possibilités de prises de décisions liées aux enjeux. Ces informations permettent de tenir compte des réalités sociales, politiques et économiques dans la détermination des objectifs.
4	Définir un horizon de réalisation L'horizon de réalisation est le temps prévu pour atteindre l'objectif.
5	Libeller les objectifs

Encadré 15.2 Exemple de détermination d'objectif : objectif préliminaire no 1

Améliorer les habitats aquatiques en augmentant la largeur de la bande végétale riveraine (De combien? Quand? Comment cela sera-t-il mesuré?)

- ◇ Une étude attentive des photos aériennes a montré qu'il y avait une végétation riveraine relativement bonne sur 30 % des 47 kilomètres de cours d'eau, avec des arbres, des arbustes et des herbacées non tondues formant une bande d'environ 25 mètres de largeur. Des vérifications sur le terrain l'ont confirmé.
- ◇ Un autre 15 % de la longueur du cours d'eau avait au moins une bande riveraine étroite composée d'herbacées non tondues, mais dont la largeur était de l'ordre de 15 mètres.
- ◇ Le reste de la longueur du cours d'eau était composé soit de gazon, de terres agricoles ou d'asphalte jusqu'au bord du cours d'eau.
- ◇ Les participants décident qu'une bande riveraine adéquate en est une dont la largeur respecte la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (Éditeur officiel du Québec, 2005), à savoir :
 - ◇ dix mètres lorsque la pente de la rive est inférieure à 30 %, ou lorsque la pente est supérieure à 30 % et qu'elle présente un talus de moins de cinq mètres de hauteur;
 - ◇ 15 mètres lorsque la pente est continue et supérieure à 30 %, ou lorsque la pente est supérieure à 30 % et qu'elle présente un talus de plus de cinq mètres de hauteur.
- ◇ Les participants ont discuté du nombre de propriétaires riverains qui seraient prêts à aménager des bandes riveraines avec ou sans subvention. Ils ont décidé qu'une cible de 25 % serait raisonnable. Puisque 55 % de la longueur du cours d'eau ne respecte pas présentement le critère établi, il faudrait ajouter 6,5 kilomètres de bande riveraine additionnels.
- ◇ Poursuivant la discussion, mais cette fois-ci au sujet des subventions, de la sensibilisation et d'autres mesures, les participants ont convenu que l'aménagement des bandes riveraines prendrait au moins cinq années.

On dispose maintenant de la plupart des informations nécessaires pour libeller l'objectif, à savoir : « Améliorer les habitats aquatiques en aménageant 6,5 kilomètres supplémentaires de bande riveraine entre 2015 et 2020 ». Cela dit, les participants devront déterminer les solutions alternatives qui permettront d'atteindre cet objectif, préciser les endroits où l'aménagement de bandes riveraines est le plus urgent, et décider de la stratégie qu'ils emploieront pour atteindre leur objectif. Mais pour le moment, ceci est un bon début.

Source : adapté du Indiana Department of Environmental Management (2003)

15.1.3 HIÉRARCHISATION DES OBJECTIFS

Tous les objectifs ne sont pas égaux. Aussi, une fois que les participants ont fixé tous les objectifs à atteindre, il faut prendre le temps nécessaire pour les évaluer en termes de faisabilité, et pour déterminer leur pertinence et l'urgence relative de chacun d'eux. À la fin de la discussion, les participants devraient avoir dressé une liste des objectifs qu'ils veulent tenter d'atteindre en priorité. Pour cela, vous pourriez classer les objectifs de 1 à 8, ou simplement en fonction des qualificatifs suivants : « priorité élevée », « priorité moyenne » et « priorité faible ». Ensuite, avec votre liste d'objectifs « sur la table », posez-vous quelques questions comme celles-ci :

- ◇ Pouvons-nous atteindre cet objectif? Si le problème dépasse clairement votre mandat, laissez-le de côté. S'il est réalisable, mais par un acteur en particulier, tournez-vous vers l'acteur concerné, qu'il ait participé ou non à la détermination de l'objectif;
- ◇ Les gens vont-ils faire les changements nécessaires? Si la réalisation de l'objectif implique des changements dans l'aménagement du territoire qui ne sont pas actuellement acceptables dans la communauté, ou si les résidents ne se sentent pas concernés ou engagés à l'égard de cet enjeu, évaluez la possibilité de reporter la réalisation de cet objectif à une date ultérieure ou donnez-lui une priorité plus faible. En attendant, concentrez-vous sur les objectifs qui augmenteront la crédibilité du processus de GIRE ou attendez que l'occasion de le réaliser se présente;
- ◇ Cet objectif nous aidera-t-il à concrétiser la vision que nous avons élaborée? Si l'objectif est atteignable, mais qu'il n'est pas clairement lié à votre vision et à votre mission, évaluez la possibilité d'en confier la réalisation à une autre organisation;
- ◇ Les ressources seront-elles suffisantes? Si l'acteur ne peut investir que 100 000 \$ alors que l'atteinte de cet objectif nécessiterait 500 000 \$, essayez de réduire la zone d'intervention (zone critique), d'augmenter le délai pour atteindre l'objectif, ou reconnaissez que vous devriez chercher des fonds supplémentaires ou impliquer d'autres acteurs dans la réalisation du projet. Vous pourriez trouver quelques pistes de solutions au chapitre 19 du présent guide;
- ◇ Est-ce que tous les objectifs retenus dans ce PDE peuvent être réalisés au cours du cycle de gestion en cours?

Si la réponse à toutes ces questions est franchement « oui », alors, l'objectif est d'une haute priorité. Cela dit, il importe de noter qu'en vertu de l'article 2 de la Loi sur l'eau et du second alinéa de l'article 31.76 de la Loi sur la qualité de l'environnement, la priorité devrait être accordée aux besoins de la population en matière de santé, de salubrité, de sécurité civile et d'alimentation en eau potable.

Encadré 15.3 Exemple de détermination d'objectif : objectif préliminaire no 2

Améliorer les habitats aquatiques en réduisant le dépôt de sédiments dans les cours d'eau (De combien? Quand? Où? etc.)

- ◇ Avec l'information acquise au cours du diagnostic des ressources en eau, les participants savent que les utilisations du territoire dans les sous-bassins sont majoritairement agricoles dans les secteurs en amont et qu'ils sont urbanisés près de l'embouchure du bassin versant, là où une ville prend de l'essor. Il y a une certaine érosion des berges, mais la modélisation et l'inspection visuelle montrent que la plus grande proportion des sédiments provient des terres agricoles où on cultive du soya et du maïs. Le plus important problème d'érosion de source non agricole provient de la construction résidentielle; même si la période de dégradation est relativement courte, le volume des sédiments est préoccupant. Puisque la correction de deux sources de contamination nécessitera des approches différentes, les participants décident de séparer l'objectif comme suit :
- ◇ « Améliorer les habitats aquatiques en diminuant les charges de sédiments provenant des terres vouées à la culture du soya et du maïs en rotation... » et « Améliorer les habitats aquatiques en diminuant les charges de sédiments provenant de la construction résidentielle... »
- ◇ Après de nombreuses discussions, en se référant de nouveau aux données et en consultant les experts techniques du gouvernement provincial, les participants ont plutôt décidé de libeller ces objectifs comme suit : « Améliorer les habitats aquatiques en diminuant de 50 % les charges de sédiments provenant de la culture de soya et de maïs en rotation au cours de la période allant de 2015 à 2020 ».

Source : adapté du Indiana Department of Environmental Management (2003)

 Tâchez de ne pas avoir un trop grand nombre d'objectifs dont la priorité est élevée. Vous pourriez avoir de la difficulté à leur allouer des fonds et des ressources humaines de façon appropriée. Assurez-vous aussi d'avoir un bon mélange d'objectifs à court, à moyen et à long termes.

15.1.4 QU'ARRIVE-T-IL LORSQUE LES OBJECTIFS NE SONT PAS ATTEINTS?

Le fait de ne pas atteindre les objectifs ne doit pas être considéré comme un problème. Au chapitre 2, nous avons mentionné que la gestion adaptative implique l'utilisation de la meilleure information disponible pour fixer des objectifs réalistes, mettre en œuvre des solutions pour les atteindre, puis ajuster le plan d'action périodiquement à mesure que le suivi vous renseigne sur les progrès que vous faites (voir aussi le chapitre 18).

La justesse des objectifs qui figurent dans votre PDE dépend de votre habileté à fixer des objectifs réalisables, mais personne n'attend de vous que vous prédisiez parfaitement le futur. Au cours d'un cycle de gestion intégrée des ressources en eau, qui peut durer une dizaine d'années, les variables qui peuvent influencer votre planification (climat, utilisations du territoire, programmes gouvernementaux, personnel, réglementations, etc.) sont si nombreuses qu'il serait irréaliste de

penser que vous pourrez atteindre chacun de vos objectifs à l'intérieur du délai prévu. Ainsi, par le suivi et l'évaluation de votre plan d'action (voir le chapitre 17), vos objectifs devront être révisés et raffinés pour refléter l'évolution de l'histoire des bassins versants de votre zone de gestion intégrée des ressources en eau.

15.2 CHOIX DES INDICATEURS

Les indicateurs (tableau 15.2) sont des mesures utilisées pour évaluer la capacité du projet à atteindre les objectifs fixés. Ils sont directement liés au suivi et à l'évaluation du plan d'action (voir le chapitre 17). Dans le cas du suivi environnemental, les indicateurs rendent compte de la façon dont les ressources en eau réagissent aux efforts de gestion.

Plusieurs indicateurs ont été établis pour évaluer les efforts déployés en matière de GIRE. Certaines approches sont simples, mais d'autres sont complexes. En général, le coût et le temps requis pour la mise en œuvre d'une méthode dépendent de sa complexité. C'est pourquoi les membres du comité technique doivent choisir des indicateurs en équilibrant le coût et le temps nécessaire pour effectuer la collecte de données selon l'utilité de la connaissance qu'ils veulent acquérir.

Tableau 15.2 Exemples d'indicateurs

Catégories d'indicateurs	Exemples d'indicateurs
Qualité de l'eau	Paramètres de qualité de l'eau (ex. : azote, phosphore et mercure) Fréquences de dépassement des critères de qualité de l'eau Critères de prévention de la contamination (consommation d'eau et d'organismes aquatiques)
Indicateurs physiques et hydrologiques	Changements physiques de l'habitat qui influencent la biodiversité Débits d'étiage critiques Température de l'eau
Indicateurs biologiques	Distribution des poissons Distribution des macroinvertébrés
Indicateurs administratifs	Nombre de fermes qui respectent un règlement Nombre de contrôles effectués Nombre d'industries dont les rejets sont conformes à leur certificat d'autorisation
Indicateurs liés aux projets	Performance individuelle des projets (respect des échéanciers et du budget, conformité des travaux, etc.)

Chapitre 16

Élaboration d'un plan d'action

Contenu du chapitre

- ◇ Contenu d'un plan d'action
- ◇ Comment élaborer un plan d'action judicieux?

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec l'élaboration d'un plan d'action;
- ◇ Vous vous apprêtez à élaborer un plan d'action.

L'élaboration d'un plan d'action est une étape extrêmement importante du cycle de gestion intégrée des ressources en eau, parce qu'elle représente l'aboutissement du processus de planification de la GIRE et qu'elle pose des jalons pour la destinée d'un bassin versant ou d'un ensemble de bassins versants. Le plan d'action permettra de justifier la façon dont les objectifs seront atteints et d'en préciser les modalités. Il déterminera également la manière dont la mise en œuvre des projets sera suivie et évaluée, et ce, dans un objectif de gestion adaptative. Le but du présent chapitre est de décrire la manière dont on élabore un plan d'action préliminaire, lequel deviendra un plan d'action final après avoir été adopté par les acteurs de l'eau à la suite d'une consultation publique. La manière d'élaborer un programme de suivi et d'évaluation du plan d'action sera présentée au chapitre 17, alors que la gestion adaptative sera décrite au chapitre 18.

16.1 QU'EST-CE QU'UN PLAN D'ACTION?

Un plan d'action est un document qui décrit les projets et les activités que les acteurs de l'eau prévoient mettre en œuvre, pendant le cycle de gestion en cours, pour atteindre les objectifs qui ont été fixés à l'étape précédente. Pour chaque objectif, le plan d'action proposera des projets, déterminera les organisations responsables de leur mise en œuvre, le calendrier de réalisation, le coût, la stratégie de financement et les méthodes permettant d'en suivre les résultats et d'en évaluer le succès.

Un bon plan d'action possède certaines caractéristiques. Il doit être concis et recommander des activités et des projets précis qui doivent être mis en œuvre pour atteindre des objectifs précis. En d'autres termes, un bon plan d'action ne doit pas être long ou complexe. Au contraire, il doit spécifier clairement le « quoi », le « pourquoi », le « quand » et le « comment ». Étant donné que certains décideurs pourraient ne pas vouloir s'encombrer de détails techniques, les données et les justifications sur lesquelles s'appuient les recommandations pourraient même être présentées dans un document séparé (Center for Watershed Protection, 2005). C'est d'ailleurs ce que nous avons suggéré au chapitre 13, à la section 13.4.

 Les activités du plan d'action pourraient inclure une campagne d'information et de sensibilisation ainsi qu'une campagne de collecte de fonds. Débutez le programme d'information et de sensibilisation très tôt pour obtenir le soutien et l'implication de la communauté.

16.2 NÉCESSITÉ D'IMPLIQUER LES ACTEURS DE L'EAU DANS L'ÉLABORATION D'UN PLAN D'ACTION

Les observateurs et les praticiens de la GIRE s'entendent pour dire qu'il est crucial que l'ensemble des acteurs de l'eau soient impliqués dans le choix des meilleures actions et dans l'élaboration du plan d'action, sinon le processus entier pourrait être inefficace (de Steiguer, Duberstein, & Lopes, 2003). Un processus qui fonctionnerait strictement du haut vers le bas (*top-down*), ou sans la collaboration de la plupart des acteurs de l'eau, pourrait créer des barrières qui nuiraient à la mise en œuvre du plan d'action, à cause du manque de soutien des acteurs ou de leur opposition. C'est pour cette raison, entre autres, que le Kentucky Department of Environmental Protection (s. d.) et le Center for Watershed Protection (2005) considèrent qu'un plan d'action est préliminaire tant qu'il n'a pas été présenté aux acteurs de l'eau, puis raffiné, et tant qu'il n'a pas obtenu leur soutien. Ce n'est qu'à ce moment qu'il devient un plan d'action final (ou plan d'action tout court).

Cela dit, bien que la participation des acteurs de l'eau soit très importante, la nécessité d'impliquer la plupart d'entre eux peut faire en sorte que cette étape soit l'une des plus difficiles du processus de planification (Heathcote, 1998). Des difficultés et des controverses peuvent survenir lorsque certains acteurs de l'eau ne comprennent pas bien les critères qui ont été utilisés pour choisir les actions à mettre en œuvre. Un groupe d'acteurs pourrait bien être d'accord avec le problème à résoudre, avec l'objectif du processus et accepter l'information et les données utilisées, sans pour autant être d'accord avec les critères, ni avec les poids relatifs associés à ces critères en vue de choisir les meilleures actions (de Steiguer et al., 2003).

 Dans un souci de transparence et pour faciliter le suivi de la mise en œuvre des actions, nous vous suggérons de répartir vos actions en deux catégories : (1) celles qu'un acteur s'est déjà engagé à mettre en œuvre (mentionner le nom de l'acteur en question); (2) celles qu'aucun acteur ne s'est encore engagé à mettre en œuvre au moment du dépôt du PDE au MDDEP.

 Pour éviter toute confusion, nous vous suggérons de déposer votre PDE sur votre site Web avec la mention « version préliminaire » tant qu'il n'a pas été approuvé par le gouvernement. Ensuite, une fois que le PDE aura été approuvé et que les corrections demandées par les diverses organisations concernées auront été intégrées au document, vous pourrez le déposer sur votre site avec ou sans la mention « version finale ».

16.3 CONTENU D'UN PLAN D'ACTION

Plusieurs procédures permettent d'élaborer un plan d'action. L'une consiste à construire un tableau dont les titres des colonnes pourraient contenir les éléments suivants :

◇ Objectifs;

- ◇ Actions et activités;
- ◇ Calendrier de réalisation;
- ◇ Ressources;
- ◇ Responsabilité de la mise en œuvre;
- ◇ Biens livrables;
- ◇ Mécanismes de suivi et d'évaluation.

Ces points sont décrits dans les sections qui suivent.

16.3.1 OBJECTIFS

Reportez dans cette section les objectifs qui ont été déterminés à la dernière étape (chapitre 15, section 15.1).

16.3.2 ACTIONS ET ACTIVITÉS

Dressez la liste des activités, des mesures ou des pratiques de gestion bénéfiques que vous choisirez pour atteindre chacun des objectifs du PDE (voir ci-après). On appelle « pratiques de gestion bénéfiques » (PGB) des mesures ou des activités qui préviennent ou diminuent la pollution de l'eau. Les PGB ont été élaborées pour un grand nombre d'utilisations du territoire telles que l'agriculture, les mines, la foresterie et la construction. Plusieurs documents proposent des PGB pour résoudre différents problèmes relatifs à la qualité de l'eau. Citons, pour le secteur agricole, le National Management Measures for the Control of Nonpoint Pollution from Agriculture (U. S. EPA, 2003a), pour le secteur municipal, le National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Urban Areas (U. S. EPA, 2005b), et pour le secteur forestier, le National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Forestry (U. S. EPA, 2005a).

Cela dit, tous les problèmes qui sont déterminés dans un bassin versant ne peuvent être résolus grâce à des PGB. Par exemple, des enjeux tels que la protection des habitats et le maintien d'une bonne qualité d'eau dans un contexte de croissance démographique ou de développement résidentiel, commercial ou industriel, pourraient être mieux résolus par des règles de zonage prescrites dans les schémas d'aménagement ou dans les règlements d'urbanisme. Pour chaque objectif, commencez par déterminer les solutions possibles pour ensuite choisir la meilleure solution en utilisant les critères appropriés.

 Quelle que soit la solution que vous choisirez, vous aurez besoin de trouver des moyens pour mesurer l'efficacité de vos actions. Les indicateurs de suivi et d'évaluation vous aideront dans cette tâche (voir le chapitre 17).

A) DÉTERMINATION DES SOLUTIONS POSSIBLES

Commencez par déterminer, pour chaque objectif, une série de solutions qui peuvent résoudre les problèmes qui touchent les enjeux et permettre d'atteindre les objectifs fixés de manière concertée. Dans ce dessein, il faut considérer aussi bien des approches à court terme que des approches à long

terme, lesquelles peuvent être très variées, allant de modifications mineures à la reconstruction totale d'une infrastructure qui ne répond plus aux besoins. Parmi les solutions possibles, citons :

- ◇ Des projets ou des actions précises (par exemple, la construction d'une station de traitement des eaux usées dans une industrie, l'ajout d'un système de déphosphatation à une station d'épuration d'eaux usées municipales, l'enlèvement d'une barrière qui empêche la migration du saumon, etc.);
- ◇ Des changements dans les utilisations du territoire (zonage);
- ◇ Des plans de restauration;
- ◇ Des changements réglementaires;
- ◇ Des programmes de collecte de données manquantes;
- ◇ Des programmes de renforcement des capacités (formation, sensibilisation, etc.).

La détermination des solutions possibles est une étape qui pose de nombreux défis sur les plans technique, économique, social et politique. Celle des solutions qui permettront de contrôler la pollution de source diffuse d'origine agricole (encadré 16.1) en est un exemple. Dans le même ordre d'idées, nous aimerions attirer votre attention sur le fait que les bandes riveraines ne sont pas une solution « miracle » au contrôle de la pollution des eaux de surface, comme l'ont démontré Gagnon et Gangbazo (2006b). Quelques auteurs tendent d'ailleurs à leur donner raison. Par exemple, après avoir analysé plus de 140 articles et rapports scientifiques, Wenger (1999) a reconnu que les bandes riveraines constituent une composante essentielle d'un plan d'action visant à réduire les apports de sédiments dans les plans d'eau. Toutefois, dans le cas où elles constituent la principale solution mise en œuvre dans un bassin versant, il recommande de prendre deux précautions importantes, à savoir :

1. Restaurer et végétaliser les bandes riveraines le long de tous les cours d'eau, qu'ils soient à écoulement permanent ou intermittent;
2. Effectuer un suivi en mesurant périodiquement la turbidité de l'eau pour s'assurer de leur efficacité.

Ces recommandations suggèrent qu'il est inapproprié de se fier uniquement à la végétalisation des bandes riveraines pour résoudre des problèmes relatifs à la qualité de l'eau de surface. Pour leur part, Mayer et al. (2005) ont conclu que, dans l'élaboration d'un plan crédible visant le contrôle de la pollution de l'eau, les bandes riveraines devraient être combinées à d'autres mesures de réduction des charges de contaminants de sources ponctuelles et diffuses d'azote. À ce sujet, ils expliquent que la végétalisation d'une bande riveraine ne réussira pas à stabiliser les rives d'un cours d'eau si les causes de leur érosion ne sont pas résolues. Une municipalité ne devrait donc pas se fier uniquement à cette solution pour prévenir les impacts hydrologiques et écologiques du développement résidentiel, commercial et industriel. Elle devrait notamment veiller à aménager son territoire de manière à respecter un pourcentage d'imperméabilité de < 10 % ou de > 10 % et de < 25 % (Schueler, 2000b).

Encadré 16.1 Un exemple particulier d'action : les pratiques permettant de contrôler la pollution diffuse d'origine agricole

Dans le processus d'élaboration d'un plan d'action, l'une des questions les plus importantes concerne les solutions qui permettront d'atteindre l'objectif fixé. Dans le secteur agricole, il s'agit d'un enjeu de taille, car la détermination des solutions les plus efficaces est relativement complexe. Dans le passé, la plupart des OBV ont eu tendance à répondre à cette question en demandant que la réglementation agricole soit appliquée. La réponse est plus complexe. Bien que la réglementation puisse contribuer à résoudre certains problèmes associés à la pollution de source ponctuelle, notamment par la construction d'un système d'entreposage des fumiers, l'application du Règlement sur les exploitations agricoles est rarement une solution unique pour résoudre les problèmes causés par la pollution de source diffuse agricole.

La réponse la plus efficace ne peut souvent être obtenue que par une simulation du comportement du bassin versant à la suite du changement de certaines pratiques agricoles. Il faut normalement procéder en deux étapes :

1. Simuler le mieux possible les charges actuelles et déterminer les parcelles d'où proviennent les plus grandes charges du contaminant concerné;
2. Déterminer les pratiques de gestion bénéfiques (PGB) qui, utilisées sur ces parcelles, permettraient d'atteindre à long terme l'objectif fixé.

La figure ci-contre illustre le résultat final de l'exercice précédent obtenu pour un bassin versant fictif. Les carreaux représentent les parcelles agricoles et les lettres correspondent à autant de PGB qui permettraient d'atteindre l'objectif. Remarquez qu'il n'a pas été nécessaire de changer les pratiques agricoles sur toutes les parcelles, comme en font foi les carreaux sur lesquels n'apparaît aucune lettre. La vérification de la probabilité d'atteindre l'objectif revient donc à établir une adéquation entre le plan d'action et l'objectif fixé. Gangbazo et al. (2006) ont commenté les résultats obtenus par Michaud, Deslandes & Beaudin (2006) pour le bassin versant de la rivière aux Brochets à l'aide du modèle SWAT (Arnold et al., 1998).



⁸⁹ Dans le domaine du contrôle de la pollution diffuse d'origine agricole, les raisons pour lesquelles il faut utiliser une approche ciblée sont nombreuses. En voici quelques-unes : (1) Les charges de contaminants de sources diffuses agricoles ne sont pas uniformes dans un bassin versant; (2) Dans un bassin versant, il y a des zones vulnérables qui génèrent la plus grande fraction des charges. Celles-ci peuvent représenter moins de 25 % de la superficie du bassin versant; (3) Les zones vulnérables contribuent généralement à l'apport d'une grande quantité d'eau, à l'embouchure du bassin versant; (4) Les zones vulnérables sont généralement proches (à l'intérieur d'une bande de cent mètres) d'un cours d'eau, d'un fossé ou d'un lac, sauf dans les cas où un drain de surface est utilisé; (5) Dans le cas de la contamination de l'eau par les sédiments, les zones vulnérables ont en même temps un taux de ruissellement élevé et un taux d'érosion élevé; (6) Dans le cas de la contamination de l'eau par le phosphore, les zones vulnérables ont en même temps un taux de ruissellement élevé, un taux d'érosion élevé et une teneur en phosphore élevée dans la couche de surface du sol.

En déterminant les solutions possibles, tâchez de déceler les zones vulnérables⁸⁹. En effet, puisque les projets de GIRE bénéficient rarement de ressources illimitées, il est important de savoir à quel endroit, dans le bassin versant, les ressources financières et les heures investies dans la mise en œuvre des solutions auront les effets les plus importants. La « priorisation » et le « ciblage » vous permettent d'obtenir les meilleurs résultats (Indiana Department of Environmental Management, 2003). À cette fin, examinez l'endroit du bassin versant auquel l'objectif en question s'applique et posez-vous des questions de ce genre (Perez et al., 1997) :

- ◇ Quel est l'endroit ou le type d'utilisation du territoire où le problème est le plus important ou à quel endroit il se manifeste le plus souvent?
- ◇ Quels cours d'eau, lacs ou aquifères sont confrontés à la dégradation qui a été mise en évidence?
- ◇ Est-ce que la solution proposée résout vraiment les problèmes déterminés?
- ◇ Pouvons-nous mesurer les effets de la mise en œuvre de la solution?
- ◇ Quels sont les coûts de la solution en termes financiers et humains?
- ◇ Avons-nous (ou pouvons-nous avoir) l'expertise technique permettant de mettre en œuvre cette solution?
- ◇ Combien de temps sera nécessaire pour voir les résultats de la mise en œuvre de cette solution?
- ◇ Cette approche sera-t-elle acceptable pour la population?
- ◇ Cette approche complètera-t-elle d'autres projets dont nous avons déjà planifié la mise en œuvre?
- ◇ Que pouvons-nous nous permettre de faire en un, trois, cinq ou dix ans?

Selon les réponses que vous obtiendrez, vous pourriez prendre certaines décisions complémentaires. En voici quelques exemples :

- ◇ Rencontrer les propriétaires fonciers d'un bassin versant et échanger de l'information avec eux au sujet des solutions que vous envisagez;
- ◇ Obtenir l'aide de spécialistes du contrôle de la pollution de sources diffuse agricole pour élaborer des plans de contrôle de l'érosion des sols;
- ◇ Promouvoir les programmes de subvention instaurés par le gouvernement à l'intention des municipalités dont le système de traitement des eaux usées ne correspond pas aux normes.

 Si vous ne connaissez pas les solutions qui peuvent permettre de résoudre un problème donné, n'hésitez pas à consulter les spécialistes des ministères et organismes ou des municipalités de votre zone de gestion intégrée des ressources en eau.

 Essayez de déterminer plusieurs solutions possibles pour chaque objectif. À cette étape-ci, il est important d'éviter de trop se concentrer sur la solution qui vous semble la plus évidente. Essayez de trouver des idées nouvelles et non traditionnelles, sans chercher à les évaluer (cette étape viendra plus tard), ce qui veut dire qu'aucune option ne doit être exclue. En outre, le fait de prendre en considération un large éventail de solutions est important. Dans la plupart des cas, l'atteinte d'un objectif nécessitera le recours à une combinaison de solutions, notamment la construction d'un ouvrage, la sensibilisation, le zonage, etc.

B) CHOIX DES MEILLEURES SOLUTIONS

Une fois que toutes les solutions permettant d'atteindre un objectif donné ont été trouvées, vous devez les évaluer pour choisir les meilleures. À cette fin, le comité technique pourrait avoir à faire un certain nombre d'études particulières selon la nature des enjeux. Il pourrait s'agir, notamment, d'études de faisabilité et d'analyses de coûts par rapport à l'efficacité. Le comité technique pourrait également établir une série de critères qui l'aideront à choisir les meilleures solutions (le tableau 16.1 donne des exemples de critères utiles).

L'application de critères de décision à une liste de solutions possibles a un caractère analytique. Il n'y a pas de formule magique pour appliquer ce processus, mais quelques systèmes ont été utilisés avec succès. Le système matriciel (tableau 16.2) est le plus facile à utiliser et le plus efficace. Voici comment il fonctionne :

1. On attribue à chaque critère un poids, disons entre 1 et 3. Le comité technique doit décider quel critère est le moins important (en lui attribuant, par exemple, le poids 1) et quel critère est le plus important (en lui attribuant, par exemple, le poids 3);
2. On attribue également à chaque solution un rang, disons entre 1 et 5, où 5 est le rang de la meilleure solution, et 1, celui de la solution qui a le moins de probabilité de résoudre le problème;
3. Ensuite, pour une solution donnée, on multiplie son poids par son rang pour obtenir le résultat pour un critère donné. On arrive ainsi à déterminer les solutions auxquelles on doit accorder la plus grande priorité et celles auxquelles il faut accorder la plus faible. Soulignons qu'il ne faut pas additionner les résultats de tous les critères pour obtenir un total. La grille (tableau 16.3) n'est qu'un outil d'aide à la décision. L'avis des experts et la participation du public restent prioritaires.

Le principal avantage du système matriciel est qu'il repose sur l'échange d'idées entre tous ceux qui participent au choix des meilleures solutions. Malgré sa subjectivité, c'est une méthode qui aide le comité technique à prendre des décisions dans un esprit de concertation. L'intégration d'éléments subjectifs dans un modèle objectif de prise de décision permet d'essayer de tenir compte de la plupart, sinon de l'ensemble des préoccupations de la population dans le choix des solutions qui seront recommandées.

Le comité technique pourrait aussi envisager la possibilité de rédiger, pour chaque solution possible, une fiche qui pourrait contenir les éléments indiqués dans l'encadré 16.2. Ces fiches sont particulièrement utiles si le comité technique décide de convier un groupe élargi à participer au choix des meilleures solutions.

Tableau 16.1 Critères d'efficacité et critères de faisabilité pour évaluer des solutions possibles

Critères d'efficacité	Critères de faisabilité
<ul style="list-style-type: none"> ◇ Efficacité technique. Parmi les solutions possibles, laquelle est la plus efficace pour résoudre le problème en question? ◇ Coût. Quelles solutions possibles ont le meilleur rapport coût-efficacité? ◇ Flexibilité à long terme. Quelles solutions peut-on modifier facilement au cours des années, pour tenir compte de nouvelles conditions ou de nouvelles informations? ◇ Effets pervers. Est-ce que certaines des solutions possibles peuvent créer de nouveaux problèmes? ◇ Considérations éthiques. Quels sont les effets pervers des solutions possibles sur des groupes variés et sur les activités économiques dans le bassin versant? ◇ Rapidité d'exécution. Y a-t-il des contraintes de temps pour la mise en œuvre de la solution? 	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Autorité légale. A-t-on une autorité en cette matière (par exemple, la solution relève-t-elle du gouvernement fédéral?) Sinon, peut-on faire quelque chose pour se donner cette autorité? ◇ Approbations/permis. Quelles approbations ou quels permis doivent être délivrés par des organisations non représentées dans l'OBV? ◇ Sources de financement. Existe-t-il des sources de financement à court et à long terme? ◇ Administration et personnel. Quelle organisation va mettre en œuvre la solution? A-t-elle la capacité de faire le travail? Aura-t-on besoin de personnel additionnel? ◇ Intégration à des programmes apparentés. Comment chaque solution sera-t-elle intégrée aux programmes et aux projets existants? ◇ Acceptabilité. Les solutions possibles sont-elles acceptables pour les participants, les élus et les organisations externes?

Tableau 16.2 Exemple d'utilisation de critères de décision pour choisir une solution

Solutions/ Actions	Critères de décision											
	Faisabilité technique			Coût			Rapidité d'exécution			Acceptabilité par le public		
	Rang	Poids	Résultat	Rang	Poids	Résultat	Rang	Poids	Résultat	Rang	Poids	Résultat
Clôture												
Sensibilisation												
Achat de terrain												
Restauration de bande riveraine												

Source : Hashim (1998)

Encadré 16.2 Renseignements pouvant être fournis sur les solutions possibles

Le fait de donner, de façon succincte, un grand nombre de renseignements sur les solutions possibles, facilite les discussions qui vont permettre de choisir la solution qui convient le plus compte tenu des objectifs poursuivis, des coûts, etc. La fiche d'information sur les solutions possibles pourrait contenir les renseignements que voici :

- ◇ Description sommaire du problème à résoudre;
- ◇ Description sommaire de ses causes et de ses effets sur les ressources en eau;
- ◇ Libellé des objectifs;
- ◇ Description de la solution et de son efficacité;
- ◇ Évaluation des coûts de la solution;
- ◇ Description sommaire de l'endroit où la solution sera appliquée;
- ◇ Analyse du coût par rapport au bénéfice;
- ◇ Évaluation des risques du projet;

Description du programme de suivi à mettre en place pour suivre l'atteinte des résultats.

16.3.3 CALENDRIER DE RÉALISATION

Indiquez la date à laquelle le travail commencera (mois/année) ainsi que la date à laquelle il sera terminé (l'année seulement, si cela prendra plusieurs années). Inscrivez les actions par ordre de priorité. Par exemple, l'atteinte d'un objectif pourrait nécessiter la mise en œuvre de plusieurs actions ou la réalisation de plusieurs activités, mais les ressources disponibles au moment de l'élaboration du plan d'action pourraient suffire pour mettre en œuvre deux ou trois actions sur un total de cinq, par exemple. Les deux ou trois actions qui permettraient d'atteindre les plus importants résultats devraient avoir la priorité; la réalisation des autres actions, quant à elle, pourrait être laissée en suspens et reportée au cycle de gestion suivant ou jusqu'à ce que les ressources soient disponibles.

16.3.4 RESSOURCES

On entend par « ressources », entre autres, les ressources financières, les ressources humaines et l'équipement nécessaires pour accomplir un travail. N'oubliez pas que vous pourriez avoir besoin de mettre en œuvre une stratégie de collecte de fonds pour financer la réalisation de certains projets et que certains d'entre eux nécessiteront des fonds provenant de plusieurs sources.

La campagne de collecte de fonds est une activité qui prend beaucoup de temps. Chaque type ou source de financement a ses propres critères d'admissibilité, ses procédures de soumission de demandes de subvention et ses dates limites de dépôt des demandes de subvention. À cet égard, il pourrait être utile d'établir, dès les premières étapes de l'élaboration de votre PDE, un plan pour obtenir des fonds et du soutien en nature. Une fois que le plan d'action a été élaboré, il faut s'assurer de la disponibilité des fonds.

Un moyen pour organiser la recherche de fonds consiste à diviser les activités par catégorie (par exemple : sensibilisation, mise en œuvre, acquisition de connaissances, etc.) et de chercher les organisations qui sont susceptibles de financer des projets qui correspondent à chacune des

catégories. Rappelez-vous que toutes les activités ne nécessitent pas des ressources en argent. Dans plusieurs cas, l'assistance technique et la collecte de données sont des services qui sont parfois offerts gratuitement par les organisations gouvernementales nationales, régionales ou locales. Votre plan de recherche de fonds devrait contenir l'information suivante :

- ◇ Sources possibles de fonds;
- ◇ Date de dépôt des demandes de subvention;
- ◇ Date où les fonds sont requis;
- ◇ Manière d'obtenir les fonds.

16.3.5 RESPONSABILITÉ DE LA MISE EN ŒUVRE

Indiquer l'organisation ou la personne qui sera responsable de la mise en œuvre de l'action.

16.3.6 BIENS LIVRABLES

Les biens livrables sont les résultats tangibles que vous espérez obtenir à la fin de la réalisation du projet ou de l'activité. Citons les pratiques qui seront mises en œuvre, une concentration d'un élément dans l'eau, des plans, des circulaires, des règlements ou des manuels écrits.

16.3.7 MÉCANISMES DE SUIVI ET D'ÉVALUATION

Quand les progrès et les résultats de la mise en œuvre des actions feront-ils l'objet d'un rapport? Qui devrait faire ce rapport et à qui? Le rapport sera-t-il verbal ou écrit? Quels sont les éléments qui devraient être évalués, mesurés, et de quelle manière devraient-ils l'être? Chaque point de contrôle doit-il faire l'objet du rapport? Autant de questions auxquelles on ne peut répondre adéquatement qu'en élaborant un programme de suivi et d'évaluation du plan d'action (voir le chapitre 17 pour plus de détails). Le comité technique devrait inscrire dans la colonne « Mécanismes de suivi et d'évaluation », les indicateurs les plus pertinents pour le suivi de la mise en œuvre des projets et des activités et donner des précisions sur les périodes où vous procéderez à une évaluation de la mise en œuvre du plan d'action.

16.4 ÉLABORATION D'UNE STRATÉGIE DE MISE EN ŒUVRE DU PLAN D'ACTION

Après avoir fait autant d'efforts, il serait dommage que le document que vous avez produit reste sur les tablettes. Rappelez-vous que le plan d'action n'est pas une fin en soi. Votre but en l'élaborant est de provoquer des changements. Les commanditaires et les décideurs doivent accepter de prendre des responsabilités pour le mettre en œuvre. Vous devriez élaborer une stratégie de mise en œuvre du plan d'action, car en matière de GIRE, la mise en œuvre des projets est un défi important (voir le chapitre 19).

Une stratégie de mise en œuvre fait référence à la manière de rassembler des ressources humaines,

matérielles et financières pour atteindre un objectif donné. Vous devez donc réfléchir à tout ce que vous pouvez faire pour que les projets et les activités prévus dans le plan d'action se réalisent. Le financement constitue évidemment un élément incontournable dans une stratégie de mise en œuvre. Il monopolise cependant beaucoup de temps. C'est pourquoi il est préférable de l'amorcer rapidement, car plus la recherche de fonds commence tôt, plus la possibilité de réunir les sommes nécessaires est grande. Le conseil d'administration pourrait, dès son élection, commencer à faire des démarches auprès de certaines organisations dans le but d'obtenir des fonds ou de l'assistance en nature pour mettre en œuvre des projets et des activités.

Sachez aussi que les projets de GIRE tendent à stagner pendant quelque temps après que le plan d'action a été adopté par les acteurs de l'eau. Pour éviter une perte d'énergie trop grande, planifiez certains événements ou certaines activités qui auront lieu deux ou trois mois après que le plan d'action aura été adopté. Il pourrait s'agir d'un événement de démarrage pour une des mesures du plan d'action ou du démarrage d'un programme de suivi de la qualité de l'eau. Essayez de mettre une certaine gaieté dans l'événement et ouvrez-le au plus grand nombre de personnes possible.

 Le fait d'avoir un plan d'action présente beaucoup d'avantages. La plupart des organisations de la zone de gestion intégrée des ressources en eau considéreront votre plan d'action comme une preuve que vous êtes organisés, et que vous savez ce que vous faites. Le plan d'action démontre aussi aux diverses organisations gouvernementales et non gouvernementales que les autres acteurs de l'eau savent ce qu'ils veulent et qu'ils sont prêts à passer à l'action. Utilisez votre plan d'action pour demander des subventions

16.5 ADOPTION D'UN PLAN D'ACTION FINAL

Toute la démarche que vous avez suivie jusqu'à présent vise à élaborer un plan d'action qui doit être adopté, financé et mis en œuvre selon le calendrier que vous avez établi. L'adoption dont il est question ici ne se limite pas à une consultation publique. Pour assurer une large adoption de votre plan d'action, vous devrez être en lien avec le pouvoir politique et les responsables du processus budgétaire qui y est associé (Center for Watershed Protection, 2005). Vous devrez penser à la façon dont vous procéderiez pour faire cheminer le plan à travers les structures politiques et bureaucratiques de la zone de gestion intégrée des ressources en eau. La stratégie variera selon les régions, mais nécessitera l'établissement de réseaux et l'organisation de rencontres d'information qui feront que le plan d'action sera largement adopté par les acteurs.

Il n'y a pas de méthode universelle pour favoriser l'adoption du plan d'action final, puisque les processus politiques, la structure de partenariat et le système budgétaire ne sont pas les mêmes d'une zone de gestion à l'autre. Les élus forment sans contredit un groupe d'acteurs incontournables, mais ils veulent souvent savoir si les organisations locales, les organismes de réglementation, les médias locaux et les autres groupes d'intérêts soutiennent votre plan d'action. À cet égard, sachez que votre plan d'action est vraiment adopté si :

- ◇ La communauté l'inclut dans son programme d'action;
- ◇ Les élus y adhèrent en totalité ou souscrivent à certaines de ses composantes;
- ◇ Les gouvernements locaux s'engagent à financer certains projets.

Chapitre 17

Élaboration d'un programme de suivi et d'évaluation du plan d'action

Contenu du chapitre

- ◇ Utilité du suivi et de l'évaluation
- ◇ Notions relatives à l'élaboration d'un programme de suivi
- ◇ Notions relatives à l'élaboration d'un programme d'évaluation

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec le suivi et l'évaluation;
- ◇ Vous vous apprêtez à élaborer votre plan d'action;
- ◇ Vous vous apprêtez à élaborer le programme de suivi et d'évaluation de votre plan d'action.

Vous avez déterminé les actions que vous allez réaliser pour atteindre certains objectifs et élaboré une stratégie à cet effet. Vous vous apprêtez peut-être même à imprimer votre PDE et à mettre en œuvre des actions. Si c'est le cas, prenez une pause, car vous n'êtes pas encore tout à fait prêts. La composante finale et vitale du plan d'action consiste à déterminer la manière dont vous allez suivre et évaluer la mise en œuvre de vos actions et vous adapter aux changements qui ne manqueront pas de se produire.

Le présent chapitre a pour objet de vous sensibiliser à l'importance du suivi et de l'évaluation et de vous renseigner sur ces concepts. Il vise trois buts : (1) montrer l'utilité et l'importance du suivi et de l'évaluation; (2) présenter quelques notions sur la conception d'un programme de suivi et d'évaluation; (3) présenter une démarche permettant d'intégrer le suivi et l'évaluation à la gestion d'un projet. Cela dit, nous vous encourageons à consulter des ouvrages spécialisés pour parfaire vos connaissances en matière de suivi et d'évaluation. Précisons que, dans le présent chapitre, les termes écrits en caractères gras sont définis dans l'encadré 17.3, sauf indication contraire.

17.1 DÉFINITION ET UTILITÉ DU SUIVI ET DE L'ÉVALUATION

Bien que les termes « suivi » et « évaluation » soient généralement utilisés ensemble, comme s'il s'agissait d'un seul et même concept, le suivi et l'évaluation sont en fait deux séries bien distinctes d'activités organisationnelles, interactives et complémentaires.

Le suivi est un processus itératif de collecte et d'analyse d'information réalisées au fur et à mesure de la progression d'un **projet**, qui permet d'en mesurer les progrès en regard des résultats attendus. Il permet aux gestionnaires de savoir si un projet a atteint les **objectifs** prévus. Il leur permet aussi de

savoir si les ressources financières et humaines sont suffisantes et utilisées de manière adéquate, si la capacité de l'**organisation** est suffisante et appropriée, et de vérifier la manière dont elle réalise les actions qui ont été planifiées. Le but ultime du suivi est d'améliorer l'efficacité d'un projet ou l'efficacité d'une organisation.

L'évaluation est une démarche d'appréciation analytique systématique qui consiste à juger les moyens utilisés et les résultats obtenus en regard des objectifs poursuivis et des besoins auxquels les **programmes** et les activités des programmes doivent répondre. Elle vise à évaluer la **pertinence**, la **cohérence**, les **effets**, l'**efficacité** et l'**efficience** (voir la section 17.4.2.2 pour la définition de ces termes). Elle diffère du suivi dans la mesure où elle se rapporte à ce qu'on a entrepris de faire, à ce qu'on a accompli et à la façon dont on a mené à bien ses activités.

Lorsqu'il est fait correctement, le suivi fournit une base utile pour l'évaluation. « Suivi » et « évaluation » pourraient être définis autrement par « observer les progrès enregistrés par un projet » (suivi) et « porter des jugements sur la base de cette observation » (évaluation). Si la mise en œuvre des projets revient généralement aux acteurs qui ont des responsabilités en matière de gestion de l'eau, le suivi et l'évaluation du plan d'action reviennent à l'organisme de bassin versant ou aux acteurs, ou encore à l'OBV et aux acteurs, selon les ententes qui auront été négociées.

17.2 FINALITÉ DU SUIVI ET DE L'ÉVALUATION POUR LA GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES EN EAU

Il y a deux raisons principales pour suivre et évaluer un plan d'action. D'une part, on le fait pour être capable de prouver qu'en mettant en œuvre les projets prévus dans le PDE, on a atteint les objectifs fixés. D'autre part, on le fait pour apprendre et pour améliorer continuellement sa stratégie en matière d'efficacité et d'effet. L'efficacité se mesure par le degré d'atteinte des objectifs qui étaient fixés. Pour sa part, l'effet dit si le projet a changé quelque chose de significatif au problème qu'on tentait de régler. En d'autres termes, la décision de mettre en œuvre ce projet a-t-elle été utile? Avant de décider de refaire la même chose (par exemple, reproduire le projet ailleurs ou utiliser les mêmes méthodes de travail), il faut s'assurer que ce qu'on a fait est logique par rapport à l'effet qu'on voulait obtenir.

Le processus de suivi et d'évaluation devrait être prévu dans le plan d'action du PDE et faire partie de celui-ci avant même que les acteurs de l'eau ne commencent à mettre les projets en œuvre. Cela permet de poser les bonnes questions et d'utiliser les réponses pour renforcer ses capacités de planification et de gestion. Il ne sert à rien de collecter des données et de l'information si elles ne servent pas à améliorer la **stratégie** et le plan d'action utilisés. Lorsque le suivi et l'évaluation sont délibérément intégrés à la gestion d'un projet dans le but d'acquérir de la connaissance et d'apprendre, comme le prévoit le cycle de gestion intégrée des ressources en eau, on parle d'une « gestion adaptative ». Au chapitre 16, nous expliquons davantage ce qu'est la gestion adaptative et la manière dont vous pourrez l'appliquer pour améliorer vos connaissances et pour influencer d'autres OBV, le grand public et les décideurs.

Pour que le suivi et l'évaluation soient réellement utiles, vous devez avoir tout planifié de manière correcte. Par exemple, l'analyse de bassin versant devra avoir été faite de manière à bien déterminer

les relations de cause à effet; les objectifs devront avoir été quantifiés; les actions devront avoir été choisies selon les meilleures connaissances disponibles; les protocoles de suivi devront avoir été bien élaborés et appliqués rigoureusement. En d'autres termes, vous devriez avoir effectué un véritable travail de planification en vue d'obtenir des progrès et des résultats probants. Un organisme qui aura négligé certaines étapes du cycle de gestion intégrée des ressources en eau, ou des acteurs qui n'auront pas fait les efforts nécessaires pour participer activement à l'élaboration du PDE et pour réaliser les projets qui relèvent de leurs champs de compétence respectifs, profiteront peu des résultats d'un programme de suivi et d'évaluation.

17.3 NOTIONS RELATIVES AU PROGRAMME DE SUIVI

La GIRE vise à résoudre les problèmes qui touchent tous les enjeux liés à l'eau et aux écosystèmes associés. Ces enjeux peuvent concerner, par exemple, la qualité de l'eau (incluant la qualité chimique, physique et biologique), sa quantité (incluant les eaux de surface et souterraines), la diversité biologique, les habitats, les pêcheries, les activités récréatives ou la santé. Au sujet de la qualité de l'eau, vous pourriez consulter le guide général sur la conception et l'implantation d'un programme de suivi de la qualité de l'eau, publié par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), et disponible à cette adresse : www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/waterqualmonitor.pdf. Mais il existe plusieurs autres ouvrages ou publications qui pourraient vous être utiles. Par exemple, Hébert et Légaré (2000) ont élaboré un guide général sur le suivi de la qualité de l'eau des rivières et des petits cours d'eau. Vous pourrez également consulter l'article de Spooner & Mallard (2003) pour vous aider à déterminer les objectifs de votre programme de suivi, et celui de Olsen & Robertson (2003) pour élaborer les protocoles de suivi. Par ailleurs, l'article de Wilde, Brass, & Diamond (2003) vous donne des renseignements sur la collecte des données et sur les protocoles à appliquer sur le terrain et en laboratoire, alors que celui de Klima, Lanfear, & McCarron (2003) vous donne des idées sur la gestion des données relatives à la qualité de l'eau. Pour notre part, nous présentons, ci-après, quelques renseignements supplémentaires qui vous aideront à concevoir un bon programme de suivi.

 Le suivi de la qualité de l'eau exige l'expertise nécessaire pour élaborer des programmes d'échantillonnage adaptés aux différentes problématiques et de l'expérience dans l'interprétation des données. Au MDDEP, cette expertise est détenue par les membres de la Direction du suivi de l'état de l'environnement. Nous vous recommandons de consulter les spécialistes de cette direction, au besoin. Vous trouverez les coordonnées de plusieurs experts travaillant dans le domaine du suivi de la qualité de l'eau dans le Bottin des experts qui œuvrent dans des domaines utiles pour les organismes de bassin versant (Gangbazo, 2009a).

17.3.1 TYPES DE SUIVI

Il existe plusieurs types de suivi. Ce sont le suivi de tendances, le suivi de routine, le suivi des réalisations (ou suivi administratif), le suivi des résultats (ou suivi d'efficacité), le suivi de validation et le suivi de conformité.

Le **suivi de tendances** est le suivi à long terme de l'évolution des indicateurs clés. Il est souvent utilisé pour donner de l'information permettant d'élaborer des politiques. Le suivi de la concentration d'azote ou de phosphore dans l'eau des rivières ou des changements chez les populations de poissons en fonction du temps en sont des exemples.

Le **suivi de routine** consiste à mesurer les progrès faits en vue d'atteindre un objectif donné, ce qui n'est possible que si l'on connaît les conditions de départ (au moment où on a commencé à mettre en œuvre des projets).

Le **suivi des réalisations** (ou suivi administratif) a pour but de déterminer si une activité ou un projet particulier a été réalisé comme il a été planifié et à quel degré il l'a été. Le suivi des réalisations est habituellement fait pour chacune des activités qui composent un projet, et ce, pour toute la durée de la période de mise en œuvre des projets du plan d'action. Ce type de suivi fait généralement partie du contrôle administratif exercé par les gestionnaires et n'implique pas d'échantillonnage sur le terrain ou d'analyses physicochimiques de l'eau, par exemple.

Le **suivi des résultats** (ou suivi d'efficacité) a pour but de déterminer si une activité ou un projet particulier a permis d'atteindre les objectifs attendus et à quel degré les objectifs ont été atteints. Par exemple, avons-nous réduit de 20 % la charge de phosphore à telle station? Dans l'analyse finale des résultats à la fin du cycle de gestion, le fait qu'une activité ou un projet ait atteint l'objectif déterminé est le seul élément indiquant si l'activité ou le projet en question a été efficace. La mise en œuvre d'un suivi des tendances ou d'un suivi de routine est souvent nécessaire pour effectuer un suivi des résultats, le premier fournissant des données pour le second. L'encadré 17.1 présente les différents types de suivi des résultats (dispositifs expérimentaux) qui peuvent être utilisés dans un projet pilote de GIRE mené en milieu agricole.

Le **suivi de validation** est un autre aspect du suivi d'efficacité qui a pour but de déterminer si les effets prédits par un modèle conceptuel ou par une hypothèse correspondent à ceux qui ont été obtenus à la suite de la réalisation de l'activité ou du projet.

Le **suivi de conformité** est utilisé pour déterminer dans quelle mesure et à quel degré des critères de qualité de l'eau déterminés sont en voie d'être atteints. Ce type de suivi est utilisé, par exemple, pour vérifier si la mise en activité d'une station d'épuration d'eaux usées municipales ou industrielles a donné les résultats prévus.

Tous les types de suivi décrits ci-dessus peuvent être utilisés dans le contexte de la GIRE. Cela dit, les deux types de suivi nécessaires pour interpréter adéquatement les résultats de la gestion d'un projet sont le suivi des réalisations (suivi administratif) et le suivi des résultats (suivi d'efficacité). Rappelons que vous devez concevoir un programme de suivi uniquement pour les enjeux et les paramètres (ex. : azote, phosphore, etc.) qui ont été retenus dans votre PDE.

 Le suivi volontaire effectué par des citoyens permet d'impliquer ces derniers dans la collecte de données relatives à la qualité de l'eau et dans la détermination des problèmes qui touchent les ressources en eau.

 Dans votre PDE, vous devez inclure un programme de suivi de votre plan d'action comprenant au moins deux volets : un suivi des réalisations (suivi administratif) et un suivi des résultats (suivi d'efficacité).

17.3.2 QUELQUES CONSEILS POUR LE SUIVI DE LA QUALITÉ DE L'EAU

Comme une variabilité naturelle existe dans les écosystèmes aquatiques, l'un des défis du suivi de la

qualité de l'eau est d'établir un lien entre les projets mis en œuvre et les améliorations de la qualité de l'eau. Voici quelques conseils qui facilitent l'établissement de cette relation (U. S. EPA, 2008).

Liez le programme de suivi aux objectifs du PDE. Un programme de suivi de la qualité de l'eau peut être très complexe, et le suivi peut être effectué à plusieurs échelles spatiales. Toutefois, le plus important est que le programme soit intimement lié aux objectifs poursuivis (étape 3 du cycle de gestion intégrée des ressources en eau). Par exemple, si l'objectif visé est de rétablir la baignade à une plage précédemment fermée, on pourrait suivre les progrès en consignait également le nombre de jours où la plage est ouverte ou encore le nombre de baigneurs qui l'ont fréquentée. Si l'objectif poursuivi est de restaurer la vie dans un cours d'eau, l'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques et des poissons sur une base annuelle pourrait être inclus dans le programme de suivi. Le fait de se poser quelques questions au préalable vous aidera à planifier votre programme de suivi en conséquence (l'encadré 17.2 donne quelques exemples de questions).

Effectuez le suivi pendant plusieurs années avant et après la mise en œuvre des projets. Il faut généralement effectuer le suivi pendant plusieurs années avant et après la mise en œuvre d'un projet pour augmenter la probabilité de démontrer une amélioration de la qualité de l'eau. La variabilité interannuelle des paramètres de qualité de l'eau est souvent si grande que le suivi doit être effectué pendant un minimum de deux à trois ans avant et après la mise en œuvre d'un projet pour mettre en évidence un changement significatif dans les écosystèmes aquatiques.

Consignez toutes les modifications apportées au plan d'action initial avant ou pendant sa mise en œuvre. En principe, les projets sont mis en œuvre comme prévu dans le plan d'action. Que des changements soient apportés au plan d'action pour des raisons imprévues, ce n'est pas un gros problème, tant que ces changements ainsi que leurs raisons sont bien consignés. À cause des incertitudes qui caractérisent la dynamique des écosystèmes aquatiques, terrestres et riverains, on ne peut savoir à quel degré les projets qu'on s'apprête à mettre en œuvre permettront d'atteindre les objectifs qu'on s'est fixés au départ. Si des projets n'ont pas été réalisés comme prévu et qu'on ne tient pas bien compte des changements et des raisons de ces changements, on perd la possibilité d'apprendre ou, pire, on risque de tirer des conclusions erronées.

Encadré 17.1 Dispositifs expérimentaux permettant d'évaluer l'effet de la mise en œuvre de bonnes pratiques agricoles sur la qualité de l'eau

Il existe trois types de dispositifs expérimentaux permettant d'évaluer l'effet de la mise en œuvre de bonnes pratiques agricoles sur la qualité de l'eau des rivières. Ce sont le dispositif avant-après, le dispositif amont-aval et le dispositif des bassins pairs.

Dispositif avant-après

Dans le cadre de ce dispositif expérimental, la qualité de l'eau est suivie à une ou à plusieurs stations, avant et après qu'on ait effectué des interventions dans le bassin versant (mise en œuvre des bonnes pratiques agricoles). C'est le moins efficace des trois dispositifs expérimentaux pour déterminer les relations de cause à effet entre les interventions ou « traitements » et la qualité de l'eau. C'est aussi le dispositif le plus facile à utiliser lorsque les ressources financières et humaines sont limitées. Il requiert peu de coordination entre les interventions et le suivi de la qualité de l'eau. Cependant, sa « sensibilité statistique » n'est pas très grande lorsque les variables météorologiques (ex. : précipitations) et hydrologiques (ex. : débits) ne sont pas mesurées. Lorsqu'on l'utilise, il est donc difficile d'établir un lien entre les changements de la qualité de l'eau et les interventions réalisées. En général, pour pouvoir démontrer statistiquement que les changements observés dans la qualité de l'eau sont attribuables aux interventions réalisées, il faut une période de suivi de la qualité de l'eau assez longue. Cela s'explique par la très grande influence du débit sur la concentration des polluants de sources diffuses agricoles.

Dispositif amont-aval

Dans le cadre de ce dispositif expérimental, la qualité de l'eau est suivie en amont et en aval d'une source potentielle de pollution. C'est le dispositif classique utilisé pour évaluer et suivre l'influence d'une source de pollution diffuse sur la qualité d'un cours d'eau. Comme le dispositif avant-après, le dispositif amont-aval requiert peu de coordination entre les interventions sur le terrain et le suivi de la qualité de l'eau. On a également un contrôle limité sur les variables météorologiques et hydrologiques, à moins d'installer les équipements appropriés pour les mesurer. De plus, sa « sensibilité statistique » est faible lorsque les apports de sources diffuses sont négligeables comparativement au « bruit de fond » de la rivière. Soulignons que, dans le cadre de ce dispositif expérimental, il est souvent difficile de déterminer l'emplacement approprié d'une station d'échantillonnage de la qualité de l'eau en amont de la source de pollution.

Dispositif des bassins pairs

Dans le cadre de ce dispositif expérimental, la qualité de l'eau est suivie dans un minimum de deux bassins versants (un bassin versant témoin et un bassin versant d'intervention ou bassin versant « traité ») et pendant deux périodes : une période de calibration et une période de traitement. Cela dit, lorsque les ressources financières le permettent, il est préférable de poursuivre le suivi de la qualité de l'eau pendant quelques années après la période de traitement. Le bassin versant témoin aide à tenir compte de l'influence de la variation annuelle ou saisonnière des conditions climatiques sur la qualité de l'eau. Les pratiques agricoles demeurent les mêmes dans le bassin versant témoin pendant toute la durée de l'étude. Par contre, dans le bassin versant d'intervention, les bonnes pratiques agricoles sont mises en œuvre à un moment déterminé au cours de l'étude. Pendant la période de calibration, les deux bassins versants sont traités de la même façon, c'est-à-dire qu'ils ne font l'objet d'aucune bonne pratique agricole et que des données paires de qualité de l'eau sont collectées. Le tableau ci-dessous présente le calendrier de la mise en œuvre de bonnes pratiques agricoles dans le dispositif des bassins pairs.

Bassins versants		
Période	Témoin	Traité
Calibration	Aucune bonne pratique agricole	Aucune bonne pratique agricole
Traitement	Aucune bonne pratique agricole	Application de bonnes pratiques agricoles

Source : Gagnon & Gangbazo (2006a)

Encadré 17.2 Exemples de questions auxquelles un programme de suivi pourrait répondre

Les programmes de suivi doivent être planifiés pour répondre à des questions précises. Celles-ci doivent être liées à la gestion des projets (les objectifs fixés préalablement dans le PDE) ou être des questions auxquelles on pourrait avoir à répondre dans l'avenir. Voici une liste non exhaustive des questions auxquelles les programmes de suivi pourraient répondre et les types de suivi appropriés.

- ◇ Progrès-nous vers l'atteinte des objectifs de protection et de récupération des usages de l'eau et des écosystèmes associés? (Suivi de tendances)
- ◇ Les habitats sont-ils en train d'être protégés? (Suivi de tendances)
- ◇ Les projets et les activités planifiés pour améliorer la qualité de l'eau sont-ils en train d'être mis en œuvre comme prévu? (Suivi des réalisations)
- ◇ Les projets et les activités mis en œuvre pour améliorer la qualité des habitats sont-ils efficaces? (Suivi des résultats)

17.4 NOTIONS RELATIVES AU PROGRAMME D'ÉVALUATION

17.4.1 PRINCIPES DEVANT GUIDER UNE ÉVALUATION

Une évaluation doit respecter un certain nombre de principes (voir l'encadré 17.3 pour connaître la définition de certains termes). En voici sept (Foundations of Success, s. d.).

Principe n° 1 : L'évaluation est menée en fonction d'objectifs et d'activités déterminés. Si le projet ou le programme a été bien conçu, si les objectifs sont bien définis et si les activités sont conçues et réalisées de manière à atteindre ces objectifs, l'évaluation est relativement facile. Si, au contraire, le projet ou le programme à évaluer est mal conçu, si les objectifs sont vagues et les activités mal planifiées et sans lien avec les objectifs, l'évaluation est difficile.

Principe n° 2 : L'évaluation est intégrée à la planification du projet et du programme et à sa gestion. Un corollaire du principe n° 1, c'est que l'évaluation est difficile dans le cas d'une activité à laquelle on pense après coup. Une telle activité doit être planifiée et considérée comme faisant partie du cycle du projet (le cycle de gestion dans le cas présent). Si l'évaluation est simplement ajoutée à la fin du cycle, sans lien avec les étapes précédentes, il sera difficile, voire impossible, d'avoir les données nécessaires pour faire les comparaisons requises.

Principe n° 3 : L'évaluation est planifiée pour répondre aux besoins de l'**auditoire** cible. Une évaluation devrait essayer de produire seulement l'information dont ce dernier a besoin pour prendre des décisions avisées. Pour cela, il faut impliquer des représentants de chaque groupe d'acteur dans la conception du processus d'évaluation. À défaut de pouvoir le faire, les évaluateurs devraient prendre en considération ce que les différents groupes veulent savoir.

Principe n° 4 : L'évaluation favorise l'association avec les acteurs principaux. Le souhait de toute évaluation est que celle-ci donne l'information pertinente aux acteurs principaux. Pour qu'il en soit ainsi, une évaluation doit favoriser des rétroactions avec les acteurs impliqués dans le projet ou qui sont influencés par le projet, le programme ou l'organisation.

Encadré 17.3 Définition de quelques termes utilisés couramment en évaluation

Plusieurs termes sont utilisés couramment en évaluation. Nous allons les définir pour éviter toute confusion.

Avant d'entreprendre une évaluation, il faut déterminer quel en sera l'objet. Il peut s'agir d'un projet, d'un programme ou d'une organisation.

Projet - On appelle « projet » un ensemble d'actions ou d'activités effectuées pour atteindre un certain nombre d'objectifs.

Programme - Un « programme » est un ensemble de projets mis en œuvre par une organisation.

Organisation - Une « organisation » est un organisme qui met en œuvre des projets et des programmes. Par exemple, on pourrait évaluer l'organisme de bassin versant – l'*organisation* – ainsi que les *projets* qui ont été mis en œuvre par ce dernier ou par d'autres organisations. Il peut s'agir d'une municipalité, d'une entreprise ou d'un ministère. On pourrait aussi évaluer la gestion intégrée des ressources en eau en tant que programme mis en œuvre par un organisme de bassin versant en concertation avec les acteurs de l'eau.

Une évaluation ne peut être effectuée que dans un **contexte** donné. Elle concerne une **stratégie** d'intervention particulière qui comporte des activités et des objectifs précis.

Contexte - On appelle « contexte » le système dans lequel un projet ou un programme est mis en œuvre ou encore le système dans lequel une organisation travaille. On peut parler de contexte légal, politique, économique, social, environnemental ou culturel. Un contexte peut aussi référer à d'autres situations qui peuvent influencer les interventions.

Stratégie - Une « stratégie » est un plan d'action ou un ensemble d'actions planifiées pour changer le système afin d'atteindre des objectifs prédéterminés.

Objectif - Un « objectif » est un énoncé précis qui décrit les résultats attendus. Un bon objectif doit être précis, mesurable, réaliste et temporel. Rappelons que, dans le cas de la gestion intégrée des ressources en eau, l'objectif décrit l'état ou le produit que les acteurs de l'eau désirent avoir à la fin du cycle de gestion en cours.

L'évaluation consiste à transformer des données (une série d'observations collectées grâce au suivi et à la recherche scientifique) en information (connaissance extraite des données grâce à un processus d'analyse). Les données peuvent être quantitatives ou qualitatives. Un bon programme d'évaluation comporte un certain nombre d'éléments qu'il convient de déterminer au préalable. On peut nommer, à titre d'exemples, l'auditoire (ou groupes cibles), les besoins en information, les indicateurs, les méthodes de collecte de données et les méthodes d'analyse et de communication.

Auditoire - On appelle « auditoire » les personnes, à l'interne et à l'externe, qui seront intéressées par les résultats de l'évaluation.

Besoins en information - Les « besoins en information » sont les connaissances que l'auditoire – chacun des groupes cibles – doit acquérir.

Indicateurs - Les « indicateurs » sont des unités d'information mesurées en fonction du temps pour déterminer les changements survenus dans un état donné. Ce sont des mesures utilisées pour évaluer la performance, le succès et l'effet d'un projet. On peut aussi les définir comme des outils qui permettent au suivi et à l'évaluation de livrer l'information attendue. Ils disent si l'on progresse vers la situation désirée ou si l'on s'en éloigne; si l'on est en train d'ajouter de la pression sur le système ou de diminuer cette pression.

Méthodes de collecte de données - Les « méthodes de collecte de données » sont les techniques particulières utilisées pour collecter des données afin de mesurer les indicateurs. Elles peuvent comprendre aussi bien des techniques quantitatives que qualitatives.

Méthodes d'analyse de données et de communication - Les « méthodes d'analyse de données et de communication » sont les processus utilisés pour transformer les données en information et pour livrer cette dernière aux groupes cibles.

Sources : Gawler (2005); Foundations of Success (s. d.)

Principe n° 5 : L'évaluation a une envergure limitée. Dans plusieurs évaluations, on collecte plus de données qu'on est capable d'en traiter. Il est préférable de collecter un nombre restreint de données capitales qui sont liées aux questions qui méritent une réponse élaborée.

Principe n° 6 : L'évaluation s'appuie aussi bien sur des **indicateurs** d'effet que sur des indicateurs de processus. Bien qu'il soit nécessaire de choisir les indicateurs d'impact pour montrer les progrès réels qui sont accomplis, il faut éviter d'ignorer les indicateurs de processus. Ces derniers peuvent aider à déceler des problèmes qui touchent la gestion du projet ou du programme.

Principe n° 7 : L'évaluation est faite par des gens qualifiés. Il faut avoir certaines habiletés pour planifier et faire des évaluations. Cela dit, ces habiletés peuvent être développées avec le temps. Par conséquent, on peut commencer par des évaluations simples et passer à des évaluations complexes au fur et à mesure que l'on améliore ses habiletés.

17.4.2 ÉTAPES DE LA CONCEPTION D'UN PROGRAMME D'ÉVALUATION

La conception d'un tel programme débute par l'élaboration d'un cadre d'évaluation. Ce cadre devrait être élaboré en même temps que le plan d'action et faire partie intégrante de ce dernier. Les sections qui suivent décrivent les étapes de la conception d'un programme d'évaluation.

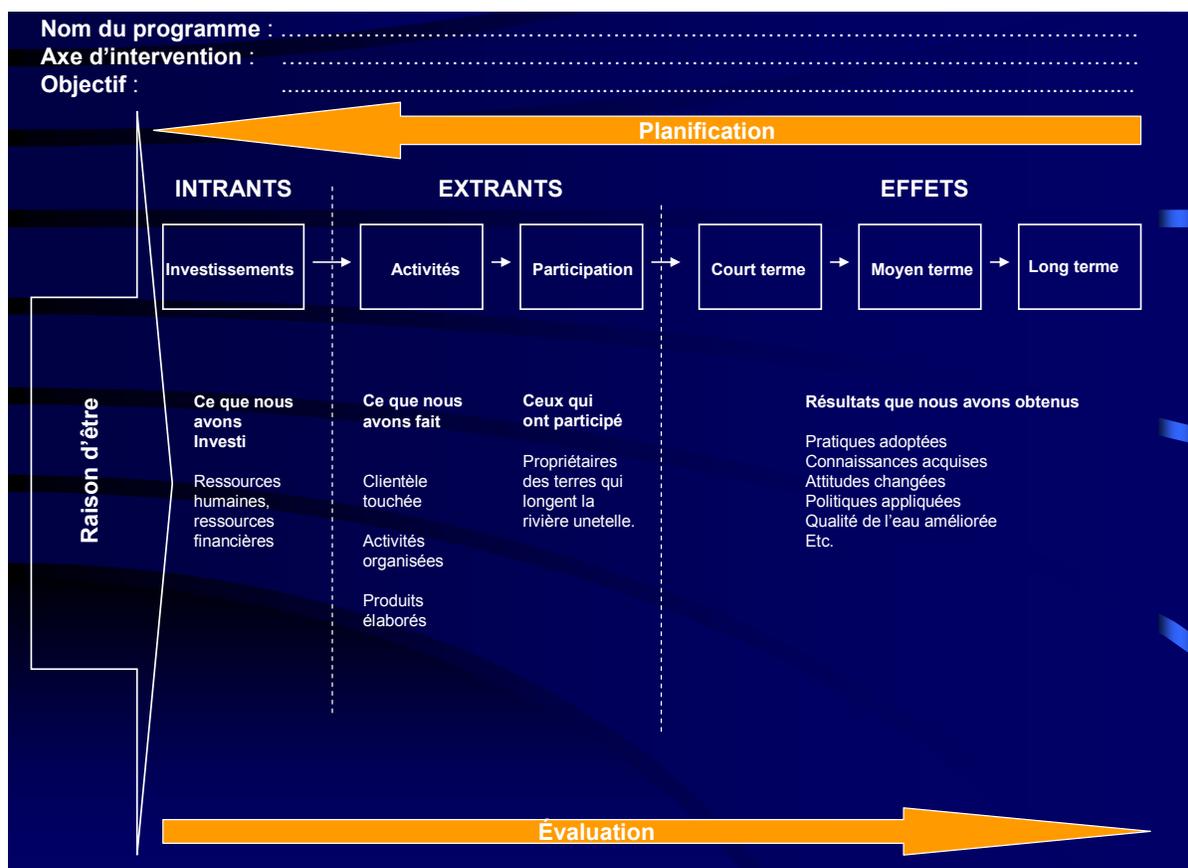
 Vous devez inclure dans votre PDE un programme d'évaluation de votre plan d'action.

17.4.2.1 ÉLABOREZ LE CADRE D'ÉVALUATION

Le cadre d'évaluation a pour but de déterminer les éléments nécessaires à l'évaluation. Il fournit une description sommaire du programme, met en évidence les objets et les questions retenus pour réaliser l'évaluation et détermine les indicateurs et les moyens pour collecter les données qui permettront d'effectuer une évaluation pertinente et utile au moment jugé opportun.

Plusieurs organisations utilisent un modèle logique pour évaluer leurs programmes. Un modèle logique peut prendre plusieurs formes. La figure 17.1 montre celle qui est proposée par le U. S. EPA (2008). Sa forme graphique lui confère un caractère didactique. Toutefois, nous vous suggérons d'utiliser le modèle présenté au tableau 17.1, pour évaluer votre plan d'action, car il peut être reproduit facilement à l'aide d'un logiciel de traitement de texte, puis rempli à votre convenance.

La structure de base d'un modèle logique comprend quatre parties, soit : (1) la description de la situation ou du problème, c'est-à-dire la raison d'être du programme; (2) la description des **intrants** ou des ressources nécessaires; (3) l'énumération des **extrants** attendus; (4) la description des **effets** ou des résultats espérés (notez que les termes en caractères gras sont définis dans les paragraphes qui suivent). À mesure que l'on passe des intrants aux extrants, puis aux effets, un lien direct du type « si... alors » doit s'établir entre les différentes étapes. Par exemple, si l'on investit le temps en personnel et les fonds nécessaires (intrants), on pourrait réaliser les activités énumérées (extrants). La figure 17.2, montre le modèle logique d'un programme visant à résoudre les problèmes de contamination de l'eau de surface causés par l'accès du bétail aux cours d'eau.



Source : adapté de U.S. EPA (2008)

Figure 17.1 Composantes d'un modèle logique

Un modèle logique est donc une image ou une représentation visuelle du programme à évaluer. On appelle « **intrants** » tout ce qui a trait à la stratégie utilisée pour mettre en œuvre les projets et les activités. Cela inclut les ressources humaines, matérielles, financières et informationnelles, la structure organisationnelle et la participation des acteurs. Les « **extrants** » sont les travaux exécutés ainsi que des produits et services livrés. Cela inclut les activités liées à la mise en œuvre des projets telles que la construction de certains ouvrages, la rédaction de brochures et de faits saillants, la tenue de colloques, etc. Les « **effets** » sont les retombées et les conséquences positives et négatives de la mise en œuvre des projets. Il peut s'agir, par exemple, de l'augmentation de la prise de conscience de la population d'un bassin versant ou de l'amélioration de la qualité de l'eau ou des habitats.

L'utilisation d'un modèle logique comporte plusieurs avantages. Celui-ci rassemble toute l'information concernant le programme au même endroit, ce qui est particulièrement utile pour faire connaître les activités clés aux acteurs de l'eau. Il montre aussi les liens entre les intrants et les résultats, de sorte qu'il est possible de déterminer facilement les lacunes qu'il peut y avoir dans la planification. De plus, le modèle logique fournit une liste des « choses à faire » dans le cadre de l'évaluation, étant donné qu'il met en lumière ce qui doit être évalué et qu'il précise à quel moment cette évaluation doit être faite. Comme l'indiquent les flèches qu'on trouve dans la figure 17.2, il y a un lien étroit entre l'élaboration d'un plan d'action et l'évaluation de celui-ci. Pour élaborer un bon plan d'action, il faut fixer les objectifs à atteindre pour déterminer ensuite les activités et les

investissements nécessaires, alors que pour bien l'évaluer, il faut savoir si les investissements faits ont effectivement permis de réaliser les activités planifiées et d'atteindre les objectifs attendus.

Tableau 17.1 Modèle logique utilisé au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs pour l'évaluation de programmes

Nom du programme : Inscrivez le nom du programme.

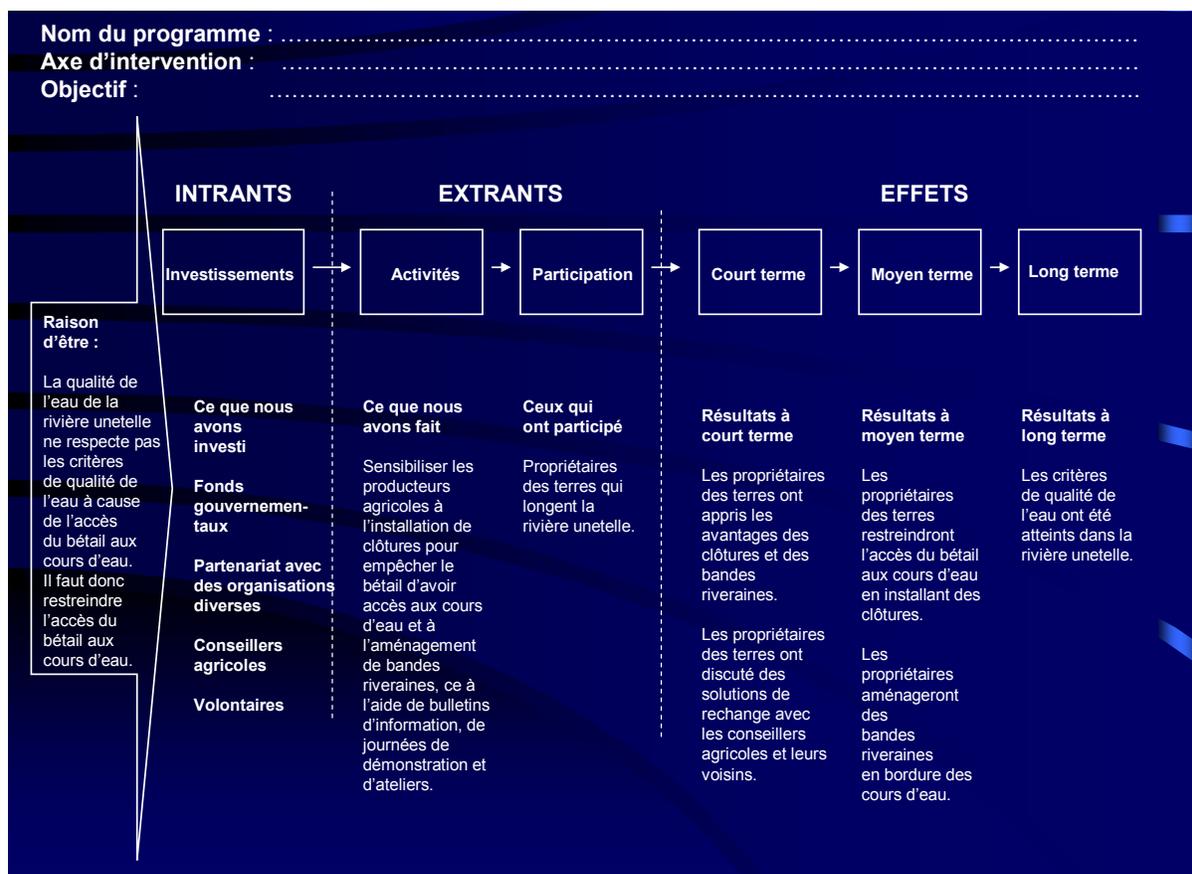
Raison d'être	Décrivez la raison d'être du programme (besoins que le programme cherche à satisfaire).		
	↓		
Axe d'intervention	Décrivez l'axe d'intervention, c'est-à-dire ce sur quoi vous choisissez d'intervenir pour répondre aux besoins décrits plus haut (la raison d'être) et atteindre la situation souhaitée. Il arrive souvent que, pour satisfaire un même besoin, plusieurs axes d'intervention soient établis.		
	↓		
Objectifs	Objectif no 1 Décrivez les objectifs visés par le programme, tels qu'ils paraissent dans le plan directeur de l'eau.	Objectif no 2	Objectif no 3
	↓	↓	↓
Intervention	Décrivez l'intervention, c'est-à-dire les moyens choisis pour atteindre les objectifs : <ul style="list-style-type: none"> • La nature de l'intervention; • La clientèle visée; • Les intrants : ressources humaines, matérielles, financières et informationnelles. 		
	↓		
Extrants	Décrivez les travaux exécutés ainsi que les produits et services livrés dans le cadre du programme.		
	↓		
Effets	Décrivez les retombées et les conséquences du programme sur les axes d'intervention retenus. Notez que les interventions peuvent avoir des effets sur les axes qui n'ont pas été retenus et que des effets non attendus, positifs ou négatifs, peuvent survenir. Ceux-ci doivent aussi être mesurés pour expliquer les résultats.		

17.4.2.2 DÉTERMINEZ LES OBJETS D'ÉVALUATION, LES QUESTIONS D'ÉVALUATION ET LES INDICATEURS

De façon générale, la description du programme et les besoins des acteurs de l'eau déterminent les aspects qu'examinera l'évaluation, ce qui est communément appelé « objet d'évaluation ».

Une évaluation ne couvre pas nécessairement tous les objets d'évaluation au cours d'une même opération. L'évaluation met en évidence les aspects jugés les plus significatifs en vue d'une reddition de comptes appropriée et d'une prise de décision éclairée. Il y a plusieurs objets d'évaluation. Citons la pertinence, la cohérence, les effets, l'efficacité et l'efficience. Ces termes sont définis dans les paragraphes qui suivent. Pour chaque objet d'évaluation, il faut déterminer les questions d'évaluation ainsi que les indicateurs qui seront utilisés pour les mesurer (tableau 17.2).

 Vous devez choisir les objets d'évaluation si vous décidez de procéder à une évaluation interne et participative (voir la section 17.4.2.5).



Source : adapté de U. S. EPA (2008)

Figure 17.2 Exemple de modèle logique d'un programme visant à résoudre les problèmes de contamination de l'eau de surface causés par l'accès du bétail aux cours d'eau

La **pertinence** est le bien-fondé du projet. Elle renvoie à des questions telles que :

- ◇ Le projet répond-il à des problèmes réels? Préviend-il les problèmes prévisibles?
- ◇ Ne risque-t-il pas, par son objectif, de provoquer d'autres problèmes, tels que des impacts environnementaux indésirables?
- ◇ Le projet répond-il aux besoins des acteurs? Un autre projet n'aurait-il pas été plus approprié?
- ◇ Bref, est-ce une bonne idée de réaliser ce projet?

La **cohérence** vise à estimer dans quelle mesure les objectifs, les moyens et les personnes se conjuguent pour élaborer un seul et même outil au service des objectifs visés. Elle renvoie à des questions telles que :

- ◇ Comment les objectifs du programme sont-ils compris et interprétés par les acteurs de l'eau?
- ◇ Quel est l'encadrement administratif optimal permettant d'atteindre les objectifs?
- ◇ Quels changements ont été apportés au programme durant son implantation et pourquoi?

Les **effets** sont les retombées et les conséquences positives et négatives de la mise en œuvre des projets. Ils renvoient à des questions telles que :

- ◇ Quels sont les effets prévus ou imprévus du programme sur le grand public?
- ◇ Qu'en est-il de la satisfaction de la population à l'égard des services offerts?
- ◇ Quelles sont les retombées environnementales du programme?

L'**efficacité** est le degré d'atteinte de l'objectif, tel qu'il a été défini dans le plan directeur de l'eau (objectif unique et opérationnel, propre au projet). Elle renvoie à des questions telles que :

- ◇ Les objectifs du programme ont-ils été atteints?
- ◇ Combien d'objectifs ont été atteints?

L'**efficience** est le rapport entre le degré d'atteinte de l'objectif et les coûts. La question de l'efficience conduit à s'interroger sur l'usage économique des moyens, sans gaspillage ni déviation à d'autres fins. Il s'agit donc de déterminer si on peut augmenter la qualité et la quantité des résultats de l'activité sans accroître les moyens et les ressources, ou diminuer les investissements sans changer la qualité ou la quantité des résultats attribuables à l'activité. Elle renvoie à des questions telles que :

- ◇ Les ressources humaines, financières, matérielles et informationnelles utilisées dans le cadre du programme étaient-elles adéquates pour atteindre les objectifs visés?
- ◇ Est-il possible d'atteindre les objectifs visés à meilleur coût?

Tableau 17.2 Tableau pouvant être utilisé pour résumer les questions d'évaluation, les indicateurs et les méthodes d'évaluation

Objets d'évaluation	Questions d'évaluation	Indicateurs	Méthodes d'évaluation (sources de données)
Pertinence			
Cohérence			
Effets			
Efficacité			
Efficience			

Note : Le tableau ci-dessus résume les questions d'évaluation, les indicateurs et les sources de données qui permettent d'examiner les objets d'évaluation retenus. Les questions d'évaluation et les indicateurs choisis doivent donner une image précise de la situation. Ils doivent être mesurables d'une manière régulière avec les budgets, le temps et les habiletés du personnel disponible.

17.4.2.3 DÉTERMINEZ LES MÉTHODES D'ÉVALUATION

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour mesurer les indicateurs nécessaires à l'évaluation d'un plan d'action. Citons la revue de la documentation, les enquêtes, les groupes de réflexion, les mesures effectuées sur le terrain (suivi) et les interviews avec les acteurs de l'eau. Ce qui est important, c'est de déterminer les méthodes qu'on utilisera avant de commencer à mettre en œuvre le projet ou le programme. Cela permettra de collecter l'information qui est liée directement au projet ou au programme. Par exemple, si l'on a besoin de faire des comparaisons de type « avant-après », il faut avoir les données de base auxquelles on comparera les résultats finaux. Le tableau 17.2 peut être utilisé pour résumer les questions d'évaluation, les indicateurs et les méthodes d'évaluation (sources de données).

17.4.2.4 CHOISISSEZ LES PÉRIODES D'ÉVALUATION

Un plan d'action peut être évalué à plusieurs moments. On peut l'évaluer une première fois durant la mise en œuvre des projets; l'objet de cette évaluation est de donner de la rétroaction concernant les projets, de manière à pouvoir les modifier pour accroître leur efficacité, si nécessaire. Une deuxième évaluation peut être faite peu de temps après que les projets sont terminés; son objet est de donner une idée de l'efficacité des projets. Enfin, on peut effectuer une troisième évaluation longtemps après que les projets sont terminés dans le but d'observer leurs effets à long terme.

 Nous vous conseillons d'évaluer votre plan d'action à la fin du cycle de gestion intégrée des ressources en eau. Cela implique que vous aurez collecté les données nécessaires à l'évaluation tout au long du cycle de gestion

17.4.2.5 DÉTERMINEZ LE TYPE D'ÉVALUATION

Les évaluations peuvent être faites par un groupe de l'interne ou de l'externe ou par une combinaison des deux groupes. Le choix dépend du but de l'évaluation. Il existe trois types d'évaluation (Foundations of Success, s. d.). Ce sont :

1. **Les évaluations internes ou participatives.** Elles sont effectuées par les gestionnaires du projet, du programme ou de l'organisation. Il peut donc s'agir d'un membre de l'OBV ou d'un acteur de l'eau. En général, ces évaluations vont davantage traiter des questions pertinentes pour la gestion; par conséquent, les gestionnaires sont plus intéressés à en utiliser les résultats. Les évaluations internes sont généralement moins coûteuses que les évaluations externes.
2. **Les évaluations externes.** Les évaluations sont effectuées par une partie neutre selon un plan de travail défini préalablement. Les évaluations externes sont généralement moins biaisées que les évaluations internes; elles peuvent tirer profit de l'expertise et de l'expérience des évaluateurs, et leurs résultats peuvent être considérés comme étant plus crédibles par les tierces parties.
3. **Un mélange d'évaluations internes et externes.** Les évaluations sont faites par une équipe composée de gestionnaires de l'organisation et d'évaluateurs externes. On a alors les avantages des deux types d'évaluation précédents.

👉 Il vous revient de décider si vous procéderez à une évaluation interne et participative, à une évaluation externe ou à une combinaison des deux types d'évaluation.

17.5 COMMENT INTÉGRER LE SUIVI ET L'ÉVALUATION À LA GESTION DE PROJET?

Dans la présente section, nous avons adapté à la GIRE une méthode proposée par Conservation Measures Partnership (2004) pour intégrer le suivi et l'évaluation à la gestion de projet.

👉 Nous vous incitons à intégrer le suivi et l'évaluation à la gestion des projets dans un but de gestion adaptative (voir le chapitre 18).

17.5.1 ÉTAPE 1 : PLANIFIEZ LE PROGRAMME DE SUIVI ET D'ÉVALUATION

Le comité technique planifie le programme de suivi et d'évaluation et l'inclut dans le plan d'action. Voici une liste non exhaustive des éléments d'un programme de suivi et d'évaluation :

- ◇ Liste des questions auxquelles le programme de suivi doit répondre;
- ◇ Liste des questions auxquelles le programme d'évaluation doit répondre;
- ◇ Liste des indicateurs qui seront utilisés;
- ◇ Liste des données qui seront collectées;
- ◇ Description de chaque programme de suivi;
- ◇ Description du calendrier et de la fréquence de la collecte de données pour chaque indicateur;
- ◇ Description des rôles et des responsabilités du personnel et des institutions qui collecteront les données;
- ◇ Description des méthodes d'archivage et d'analyse des données;
- ◇ Estimation des coûts du programme de suivi et d'évaluation;
- ◇ Description de la façon dont les résultats seront diffusés.

Déterminez votre auditoire avant de concevoir le programme de suivi et d'évaluation et orientez ce programme en fonction des objectifs et des projets prévus dans le plan d'action. Cela vous aidera à collecter uniquement l'information qui vous sera utile. Planifiez le programme de suivi et d'évaluation de manière à connaître les effets de chacun des projets pour lesquels vous avez déterminé un objectif quantifié ou les effets de chacun des programmes (ensemble de projets), selon vos besoins. Pour obtenir des données valides, tenez compte des habiletés du personnel qui les collectera, car certaines méthodes d'échantillonnage demandent du personnel spécialisé et bien entraîné de même qu'une supervision. Tenez compte également du coût des différentes méthodes de collecte de données et du temps qu'il faudra pour collecter et analyser ces données.

17.5.2 ÉTAPE 2 : METTEZ EN ŒUVRE LE PROGRAMME DE SUIVI ET D'ÉVALUATION

Vous devez mettre en œuvre le programme de suivi en même temps que le plan d'action. Cela permettra de recueillir les données nécessaires pour connaître l'état initial de l'écosystème. Si vous

voulez améliorer votre stratégie d'intervention – votre plan d'action – sur une base continue, vous devez aussi mettre en œuvre le programme d'évaluation en même temps que le plan d'action. Par contre, si vous voulez tirer des enseignements de votre stratégie une fois qu'un projet est terminé, vous pouvez entamer le programme d'évaluation vers la fin du cycle de gestion.

 Il n'est pas toujours facile de mesurer le succès d'un projet de GIRE. Les bassins versants sont des systèmes dynamiques et il leur faut souvent plusieurs années pour retrouver leur équilibre après que les mesures de protection ou d'assainissement sont mises en œuvre. De plus, le suivi effectué pour évaluer le succès des mesures sur le plan environnemental peut être techniquement complexe et coûteux.

Malgré tout, vous voulez savoir, par exemple, si la qualité de l'eau s'est améliorée ou si le nombre et la diversité des populations de poissons ont augmenté dans une période de temps relativement courte. La connaissance du temps nécessaire pour mettre en évidence le succès d'une mesure est aussi importante que la détermination des conditions qui représenteront le succès. Heureusement, il faut moins de temps à certaines mesures administratives ou institutionnelles pour donner des résultats que les mesures à caractère environnemental. Par exemple, le suivi du nombre de sites qui mettent en œuvre des pratiques de gestion bénéfiques, ou du nombre de municipalités qui adoptent des règlements de zonage, peut donner une idée des progrès réalisés à court terme.

Source : U. S. EPA (1995)

17.5.3 ÉTAPE 3 : ANALYSEZ LES DONNÉES ET INTERPRÉTEZ LES RÉSULTATS

Il vous revient de déterminer les données de suivi qui doivent être analysées et interprétées sur une base continue et celles qui doivent l'être à la fin du cycle de gestion intégrée des ressources en eau. L'analyse de certaines données sur une base continue permet de comprendre ce qui se passe afin d'être capable d'effectuer des changements dans la stratégie ou dans la gestion d'un projet au moment opportun. Sachez que vous n'êtes pas tenus d'attendre la fin du cycle de gestion pour apporter ces changements. Vous devez cependant prendre soin de noter ces changements et d'utiliser cette information pour interpréter vos résultats.

L'analyse des données doit être faite en fonction des indicateurs que vous avez choisis préalablement et des critères qui leur sont associés. Rappelez-vous que le programme de suivi et d'évaluation vous donne l'occasion de voir si les hypothèses sur lesquelles votre planification est basée sont conformes à la réalité. En « testant » ces hypothèses, c'est-à-dire en déterminant si vous avez atteint vos objectifs, vous serez en mesure de changer votre stratégie d'intervention afin d'améliorer votre performance. Interprétez vos résultats en tenant compte du contexte dans lequel vous avez travaillé. Évaluez vos projets en fonction de l'effet que vous en attendiez. Analysez l'utilité de vos indicateurs. Faites des recommandations claires aux bonnes personnes en vous basant sur les résultats de l'analyse des données. Donnez tous les détails qui aideront les acteurs clés (les acteurs principaux par exemple) à comprendre les résultats obtenus et formulez-les de manière à orienter les actions subséquentes.

Selon Ambrose et al. (2003), des explications claires, simples et des graphiques judicieux sont essentiels pour réaliser une communication efficace. Sachez que les citoyens ont besoin de

comprendre les résultats pour saisir les causes et les sources de la dégradation des ressources en eau. Pour leur part, les décideurs doivent comprendre les résultats pour mettre en place des stratégies de gestion efficace des ressources en eau. En examinant les éléments nécessaires à une bonne sensibilisation, vous pourrez commencer par élaborer une stratégie pour communiquer vos résultats à vos auditoires clés. Lorsque vous élaborerez votre stratégie de communication, posez-vous les questions suivantes et répondez-y :

- ◇ Quel est notre objectif?
- ◇ Qui compose notre « auditoire cible »?
- ◇ Quel genre de message voulons-nous lui transmettre?
- ◇ Quel format allons-nous utiliser pour transmettre notre message?
- ◇ Comment allons-nous diffuser le message?

 L'élaboration d'une stratégie de communication efficace nécessite que vous évaluiez le degré auquel vous avez bien fait les choses à chacune des étapes du cycle de gestion intégrée en cours, afin d'utiliser cette évaluation pour vous améliorer au cours du cycle de gestion intégrée suivant.

17.5.4 ÉTAPE 4 : UTILISEZ LES RÉSULTATS POUR VOUS ADAPTER

Tout ce que vous avez appris au cours des six étapes du cycle de gestion intégrée des ressources en eau ne doit pas être « mis sur une tablette ». Au contraire, cette connaissance doit être utilisée pour améliorer la stratégie de mise en œuvre des projets, le processus de planification, le choix des projets ainsi que le programme de suivi et d'évaluation.

Elle doit aussi vous permettre de continuer à apprendre. À cette fin, réévaluez vos hypothèses à la lumière de ce que vous avez appris. Assurez-vous que les acteurs clés utiliseront les résultats que vous leur communiquerez. Déterminez les écarts que existent entre les objectifs et la performance réelle des projets. Analysez les raisons des écarts et élaborer des stratégies pour accroître la performance des projets. Soyez prêts à changer tout ce qui doit l'être : la façon dont les objectifs sont fixés, la façon dont le plan d'action est élaboré, etc.

17.5.5 ÉTAPE 5 : FAITES CONNAÎTRE LES RÉSULTATS

Vous devez envisager deux types de communications. Ce sont les communications internes et les communications externes.

Les communications internes s'adressent à vos membres et à vos employés. Elles sont essentielles pour les garder bien informés des progrès réalisés. Rappelons que, pour favoriser la gestion adaptative, il faut donner à l'équipe de gestion et aux employés l'information dont ils ont besoin pour bien gérer les projets que leur confient certains acteurs de l'eau ou l'OBV (un programme d'éducation et de sensibilisation, par exemple). Les communications internes seront plus faciles si vous avez travaillé en étroite collaboration avec vos employés tout au long du cycle de gestion intégrée de l'eau.

Les communications externes s'adressent à l'ensemble des acteurs de l'eau. Vous devez élaborer un plan de communication adapté à chaque groupe cible. Pour ce faire, vous devez connaître le genre d'information que les groupes voudraient avoir et la façon dont ils voudraient la recevoir. Ensuite, vous devez rédiger et distribuer vos produits de communication. Diffusez les produits de communication sans tarder. Évaluez l'efficacité de vos communications en instaurant un mécanisme de rétroaction.

17.5.6 ÉTAPE 6 : RECOMMENCEZ

La gestion de projet est un processus dynamique et cyclique qui exige que vous vous adaptiez constamment et que vous changiez vos façons de faire avec le temps. La présente étape vous rappelle qu'il est nécessaire de recommencer le cycle de gestion intégrée des ressources en eau, en tenant compte du nouveau contexte qui a pris place à la suite du cycle précédent. À cette fin, vous pourriez vous poser quelques questions. En voici trois : (1) L'analyse de bassin versant est-elle toujours pertinente? (2) Y a-t-il de nouveaux facteurs ou de nouvelles relations de cause à effet dont nous n'avons pas tenu compte antérieurement et qui devraient être inclus dans le nouveau PDE? (3) Y a-t-il un nouveau problème que nous devrions résoudre en fixant des objectifs particuliers? L'itération vous aide à réexaminer toutes les étapes du cycle de gestion intégrée des ressources en eau pour déterminer celles que vous devriez améliorer.

L'itération est relativement facile si vous travaillez dans un environnement organisationnel qui promeut l'apprentissage et l'adaptation dans le temps. Pour s'adapter, vous devez être prêt à prendre certains risques et à remettre en question votre vision, vos objectifs et vos méthodes de travail. Le conseil d'administration doit donc créer un environnement de travail et un contexte qui permettent au personnel affecté à la gestion de certains projets (coordonnateur et autres) d'avoir la conviction que l'organisation valorise l'innovation et les remises en question.

Chapitre 18

Gestion adaptative

Contenu du chapitre

- ◇ Importance de la gestion adaptative pour la gestion intégrée des ressources en eau
- ◇ Comment faire de la gestion adaptative lors de l'élaboration et de la mise en œuvre d'un plan directeur de l'eau?

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous n'êtes pas familiers avec la notion de gestion adaptative;
- ◇ Vous vous apprêtez à élaborer votre plan d'action;
- ◇ Vous vous apprêtez à mettre en œuvre votre plan d'action.

Les bassins versants sont des systèmes complexes et interreliés (Pollard & du Toit, 2008). Ils comprennent des systèmes sociaux et écologiques. Chacun de ces systèmes est complexe et cette complexité augmente à mesure qu'on tient compte de leurs interrelations. De plus, les organisations gouvernementales et non gouvernementales qui ont des responsabilités en matière de gestion de l'eau sont si nombreuses et les processus qui doivent être coordonnés pour assurer le succès de la GIRE sont si complexes que la mise en œuvre de projets dans ce contexte est plus difficile que dans l'approche sectorielle traditionnelle (Anderson et al., 2008). Cela est dû au caractère « affreux » de la planification de la gestion des ressources naturelles (Blomquist & Schlager, 2005).

Dans le domaine de la gestion des ressources naturelles, les problèmes « affreux » et les situations « embrouillées » sont caractérisés par les éléments suivants (Wester, de Vos, & Woodhill, s. d.; Wester & Warner, 2002) : (1) des problèmes complexes et contradictoires; (2) des ensembles de problèmes interreliés; (3) des niveaux élevés d'incertitude; (4) des objectifs divergents; (5) des valeurs et des intérêts divergents; (6) peu d'accord sur les relations de cause à effet; (7) des ressources limitées; (8) un manque d'information et des iniquités dans l'accès à l'information et la distribution du pouvoir politique; (9) le fait qu'une solution pour un groupe génère des problèmes pour un autre groupe; (10) une gestion difficile à effectuer par une seule organisation.

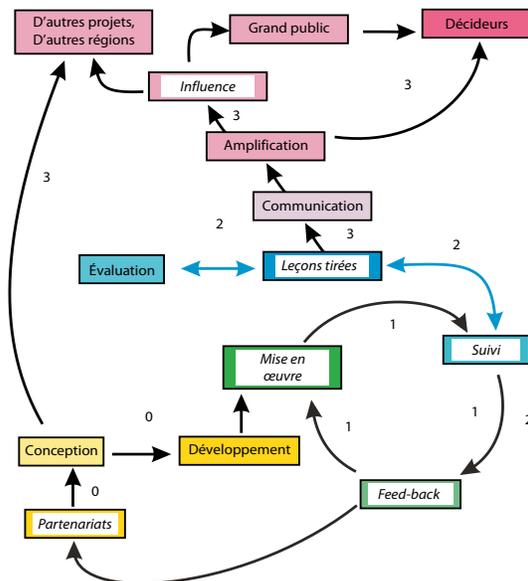
La GIRE est la solution que la communauté internationale a trouvée pour faire face aux difficultés liées au caractère incertain et complexe des problèmes qui touchent les ressources en eau (Wester et al., s. d.). Toutefois, pour réussir à la mettre en œuvre avec succès, vous devrez adopter une attitude qui vous permettra d'apprendre à partir d'expériences passées ou en cours. Le but du présent chapitre est de vous sensibiliser au concept de gestion adaptative et de vous montrer comment vous pouvez le mettre à profit pour apprendre par l'action, de manière à augmenter, à moyen terme, votre efficacité et votre impact.

18.1 QU'EST-CE QUE LA GESTION ADAPTATIVE?

La gestion adaptative est un concept fondamental pour la gestion des écosystèmes qui est, de plus, reconnue comme un excellent outil pour gérer les ressources en eau. La gestion adaptative peut être considérée comme un processus par lequel de nouvelles informations concernant la « santé » des écosystèmes aquatiques, terrestres et riverains sont incorporées dans un plan d'action (U. S. EPA, 2003b). Il s'agit d'un mélange de recherche scientifique, de résultats de suivi et de gestion pratique, qui permet l'expérimentation et qui donne l'occasion d'apprendre pendant que l'on pose des actions (Jensen, Bourgeron, Everett, & Goodman, 1996). Les résultats de ce processus sont essentiels pour confirmer le diagnostic des ressources en eau, pour s'assurer que les relations écosystémiques sont bien prises en considération et pour montrer que les solutions mises en œuvre sont efficaces et qu'elles permettent d'atteindre les objectifs.

La gestion adaptative diffère donc des approches traditionnelles de gestion dans la mesure où elle encourage la mise en œuvre d'actions malgré les incertitudes qui entourent leur efficacité réelle. En d'autres termes, la gestion adaptative veut qu'on ne retarde pas la mise en œuvre d'actions sous prétexte qu'on n'a pas « assez » de connaissances sur les écosystèmes. Elle est plutôt utilisée pour soutenir les actions, malgré le peu de connaissances scientifiques disponibles ainsi que la complexité et le comportement aléatoire des grands écosystèmes. La gestion adaptative vise donc à améliorer les connaissances scientifiques et à diminuer les incertitudes grâce à un processus systématique « d'apprentissage par l'action » (Panel of Adaptive Management for Resource Stewardship, 2004).

La figure 18.1 montre les principaux éléments des cycles d'une gestion adaptative et permet de voir le cycle de gestion intégrée des ressources en eau dans un contexte qui dépasse les frontières du bassin versant pour toucher d'autres bassins versants, voire une province ou un État. Elle montre en quelque sorte comment, grâce au suivi et à l'évaluation, vous pouvez réussir à influencer les décideurs et contribuer à votre façon à la réforme de la gouvernance de l'eau, ce qui est la finalité de la GIRE. Ici, la planification des projets commence par l'établissement de partenariats, comme le font la plupart des OBV. La phase de mise en œuvre du plan d'action inclut le suivi et l'évaluation. On se sert de la rétroaction pour améliorer les projets, et les leçons apprises du suivi et de l'évaluation sont utilisées, d'une part, pour adapter la gestion des projets, et d'autre part, comme éléments de communication visant un auditoire plus large que les acteurs de l'eau impliqués directement dans les projets. Pour augmenter la probabilité d'obtenir l'effet recherché, il convient donc d'intégrer les mécanismes d'apprentissage tels que le suivi et l'évaluation, et de s'assurer de disposer de capacités efficaces de communication, dans la planification des projets, et ce, au tout début.



ASPECTS CLÉS DES CYCLES

0. Conception, élaboration de projets
1. Cycle de mise en œuvre / monitoring
2. Suivi, évaluation et leçons
3. Influence à plus grande échelle par la communication des leçons tirées

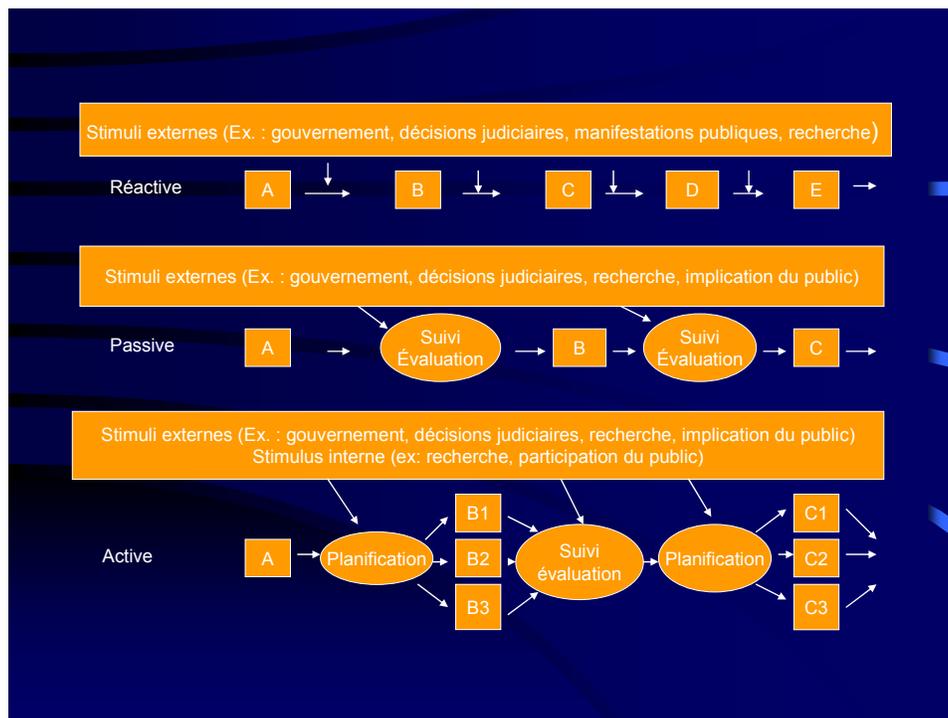
Source : Gawler et McShane (1997)

Figure 18.1 Aspects clés des cycles d'une gestion adaptative

18.2 TYPES DE GESTION ADAPTATIVE

Hilborn (1992), cité par Bormann, Cunningham & Gordon (1996), a décrit trois types d'apprentissage par la gestion adaptative qui sont applicables à la gestion des écosystèmes. Ce sont : (1) la gestion adaptative réactive; (2) la gestion adaptative passive; et (3) la gestion adaptative active (figure 18.2).

Gestion adaptative réactive. Dans le cadre de l'approche réactive, les changements apportés au plan d'action sont provoqués par des stimuli extérieurs à l'écosystème géré. Il peut s'agir, par exemple, de décisions gouvernementales, de décisions judiciaires, de réactions du public ou de résultats de recherches scientifiques. Remarquez qu'on n'effectue ni suivi ni évaluation. On fait de la rétroaction et on ajuste le plan d'action sous l'influence des stimuli externes seulement, d'où l'adjectif « réactif ». Cependant, des difficultés surviennent lorsque différents stimuli sont en conflit et qu'on apporte des changements au plan d'action plus rapidement qu'on ne peut gérer les nouvelles connaissances. Il se produit alors des crises de gestion, si bien que l'élaboration et le maintien d'une méthode de travail efficace à long terme deviennent extrêmement difficiles.



Source : Hilborn (1992)

Figure 18.2 Changements dans un plan d'action selon le mode de gestion (réactive, passive et active)

Note : A, B, C, D et E représentent les changements qui sont apportés au plan d'action. Les flèches représentent les flux de connaissances qui influencent les décisions.

Gestion adaptative passive. L'approche passive reconnaît qu'on peut apprendre davantage d'une action si on est attentif à ce qui arrive (aux résultats de la mise en œuvre de l'action, entre autres). On apprend lorsque les questions et les résultats attendus sont clairement déterminés et que les programmes de suivi et d'évaluation sont rédigés avant qu'on ne commence à mettre les actions

en œuvre. Les changements au plan d'action sont faits essentiellement à la lumière des résultats du programme de suivi et d'évaluation. Lorsque le suivi est négligé ou tout simplement omis, la méthode de travail devient réactive. L'approche passive exige beaucoup de patience, puisqu'il faut consacrer suffisamment de temps à l'apprentissage. Les scientifiques et les citoyens continuent de critiquer le projet de l'extérieur, mais ils peuvent aussi aider à déterminer les questions, à prévoir les résultats ainsi qu'à planifier et à mettre en œuvre le programme de suivi et d'évaluation.

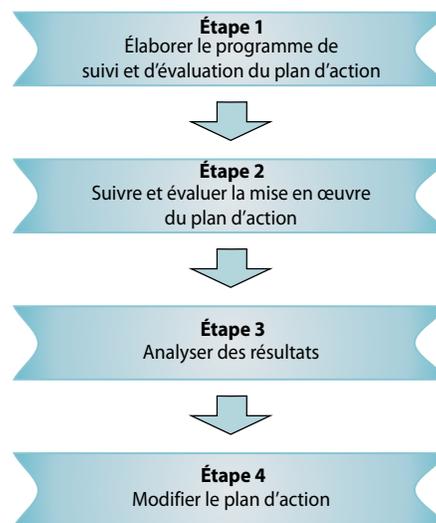
Gestion adaptative active. Dans le cadre de l'approche active, on compare simultanément une série de solutions, de pratiques ou de politiques – toutes considérées comme aussi efficaces les unes que les autres – en les mettant en œuvre de façon expérimentale. De telles comparaisons sont appelées « expériences » dans le jargon de la gestion adaptative. L'approche active permet d'apprendre plus rapidement que l'approche réactive ou passive parce qu'elle est basée sur des expériences. Dans le cas de la GIRE, on peut imaginer que l'efficacité des trois solutions potentielles représentées par B1, B2 et B3 ou C1, C2 et C3, dans la figure 18.2, sera testée dans trois petits sous-bassins, dans le but de déterminer la meilleure solution, avant d'appliquer cette dernière dans tout un bassin versant. La gestion des expériences devient le point focal du suivi et de l'évaluation et donne la stimulation nécessaire pour continuer à faire du suivi sur une base continue afin d'éviter de rester en mode réactif. Lorsqu'elle allie la participation du public et la recherche scientifique indépendante, l'approche active a un grand potentiel pour ce qui est de créer la connaissance nécessaire à l'atteinte d'objectifs complexes. Elle est cependant plus coûteuse que l'approche passive ou réactive. Vous pouvez faire de la gestion adaptative active en participant à des projets pilotes de gestion intégrée de l'eau par bassin versant. Gangbazo (2006b) a présenté les clés du succès d'un projet pilote mené en milieu rural. Vous pouvez les adapter à un contexte différent.

👉 Nous vous encourageons à vous servir de projets pilotes à des fins de gestion adaptative active.

18.3 COMMENT FAIRE DE LA GESTION ADAPTATIVE?

La gestion adaptative est un processus qui comporte quatre étapes (figure 18.3) :

1. Élaborer le programme de suivi et d'évaluation du plan d'action;
2. Mettre en œuvre le programme de suivi et d'évaluation;
3. Analyser les résultats;
4. Modifier le plan d'action en conséquence.



Source : adapté de U. S. EPA (2003b)

Figure 18.3 Processus de gestion adaptative

18.3.1 ÉTAPE 1 : ÉLABORER LE PROGRAMME DE SUIVI ET D'ÉVALUATION

À cette étape, il s'agit d'élaborer le programme de suivi de l'état des ressources en eau dans les bassins versants où les plans d'action seront mis en œuvre de même que le programme d'évaluation (voir le chapitre 17, à la section 17.3). La planification du programme de suivi et d'évaluation est mieux réussie si elle est faite en collaboration avec les acteurs qui ont le pouvoir et l'autorité nécessaires pour engager les ressources financières et mobiliser le personnel technique qui peut aider à déterminer les enjeux scientifiques et analyser les données du suivi.

Si vous avez formé un comité de gestion adaptative, celui-ci doit déterminer clairement les objectifs et la durée de chaque type de suivi qui compose le programme. En utilisant l'information provenant du diagnostic des ressources en eau et du processus de détermination des solutions, il est possible de dresser la liste des connaissances qui manquent et des solutions dont l'efficacité n'est pas bien connue. Pour être efficaces, les plans d'action qui reposent sur la gestion adaptative nécessitent des ressources financières et humaines sur une longue période de temps. Par ailleurs, il faut déterminer les ressources financières, techniques et humaines ainsi que les responsabilités de chacun des acteurs.

Le comité de gestion adaptative doit aussi définir les critères qui seront utilisés pour modifier le plan d'action à partir des résultats du suivi (tableau 18.1). Des critères doivent être déterminés séparément pour chacun des suivis effectués, par exemple, la qualité de l'eau, la quantité d'eau, la vie aquatique, etc. Ces critères doivent avoir fait l'objet de discussions avec les représentants des acteurs clés.

La description détaillée des données de suivi vous permettra d'obtenir la confiance de la population à l'égard des résultats du suivi et pourra convaincre ces derniers de la nécessité de modifier le plan d'action. La gestion des données et la communication des résultats sont aussi des considérations importantes. Il faut savoir qu'une quantité importante de données peut être générée dans un programme de suivi. Il est important de gérer ces données de manière à ce qu'elles puissent être analysées adéquatement pour susciter ou maintenir de l'intérêt et pour rendre compte des progrès accomplis dans la gestion des ressources en eau des bassins versants dans lesquels le plan d'action a été mis en œuvre.

Tableau 18.1 Exemples de critères permettant de déterminer l'efficacité d'un plan d'action

Problème	Critère
Température de l'eau des rivières	◇ Dans dix ans, toutes les rivières devraient respecter le critère lié à la température
Sédiments fins	◇ Une diminution de 50 % des apports de sédiments fins provenant des routes dans le sous-bassin de telle rivière en cinq ans ◇ Une réduction de 25 % des apports de sédiments fins dans tous les autres sous-bassins en cinq ans
Truite arc-en-ciel	◇ Augmenter la fraie de 10 % après dix ans

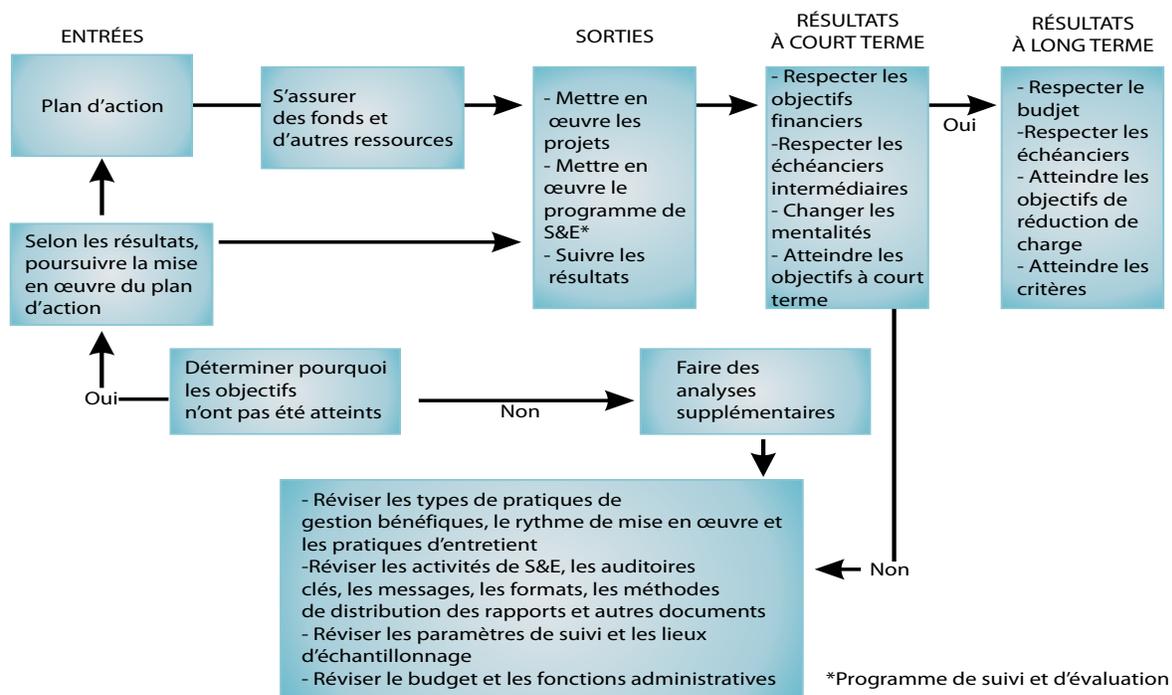
Source : U. S. EPA (2003b)

18.3.2 ÉTAPE 2 : METTRE EN ŒUVRE LE PROGRAMME DE SUIVI ET D'ÉVALUATION

Une fois que vous avez commencé à mettre en œuvre les projets, vous devez aussi mettre en œuvre le programme de suivi et d'évaluation (chapitre 17, section 17.4). L'approche de gestion adaptative vous permet d'apprendre et d'intégrer ces leçons à l'ensemble de vos processus internes. Vous devez déterminer les points qui nécessitent une réévaluation de l'information et décider si vous devez revoir votre approche ou continuer de l'appliquer sans y apporter de changement. La figure 18.4 illustre la manière dont l'approche de gestion adaptative alimente votre programmation en fonction de l'information qui découle du programme de suivi des réalisations et du suivi de l'efficacité.

En utilisant le système de suivi, vous devriez revoir les activités qui ont été prévues dans votre plan d'action, comparer les résultats obtenus aux résultats intermédiaires que vous avez prévus, donner de la rétroaction aux acteurs et déterminer si vous devriez corriger votre stratégie ou non. Ces révisions devraient porter sur plusieurs éléments, notamment :

- ◇ La stratégie de mise en œuvre du plan d'action. Ce processus inclut les procédures administratives et techniques utilisées pour consolider les ententes avec les acteurs, élaborer des spécifications pour certains projets, etc.;
- ◇ La progression de la mise en œuvre du plan d'action. Vérifiez les projets qui sont terminés et ceux qui sont en retard par rapport au calendrier de réalisation, etc.;
- ◇ Les résultats de la mise en œuvre du plan d'action. Il s'agit de rapports sur les endroits et les moments où des projets ont été réalisés;
- ◇ La rétroaction effectuée auprès des acteurs de l'eau. Réviser l'information que vous allez donner aux acteurs de l'eau.



Source : adapté de U. S. EPA (2008)

Figure 18.4 Exemple d'approche de gestion adaptative utilisant un modèle logique

18.3.3 ÉTAPE 3 : ANALYSER LES DONNÉES

L'analyse des résultats d'un programme de suivi est une spécialité en soi. Ceux d'entre vous qui n'ont pas de connaissances appropriées en statistiques doivent faire appel à des ressources spécialisées en cette matière. Cela dit, au chapitre 12, nous avons présenté différentes techniques permettant de mener des études temporelles ou spatiales de la qualité de l'eau, par exemple. Avant de commencer à recueillir les données, prenez soin de déterminer les méthodes statistiques que vous utiliserez pour les analyser et la manière dont vous présenterez les résultats.

Les analyses de routine devraient viser aussi bien les données relatives à la qualité de l'eau que les données qui concernent les changements dans les utilisations du territoire. Des analyses simples de données devraient être faites au moins tous les trois mois. Sur une base régulière, des rapports d'étape devraient être rédigés et des rencontres d'équipe devraient être organisées. Cela vous permettra de suivre l'évolution de la mise en œuvre de votre plan d'action et d'y apporter des ajustements mineurs, le cas échéant.

 N'oubliez pas de rédiger un rapport de suivi et d'évaluation de votre plan d'action un peu avant la fin du cycle de gestion intégrée des ressources en eau. Nous vous suggérons d'envoyer ce rapport aux acteurs clés, incluant le MDDEP. L'ensemble des rapports produits par les OBV pourra être utilisé par le Ministère pour préparer le cycle de gestion intégrée suivant.

18.3.4 ÉTAPE 4 : MODIFIER LE PLAN D'ACTION

Il s'agit d'utiliser les résultats du suivi et de l'évaluation pour élaborer un nouveau PDE, c'est-à-dire mettre à jour l'ancien PDE.

Chapitre 19

Mise en œuvre du plan d'action : qu'est-ce que les organismes de bassin versant doivent savoir et faire pour susciter la mise en œuvre des actions?

Contenu du chapitre

- ◇ Défis de la mise en œuvre d'un plan d'action
- ◇ Devoirs et pouvoirs d'intervention des acteurs municipaux en matière de gestion de l'eau
- ◇ Connaissances et actions nécessaires pour susciter la mise en œuvre des actions prévues dans un plan directeur de l'eau

Lisez ce chapitre si...

- ◇ Vous vous apprêtez à élaborer ou à mettre à jour votre plan directeur de l'eau;
- ◇ Vous vous apprêtez à élaborer votre plan d'action;
- ◇ Vous vous apprêtez à mettre en œuvre votre plan d'action;
- ◇ Vous voulez susciter la mise en œuvre des actions prévues dans votre plan directeur de l'eau.

Peu importe les efforts que vous avez déployés pour élaborer votre plan d'action, rappelez-vous que ce plan n'est rien s'il n'est pas mis en œuvre. Un plan d'action n'améliore pas l'état quantitatif ou qualitatif des ressources en eau; seule sa mise en œuvre le fait. Le but du présent chapitre est de vous sensibiliser au défi que pose la mise en œuvre d'un plan d'action et de vous renseigner sur ce que vous devez savoir et faire pour que cette étape cruciale de la GIRE soit couronnée de succès.

19.1 QU'EST-CE QUE LES ORGANISMES DE BASSIN VERSANT DOIVENT SAVOIR?

19.1.1 À PROPOS DES ACTEURS MUNICIPAUX

19.1.1.1 DEVOIRS ET POUVOIRS D'INTERVENTION DES ACTEURS MUNICIPAUX EN MATIÈRE DE GESTION DE L'EAU

Les municipalités du Québec ont plusieurs responsabilités légales, directes et indirectes, en matière

de gestion de l'eau (Gangbazo, 2009b). Les responsabilités directes qui incombent aux municipalités locales et aux communautés métropolitaines de Québec et de Montréal, relativement à l'eau, sont la fourniture d'une eau salubre en quantité suffisante pour répondre aux besoins de la population ainsi que l'évacuation et le traitement des eaux usées. La Loi sur les compétences municipales (LCM), plus particulièrement l'article 19, constitue un autre outil à leur disposition, puisqu'elle leur permet d'adopter des règlements en matière d'environnement. À titre d'exemple, une municipalité, en vertu de l'article 19 de la LCM, peut adopter un règlement sur l'utilisation d'engrais sur les terrains privés. Les municipalités régionales de comté (MRC) ont également des compétences exclusives à l'égard des cours d'eau, notamment en vertu des articles 103, 105 et 106 de la LCM.

Quant aux responsabilités indirectes qui incombent aux MRC en matière de gestion de l'eau, elles concernent plus particulièrement la protection des eaux de surface contre la pollution. Pour ce faire, différents outils sont à leur disposition, tels que la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables et la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (qui permet l'encadrement de l'occupation du territoire), de même que les dispositions que l'on retrouve dans les schémas d'aménagement et de développement (SAD) des MRC. Les instances municipales peuvent également fixer, dans les SAD et les règlements municipaux, des règles ou des normes de lotissement supérieures à celles du gouvernement en ce qui concerne la densité d'occupation du sol à proximité des cours d'eau, ce qui permet de diminuer la pression sur le territoire et les cours d'eau. En somme, utilisés à bon escient, les SAD peuvent influencer le type et l'emplacement des activités humaines dans les bassins versants; les autorités municipales disposent donc d'un puissant outil pour influencer positivement la quantité et la qualité de l'eau dans les bassins versants.

Même si les acteurs municipaux disposent de plusieurs outils légaux et réglementaires leur suggérant d'adopter une approche par bassin versant lorsqu'ils prennent des décisions qui peuvent avoir des impacts sur les ressources en eau, ce n'est que depuis l'annonce de la Politique nationale de l'eau (PNE), en 2002, qu'ils sont vraiment invités à le faire. Toutefois, comme le souligne Younis (1990), « [...] on ne peut pas supposer que les décisions politiques seront automatiquement appliquées par ceux qui sont concernés et qu'elles donneront les résultats espérés. » De nos jours encore, chaque MRC planifie l'aménagement de son territoire indépendamment des MRC contiguës, si bien qu'à moins d'utiliser des modèles adaptés, il lui est pratiquement impossible d'évaluer, puis de limiter adéquatement les impacts que l'aménagement de son territoire peut avoir sur les ressources en eau. Cette pratique peut avoir des conséquences importantes dans certains cas⁹⁰. Si une telle pratique a cours, c'est parce que les municipalités sont en concurrence les unes avec les autres pour attirer, notamment, des investisseurs sur leur territoire.

Avec la mise en œuvre de la GIRE, le gouvernement souhaite que les acteurs municipaux relèvent un défi : celui d'élaborer une vision commune de l'aménagement du territoire des bassins versants afin, notamment, de réduire les impacts cumulatifs des activités humaines sur les ressources en eau. Il en va de l'intérêt des acteurs municipaux eux-mêmes. La réduction des coûts de traitement de l'eau potable, la pérennité des importantes immobilisations mises en place depuis le début du siècle dans

⁹⁰ Par exemple, le déboisement effectué pour permettre la construction résidentielle, commerciale ou industrielle dans une MRC située dans la partie en amont d'un bassin versant a pour conséquence de diminuer l'infiltration de l'eau dans le sol, ce qui peut provoquer des inondations dans la partie en aval du bassin versant. De la même façon, les activités humaines qui se déroulent dans la partie en amont d'un bassin versant peuvent augmenter la pollution des eaux de surface dans la partie en aval. En somme, nos méthodes sectorielles de planification de l'aménagement du territoire n'assurent pas nécessairement la durabilité des ressources en eau.

ce secteur, la prévention des inondations et l'assurance que les bassins versants continueront de fournir à la population des services écologiques en quantité et en qualité ne sont que quelques-uns des bénéfices d'une approche intégrée. L'élaboration du PDE offre un cadre propice à l'élaboration d'une vision commune, mais encore faudrait-il que les acteurs municipaux soient réunis autour de la table des OBV.

19.1.1.2 PROBLÈME DE NON-CONCORDANCE DES ÉCHELLES SPATIALES DE GESTION

Le Québec compte 1 140 municipalités, 86 MRC, deux communautés métropolitaines et 14 villes exerçant certaines compétences des MRC (ville-MRC) actives dans la gestion quantitative et qualitative de l'eau, sans compter plusieurs ministères des gouvernements provincial et fédéral. Le partage des responsabilités de gestion entre plusieurs acteurs est un enjeu important de la gestion des ressources en eau. En matière de GIRE, les acteurs municipaux font face à un important dilemme, étant donné que les territoires sur lesquels ils ont autorité ne concordent pas avec les limites des bassins versants (Barham, 2001). Ils ont plutôt autorité sur des territoires qui se situent à l'intérieur des limites d'un bassin versant ou qui chevauchent plusieurs bassins versants. De plus, certains problèmes résiduels de pollution des eaux de surface qui ont une incidence directe sur la qualité de l'eau brute destinée à la consommation humaine peuvent être causés par les activités pratiquées dans une municipalité, une ville ou une MRC voisine, dont le contrôle leur échappe. En outre, certaines activités agricoles, forestières ou industrielles sont réglementées par divers ministères du gouvernement québécois. Par ailleurs, la mise en œuvre de la GIRE implique, entre autres, la coordination d'activités menées par des acteurs municipaux dont le territoire touche un bassin versant donné et, pour plusieurs d'entre eux, la participation aux activités de plusieurs OBV qui peuvent avoir des approches relativement différentes. Ces acteurs diffèrent également par l'importance des ressources humaines et financières de leur organisation. Enfin, la GIRE peut recevoir des niveaux d'appui et se voir accorder des degrés de priorité différents d'un acteur municipal à l'autre et d'un mandat électoral à l'autre.

Le problème du partage des responsabilités en matière de gestion de l'eau est une réalité qui n'est pas en voie de disparaître de notre paysage institutionnel, parce que les solutions ne sont pas évidentes. Il constitue à la fois un frein à la GIRE et une raison d'y recourir. Les difficultés à surmonter peuvent cependant être énormes. Eddison (1985) a noté que les plus importants problèmes de gestion sont situés « aux limites » (en anglais, *boundary*). Il s'agit de ces espaces imaginaires situés entre les États, entre les ordres de gouvernement d'un même État, voire entre les services d'une même direction dans l'administration publique (ministère, municipalité ou MRC). Les problèmes dits « aux limites » sont un enjeu central de la GIRE, parce qu'en principe, les limites territoriales déterminent la région sur laquelle s'exerce l'autorité, ainsi que les rôles qui sont assignés à des acteurs particuliers (Murphree, 2000).

Les problèmes « aux limites » sont plus importants, plus persistants et plus compliqués que les problèmes techniques et économiques qui touchent la gestion des ressources en eau; ils ont été la source de beaucoup de frustration chez les professionnels de l'eau et chez les planificateurs de la gestion des ressources en eau (Ingram, Mann, Weatherford, & Cortner, 1984). Ces auteurs suggèrent qu'en prônant la GIRE, la directive-cadre européenne sur l'eau soulève d'importantes questions de compatibilité avec des institutions de gestion de l'eau bien établies, en particulier celles qui ne sont

pas organisées autour des bassins versants. Moss (2006) leur donne raison lorsqu'il suggère qu'en confiant la coordination de la GIRE à des OBV, les gouvernements ont créé un nouveau problème, celui de la non-concordance spatiale entre les bassins versants et les territoires sur lesquels les autres institutions présentes exercent leur autorité.

La non-concordance des différentes échelles spatiales de gestion qui existent sur un territoire montre bien la difficulté qu'ont les acteurs municipaux à mettre en place les méthodes permettant de gérer les ressources en eau d'une façon durable. En effet, l'efficacité d'une institution est diminuée là où ses caractéristiques physiques ne coïncident pas avec les caractéristiques biophysiques du système naturel – le bassin versant (Moss, 2006). Ainsi, la non-concordance des échelles de gestion des acteurs municipaux avec celles des OBV rend le travail de ces derniers difficile, et ce, pour deux raisons. Premièrement, elle soulève la question de la légitimité politique et de l'imputabilité des OBV. Les représentants des acteurs municipaux sont élus par la population, ce qui n'est pas le cas de tous les représentants des OBV. De plus, les OBV ne sont pas juridiquement subordonnés à ces acteurs et ne se sentent pas toujours obligés de leur rendre des comptes. En France, au Québec et ailleurs dans le monde, on a tenté de combler ce « déficit démocratique » en faisant en sorte qu'un certain nombre de représentants élus siègent au conseil d'administration des OBV. Toutefois, le fait que les OBV sont politiquement indépendants des acteurs municipaux demeure. Deuxièmement, la résolution des problèmes « aux limites » en accordant certains pouvoirs aux OBV peut créer de nouveaux problèmes de ce type avec d'autres secteurs politiques qui ont un impact majeur sur les ressources en eau, notamment l'agriculture, la foresterie, les transports et l'énergie.

Eddison (1985) croit que la résolution définitive des problèmes « aux limites » est très difficile, car une solution génère toujours des problèmes qui n'étaient pas prévus. L'établissement d'une meilleure concordance entre les échelles de gestion implique que l'on structure les institutions d'une manière qui maximise la compatibilité entre leurs responsabilités et les caractéristiques biophysiques des écosystèmes (Young, 2005). Bien que chaque solution comporte une faiblesse, Eddison (1985) et Mitchell (1990) croient qu'il est nécessaire de concevoir des processus administratifs capables de résoudre les difficultés causées par les problèmes « aux limites ». Il ne s'agit pas nécessairement de réorganiser la structure des organisations publiques, comme on est souvent porté à le penser, mais de créer des mécanismes de coordination qui sont efficaces (Kellow, 1985). Pour leur part, Jones & Gordon (2000), suggèrent une solution qui nous apparaît simple et réaliste, soit la création d'une institution qui sera chargée de mettre en œuvre les projets qui bénéficient à l'ensemble d'un bassin versant (ou d'une zone de gestion intégrée de l'eau).

19.1.1.3 MÉCANISMES INSTITUTIONNELS

La résolution des problèmes qui touchent les enjeux liés aux ressources en eau ne passe pas seulement par la réalisation de projets qui nécessitent des investissements financiers. En matière de protection des ressources en eau, les règlements sont aussi des outils à la disposition des acteurs municipaux dont les territoires touchent un même bassin versant, d'où la nécessité d'instaurer des mécanismes institutionnels efficaces pour assurer la gestion durable de ces ressources. Mitchell (1989) définit les mécanismes institutionnels comme la combinaison de plusieurs éléments, à savoir : (1) les législations et les réglementations; (2) les politiques et les directives; (3) les structures administratives; (4) les partenariats économiques et financiers; (5) les structures et les processus politiques; (6) les coutumes et

les valeurs; et (7) les acteurs clés.

Certains pays ont résolu en partie les difficultés de mise en œuvre des projets en faisant des OBV des sociétés d'État ou des organisations paragouvernementales qui assument des responsabilités qui, au Québec, sont plutôt dévolues à des municipalités ou à des ministères (tableau 19.1). Toutefois, chaque modèle a ses avantages et ses inconvénients, si bien qu'il n'y a pas un modèle idéal (Svendsen, 2001) (encadré 19.1). Au Québec, au lieu de confier plusieurs nouvelles responsabilités à l'OBV ou à une nouvelle agence qu'il aurait créée, le gouvernement a accordé aux OBV le statut de tables de concertation, de manière à favoriser la concertation des acteurs gouvernementaux et non gouvernementaux, tout en laissant à chaque acteur ses responsabilités.

La décision de ne pas transférer aux OBV des responsabilités qui sont assumées actuellement par les acteurs municipaux, entre autres, se veut une adaptation du concept de GIRE aux réalités du Québec (capacités des institutions, forces et caractéristiques relatives des différents acteurs, paysage culturel et politique, conditions historiques, etc.). Dans ce contexte, les acteurs municipaux devront notamment adopter de nouvelles façons de penser et de travailler ensemble en cherchant à sortir des sentiers battus. Ils peuvent, par exemple, adapter leurs organisations de façon à encourager une meilleure coordination et un meilleur partage des responsabilités (Margerum, 1995). Ils peuvent aussi élaborer des programmes de subvention à frais partagés, ou simplement faire en sorte que les PDE deviennent un outil qui est pris en considération pour planifier l'aménagement du territoire, comme le souhaite d'ailleurs le gouvernement dans la Loi sur l'eau.

19.1.2 À PROPOS DES ACTEURS GOUVERNEMENTAUX

19.1.2.1 APPUI POLITIQUE ET GOUVERNANCE

Les acteurs gouvernementaux ont plusieurs responsabilités dans la réalisation des projets. Au même titre que les municipalités et les MRC, ils sont eux-mêmes des acteurs qui ont des devoirs et des pouvoirs d'intervention en matière de gestion de l'eau. Ils peuvent aussi jouer un rôle de facilitation en établissant un climat qui incitera d'autres acteurs à agir, ne serait-ce qu'en adoptant une attitude positive à l'égard des OBV, ou en s'impliquant de façon soutenue dans la réalisation de certains projets. C'est dans ce sens que Wanna (2007) et l'UNESCO (2009) considèrent que l'appui du plus haut niveau de l'administration publique et la coordination des institutions gouvernementales sont des facteurs qui déterminent le succès de la mise en œuvre de politiques et de projets. GWP & RIOB (2009) lui donnent raison lorsqu'ils affirment que « la gestion de l'eau doit bénéficier d'un soutien important dans les instances nationales de décision étant donné que la GIRE est une question politique sensible ».

Tableau 19.1 Responsabilités assumées par certains organismes de bassin versant ailleurs au Canada et dans le monde

	Bassin							
	Alto Tieté (Brésil)	Brantas (Indonésie)	Fraser (Canada)	Guadalquivir (Espagne)	Jaguaribe (Brésil)	Murray-Darling (Australie)	Tárcoles (Costa Rica)	Warta (Pologne)
Planification et coordination	√	√	√	√	√	√	√	√
Exploitation et entretien des infrastructures		√		√	√	√		√
Délivrance de permis pour les utilisations de l'eau Approvisionnement en eau		√		√	√			
Suivi de la qualité de l'eau				√	√	√		
Consultation sur les utilisations du territoire ou sur les nouvelles utilisations de l'eau Délivrance de permis pour les rejets d'eaux usées	√							√
Fixation et perception de redevances sur l'eau		√		√	√			

Source : Kemper, Blomquist et Dinar (2007)

19.1.2 INSTRUMENTS POLITIQUES ET ÉCONOMIQUES

Deux types d'instruments peuvent être envisagés pour favoriser la mise en œuvre des actions. Il s'agit des instruments politiques et des instruments économiques. Nous en donnerons quelques exemples. Les instruments politiques peuvent inclure la législation, la réglementation et la sensibilisation. Le gouvernement du Québec élabore et met à jour régulièrement une panoplie de lois et de règlements qui ont pour objet de protéger les ressources en eau. Il élabore aussi des programmes de sensibilisation pour inciter les acteurs de l'eau à prendre des mesures proactives en vue, notamment, de conserver l'eau et de prévenir sa pollution. La campagne de sensibilisation aux algues bleu-vert (<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/campagne2009/index.htm>) est un exemple de programme qui touche la corde sensible des Québécois.

Le manque de ressources pour mettre en œuvre des actions est une question récurrente dans le domaine de la gestion de l'eau (Hooper, 2003; Margerum, 1995). Anderson et al. (2008) ont rapporté les résultats d'un atelier où les participants ont discuté de l'importance d'élaborer et de mettre en œuvre les méthodes et les instruments économiques nécessaires pour analyser et favoriser les échanges qui doivent se faire dans le secteur de l'eau. Les instruments économiques sont axés sur les résultats. On peut citer les programmes de subvention, les taxes sur les émissions de contaminants

et les permis échangeables. L'échange de crédits de phosphore est un exemple de permis échangeable qui a fait l'objet d'un projet pilote dans le bassin versant de la rivière South Nation en Ontario (<http://www.ec.gc.ca/pp/EN/storyoutput.cfm?storyid=133>). La figure 19.1, explique le fonctionnement d'un système d'échanges de crédits de phosphore entre les municipalités et des exploitations agricoles dans un bassin versant dont la capacité de support est dépassée en ce qui concerne le phosphore.

Encadré 19.1 Principaux modèles organisationnels pour mettre en œuvre la gestion intégrée de l'eau par bassin versant

Deux principaux modèles organisationnels permettent de mettre en œuvre la GIRE (Svendsen, 2001). Ce sont : (1) le modèle de type « autorité » (authorithy en anglais), en vertu duquel, dans sa forme la plus extrême, toutes les décisions touchant la gestion de l'eau sont concentrées dans une seule main, c'est-à-dire l'autorité du bassin versant de rivière; (2) le modèle de type « coordination », qui suppose que les organisations administratives existantes travaillent ensemble et de façon coordonnée à l'échelle du même bassin ou du même sous-bassin. La coordination se traduit généralement par l'élaboration d'un plan stratégique dans lequel on fixe les objectifs à atteindre (ex. : réduction de l'émission d'un contaminant X de Y pour cent avant l'année Z), et dans lequel on détermine les mesures à mettre en œuvre pour y parvenir. La mise en œuvre de ces mesures est laissée aux différentes organisations administratives qui, elles, ne sont pas constituées en fonction des limites du bassin versant hydrologique.

La force du modèle de type « autorité » réside dans le fait que son pouvoir de contrôle coïncide avec les limites du bassin versant, ce qui diminue notamment les conflits amont/aval et facilite leur règlement. Mais ce modèle présente quelques désavantages. Par exemple, étant donné que l'autorité traite seulement des questions liées à l'eau, les politiques concernant ce secteur d'activité sont isolées de celles qui touchent d'autres secteurs qui ont un impact sur la ressource eau, comme l'agriculture et l'économie, si bien qu'une pleine intégration de la gestion est difficile. De plus, le mode de gestion d'un organisme de bassin de type « autorité » peut ne pas favoriser une large participation des usagers.

Le modèle de type « coordination » résout certaines failles du modèle précédent. Par exemple, étant donné que la coordination implique un accord volontaire entre les organisations participantes, elle offre une base politique solide pour l'action. La probabilité que les politiques qui touchent l'eau et celles qui touchent d'autres secteurs soient harmonisées est forte, puisque les organisations participantes sont responsables d'une gamme de politiques touchant divers secteurs d'activités. D'un autre côté, la prise de décision peut être complexe, les coûts de la coordination peuvent être élevés et les changements politiques ou administratifs qui surviennent dans les organisations participantes peuvent annuler les accords négociés précédemment.

Après avoir comparé les modèles d'organisation de la GIRE dans certains pays de la Communauté européenne, Mostert (1998b) a conclu qu'il n'y avait pas de modèle parfait, tous ayant des avantages et des inconvénients. Le modèle de type « autorité » pourrait être difficile à appliquer dans les pays où les responsabilités touchant l'eau sont très décentralisées ainsi que pour la gestion des bassins versants transfrontaliers. Il ajoute que le meilleur modèle d'organisation est celui qui, dans les circonstances existantes, promeut la plus large coopération entre les différents niveaux de gouvernement concernés, la participation des usagers et l'utilisation des expertises disponibles. Les différents instruments et approches utilisés (instruments légaux, économiques, etc.) sont aussi importants que les modèles d'organisation (Mostert, 1998a). Selon cet auteur, différents instruments peuvent être utilisés dans un modèle, et le choix des instruments influence les résultats de la GIRE autant que le choix du modèle.

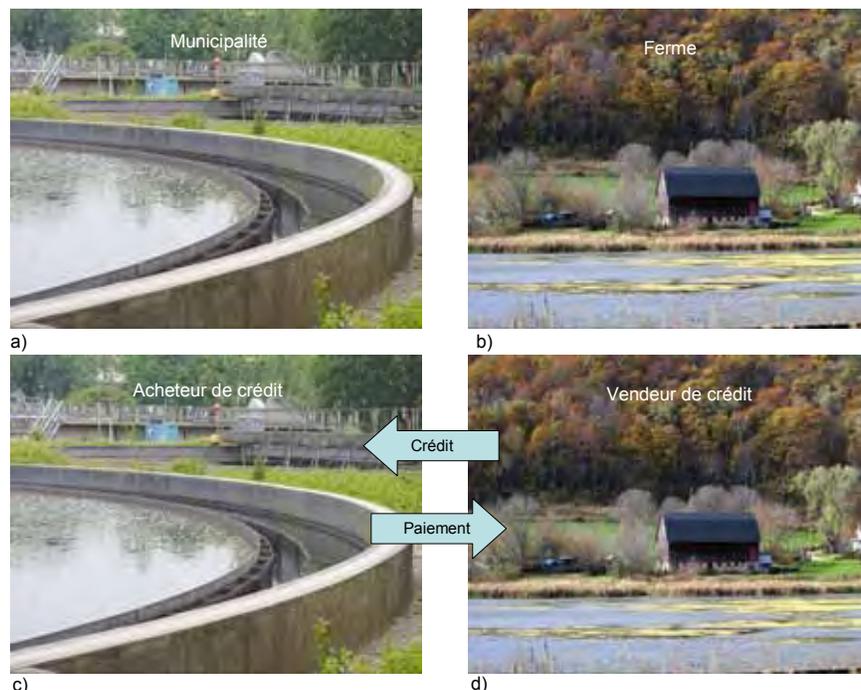


Figure 19.1 Fonctionnement d'un système d'échanges de crédits de phosphore entre une municipalité et des exploitations agricoles dans un bassin versant dont la capacité de support du phosphore est dépassée

a) L'enjeu : la municipalité doit respecter des exigences de rejet en ce qui concerne ses eaux usées. Elle peut trouver qu'il lui en coûte trop cher pour diminuer la charge de phosphore de la quantité exigée par le gouvernement (par exemple, 100 \$/tonne de phosphore enlevée des eaux usées). Par conséquent, elle cherche un moyen pour diminuer les investissements qu'elle fait dans le traitement des eaux usées.

b) L'enjeu (suite) : les producteurs agricoles n'ont pas à respecter une exigence de rejet, mais une réglementation fixe les pratiques de gestion bénéfiques qu'ils doivent respecter. Ils peuvent trouver qu'il ne leur en coûte pas cher pour respecter les exigences du gouvernement (par exemple, 20 \$/tonne de phosphore non rejeté dans les eaux de ruissellement). Ils sont donc disposés à réduire davantage les rejets de phosphore dans l'environnement si quelqu'un en paie les frais.

c) La solution : la municipalité peut « payer » pour faire réduire sa pollution par des exploitations agricoles.

d) La solution (suite) : le « crédit » pour la réduction de la charge de phosphore est créé pour les exploitations agricoles, qui mettent en œuvre certaines pratiques de gestion bénéfiques pour réduire la charge de phosphore d'une quantité donnée. Ce « crédit » est vendu à la municipalité par l'intermédiaire d'une banque de crédits de phosphore, par exemple.

19.1.3 À PROPOS DES ORGANISMES DE BASSIN VERSANT

19.1.3.1 ATOUTS INSTITUTIONNELS ET CAPACITÉS

La délégation des responsabilités de coordination de la GIRE aux OBV et la promotion de la participation des acteurs de l'eau permettent de susciter la prise en charge de la gestion des ressources en eau par la communauté. Selon les responsabilités qui leur incombent, les OBV sont

relativement inefficaces, à moins d'avoir certains atouts institutionnels, certaines capacités, des pouvoirs appropriés (ex. : une certaine autorité sur la prise de décision), des ressources suffisantes, et à moins d'être perçus comme légitimes par la majorité des acteurs de l'eau (Bellamy et al., 2002).

Les atouts institutionnels qui favorisent la mise en œuvre de projets peuvent être regroupés en sept catégories (Smith & Gilden, 2002). Ce sont le leadership, la vision, la capacité d'inspirer la confiance, les réseaux sociaux, les ressources financières, le pouvoir et les connaissances scientifiques. Les connaissances scientifiques, la vision et les réseaux sociaux sont les atouts que les OBV possèdent généralement. En revanche, le leadership, le pouvoir, la capacité d'inspirer la confiance et les ressources financières sont quatre atouts dont ils ne disposent pas toujours. Le manque de pouvoir fait en sorte que, dans certains cas, ceux qui sont affectés par les décisions des OBV peuvent faire appel à des organisations qui ont plus de pouvoirs que ces derniers afin d'annuler ces décisions. Il arrive aussi que le manque de confiance de certains acteurs à l'égard des recommandations scientifiques que font les OBV freine la réalisation des projets qu'ils élaborent. Enfin, plusieurs autres facteurs qui ne dépendent pas des OBV freinent aussi la réalisation des projets, par exemple, des participants qui ne sont pas convaincus du besoin de l'approche intégrée, le manque de bonne volonté, le fait de ne pas être disposé à participer volontairement et la résistance bureaucratique des gestionnaires traditionnels de la ressource eau (Hooper, McDonald, & Mitchell, 1999).

19.1.3.2 PARTICIPATION DES ACTEURS DE L'EAU

La GIRE ne peut pas réussir sans la participation effective des acteurs de l'eau (Jones, Newborne, & Phillips, 2006). Nous l'avons mentionné à plusieurs reprises dans les chapitres précédents. Les approches participatives sont recommandées pour rassembler les divers points de vue sur le système ainsi que pour bâtir des consensus autour des objectifs et des mesures à adopter (Tippett, Searle, Pahl-Wost, & Rees, 2005). Tous les gouvernements comprennent bien cela et font de la participation un des principes clés de leur politique ou de leur loi sur l'eau. Le gouvernement du Québec ne fait pas exception.

Les approches participatives ne donnent cependant pas toujours les résultats souhaités. Parlant de la directive-cadre européenne sur l'eau, Blackstock (2009) va jusqu'à suggérer qu'il est normal que la mise en œuvre des plans d'action prenne du temps. Les approches participatives nécessitent des délais, des investissements dans la création d'une dynamique de groupe et davantage de capacités personnelles pour agir, ce qui requière une redistribution du pouvoir (Innes & Booher, 2004). Lorsque de telles conditions ne sont pas présentes, les processus participatifs peuvent simplement renforcer les inégalités existantes et exacerber les tensions (Cooke & Kothari, 2001).

19.2 QU'EST-CE QUE LES ORGANISMES DE BASSIN VERSANT DOIVENT FAIRE?

19.2.1 CRÉER UNE STRUCTURE ORGANISATIONNELLE POUR LA MISE EN ŒUVRE DU PLAN D'ACTION

Comme nous l'avons mentionné précédemment, au Québec, la responsabilité de la mise en œuvre de

la plupart des actions revient aux acteurs qui ont des responsabilités légales directes et indirectes en matière de gestion des ressources en eau. Il s'agit, par exemple, des élus municipaux, des industriels, des ministères et des producteurs agricoles. Cela dit, une fois que le plan d'action est adopté, vous ne pouvez pas vous retirer et attendre que les projets se mettent en œuvre. C'est pour cette raison qu'en réalité, la mise en œuvre du plan d'action est une responsabilité partagée entre les acteurs cités précédemment et l'OBV, chacun œuvrant à l'intérieur de son champ de compétence, et ce, selon les ententes qui auront été négociées dans la zone de gestion intégrée des ressources en eau.

À l'étape de la mise en œuvre, vous ne devez surtout pas présumer que vous continuerez à travailler avec l'équipe qui a élaboré le plan d'action. Il est important d'évaluer toutes les possibilités afin de choisir la structure organisationnelle qui facilitera la mise en œuvre du plan. Assurez-vous cependant que tout nouveau membre qui joint l'équipe de mise en œuvre est d'accord avec ce plan. Le U. S. EPA (2008) recommande d'institutionnaliser l'équipe de mise en œuvre, c'est-à-dire de faire en sorte que certaines des fonctions soient confiées à des personnes occupant des postes d'autorité dans les organisations politiques ou administratives. Par exemple, une MRC pourrait détacher un de ses employés qui travaillerait à temps partiel à titre de coordonnateur du comité de mise en œuvre du plan d'action.

Imperial (2001) a étudié l'utilité de la collaboration comme stratégie de mise en œuvre des plans d'actions chez six organismes de bassin versant aux États-Unis. Il en a déduit que cinq facteurs contextuels ont eu de l'influence sur la mise en œuvre : l'environnement physique, la nature des enjeux, le cadre institutionnel, le contexte historique et la stratégie de planification. L'auteur a observé que, même lorsque toutes ces conditions existent, les acteurs doivent néanmoins s'accorder sur les activités qui doivent être poursuivies collectivement. Ce processus de prise de décision sera influencé par des facteurs qui ont trait au territoire visé par le plan d'action : la composition des acteurs, la nature des enjeux et des solutions, la nature du processus de prise de décision et les résultats escomptés. Ces facteurs créent les contextes favorables et les contraintes qui influencent la capacité des participants à parvenir à un accord. Cela montre à quel point la mise en œuvre d'un plan d'action représente un défi important.

La mise en œuvre d'un plan d'action nécessite de l'argent, du personnel, de la planification et parfois des permis (Arkansas Department of Environmental Quality, 2006). Elle requiert également plusieurs expertises et habiletés (en gestion de projets, animation de groupe, analyse de données, communication, relations publiques, etc.) (U. S. EPA, 2008). Votre comité de mise en œuvre devrait donc être composé de personnes qui peuvent y apporter diverses ressources, expertises ou habiletés. Les projets que vous avez déterminés, le calendrier de réalisation que vous avez élaboré, les ressources techniques et financières que vous avez réunies, le programme de suivi et d'évaluation que vous avez élaboré pavent la route à une mise en œuvre réussie. Par ailleurs, servez-vous des partenariats et des réseaux que vous avez développés avec le temps afin de mettre en œuvre votre plan d'action.

Plusieurs tâches seront réalisées pendant la phase de mise en œuvre des projets. En voici quelques-unes :

- ◇ S'assurer de l'assistance technique nécessaire pour concevoir et mettre en œuvre certains projets;

- ◇ Donner la formation et du soutien technique aux membres du public qui désirent s'impliquer dans certains projets;
- ◇ Gérer les ressources financières affectées à certains projets;
- ◇ Mettre en œuvre le programme de suivi et d'évaluation du plan d'action;
- ◇ Analyser les données du programme de suivi et d'évaluation;
- ◇ Coordonner les activités des différents acteurs de l'eau;
- ◇ Communiquer les résultats aux différents auditoires;
- ◇ Coordonner les activités avec les OBV des zones de gestion voisines, si nécessaire;
- ◇ Se préparer à modifier le plan d'action en fonction des résultats du suivi et de l'évaluation du plan d'action.

 Au moment où la mise en œuvre des actions commence, la dynamique de groupe qui s'est installée dans la zone de gestion jusque là, ainsi que le niveau de participation des acteurs de l'eau, peuvent changer. Préparez-vous à faire face à ces changements

19.2.2 RENFORCER SES CAPACITÉS

Il est nécessaire que vous renforciez vos capacités afin d'assumer adéquatement vos responsabilités. Bien entendu, l'approche que vous utiliserez variera d'un endroit à l'autre, selon le contexte, car il n'y a pas une méthode type. Gangbazo (2005) a mentionné que vous devez développer des habiletés organisationnelles, techniques et en matière de gestion de groupe (encadré 19.2). Pour leur part, Anderson et al. (2008), Wanna (2007) et Hooper (2003) ont aussi dressé la liste des éléments qui sont nécessaires pour améliorer la gouvernance des bassins versants :

1. Élaboration du PDE : avoir des objectifs clairs et libellés de manière à ce qu'ils orientent l'action et facilitent l'établissement de priorités; utiliser des données scientifiques précises et évaluer l'état des ressources en eau et son évolution dans le temps; établir clairement les relations de cause à effet; utiliser des modèles performants pour déterminer les meilleures solutions possibles; évaluer l'impact économique des plans d'action; intégrer des actions qui dépassent les limites administratives de différentes institutions;
2. Coordination : coordonner les programmes des différentes organisations gouvernementales et non gouvernementales aux échelles locale, régionale et nationale;
3. Engagement des acteurs : utiliser des mécanismes contractuels pour tenter de garantir la participation des acteurs, plutôt que des mécanismes ad hoc et volontaires; utiliser les processus de sensibilisation du public et de participation pour augmenter l'implication des acteurs dans la mise en œuvre des actions; utiliser des outils efficaces d'échange d'information pour lier les acteurs qui sont éloignés les uns des autres; investir dans les contacts en face à face et dans les processus qui permettent de tenir la communauté informée;
4. Mécanismes institutionnels : utiliser une panoplie de méthodes, notamment les programmes de subvention, les permis échangeables, les pouvoirs de planification des gouvernements locaux, les actions volontaires, les pratiques règlementaires et autres;
5. Imputabilité : suivre et évaluer la mise en œuvre des actions.

Encadré 19.2 Habiletés nécessaires aux organismes de bassin versant pour la gestion intégrée de l'eau

Habiletés organisationnelles et en gestion de groupe

- ◇ Bâtir la confiance
- ◇ Établir des partenariats et des réseaux
- ◇ Résoudre des conflits
- ◇ Fixer des objectifs collectifs
- ◇ Travailler avec les décideurs
- ◇ Planifier des projets à long terme
- ◇ Travailler sur des territoires qui touchent plusieurs compétences

Habiletés techniques

- ◇ Analyser le bassin versant
- ◇ Utiliser des modèles mathématiques
- ◇ Utiliser des systèmes d'information géographique
- ◇ Connaître les lois et règlements relatifs à l'eau
- ◇ Déterminer les solutions possibles
- ◇ Calculer la réduction nécessaire des charges de certains contaminants
- ◇ Suivre et évaluer la qualité de l'eau
- ◇ Rechercher des fonds

Source : Gangbazo (2005)

19.2.3 SENSIBILISER LES ACTEURS POLITIQUES

En tant qu'acteurs de la concertation, vous devez faire des efforts particuliers pour faire connaître votre rôle aux acteurs politiques, car plus de huit ans après le lancement de la Politique nationale de l'eau (PNE), les OBV demeurent encore une nouvelle entité dans le paysage institutionnel québécois. Mais il n'y a pas qu'au Québec qu'il en est ainsi. En Australie, par exemple, plusieurs gouvernements locaux hésitent à s'impliquer activement dans la gestion intégrée des ressources en eau, et ce, pour plusieurs raisons. En effet, ces derniers ont peur des nouveaux acteurs de gouvernance que constituent les OBV, ils ont l'impression que la GIRE est un moyen pour une organisation d'augmenter son pouvoir, et qu'elle est un programme gouvernemental (Margerum, 1995), alors qu'il s'agit d'un appel à l'action collective pour le développement et la gestion durable des ressources en eau. Il faut aussi expliquer davantage la GIRE, ses avantages par rapport à l'approche sectorielle et sa finalité, qui est la réforme de la gouvernance de l'eau.

19.2.4 FAIRE PARTICIPER ET IMPLIQUER LES ACTEURS DE L'EAU

Vous êtes entièrement responsables de l'élaboration du PDE et en partie responsables de la création des conditions qui vont favoriser la mise en œuvre des actions. Sachez que les processus inclusifs et participatifs⁹¹ présentent plusieurs avantages (Kampa, Kranz, & Hansen, 2003; Parker, 2003; Tetra Tech Inc., s. d.-a). Ils augmentent la prise de conscience du public et la compréhension des enjeux

⁹¹ Selon Jønch Clausen (2002), la consultation ne garantit pas la participation, et il revient au gouvernement de déterminer les règles qui favoriseront une bonne participation.

et des défis de la GIRE⁹², ils réduisent l'isolement entre l'agence de planification – l'OBV dans ce cas-ci – et les citoyens, ils donnent de la légitimité au processus de planification et de la crédibilité politique à l'agence, ils évitent les conflits et les délais coûteux, ils créent un esprit de coopération et de confiance entre l'agence et le public, ils améliorent le soutien de la population et ils facilitent la mise en œuvre des actions. Vous devez donc très tôt accorder beaucoup d'attention à des facteurs qui ne sont pas associés aux ressources en eau elles-mêmes, mais aux acteurs, c'est-à-dire à ceux qui prendront les décisions, à ceux qui seront affectés par ces décisions et à ceux qui peuvent arrêter le processus ou le ralentir s'ils ne sont pas d'accord avec les décisions (Tetra Tech Inc., s. d.-a). Cela dit, la participation⁹³ et l'implication des acteurs peuvent prendre du temps et coûter cher (GWP & RIOB, 2009; Parker, 2003). C'est d'ailleurs pour cette raison que plusieurs agences ou individus choisissent d'exclure ou de réduire au minimum la participation des acteurs dans les efforts de planification (Parker, 2003), ce qui est une erreur à notre avis.

Comme chaque zone de gestion intégrée des ressources en eau, chaque OBV est unique, et les processus organisationnels et opérationnels qui susciteront la participation et l'implication des acteurs dépendent de plusieurs facteurs, notamment les enjeux, les objectifs, la superficie de la zone, la disponibilité de ressources financières et le climat politique. Il est donc difficile d'énoncer des règles universelles. En matière de participation et d'implication, un des défis d'un OBV est de créer des mécanismes institutionnels fonctionnels (ex. : commissions et comités) qui offrent la possibilité d'une large participation des acteurs de l'eau. La motivation de ces derniers à l'égard de la GIRE se reflétera, entre autres, dans le taux de présence aux rencontres et dans leur engagement dans les discussions. Cela dépendra bien entendu de la manière dont les réunions seront planifiées et dirigées⁹⁴.

Tout au long de votre effort pour susciter la participation et l'implication des acteurs, sachez que vous devez faire en sorte qu'ils se sentent utiles (Tetra Tech Inc., s. d.-a). Si vous convoquez un groupe d'acteurs à des rencontres de travail et que vous ne tenez pas compte de leurs points de vue dans le processus ou dans le produit final (le PDE), ils auront l'impression qu'ils perdent leur temps. Assurez-vous donc que les contributions des acteurs de l'eau soient reconnues et utilisées dans le cadre de la GIRE. Ils seront d'autant plus incités à contribuer au succès des projets. Comme le souligne Parker (2003), les acteurs choisissent de participer parce qu'ils croient que l'expérience sera satisfaisante et qu'ils espèrent influencer le processus de planification.

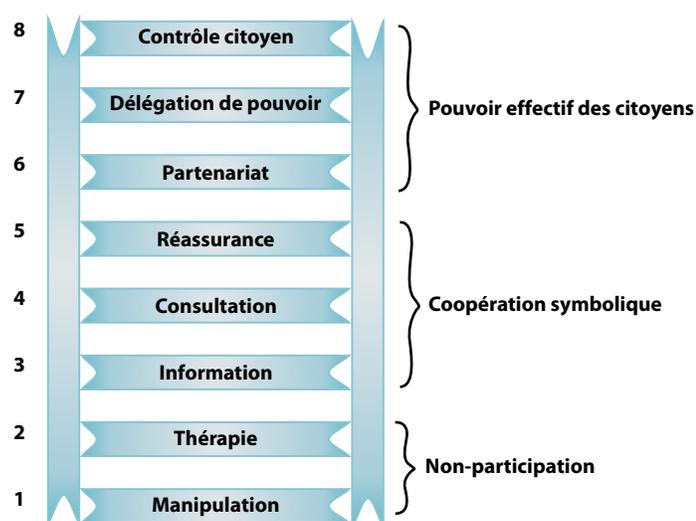
Pour vous aider à bien comprendre la nécessité de déployer tous les moyens pour assurer une réelle participation des acteurs de l'eau, nous avons reproduit, à la figure 19.2, les différents niveaux de participation des citoyens. Il s'agit d'une échelle qui a été élaborée par Arnstein (1996) et dans laquelle l'auteur a déterminé l'importance de différencier les rituels de pseudo-participation des processus qui font que les acteurs ont un réel pouvoir de décision à l'égard des résultats du processus

⁹² À ce sujet, Kranz, Ridder & Patel (2006) affirment ce qui suit : « La gestion intégrée des ressources en eau ne peut être efficace et durable que si les acteurs à chaque niveau et dans chaque phase et secteur s'engagent dans un processus d'apprentissage social. Il n'y a que dans la collaboration qu'il est possible d'arriver à une compréhension commune des caractéristiques des bassins versants et des impacts respectifs des divers usages de l'eau. Les différents acteurs ont besoin de réaliser leur interdépendance mutuelle et d'apprendre à composer avec les intérêts conflictuels d'une manière constructive. » Comme l'a si bien souligné le GWP (s. d.), cette interdépendance appelle à l'intégration.

⁹³ La participation désigne un processus dans lequel des individus prennent part aux décisions dans les institutions, les programmes et les environnements qui les affectent (Heller et al., 1984).

⁹⁴ La Fédération des comités de parents a publié un guide sur la conduite de réunion (Fédération des comités de parents du Québec, 2009), disponible à l'adresse suivante : http://www.fcpq.qc.ca/docs/fr/formation/facsicule21_fr.pdf.

de planification (Palermo, s. d.). Comme l'ont souligné Donzelot, Epstein & Mothe (2006), cette échelle permet de juger ce qui est tangible, fictif, effectif ou non dans les pratiques rangées sous l'appellation de « participation ».



Source : adapté de Arnstein (1996)

Figure 19.2 Échelle de participation des citoyens

À l'aide de cette échelle, Arnstein (1996) distingue trois niveaux qui correspondent à différents registres de pratiques, pour un total de huit degrés possibles de participation, qui vont de la feinte à une participation réelle (Donzelot et al., 2006; Palermo, s. d.) :

- ◇ Le premier niveau correspond aux deux premiers degrés, ceux de la « manipulation » et de la « thérapie ». À ce stade, le seul objectif est de permettre à ceux qui ont du pouvoir « d'éduquer » les participants plutôt que de les impliquer d'une manière ou d'une autre. Le plan qui leur est proposé est considéré comme le meilleur. Ce qui est qualifié de participation vise dès lors exclusivement à obtenir le soutien du public, avec des techniques relevant de la publicité et des relations publiques. Ce premier niveau est considéré par Arnstein comme celui de la « non-participation ». Les détenteurs du pouvoir utilisent les techniques de non-participation uniquement pour « prouver » que les citoyens ont été impliqués dans le processus;
- ◇ Le deuxième niveau comporte trois degrés. En premier lieu, l'« information », qui est une phase nécessaire pour légitimer le terme de participation, mais qui est insuffisante tant qu'elle privilégie un flux à sens unique, sans mise en place de canaux assurant la rétroaction (*feed-back*). En deuxième lieu, la « consultation » est également légitimante, mais elle est à peine plus conséquente, car elle n'offre aucune assurance que les attentes et les suggestions des personnes consultées seront prises en considération. En troisième lieu, la « réassurance » consiste à autoriser ou même à inviter des citoyens à donner des conseils et à faire des propositions, mais en laissant la décision finale à ceux qui détiennent le pouvoir. Ce deuxième niveau est celui de la « coopération symbolique »;
- ◇ Le troisième niveau, la « participation » à proprement parler, comporte lui aussi trois degrés. Le premier degré consiste en la formation d'un « partenariat », ce qui équivaut à une redistribution du pouvoir par une forme de négociation entre les citoyens et les décideurs. Ces partenariats se concrétisent dans la formation de comités associant ces parties, qui deviennent responsables des décisions et de la planification des

opérations. Au deuxième degré, on trouve la « délégation de pouvoir », formule proche de la précédente, mais qui s'en distingue en ce que les citoyens occupent une position majoritaire (ou disposent d'un droit de veto) qui leur confère l'autorité réelle à l'égard de la décision. Enfin, troisième et dernier degré, le « contrôle citoyen », où les tâches de conception, de planification et de direction du programme relèvent directement des citoyens. Ce troisième niveau correspond au « pouvoir effectif des citoyens ».

 L'implication des acteurs de l'eau exige plus que l'organisation de consultations publiques. L'implication réelle nécessite qu'on mette en œuvre une méthode permettant de déterminer les préoccupations et les valeurs des acteurs, qu'on établisse des consensus et qu'on élabore des solutions efficaces grâce à un processus ouvert, inclusif et dans lequel il y a un réel partage du pouvoir entre les acteurs, qu'ils aient ou non une autorité légale sur la gestion de l'eau.

Bibliographie

Académie de l'eau. (2008). *Rapport du groupe de travail sur la méthodologie de développement intégré eau-territoire*: Académie de l'eau.

Adeyemo, E. A. (2003). *Effective Water Governance Through the Paradigm of IWRM*. Communications présentées au 29th WEDC International Conference, Abuja, Nigeria.

Alberta Environment. (1999). *Surface Water Quality Guidelines For Use In Alberta* (No. ENV-103-OP). Edmonton, AB: Alberta Environment.

Allen, W. (s. d.). Knowledge Management and Information. Page consultée le 2 février 2010 de http://www.learningforsustainability.net/social_learning/knowledgemanagement.php.

Ambrose, M., Markowitz, A., & Job, C. (2003). Conveying Results and Findings. *Water Resources Impact*, 5 (5), 30-32.

Anderson, A., Karar, E., & Farolfi, S. (2008). Synthesis: IWRM Lessons for Implementation. *Water SA*, 34 (6 Special edition), 665-669.

Anonyme. (s. d.). Analyse des parties prenantes. Page consultée le 5 Janvier 2010 de http://siteresources.worldbank.org/INTEMPowerment/Resources/14910_1_Tool_Stakeholders_PsIA_Users_Guide-French.pdf.

Anton, D. J. (Éd.). (1995). *Villes assoiffées: L'approvisionnement en eau dans les villes d'Amérique latine*. Ottawa: Centre de recherches pour le développement international.

Arkansas Department of Environmental Quality. (2006). *Arkansas Watershed Planning Guide*.

Arnold, J. G., Srinivasan, R., Muttiah, R. S., & Williams, J. R. (1998). Large Area Hydrologic Modeling and Assessment Part I: Model Development. *Journal of the American Water Resources Association*, 34 (1), 73-89.

Arnstein, S. R. (1996). A ladder of Citizen Participation. *Journal of American Institute of Planners*, 35 (4), 216-224.

Banque africaine de développement. (2001). *Manuel de consultation et de participation des parties prenantes aux opérations de la BAD*. Tunis: Banque africaine de développement.

Banton, O., & Bangoy, L. M. (1997). *Hydrogéologie: multiscience environnementale des eaux souterraines*. Québec: Presses de l'Université du Québec / AUPELF.

Barham, E. (2001). Ecological Boundaries as Community Boundaries: The Politics of Watersheds.

Society and Natural Resources, 14 (3), 181-191.

Baril, P., Maranda, Y., & Baudrand, J. (2006). Integrated Watershed Management in Quebec (Canada): A Participatory Approach Centred on Local Solidarity. *Water Science & Technology*, 53 (10), 301-307.

Bellamy, J., Ross, H., Ewing, S., & Meppem, T. (2002). *Integrated Catchment Management: Learning from the Australian Experience for the Murray-Darling Basin*. Canberra, Australia: Murray-Darling Basin Commission.

Bernard, C., & Laverdière, M. (2000). Using 137Cs as a Tool for the Assessment and the Management of Erosion/Sedimentation Risks in View of the Restoration of the Rainbow Smelt (*Osmerus mordax*) Fish Population in the Boyer River Basin (Québec, Canada). *Acta Geologica Hispanica* 35 (3-4), 321-327.

Berryman, D. (2008). *État de l'écosystème aquatique du bassin versant de la rivière Yamaska : faits saillants 2004-2006*. Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Beuret, J.-E. (2006). *La conduite de la concertation* (L'Harmattan ed.).

Biswas, A. K. (2004). Integrated Water Resources Management: A Reassessment. *Water International*, 29 (2), 248-256.

Bitzakidis, S., Cloutier, S., Côté, M.-J., Lamontagne, C., Lamontagne, M., Morin, G., et al. (2008). *Rapport sur la capacité de support des écosystèmes* (Rapport interne). Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Black, P. E. (1997). Watershed Functions. *Journal of the American Water Resources Association*, 33 (1), 1-11.

Blackstock, K. L. (2009). Between a Rock and a Hard Place: Incompatible Objectives at the Heart of River Basin Planning? *Water Science & Technology*, 59 (3), 425-431

Blomquist, W., & Schlager, E. (2005). Political Pitfalls of Integrated Watershed Management. *Society and Natural Resources*, 18 (2), 101-117.

Bormann, B. T., Cunningham, P. G., & Gordon, J. C. (1996). *Best Management Practices, Adaptive Management, or Both?* Communications présentées au National Society of American Foresters Convention, Portland, Maine.

Both ENDS, & Gomukh. (2005). *River Basin Management A Negotiated Approach*. Amsterdam (The Netherlands) and Erandawane (India).

Bourdon, P., & Buffin-Bélanger, T. (2008). *Stratégie québécoise des aires protégées et l'harnachement des hydrosystèmes: les composantes exceptionnelles sont-elles vraiment mises en valeur?* mémoire présenté au BAPE à l'occasion des audiences publiques sur l'environnement dans le cadre du projet d'harnachement hydroélectrique de la rivière Romaine.

- Bourque, P. A. (2009).** Planète terre. Page consultée le 31 août 2009 de http://www.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html.
- Bradford, M. F., & Peters, R. H. (1987).** The Relationship Between Chemically Analyzed Phosphorus Fractions and Bioavailable Phosphorus *Limnology & Oceanography*, 32 (5), 1124-1137.
- Brewer, K., & Clements, J. T. (s. d.).** *Principles of Watershed Management*: U. S. Environmental Protection Agency.
- Brierley, G. J., & Fryirs, K. A. (2005).** *Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework*. Oxford, UK: Blackwell Publications.
- Budd, L. F., & Meals, D. W. (1994).** *Lake Champlain Nonpoint Source Pollution Assessment*. Vermont, USA: Lake Champlain Program.
- Bussières, B. (2008).** *Rapport d'examen de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant (GIEBV)*. Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.
- Cann, C., & Villebonnet, C. (1993).** *Suivi de la qualité de l'eau, étude menée sur le bassin versant expérimental du Coût-Dan (Morbihan), 2 e année*: Cemagref, France.
- Castany, G. (1982).** *Hydrogéologie: principes et méthodes*. Paris: Dunod.
- Center for Watershed Protection. (2005).** *A User's Guide to Watershed Planning in Maryland*. Ellicott, MD: Maryland Department of natural Resources.
- Charlton, R. (2008).** *Fundamentals of Fluvial Geomorphology*. London, UK: Routledge.
- Chesapeake Bay Program. (2003).** *Community Watershed Assessment Handbook*. Annapolis, MD.
- Chevalier, J. (2001).** *Stakeholder Analysis and Natural Resource Management*. Ottawa: Carlton University.
- Chevalier, J. (s. d.).** L'analyse des parties prenantes (APP) et la gouvernance environnementale. Page consultée le 4 janvier 2010 de <http://www.reseaucrepa.org/page/693>.
- Church, M. (2006).** Bed Material Transport and the Morphology of Alluvial River Channels. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 34 (1), 325-354.
- Cleland, B. (2002).** TMDL Development from the "Bottom Up" – Part II: Using Duration Curves to Connect the Pieces. Page consultée le 7 octobre 2009 de <http://www.tmdls.net/tipstools/docs/BottomUp.pdf>.
- Cleland, B. (2003).** TMDL Development from the "Bottom Up" -- Part III: Duration Curves and Wet-Weather Assessments. Page consultée le 7 octobre 2009 de <http://www.tmdls.net/tipstools/docs/TMDLsCleland.pdf>.

- Cleland, B. (2007).** TMDL Development from the "Bottom Up" -- Part IV: Connecting to Storm Water Management Programs. Page consultée le 7 octobre 2009 de http://www.envsys.co.kr/~GBweb/duration/PDF/TMDL_Development_from_the_Bottom_UP_PartIV.pdf.
- Clesceri, N. L., Curran, S. J., & Sedlak, R. I. (1986).** Nutrient Loads to Wisconsin Lakes: Part I. Nitrogen and Phosphorus Export Coefficients. *Water Resources Bulletin*, 22 (6), 983-990.
- Conservation Measures Partnership. (2004).** *Open Standards for the Practice of Conservation - Version 1.0*. Washington, D.C.: Conservation Measure Partnership.
- Cooke, B., & Kothari, U. (Éds.). (2001).** *Participation: The New Tyranny?*. New York: Zed Books.
- Correl, D. L. (1977).** An Overview of the Rhode River Watershed Program. Dans *Watershed Research in Eastern North America* (Vol. 1, pp. 105-124). Washington, DC: Smithsonian Press.
- Creech, H., & Willard, T. (2001).** *Managing Knowledge Networks for Sustainable Development*. Winnipeg, Manitoba: International Institute for Sustainable Development
- Dates, G. (2002).** Visual Surveys and Assessments: An Overview. *Rivers Voices*, 12 (4), 1-7.
- Davis, M. D. (2007).** Integrated Water Resource Management and Water Sharing. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 133 (5), 427-455.
- Davis, M. D., & Threfall, J. (2006).** Integrated Water Resources Management in New Zealand: Legislative Framework. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 135, 86-99.
- De Steiguer, J. E., Duberstein, J., & Lopes, V. (2003).** *The Analytic Hierarchy Process as a Means for Integrated Watershed Management*. Communications présentées au First Interagency Conference on Research in the Watersheds, October 27-30, 2003 Tucson, Arizona.
- DeBarry, P. A. (2004).** *Watersheds, Processes, Assessment and Management*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.
- DFID. (1995a).** *Guidance Note on How to Do Stakeholder Analysis of Aid Projects and Programmes*. London, UK: United Kingdom Department for International Development.
- DFID. (1995b).** *Technical Note on Enhancing Stakeholder Participation in Aid Activities*. London, UK: United Kingdom Department for International Development.
- Donzelot, J., Epstein, R., & Mothe, D. (2006).** De la petite démocratie et la grande démocratie: de la concertation au pouvoir effectif de citoyens. Page consultée le 26 janvier 2010 de <http://www.redpop.fr/spip.php?article779>.
- Dorworth, L., & McCormick, R. (s. d.).** *Impacts of Development on Waterways*. West Lafayette, IN: Purdue University Cooperative Extension Service.
- Drucker, P. F. (1989).** *The New Realities*. New York: Harper & Row, Pub.

Duda, A. M., & El-Ashry, M. T. (2000). Addressing the Global Water and Environment Crisis through Integrated Approaches to the Management of Land, Water and Ecological Resources. *Water International*, 25 (1), 115-126.

EC. (2003). *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidance document no. 8: Public Participation in Relation to the Water Framework Directive*. Luxembourg: European Commission.

Eddison, T. (1985). Managing an Ecological System 5: Reforming Bureaucracy. *Australian Quarterly*, 57 (1&2), 148-153.

Éditeur officiel du Québec. (2005). *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables, Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2, a. 2.1)*. Québec: Gazette officielle du Québec, 1er juin 2005, 137^e année, no 22.

Éditeur officiel du Québec. (2010). Règlement sur la déclaration des prélèvements d'eau. Page consultée le 6 avril 2010 de http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=%2F%2FQ_2%2FQ2R3_2_1.htm.

Engel, B., & Chaubey, I. (2009). Web-based Load Duration Curve Version 1.0 User's Guide. Page consultée le 8 février 2010 de http://www.envsys.co.kr/~ldc/JG/duration/PDF/Load_Duration_Manual.pdf.

Fabricius, C., & Collins, S. (2007). Community-based Natural Resource Management: Governing the Commons. *Water Policy*, 9 (S2), 83-97.

Falkenmark, M., & Lundqvist, J. (1997). *World Freshwater Problems: Call for a New Realism*. Stockholm: Stockholm Environmental Institute.

FAO. (2006). *The New Generation of Watershed Management Programmes and Projects*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fédération canadienne des municipalités et Conseil national de recherches du Canada. (2003). *Contrôles à la source et sur le terrain des réseaux de drainage municipaux* (No. 1).

Fédération des comités de parents du Québec. (2009). *La conduite de réunion*. Québec: Fédération des comités de parents du Québec.

Firehock, K. E. (s. d.). *Local Watershed Management Planning in Virginia: A Community Water Quality Approach*: Virginia Department of Conservation and Recreation.

Florsheim, J. L., Mount, J. F., & Chin, A. (2008). Bank Erosion as a Desirable Attribute of Rivers. *BioScience*, 58 (6), 519-529.

Foran, J. A., Butler, P., Clekner, L. B., & Bulkley, J. W. (1991). Regulating Nonpoint Source Pollution in Surface Waters: A Proposal. *Water Resources Bulletin*, 2 (3), 479-484.

Foundations of Success. (s. d.). An Introduction to Monitoring & Evaluation. Page consultée le 9 novembre 2009 de http://fosonline.org/Site_Page.cfm?PageID=18.

Freeman, R. E. (1984). *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Boston: Pitman Publishing Inc.

Fung, A., & Wright, E. O. (2003). Countervailing Power in Empowered Participatory Governance. Dans A. Fung & E. O. Wright (Éds.), *Deepening Democracy: Institutional Innovations in Empowered Participatory Governance* (pp. 259-290). London: Verso.

Gagnon, E., & Gangbazo, G. (2006a). *Dispositifs expérimentaux permettant d'évaluer l'effet de la mise en oeuvre de bonnes pratiques agricoles sur la qualité de l'eau*. Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Gagnon, E., & Gangbazo, G. (2006b). *Efficacité des bandes riveraines : analyse de la documentation scientifique et perspectives*. Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Gagnon, H. (1974). *La photographie aérienne* (HRW ed.). Montréal.

Gangbazo, G. (2000). Relations empiriques entre les utilisations du territoire agricole et la qualité de l'eau des rivières. *Vecteur Environnement*, 33 (2), 42-49.

Gangbazo, G. (2004a). *Élaboration d'un plan directeur de l'eau: guide à l'intention des organismes de bassins versants*. Québec, Québec: ministère de l'Environnement.

Gangbazo, G. (2004b). *Gestion intégrée de l'eau par bassin versant: concepts et application*. Québec, Québec: ministère de l'Environnement.

Gangbazo, G. (2005). *Habilités nécessaires aux organismes de bassins versants pour la gestion intégrée de l'eau*. Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Gangbazo, G. (2006a). *La gestion intégrée de l'eau par bassin versant: une voie d'expression du développement durable*. Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Gangbazo, G. (2006b). *Les clés du succès d'un projet pilote en milieu rural*. Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Gangbazo, G. (2009a). *Bottin des experts qui oeuvrent dans des domaines utiles pour les organismes de bassin versant*. Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Gangbazo, G. (2009b). *Pourquoi les élus municipaux ont-ils intérêt à collaborer à la gestion intégrée de l'eau par bassin versant?*. Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Gangbazo, G. (2011). *Guide sur la participation des acteurs à la gestion intégrée des ressources en eau.* Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Gangbazo, G., & Babin, F. (2000). Pollution de l'eau des rivières dans les bassins versants agricoles. *Vecteur Environnement*, 33 (4), 47-57.

Gangbazo, G., Cluis, D., & Buon, E. (2002). Transport des sédiments en suspension et du phosphore dans un bassin versant agricole. *Vecteur Environnement*, 35 (1), 44-53.

Gangbazo, G., & Le Page, A. (2005). *Détermination d'objectifs relatifs à la réduction des charges d'azote, de phosphore et de matières en suspension dans les bassins versants prioritaires.* Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Gangbazo, G., Quentin, M.-E., Cluis, D., & Bernard, C. (1992). *Cartes de vulnérabilité à l'érosion hydrique du sol obtenues par géomatique sur le bassin du Ruisseau-des-Anges.* Communication présentée au Colloque franco-québécois sur l'intégration des techniques modernes à la gestion des poissons migrateurs, Montréal.

Gangbazo, G., Roy, J., & Le Page, A. (2005). *Capacité de support des activités agricoles par les rivières: le cas du phosphore total.* Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Gangbazo, G., Vallée, P., Émond, C., Roy, J., Beaulieu, R., & Gagnon, E. (2006). *Contrôle de la pollution diffuse d'origine agricole : quelques réflexions basées sur la modélisation de scénarios de pratiques agricoles pour atteindre le critère du phosphore pour la prévention de l'eutrophisation dans la rivière aux Brochets* Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Gawler, M. (2005). *Project Design in the Context of Project Cycle Management - Sourcebook.* Gland, Switzerland: WWF International.

Gawler, M., & McShane, T. (1997). Aspects clés des cycles d'une gestion adaptative. Page consultée le 7 octobre 2009 de http://www.artemis-services.com/downloads/adaptative_management.pdf.

Gouin, D. (1984). La détermination des objectifs de traitement dans un projet d'assainissement. *Sciences et Techniques de l'Eau*, 17 (4), 383-388.

Gouvernement du Québec. (2006). *Loi sur le développement durable.* Québec, Québec: Gouvernement du Québec.

Gouvernement du Québec. (2009). *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection.* Québec, Québec.

Gray, M. (1972). *Manuel des principes d'hydrologie.* Ottawa, ON.: Secrétariat, Comité national canadien de la Décennie hydrologique internationale.

Green, C. (2003). *The Water Framework Directive: A Poisoned Chalice?* . Communication présentée au

Annual Conference of the RGS-IBG, London.

Grumbine, R. E. (1994). What is Ecosystem Management? *Conservation Biology*, 8 (1), 27-38.

GWP. (2006). *Integrated Water Resources Management: Strengthening Local Action. Thematic Document Framework Theme 2 Integrated Water Resources Management Fourth World Water Forum.* Mexico City: Global Water Partnership.

GWP. (s. d.). *IWRM - At a Glance.* Stockholm, Sweden: Global Water Partnership.

GWP, & RIOB. (2009). *Manuel de gestion intégrée des ressources en eau par bassin:* Global Water Partnership, Réseau international des organisations de bassin.

Hanchey, J. R. (1998). The Objectives of Public Participation. Dans J. L. Creighton , J. D. Priscoli & M. C. Dunning (Éds.), *Public Involvement Techniques: A Reader of Ten Years Experience at the Institute for Water Resources, IWR Research Report 82-R-1* (pp. 21-29). Alexandria, VA: Institute for Water Resources, U.S. Corps of Engineers.

Hashim, W. A. (1998). *Planning as Process: A Community Guide to Watershed Planning* (No. 99-01-WQ). Olympia, WA: Washington State Department of Ecology.

Heathcote, I. W. (1998). *Integrated Watershed Management: Principles and Practice.* New York: John Wiley & Sons, Inc.

Hébert, S. (1996). *Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec.* Québec, Québec: ministère de l'Environnement et de la Faune.

Hébert, S. (1997). *Qualité des eaux du bassin de la rivière Jacques-Cartier, 1979 à 1996.* Québec, Québec: ministère de l'Environnement et de la Faune

Hébert, S., & Légaré, S. (2000). *Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau.* Québec, Québec: ministère de l'Environnement.

Hébert, S., & Ouellet, M. (2005). *Le Réseau-rivières ou le suivi de la qualité de l'eau des rivières du Québec.* Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

Heller, K., Price, R. H., Reinhartz, S., Riger, S., & Wandersman, A. (1984). *Psychology and Community Change: Challenges of the Future* (2 ed.). Homewood, USA Dorsey.

Helsel, D. R., & Griffith, L. M. (2003). *Assess and Interpret Data.* *Water Resources Impact*, 5 (5), 25-29.

Helsel, D. R., & Hirsch, R. M. (2002). Statistical Methods in Water Resources Dans *Techniques of Water Resources Investigations Book 4, Hydrologic Analysis and Interpretation* (pp. 522): U. S. Geological Survey.

Hilborn, R. (1992). Can Fisheries Agencies Learn from Experience? *Fischeries*, 17 (4), 6-14.

Holling, C. S., & Meffe, G. K. (1996). Command and Control and the Pathology of Natural Resource

Management. *Conservation Biology*, 10 (2), 328-337.

Hooper, B. (2003). Integrated Water Resources Management and River Basin Governance. *Water Resources Update*, 126, 12-20.

Hooper, B. (2010). River Basin Organization Performance Indicators: Application to the Delaware River Basin Commission. *Water Policy*, 12 (4), 461-478.

Hooper, B. P., McDonald, G. T., & Mitchell, B. (1999). Facilitating Integrated Resource and Environmental Management : Australian and Canadian Perspectives. *Journal of Environmental Planning and Management*, 42 (5), 747-766.

Huron River Watershed Council. (s. d.). Impact of Land Use: Impervious Surfaces Page consultée le 21 septembre 2009 de <http://www.hrwc.org/text/wqimpervious.htm>.

IIED. (2005a). *Analyse du pouvoir des parties prenantes*: International Institute for Environment and Development.

IIED. (2005b). Stakeholder Power Analysis. Page consultée le 6 janvier 2010 de http://www.policy-powertools.org/Tools/Understanding/docs/stakeholder_power_tool_english.pdf.

Imperial, M. T. (1998). *Intergovernmental Policy Implementation: Examining Interorganizational Networks and Measuring Network Performance*. Communication présentée au Public and Nonprofit Sector Division, 1998 Academy of Management Meeting August 7 – 12, 1998, San Diego, CA. de http://people.uncw.edu/imperialm/Instructor/papers/Imperial_AOM_98.pdf.

Imperial, M. T. (2001). *Collaboration as an Implementation Strategy: An Assessment of Six watershed Management Programs*. Indiana University.

Imperial, M. T. (2005). Using Collaboration as a Governance Strategy: Lessons from Six Watershed Management Programs. *Administration & Society*, 37 (3), 281-320.

Indiana Department of Environmental Management. (2003). *Indiana Watershed Planning Guide*: Indiana Department of Environmental Management.

Ingram, H. M., Mann, D. E., Weatherford, G. D., & Cortner, H. J. (1984). Guidelines for Improved Institutional Analysis in Water Resources Planning. *Water Resources Research*, 20 (3), 323-334.

Innes, J. E., & Booher, D. E. (2004). Reframing Public Participation: Strategies for the 21st Century. *Planning Theory & Practice*, 5 (4), 419-436.

Innes, J. E., Gruber, J., Neuman, M., & Thompson, R. (1994). *Coordinating Growth and Environmental Management through Consensus Building*, CPS Report: A Policy Research Program Report. Berkeley, CA: University of California

Jensen, M. E., Bourgeron, P., Everett, R., & Goodman, I. (1996). Ecosystem Management : A Landscape Ecology Perspective. *Water Resources Bulletin*, 32 (2), 203-216.

Jolley, J. (2003). *Nonpoint Source Pollution Prevention and Control Through Land Use Planning and Management: An Introduction and Resource Guide for Protecting Coastal North Carolina Waters.* Raleigh, North Carolina: North Carolina Cooperative Extension.

Jønych-Clausen, T. (2000). IWRM: Concepts and Challenges. *Newsflow* (2), 1-2.

Jønych Clausen, T. (2002). *Integrated Management of Water in River Basins.* Communications présentées au Second International Conference on Sustainable Management of Transboundary Waters in Europe, Miedzyzdroje, Poland.

Jones, A. L., & Gordon, S. I. (2000). From Plan to Practice: Implementing Watershed-Based Strategies Into Local, State and Federal Policy. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 19 (4), 1136-1142.

Jones, T., Newborne, P., & Phillips, B. (2006). *Applying the Principles of Integrated Water Resource and River Basin Management - An Introduction* A Report to WWF International.

Kampa, E., Kranz, N., & Hansen, W. (2003). *Public Participation in River Basin Management in Germany «From Borders to Natural Boundaries»:* Ecologic, Institute for International and European Environmental Policy

Karr, J. R. (1998). Rivers as Sentinels: Using the Biology of Rivers to Guide Landscape Management. Dans R. J. Naiman & R. E. Bilby (Éds.), *River Ecology & Management: Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion* (pp. 502-528). New York: Springer-Verlag.

Kauark Leite, L. A. (1990). *Réflexions sur l'utilité des modèles mathématiques dans la gestion de la pollution diffuse d'origine agricole* École Nationale des Ponts et Chaussées.

Kellow, A. J. (1985). Managing an Ecological System 2: The Politics of Administration. *Australian Quarterly*, 57 (1&2), 107-127.

Kemper, K., Blomquist, W., & Dinar, A. (2007). *Integrated River Basin Management through Decentralization:* Springer.

Kentucky Department of Environmental Protection. (s. d.). *Kentucky Watershed Management Framework Document.* Frankfort, KY: Kentucky Department of Environmental Protection.

Kgomotso, H. K. (2005). *The Challenge of Implementing Integrated Water Resources Management (IWRM) in the Lower Okavango River Basin, Ngamiland District, Botswana.* University of the Western Cape.

Klima, K. S., Lanfear, K. J., & McCarron, E. (2003). Water Quality Data Management. *Water Resources Impact*, 5 (5), 22-24.

Koanda, H. (2006). *Vers un assainissement urbain durable en Afrique subsaharienne: approche innovante de planification de la gestion des boues de vidange.* École Polytechnique Fédérale de Lausanne.

Kranz, N., Ridder, D., & Patel, M. (2006). *Public Participation in European River Basin Management: Lessons from the HarmoniCOP Project*: Ecologic.

Kronvang, B. (1992). The Export of Particulate Matter, Particulate Phosphorus and Dissolved Phosphorus From Two Agricultural River Basins: Implications on Estimating the Non-point Phosphorus Load. *Water Resources Research*, 26 (10), 1347-1358.

Kronvang, B., Ærtebjerg, G., Grant, R., Kristensen, P., Hovmand, M., & Kirkegaard, J. (1993). Nationwide Danish Monitoring Programme - State of the Aquatic Environment. *Ambio*, 22 (4), 176-187.

Kronvang, B., Laubel, A., & Grant, R. (1997). Suspended Sediment and Particulate Phosphorus Transport and Delivery Pathways in an Arable Catchment, Gelbæk, Denmark. *Hydrological Processes*, 11 (6), 627-642.

La Violette, N. (1999). Le bassin versant de la rivière Yamaska: les communautés ichyologiques et l'intégrité biotique du milieu, section 6. Dans ministère de l'Environnement (Éd.), *Le bassin versant de la rivière Yamaska: état de l'écosystème aquatique*. Québec, Québec.

Lach, D., Rayner, S., & Igram, H. (2005). Taming the Waters: Strategies to Domesticate the Wicked Problems of Water Resource Management. *International Journal of Water*, 3 (1), 1-17.

Lapp, P., Madramootoo, C. A., Enright, P., Papineau, F., & Perrone, J. (1998). Water Quality of an Intensive Agricultural Watershed in Quebec. *Journal of the American Water Resources Association*, 34 (2), 427-437.

Leeder, M. R. (1983). On the Interactions Between Turbulent Flow, Sediments Transport and Bedform Mechanics in Channelized Flows. *Spec. Publs Int. Ass. Sediment*, 6, 5-18.

Lévesque, E., Lamontagne, L., Van Griensven, A., Vanrolleghem, P. A., & Anctil, F. (2008). Méthodologie pour l'adaptation de données physiographiques canadiennes au modèle de qualité de l'eau SWAT « Soil Water Assessment Tool ». *Journal of Environmental Engineering and Science*, 7 (5), 453-466.

Lin, J. P. (2004). *Review of Export Coefficient and Event Mean Concentration (EMC) Data*. Vicksburg, MS: U.S. Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center.

Loehr, R. C., Ryding, S. O., & Sonzogni, W. C. (1989). Estimating the Nutrient Load to a Water-Body Dans S. O. Ryding & W. Rast (Éds.), *The Control of Eutrophication of Lakes and Reservoirs* (Vol. 1, pp. 115-146). Paris: Parthenon Publishing Group - Carnforth/UNESCO.

Mabit, L., Bernard, C., & Laverdière, M. (2007). Assessment of Erosion in the Boyer River Watershed (Canada) Using a GIS Oriented Sampling Strategy and ¹³⁷Cs Measurements. *Catena*, 71 (2), 242-249.

Malavoi, J.-R., Bravard, J.-P., Piégay, H., Héroin, E., & Ramez, P. (1998). *Guide technique n° 2: détermination de l'espace de liberté des cours d'eau*. Villette d'Anthon, France: Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse.

Management Sciences for Health, & United Nations Children's Fund. (s. d.). Stakeholder Analysis. Page consultée le 4 janvier 2010 de <http://erc.msh.org/quality/ittools/itstkan.cfm>.

Mandell, M. P. (1999). The impact of Collaborative Efforts: Changing the Face of Public Policy Through Networks and Networks Structure. *Policy Studies Review*, 16 (1), 4-17.

Margerum, R. D. (1995). Integrated Watershed Management: Comparing Selected Experiences in the U.S. and Australia. *Water Resources Update* (100), 36-47.

Mason, B., & Knight, R. (2001). *Sensitive Habitat Inventory and Mapping* Vancouver, British Columbia: Community Mapping Network.

Mayer, P. M., Reynolds, S. K., McCutchen, M. D., & Canfield, T. J. (2005). *Riparian Buffer Width, Vegetative Cover, and Nitrogen Removal Effectiveness: A Review of Current Science and Regulations* (No. EPA/600/R-05/118). Cincinnati, Ohio: U. S. Environmental Protection Agency

McCartney, M. P., Acreman, M. C., & Bergkamp, G. (1999). *Freshwater Ecosystem Management and Environmental Security* (Background Paper to Vision for Water and Nature Workshop). San Jose, Costa Rica, 20-22 June 1999.

McGinnis, M. V., Woolley, J., & Gamman, J. (1999). Bioregional Conflict Resolution: Rebuilding Community in Watershed Planning and Organizing. *Environmental Management*, 24 (1), 1-12.

MDDEP. (2007). *Calcul et interprétation des objectifs environnementaux de rejet pour les contaminants du milieu aquatique*. Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

MDDEP. (2009). *Critères de qualité de l'eau de surface*. Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

MDDEP. (2011). *Gestion intégrée des ressources en eau par bassin versant au Québec méridional: cadre de référence à l'intention des organismes de bassin versant*. Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Michaud, A., Deslandes, J., & Beaudin, I. (2006). *Modélisation de l'hydrologie et des dynamiques de pollution diffuse dans le bassin versant de la rivière aux Brochets à l'aide du modèle SWAT - Rapport final*. Québec, Québec: Institut de Recherche et Développement en Agroenvironnement.

Miller, B., & McCormick, R. (s. d.). *The Relationship Between Land Use Decisions and the Impacts on Our Water and Natural Resources*. West Lafayette, IN: Purdue University Cooperative Extension Service.

Ministère de l'Environnement. (2002). *Politique nationale de l'eau*. Québec, Québec: ministère de l'Environnement.

Ministère des Affaires municipales. (1986). *Les composantes du schéma d'aménagement : les grandes affectations du territoire*, Québec, Québec.

Ministry of Environment Lands and Parcs, LandData BC, & Geographic Data BC. (1998). Guidelines for Interpreting Water Quality Data, version 1. Page consultée le 23 octobre 2009 de <http://ilmbwww.gov.bc.ca/risc/pubs/aquatic/interp/index.htm>.

Mitchell, B. (1989). Institutional Arrangements. Dans *Geography and Resource Analysis* (2nd éd., pp. 243-261). London: Longman.

Mitchell, B. (1990). Integrated Water Management. Dans B. Mitchell (Éd.), *Integrated Water Management: International Experiences and Perspectives* (pp. 1-21). London: Belhaven Press.

Mitchell, B., & Hollock, M. (1993). Integrated Catchment Management in Western Australia: Transition from Concept to Implementation *Environmental Management*, 17 (6), 735-743.

Mitchell, R. K., Agle, B. R., & Wood, D. J. (1997). Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts. *Academy of Management Review*, 22 (4), 853-886.

Moisan, J. (2006). *Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec - Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds*. Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Moisan, J., & Pelletier, L. (2008). *Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec - Cours d'eau peu profonds à substrat grossier*. Québec, Québec: ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Morton, L. W., Padgitt, S., Flora, J., Allen, B. L., Zacharakis-Jutz, J., Scholl, S., et al. (2006). *Renewing Local Watersheds: Community Leaders' Guide to Building Watershed Communities*. Ames, Iowa: Iowa State University.

Moss, T. (2006). Solving Problems of 'Fit' at the Expense of Problems of 'Interplay'? The Spatial Reorganisation of Water Management following the EU Water Framework Directive. Dans P. P. Mollinga, A. Dixit & K. Athukorala (Éds.), *Integrated Water Resources Management: Global Theory, Emerging Practice and Local Needs* (pp. 64-108). London: SAGE Publications.

Mostert, E. (1998a). *River Basin Management and Planning*. Communications présentées au 4th National Congress on Water Resources - Portuguese Water Resources Association, Lisbon.

Mostert, E. (1998b). River Basin Management in the European Union: How it is Done and How it Should Be Done. *European Water Management*, 1 (2), 26-35.

Mostert, E. (2003). The European Water Framework Directive and Water Management Research. *Physics and Chemistry of the Earth*, 28 (12-13), 523-527.

Murphree, M. W. (2000). *Boundaries and Borders: The Question of Scale in the Theory and Practice of Common Property Management*. . Communication présentée au Eighth Biennial Conference of the International Association for the Study of Common Property, Bloomington, Indiana, USA.

Musy, A. (2005). Hydrologie générale. Page consultée le 30 juillet 2009 de <http://echo.epfl.ch/e-drologie/>.

- Nevada Division of Environmental Protection. (2003).** Load Duration Curve Methodology for Assessment and TMDL Development. Page consultée le 7 octobre 2009 de <http://www.ndep.nv.gov/bwqp/loadcurv.pdf>.
- Newig, J., Pahl-Wostl, C., & Sigel, K. (2005).** The Role of Public Participation in Managing Uncertainty in the Implementation of the Water Framework Directive. *European Environment*, 15 (6), 333-343.
- Newson, M. D. (1988).** Applied Physical Geography: The Opportunities and Constraints of Environmental Issues Revealed by River Basin Management. *Scottish Geographical Magazine*, 104 (2), 67-71.
- Niezgoda, S. L., & Johnson, P. A. (2005).** Improving the Urban Stream Restoration Effort: Identifying Critical Form and Processes Relationships. *Environmental Management*, 35 (5), 579-592.
- Nürnberg, G., & Peters, R. H. (1984).** Biological Availability of Soluble Reactive Phosphorus in Anoxic and Oxidic Freshwaters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 41 (5), 757-765.
- OCDE. (2006).** Améliorer la gestion de l'eau : l'expérience récente de l'OCDE. *Synthèses* (Mars 2006), 8.
- Okubo, D. (2000).** *The Community Visioning and Strategic Planning Handbook*. Denver, CO: National Civic League.
- Olsen, A. R., & Robertson, D. M. (2003).** Monitoring Design. *Water Resources Impact*, 5 (5), 14-16.
- Omernick, J. M. (1977).** *Nonpoint Source – Stream Nutrient Level Relationships: A Nationwide Study* Corvallis (Oregon): U. S. Environmental Protection Agency.
- Oregon State University. (2010).** Analysis Techniques: Flow Duration Analysis. Page consultée le 1er février 2010 de <http://water.oregonstate.edu/streamflow/analysis/flow/index.htm>.
- Palermo, J. (s. d.).** Consulting Stakeholders. Page consultée le 26 janvier 2010 de http://www.oac.gov.om/files/qe/training/handout/11v1_handout.pdf.
- Panel of Adaptive Management for Resource Stewardship. (2004).** *Adaptive Management for Water Resources Project Planning*. Washington, D.C.: The National Research Council, The National Academies Press.
- Parker, B. (2003).** The Theory of Citizen Participation. Page consultée le 27 janvier 2010 de <http://www.uoregon.edu/~rgp/PPPM613/class10theory.htm>.
- Partenariat mondial de l'eau - Comité technique consultatif. (2005).** *Catalyser le changement: manuel de développement de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) et des stratégies d'efficacité de l'eau*. Stockholm, Suède.
- Partenariat mondial pour l'eau - Comité technique consultatif. (2000).** *La gestion intégrée des ressources en eau, Technical Background Papers No. 4* Stockholm, Suède: Partenariat mondial pour l'eau.
- Perez, J., Halterman, D., Hodory, L., & White, D. (1997).** *A Guide to Developing Local Watershed Action Plans in Ohio*: Ohio EPA.

Pesant, C. (1990). *Les ressources hydriques au Québec et leur abondance relative* Communications présentées au Colloque sur la conservation de l'eau en milieu agricole, Québec, Québec les 12 et 13 février 1990.

Petrella, R. (2001). *The Water Manifesto: Arguments for a World Water Contract*. London: Zed Books.

Pidwirny, M. (2006a). The Drainage Basin Concept. *Fundamentals of Physical Geography* 2nd Edition. Page consultée le 11 février 2010 de <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/contents.html>.

Pidwirny, M. (2006b). Global Distribution of Precipitation. *Fundamentals of Physical Geography* 2nd Edition. Page consultée le 12 février 2010 de <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/8g.html>.

Pidwirny, M. (2006c). The Hydrologic Cycle. *Fundamentals of Physical Geography* 2nd Edition Page consultée le 12 février 2010 de <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/8b.html>.

Pidwirny, M. (2006d). Introduction to Soils. *Fundamentals of Physical Geography* 2nd Edition. Page consultée le 11 février 2010 de <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/10t.html>.

Pidwirny, M. (2006e). Introduction to Surface Runoff. *Fundamentals of Physical Geography* 2nd Edition. Page consultée le 11 février 2010 de <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/8n.html>.

Pidwirny, M. (2006f). The Nitrogen Cycle. *Fundamentals of Physical Geography* 2nd Edition. Page consultée le 11 février 2010 de <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/9s.html>.

Piégay, H., Cuaz, M., Javelle, E., & Mandier, P. (1997). Bank Erosion Management Based on Geomorphological, Ecological and Economic Criteria on the Galaure River, France. *Regulated Rivers: Research & Management*, 13 (5), 433-448.

Piégay, H., Darby, S. E., Mosselman, E., & Surian, N. (2005). A Review of Techniques Available for Delimiting the Erodible River Corridor: A Sustainable Approach to Managing Bank Erosion. *River Research and Applications*, 21 (7), 773-789.

Pierzynski, G. M. (1991). The Chemistry and Mineralogy of Phosphorus in Excessively Fertilized Soils. *Critical Reviews in Environmental Control*, 21 (3,4), 265-295.

Pollard, S. (2002). Operationalising the New Water Act: Contributions from the Save the Sand Project - An Integrated Catchment Management Initiative. *Physics and Chemistry of the Earth*, 27 (11-22), 941-948.

Pollard, S., & du Toit, D. (2008). Integrated Water Resource Management in Complex Systems: How the Catchment Management Strategies Seek to Achieve Sustainability and Equity in Water Resources in South Africa. *Water SA*, 34 (6 Special Issue), 671-679.

Probst, J. L. (1985). Nitrogen and Phosphorus Exportations in the Garonne Basin (France). *Journal of Hydrology*, 76, 281-305.

Programme des Nations Unies pour le développement. (s. d.). Module 3. 09-Identification des parties prenantes. Page consultée le 4 janvier 2010 de <http://pppue.undp.2margraf.com/fr/09.htm>.

Rast, W., & Lee, G. F. (1983). Nutrient Loading Estimates for Lakes. *Journal of Environmental Engineering*, 109 (2), 502-518.

Reckhow, K. H., Beaulac, M. N., & Simpson, J. T. (1980). *Modeling Phosphorus Loading and Lake Response Under Uncertainty: A Manual and Compilation of Export Coefficients* (No. EPA-440/5-80-011). Washington, DC: Office of Water Regulations, Criteria and Standards Division, U.S. Environmental Protection Agency

Redwood Creek Watershed. (2003). *Vision for the Future*. San Francisco, CA: Redwood Creek Watershed.

Regier, H. A. (1993). The Notion of Natural and Cultural Integrity. Dans S. Woodley, J. Kay & G. Francis (Éds.), *Ecological Integrity and the Management of Ecosystems* (pp. 3-18). Delray Beach, FL. : St. Lucie Press.

Reitbergen-McCracken, J., & Narayan, D. (1998). *Participation and Social Assessment: Tools and Techniques*. Washington D.C. : World Bank.

Ressources naturelles Canada. (2007a). L'Atlas du Canada: moyenne des précipitations totales. Page consultée le 15 février 2010 de <http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/environment/climate/precipitation/precip>.

Ressources naturelles Canada. (2007b). L'Atlas du Canada: régions hydrogéologiques. Page consultée le 15 février 2010 de http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/environment/groundwater/hydrogeo_regions.

Ressources naturelles Canada. (2008). Guide d'interprétation des entités géographiques. Page consultée le 31 juillet 2009 de <http://www.cits.nrcan.gc.ca/site/fra/resoress/guide/permanen/pg03.html>.

Roche, M. (1963). *Hydrologie de surface* (Gauthier-Villars ed.). Paris: ORSTOM.

Rogers, P., & Hall, A. W. (2003). *Gouvernance efficace de l'eau* (No. Technical Background Papers 7). Stockholm, Suède: Partenariat Mondial de l'eau.

Rousseau, A. N., Mailhot, A., Turcotte, R., Duchemin, M., Blanchette, C., Roux, M., et al. (2000). GIBSI – An Integrated Modelling System Prototype for River Basin Management *Hydrobiologia*, 422-423, 465-475.

Saint-Jacques, N., & Richard, Y. (1998). Développement d'un indice de qualité des bandes riveraines : application à la rivière Chaudière et mise en relation avec l'intégrité biotique des milieux aquatiques Dans ministère de l'Environnement et de la Faune (Éd.), *Le bassin de la rivière Chaudière : l'état de l'écosystème aquatique - 1996* (pp. 6.1-6.41). Québec, Québec: ministère de l'Environnement et de la Faune.

Savenije, H. H. G. (2000). *Water Resources Management: Concepts and Tools*. Lecture Note. Harare: IHE, Delft and University of Zimbabwe.

Schneider, M., Scholz, J., Lubell, M., Mindruta, D., & Edwardsen, M. (2003). Buiding Consensual Institutions: Networks and the National Estuary Program. *American Journal of Political Science*, 47 (1), 143-158.

Schueler, T. R. (2000a). Comparison of Forest, Urban and Agricultural Streams in North Carolina. Dans T. R. Schueler & H. K. Holland (Éds.), *The Practice of Watershed Protection* (pp. 103-106). Ellicott City (MD): Center for Watershed Protection.

Schueler, T. R. (2000b). The Importance of Imperviousness. Dans T. R. Schueler & H. K. Holland (Éds.), *The Practice of Watershed Protection* (pp. 7-18). Ellicott City (MD): Center for Watershed Protection.

Shapiro, J. (s. d.). *Boîte à outils sur la planification stratégique*. Johannesburg, Afrique du Sud: Alliance mondiale pour la participation citoyenne.

Shilling, F., Sommarstrom, S., Kattelman, R., Washburn, B., Florsheim, J., & Henly, R. (2005). *California Watershed Assessment Manual Volume I*: Prepared for the California Resources Agency and the California Bay-Delta Authority

Slocombe, D. S. (1993). Environmental Planning, Ecosystem Science, and Ecosystem Approaches for Integrating Environment and *Development Environmental Management*, 17 (3), 289-303.

Smith, C. L., & Gilden, J. (2002). Assets to Move Watershed Councils from Assessment to Action. *Journal of the American Water Resources Association*, 38 (3), 653-662.

Smith, C. T. (1969). The Drainage Basin as an Historical Basis for Human Activity. Dans R. J. Chorley (Éd.), *Water, Earth and Man: A Synthesis of Hydrology, Geomorphology and Socioeconomic Geography* (pp. 101-110). London: Methuen & Co Ltd.

Spooner, C. S., & Mallard, G. E. (2003). Identifying Monitoring Objectives. *Water Resources Impact*, 5 (5), 11-13.

Stephens, K. A., Graham, P., & Reid, D. (2002). *Stormwater Planning: A Guidebook for British Columbia, Canada*.

Stone, R. P., & Hilborn, D. (2000). *Équation universelle de perte en terre (USLE)*: ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales.

Strahler, A. N. (1957). Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. *Transactions of the American Geophysical Union*, 38 (6), 913-920.

Sustainable Measures Inc. (2003). *Forest Sustainability Indicator Tools for Communities Indicator ToolKit*: American Forest.

Svendsen, M. (2001). Integrated Management of Water in River Basins - Brief 13. Dans R. S. Meinzen-Dick & M. W. Rosegrant (Éds.), *Overcoming Scarcity and Quality Constraints* (Vol. IFPRI 2020-Vision Paper, Focus 9). Washington, DC: International Food Policy Research Institute.

Swedish Environmental Protection Agency. (1991). *Quality Criteria for Lakes and Watercourses*. Solna, Sweden.

Teclaff, L. A. (1967). *The River Basin in History and Law*. The Hague, Netherlands: Martinus Nijhoff.

Tetra Tech Inc. (s. d.-a). Getting in Step: Engaging and Involving Stakeholders in Your Watershed: U. S. Environmental Protection Agency,.

Tetra Tech Inc. (s. d.-b). White Paper (1): Advantages and Disadvantages of Using Load Duration Curves to Estimate Existing and Allowable Loads for the Development of Nutrient Loads. Page consultée le 8 février

2010 de [http://rd.tetrattech.com/epa/Documents/White%20Paper%20 I %20Load%20Duration%20Curves.pdf](http://rd.tetrattech.com/epa/Documents/White%20Paper%20I%20Load%20Duration%20Curves.pdf).

Tippett, J., Searle, B., Pahl-Wost, C., & Rees, Y. (2005). Social Learning in Public Participation in River Basin Management - Early Findings from HarmoniCOP European Case Studies. *Environmental Science & Policy*, 8, 287-299.

U. S. Environmental Protection Agency. (2008). *Handbook for Developing Watershed Plans to Restore and Protect Our Waters*. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency.

U. S. EPA. (1995). *Watershed Protection: A Project Focus* U. S. Environmental Protection Agency.

U. S. EPA. (1997). *Top 10 Watershed Lessons* (No. EPA-840-F-97-001): U. S. Environmental Protection Agency.

U. S. EPA. (2002). *Biological Assessments and Criteria: Crucial Components of Water Quality Programs* (No. EPA 822-F-02-006): U. S. Environmental Protection Agency.

U. S. EPA. (2003a). *National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Agriculture* (No. EPA 841-B-03-004). Washington, D.C.: U. S. Environmental Protection Agency.

U. S. EPA. (2003b). *Watershed Analysis and Management (WAM): Guide for States and Communities* (No. 841B03007): U. S. Environmental Protection Agency.

U. S. EPA. (2005a). *National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Forestry* (No. EPA-841-B-05-001). Washington, D.C.: U. S. Environmental Protection Agency.

U. S. EPA. (2005b). *National Management Measures to Control Nonpoint Source Pollution from Urban Areas* (No. EPA 841-B-05-004). Washington, D.C: U. S. Environmental Protection Agency.

U. S. EPA. (2007). *An Approach for Using Load Duration Curves in the Development of TMDLs* (No. EPA 841-B-07-006). Washington, DC: U. S. Environmental Protection Agency.

U. S. EPA. (2008). *Handbook for Developing Watershed Plans to Restore and Protect Our Waters* (No. EPA 841-B-08-002). Washington, DC: U. S. Environmental Protection Agency.

UDEQ. (2004). *TMDL Water Quality Study of the Middle and Lower Sevier River Watersheds*: Utah Department of Environmental Quality.

UNESCO. (2009). *IWRM at River Basin Level Guidelines - Part 1: Principles*. Paris, France: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Walker, W. W. (1999). Flux. Dans *Simplified Procedures for Eutrophication Assessment and Prediction : User Manual* U. S. Army Corps of Engineers, Water Operations Technical Support Program.

Wall, G. J., Coote, D. R., Pringle, E. A., & Shelton, I. J. (2002). *RUSLE-CAN: Équation universelle révisée des pertes de sol pour application au Canada. Manuel pour l'évaluation des pertes de sol causées par l'érosion hydrique au Canada* (No. AAC2244F). Ottawa, On.: Direction générale de la recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Wanna, J. (Éd.). (2007). *Improving Implementation: Organizational Change and Project Management*. Canberra,

Australia: ANUE Press.

Watershed Professionals Network. (1999). *Oregon Watershed Assessment Manual*. Salem, Oregon: Oregon Watershed Enhancement Board.

Watson, N. M. (2004). Integrated River Basin Management: A Case for Collaboration. *International Journal of River Basin Management*, 2 (4), 243-257.

Weible, C. M., Sabatier, P. A., & Lubell, M. (2004). A Comparison of a Collaborative and Top-Down Approach to the Use of Science in Policy: Establishing Marine Protected Areas in California. *The Policy Studies Journal*, 32 (2), 187-207.

Wenger, S. (1999). *A Review of the Scientific Literature on Riparian Buffer Width, Extent and Vegetation*. Athens, Georgia: Office of Public Service & Outreach, Institute of Ecology, University of Georgia.

Wester, P., de Vos, H., & Woodhill, J. (s.d.). *Discussion Paper Theme 3: The Enabling Environment*. Communications présentées au E-Forum of the FAO/Netherlands Conference on Water for Food and Ecosystems.

Wester, P., & Warner, J. (2002). River Basin Management Reconsidered. Dans A. Turton & R. Henwood (Éds.), *Hydropolitics In The Developing World: A Southern African Perspective*: African Water Issues Research Unit.

Westley, F. (1997). "Not On Our Watch": The Biodiversity Crisis and Global Collaboration Response. *Organization & Environment*, 10 (4), 342-360.

Wickham, J., Wade, T., Riitters, K., O'Neill, R. V., Smith, J., Smith, E., et al. (2003). Upstream-to-Downstream Changes in Nutrient Export Risk *Landscape Ecology*, 18 (2), 193-206.

Wilde, F., Brass, H. J., & Diamond, J. (2003). Data Collection: Field and Laboratory Methods. *Water Resources Impact*, 5 (5), 17-21.

Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses - A Guide to Conservation Planning* (No. Agricultural Handbook 537). Washington, D.C.: U. S. Department of Agriculture.

Young, O. (2005). *Institutional Dimensions of Global Environmental Change - Science Plan*. Bonn, Germany.

Younis, T. (Éd.). (1990). *Implementation in Public Policy*. Aldershot: Dartmouth Pub. Co Ltd.

Annexe 1

Formulaire 1 : Questions utiles pour animer les discussions concernant la vision

Nom du bassin versant _____

Aujourd'hui

Selon vous, quels problèmes affectent le bassin versant? Quelles sont vos inquiétudes?

Dans le futur

Quelle est votre vision pour le bassin versant? Que voudriez-vous voir dans le bassin versant dans dix ans, vingt ans et plus tard? Comment voudriez-vous que le bassin soit? Dressez une liste des caractéristiques positives que vous aimeriez conserver et des caractéristiques négatives que vous aimeriez éliminer ou réduire.

Je veux voir :

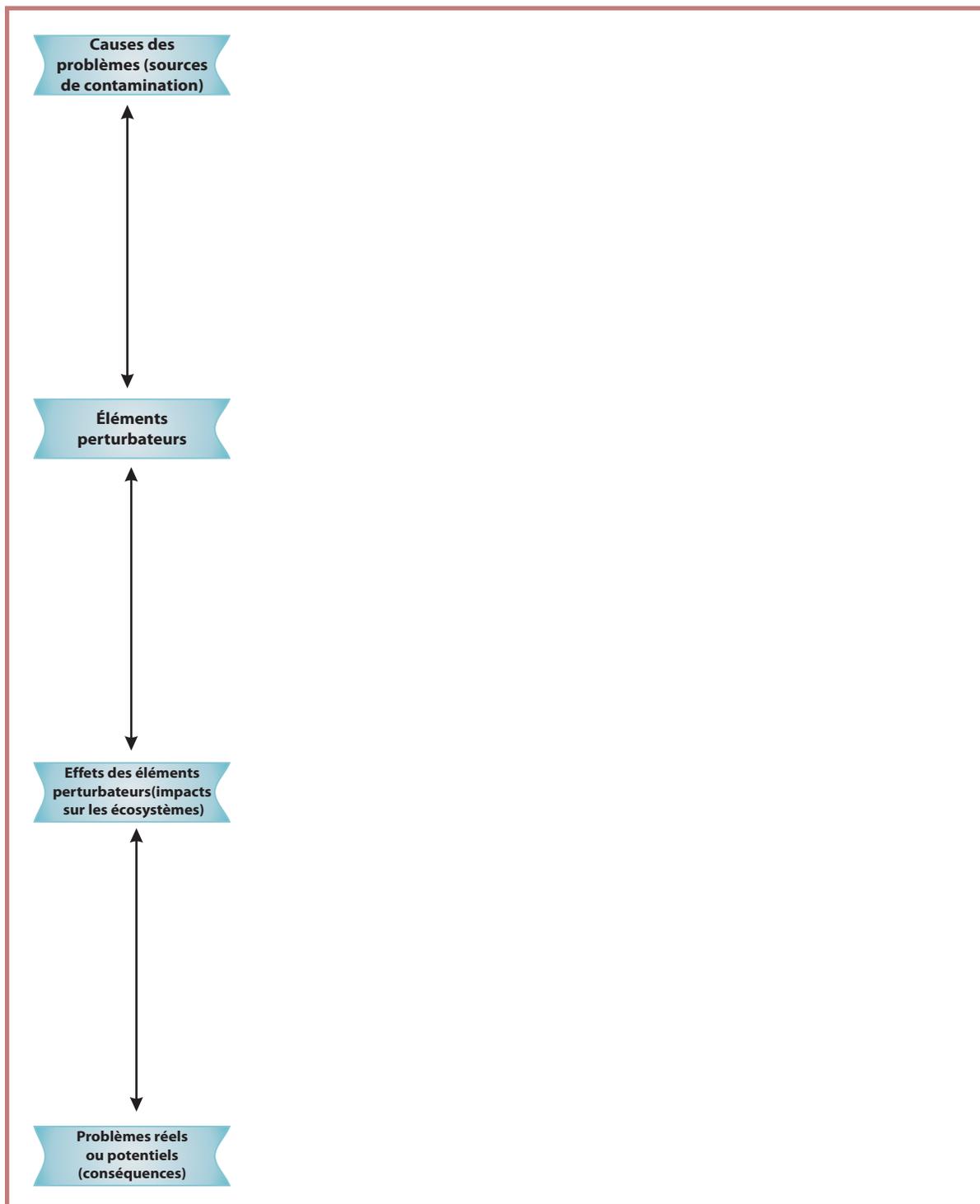
Je ne veux pas voir :

Vision de vos partenaires

Comparez votre vision à celle de vos partenaires. Quelles sont les différences? Quelles sont les similarités? S'il existe des différences importantes, comment allez-vous essayer de parvenir à un accord sur la vision?

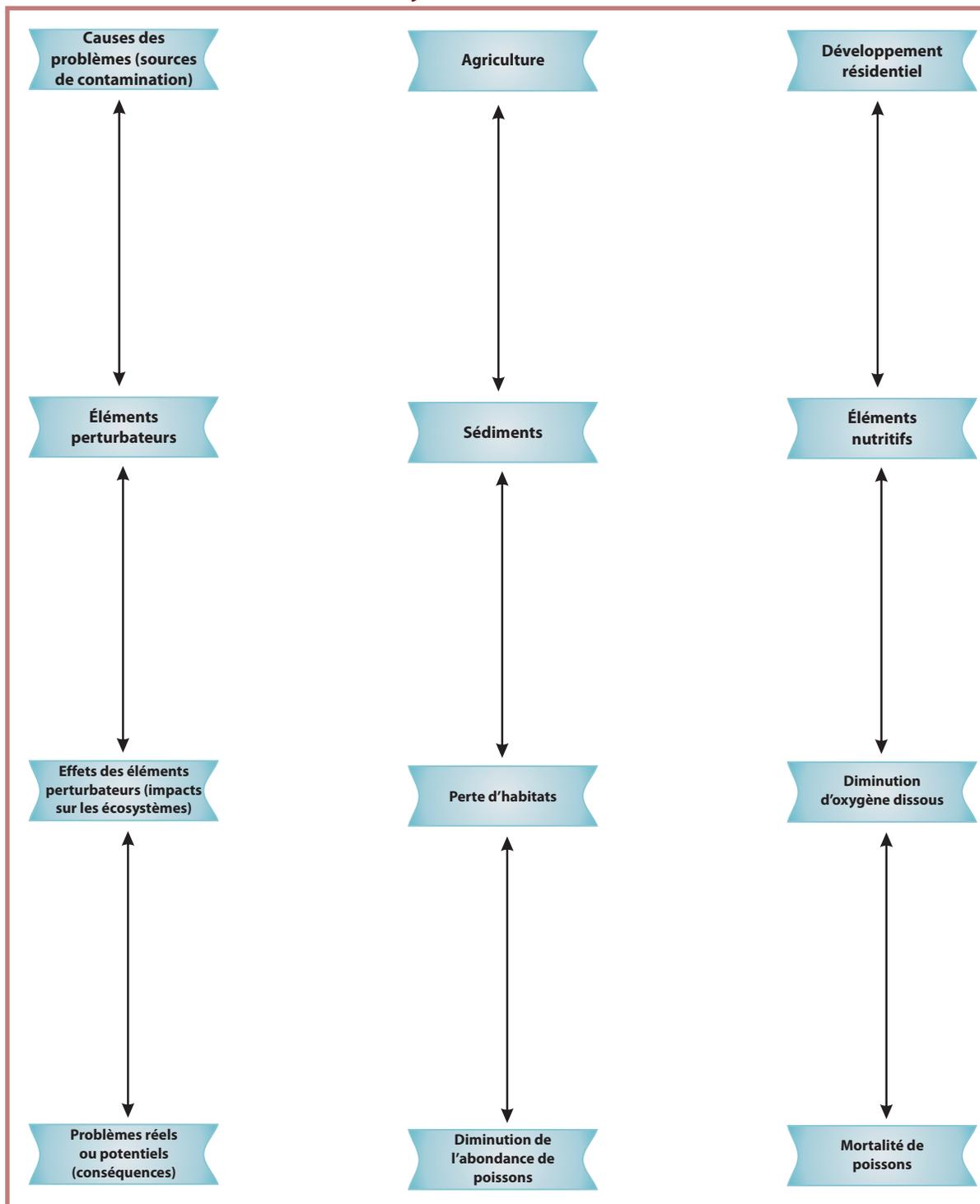
Source : http://acwi.gov/monitoring/conference/2004/conference_agenda_links/power_points_etc/01_ShortCoursesWorkshops/03_GW_SW/04a_Tom_Davenport_Exercise.pdf

Annexe I

Formulaire 2 : Élaboration d'un modèle conceptuel d'analyse de bassin versant

Annexe I

Formulaire 2 suite : Élaboration d'un modèle conceptuel d'analyse de bassin versant



Annexe 1

Formulaire 3 : Détermination des préoccupations, des causes, des objectifs et des indicateurs

Quels sont les problèmes (les préoccupations) dans le bassin versant?	Quelles sont, selon vous, les causes de ces problèmes?	Comment pouvons-nous évaluer l'état actuel des ressources en eau?	Que souhaitez-vous pour votre bassin versant? (objectifs)	Comment allons-nous mesurer les progrès réalisés vers l'atteinte de ces objectifs? (indicateurs)

Annexe 2

Informations supplémentaires sur les études pouvant aider à comprendre certains problèmes liés à l'eau et aux écosystèmes associés

Nature de l'eau ou des écosystèmes ⁹⁵		Exemples d'études
Eaux de surface	Quantité	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estimer les quantités d'eau de surface disponibles dans le bassin versant ✓ Estimer les quantités d'eau prélevées par différents usagers et préciser à quelles fins ils sont faits ✓ Estimer les besoins en eau futurs dans le bassin versant ✓ Établir l'adéquation entre les besoins, les prélèvements et la disponibilité de la ressource
	Qualité	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Déterminer les usages de l'eau actuels et désirés ✓ Évaluer la qualité actuelle de l'eau afin de déterminer si la qualité observée se rapproche de celle qui a été visée dans les programmes d'assainissement des eaux mis en place depuis la fin des années 1970 (voir la note 1) ✓ Déterminer, le cas échéant, les raisons pour lesquelles la qualité de l'eau ne respecte pas les critères établis pour certains usages de l'eau (usages actuels et désirés) ✓ Calculer les quantités de polluants dont il faut réduire les charges pour récupérer les usages de l'eau visés ou pour permettre les usages de l'eau désirés
Eaux souterraines (voir la note 2)	Qualité	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Déterminer et localiser les zones de recharge (zones d'infiltration) et les zones de résurgence et déterminer le sens de l'écoulement régional (voir la note 3) ◇ Déterminer et localiser les diverses utilisations de l'eau souterraine dans le bassin versant <ul style="list-style-type: none"> a. Consommation humaine (eau de puits, eau embouteillée et produits alimentaires contenant de l'eau) b. Abreuvement du bétail c. Pisciculture d. Irrigation des cultures e. Usages industriels (où l'eau est utilisée soit comme élément du procédé, soit comme fluide d'échange de chaleur) f. Géothermie ◇ Déterminer et localiser les activités d'extraction importantes <ul style="list-style-type: none"> a. Puits municipal b. Pompage industriel c. Excavation importante (sablères, carrières, mines, etc.) ◇ Déterminer et localiser les conditions favorables à la surexploitation⁹⁶ <ul style="list-style-type: none"> a. Densité de puits élevée b. Drainage agricole c. Coupe forestière d. Urbanisation accrue

⁹⁵ Les notes auxquelles réfère le texte sont présentées à la fin de l'annexe.

⁹⁶ Surexploitation : prélèvement des eaux souterraines qui produit des effets (physiques, économiques, écologiques ou sociaux) dont le bilan final est négatif pour la société, actuellement ou pour les années futures.

Nature de l'eau ou des écosystèmes ⁹⁵	Exemples d'études
	<ul style="list-style-type: none"> e. Pompage important ou excavation importante à proximité d'autres ouvrages de captage ◇ Répertorier les indices de surexploitation <ul style="list-style-type: none"> a. Abaissement des niveaux d'eau souterraine à l'échelle régionale b. Diminution du débit des cours d'eau et des sources c. Diminution des débits exploités par les ouvrages de captage (en raison de l'abaissement des niveaux d'eau souterraine) d. Réduction des zones marécageuses et des milieux humides e. Dégradation de la qualité de l'eau (ex. : intrusion d'eau de mer ou d'eau contaminée) f. Subsidence (affaissement des sols) causée par l'abaissement ponctuel ou régional de la nappe phréatique g. Conflits d'usages résultant de l'interférence de plusieurs ouvrages de captage
Qualité	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Déterminer les sources de contamination diffuse (voir la note 4) ou ponctuelle (voir la note 5) ◇ Déterminer et localiser les voies préférentielles de contamination et les conditions qui lui sont favorables <ul style="list-style-type: none"> a. Ouvrage de captage mal aménagé ou abandonné sans avoir été obturé convenablement b. Extraction d'eau à proximité d'un piège hydraulique c. Extraction d'eau à proximité de sites contaminés
Eau potable Protection des sources d'eau potable (voir la note 6)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Faire un inventaire des prises d'eau potable et les localiser ✓ Déterminer les limites du bassin versant et sa superficie ✓ Évaluer les sources d'eau potable et les caractériser (tenir compte du niveau de traitement) <p>Eau de surface</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ Estimer la quantité d'eau disponible et établir la capacité maximale des prélèvements ◇ Estimer les besoins actuels et futurs et mesurer le taux de renouvellement de la ressource ◇ Évaluer la qualité de l'eau ◇ Déterminer les zones tampons ou de protection (existence, état, efficacité, etc.) <p>Eau souterraine</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ Estimer la quantité d'eau disponible et établir la capacité maximale des prélèvements ◇ Estimer les besoins actuels et futurs et mesurer le taux de renouvellement de la ressource ◇ Évaluer la qualité de l'eau ◇ Établir les aires de protection et de recharge <ul style="list-style-type: none"> ✓ Faire l'inventaire de l'utilisation des sols ainsi que des polluants (ponctuels et diffus) ✓ Faire la gestion des risques <ul style="list-style-type: none"> ◇ Établir la vulnérabilité de la source ◇ Établir les priorités et les objectifs ◇ Calculer la quantité de réduction des charges de polluants nécessaire

Nature de l'eau ou des écosystèmes ⁹⁵		Exemples d'études
Eaux usées	Quantité	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Faire le bilan de l'assainissement des eaux dans le bassin versant en dressant la liste des producteurs d'eaux usées ✓ Déterminer le nombre de personnes sur le territoire et estimer les quantités de polluants produits selon les eaux usées (DBO, MES, phosphore et azote) ✓ Dénombrer les réseaux et les personnes raccordées à des réseaux ✓ Dénombrer les réseaux municipaux raccordés à des ouvrages de traitement et établir le pourcentage de personnes dont les eaux usées sont traitées ✓ Dénombrer les réseaux municipaux qui ne sont pas raccordés à des ouvrages de traitement et établir le pourcentage de personnes dont les eaux usées ne sont pas traitées ✓ Dénombrer les résidences dotées de dispositifs individuels de traitement des eaux usées et établir le pourcentage de personnes concernées ✓ Dénombrer les dispositifs de traitement normalisés par année et le pourcentage de personnes dont les dispositifs sont normalisés ainsi que le pourcentage de la diminution de la charge polluante ✓ Estimer les quantités de polluants rejetés directement et indirectement dans l'environnement
	Qualité	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Déterminer l'impact des eaux usées dans le bassin versant ✓ Déterminer les usages qui sont perdus ou qui sont en danger à cause de la pollution par les eaux usées ✓ Déterminer les coûts supplémentaires causés par la pollution des eaux usées ✓ Déterminer l'impact sur les sources d'approvisionnement en eau potable ✓ Déterminer l'impact sur la faune de la pollution par les eaux usées, par les effluents partiellement traités ou par la pollution résiduelle ✓ Déterminer la pression qu'exercent les eaux usées sur les eaux souterraines ✓ Déterminer les situations où les eaux usées sont préjudiciables à la santé publique ✓ Déterminer l'impact des eaux usées sur les usages (ex. : activités récréatives liées à l'eau – pêche, baignade, etc.) ✓ Déterminer l'impact de la pollution des eaux de surface sur les activités économiques (agriculture, pisciculture, etc.) ✓ Déterminer le nombre de cours d'eau dans lesquels il n'est pas possible de pratiquer la pêche à cause des rejets d'eaux usées ✓ Déterminer l'impact sur les activités liées à l'eau de surface des secteurs affectés par les eaux usées ou des effluents d'ouvrages d'assainissement ✓ Estimer la performance des systèmes individuels de traitement des eaux usées en ce qui concerne l'amélioration des conditions d'hygiène et le contrôle des nuisances ✓ Déterminer les contraintes liées à la normalisation des résidences isolées ✓ Déterminer l'impact des mesures incitatives sur la normalisation des systèmes individuels de traitement des eaux usées
Hydrologie (voir la note 7)	Débit des rivières	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Déterminer les paramètres hydrologiques généraux caractérisant globalement le bassin versant (débits annuels, débits mensuels, débits journaliers, débits minimums, débits moyens, débits

Nature de l'eau ou des écosystèmes ⁹⁵		Exemples d'études
		<p>maximums, régime hydrique annuel, débits d'étiage et de crue selon différentes périodes de retour)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Déterminer les sites dont les besoins sont en relation directe avec la valeur du débit qui y passe (ex. : prises d'eau, zones inondables, sites où un usage est soumis à l'effet de rejets d'eaux usées déversées en amont, etc.); donner la priorité aux sites présentant une problématique observée ou potentielle ✓ Déterminer et évaluer les paramètres hydrologiques concernés par les critères régissant la gestion de ces sites (ex. : débits d'étiage pour les prises d'eau, pour les rejets d'eaux usées, etc., débits de crue pour les zones inondables avec, si elles sont disponibles, les cotes atteintes correspondantes, etc.) ✓ Déterminer les sites ou les usages pour lesquels un dépassement de critère est évalué ou attendu ✓ Indiquer la présence de barrages affectant le débit des cours d'eau
Faune	Conservation de la faune et des habitats	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Caractériser les habitats aquatiques et riverains en décrivant les principales caractéristiques physiques des milieux aquatiques et riverains (nombre, superficie des plans d'eau ou longueur des cours d'eau, propriétés physico-chimiques de la ou des masses d'eau présentes, profil bathymétrique des plans d'eau d'intérêt et caractéristiques thermiques et oxymétriques de la colonne d'eau) ✓ Décrire les archipels et les différents milieux humides (marais, marécages, herbiers, etc.) et les modifications liées aux activités anthropiques favorables ou non à la faune. Les activités favorables sont, par exemple, les aménagements fauniques. Les activités non favorables sont, par exemple, les rives artificielles, les barrages hydroélectriques, etc. ✓ Déterminer, décrire et localiser les sites voués à la protection de la faune et des habitats tels que les refuges fauniques, les parcs nationaux québécois et fédéraux, les réserves fauniques, les réserves écologiques, les réserves nationales de faune ainsi que les sites privés d'organismes non gouvernementaux, sans oublier, en partie, les territoires des zecs, les petits lacs aménagés (lacs de 20 hectares ou moins) et les aires fauniques communautaires (grands plans d'eau) ✓ Décrire, déterminer et localiser les composantes fauniques et les milieux terrestres, riverains et aquatiques (poissons, amphibiens, reptiles, mammifères terrestres et semi-aquatiques et oiseaux) reconnus ou non comme des habitats fauniques légaux et importants en tant qu'habitat essentiel pour l'espèce par la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune : <ul style="list-style-type: none"> ◇ L'habitat du poisson ◇ Les héronnières ◇ L'habitat du rat musqué ◇ L'habitat du castor ◇ Les colonies d'oiseaux ◇ Les aires de concentration d'oiseaux aquatiques ◇ Les aires de confinement (ravages) et les lieux d'hivernage du cerf de Virginie et de l'orignal ◇ Les haltes migratoires de repos ou d'alimentation de la sauvagine ◇ Les sites de nidification de grands rapaces tels le

Nature de l'eau ou des écosystèmes ⁹⁵	Exemples d'études
	<p>balbuzard, le pygargue à tête blanche, l'aigle royal et le faucon pèlerin</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Décrire, déterminer et localiser les espèces menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être désignées ainsi; définir les facteurs de risque auxquels ces espèces et leurs habitats sont exposés et indiquer les mesures de protection envisagées ✓ Déterminer et décrire les espèces exotiques ou en expansion ✓ Décrire, déterminer et localiser les habitats essentiels aux poissons <ul style="list-style-type: none"> ◇ Les frayères en eaux vives et en eaux calmes ◇ Les aires de croissance, d'alimentation et d'alevinage ◇ Les voies de migration des poissons ✓ Décrire et localiser les lieux d'alimentation et les voies de migration des mammifères marins
<p>Mise en valeur et exploitation de la faune (pêche sportive)</p>	<p>Déterminer et décrire les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ Accessibilité (nombre d'accès et leur localisation) ◇ Espèces de poissons recherchées et capturées ◇ Fréquentation ou jour-pêcheur (nombre de pêcheurs par jour de pêche) ◇ Captures totales et par espèce (nombre) ◇ Pression (jour-pêcheur par superficie). ◇ Rendement (poisson par espèce par jour de pêche par superficie exploitée) ◇ Valeurs sociales et économiques ◇ Territoires voués en partie à la gestion des activités de mise en valeur et d'exploitation de la faune et de ses habitats tels que les zecs, les réserves fauniques et les pourvoiries, les petits lacs aménagés, les aires fauniques communautaires, les parcs régionaux et certains territoires municipalisés
<p>Mise en valeur et exploitation de la faune (pêche commerciale)</p>	<p>Déterminer et décrire les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ Nombre de permis ◇ Espèces recherchées et dont la pêche est permise ◇ Captures (nombre ou poids) totales ou par espèce ◇ Rendement (captures par superficie) ◇ Valeurs sociales et économiques ◇ Limites territoriales
<p>Mise en valeur et exploitation de la faune (chasse et piégeage)</p>	<p>Déterminer et décrire les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ Espèces recherchées (gros gibier, sauvagine, grenouilles et mammifères aquatiques, semi-aquatiques et marins) ◇ Conditions de réalisation ◇ Valeur sociale et économique
<p>Mise en valeur et exploitation de la faune (réglementation)</p>	<p>Déterminer et décrire les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ Les périodes de pêche sportive dans les zones concernées et pour chaque espèce ◇ Les secteurs visés par des périodes particulières de pêche (ancien sanctuaire de pêche) ◇ Le zonage piscicole et les modalités d'ensemencement selon les espèces ◇ Les périodes de chasse sportive dans les zones et pour les espèces concernées
<p>Milieux humides</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Déterminer les types de milieux humides et leurs superficies, les caractériser et déterminer leurs terres hautes adjacentes dans

Nature de l'eau ou des écosystèmes ⁹⁵	Exemples d'études
	l'ensemble du bassin versant ✓ Évaluer leurs rôles et leurs valeurs par rapport au bassin versant (au moins qualitativement) à l'aide de leur superficie, de leur type et de leur localisation dans le bassin versant ✓ Déterminer l'historique et les tendances (disparition et dégradation) ainsi que les besoins de conservation, de restauration et d'aménagement tant des milieux humides que des terres hautes adjacentes ✓ Préciser les paysages agricoles et forestiers environnant les milieux humides (les indicateurs de pression au même titre que l'expansion domiciliaire, commerciale ou industrielle)
Bandes riveraines (voir la note 8)	Quantité ✓ Cartographier, pour l'ensemble du réseau hydrographique, la superficie occupée par chacune des composantes des bandes riveraines (forêt, arbustaie, herbaçaie naturelle, culture, friche et pâturage, coupe forestière, sol nu, socle rocheux et infrastructure) ✓ Calculer, pour chaque kilomètre de rive, le pourcentage de recouvrement de chacune des composantes des bandes riveraines ✓ Calculer, pour chaque kilomètre de rive, l'indice de qualité des bandes riveraines (IQBR)
	Qualité ✓ Définir les secteurs à naturaliser en fonction des valeurs de l'IQBR et des usages à protéger (frayère, prise d'eau potable, biodiversité terrestre et aquatique, écotourisme, paysage, etc.) ✓ Déterminer l'emplacement des espèces menacées de disparition et vulnérables (espèces sensibles à la pollution) ✓ Déterminer les facteurs environnementaux (habitat et pollution) qui pourraient occasionner des pressions négatives sur ces espèces afin d'établir des mesures correctrices pour mieux les protéger

Note 1 Les objectifs des programmes d'assainissement des eaux (PAE) étaient de réduire à un niveau acceptable la pollution de sources urbaine, agricole et industrielle de manière à préserver ou à récupérer les usages des milieux aquatiques recensés à l'échelle des bassins versants.

Pour évaluer avec justesse si la qualité de l'eau atteint aujourd'hui les niveaux visés, les OBV devront consulter les inventaires d'usages effectués par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Ces données, qui ne sont pas encore géoréférencées pour l'ensemble des bassins versants, sont cartographiées sur des cartes topographiques à l'échelle 1/50 000. Les objectifs de qualité de l'eau poursuivis par le Ministère dans le cadre des PAE représentaient des niveaux de base. La récupération d'un niveau adéquat de salubrité des cours d'eau constituait un objectif général qui visait en priorité les sources urbaines et industrielles de contaminants déversés dans les cours d'eau par l'intermédiaire des réseaux municipaux. Les OBV auront à réévaluer ces objectifs de qualité et à déterminer s'ils sont suffisants compte tenu des objectifs de leur PDE.

Note 2 La protection de l'eau souterraine nécessite avant tout qu'on en comprenne la dynamique. La notion même « d'eau souterraine » est généralement mal connue et mérite d'être expliquée ici.

Au Québec, à partir d'une profondeur qui est généralement de l'ordre du mètre, l'eau est omniprésente dans les fractures du roc et dans les pores du sol (interstices entre les grains de sable et de gravier). Cette eau souterraine est renouvelée par un processus lent mais continu. En effet, elle est alimentée par la portion des précipitations qui s'infiltre dans le sol. Dès qu'elle atteint la zone saturée, cette eau entreprend un parcours plus ou moins long, qui peut durer de quelques années à plusieurs siècles, et qui entraînera sa résurgence dans les eaux de surface. Là, elle contribuera au maintien du régime hydrique en période d'étiage (période des basses eaux) et, par conséquent, au maintien des écosystèmes associés. L'eau souterraine constitue donc une ressource naturelle en mouvement perpétuel, qui est renouvelable à plus ou moins long terme et qui est étroitement liée aux eaux de surface.

Au cours de son déplacement, l'eau souterraine s'enrichit de divers éléments selon la composition chimique des formations géologiques qu'elle traverse. Les diverses activités réalisées sur le territoire émettent des substances qui peuvent contaminer les sols et s'infiltrer dans l'eau souterraine. Les sols contaminés sont donc une source de contamination pour l'eau souterraine qui les traverse, laquelle devient ainsi un vecteur de propagation des contaminants dans les sols.

Le mouvement d'une eau souterraine contaminée peut donc menacer les ouvrages de captage situés sur son parcours, affecter l'eau d'une formation aquifère au point de compromettre toute exploitation future de l'eau pour la consommation, ou encore contribuer au rejet de contaminants dans les eaux de surface.

Par conséquent, toute étude ayant comme préoccupation la qualité de l'eau souterraine en général, ou la qualité de l'eau souterraine captée par un ouvrage, doit considérer cette dynamique de déplacement. L'aire d'alimentation d'un ouvrage de captage (aire d'infiltration des précipitations aboutissant à cet ouvrage) peut représenter plusieurs kilomètres carrés, et constitue une superficie à protéger beaucoup plus grande que celle qui est occupée par l'ouvrage lui-même .

Toute modification de la surface d'infiltration que représente l'aire d'alimentation est également susceptible d'affecter la quantité d'eau souterraine disponible pour un ouvrage de captage. De même, toute modification de l'écoulement souterrain, notamment l'extraction d'eau pour l'excavation ou la consommation, peut affecter la quantité d'eau souterraine disponible pour un ouvrage de captage voisin, et parfois même modifier la structure des aquifères de façon irréversible.

Par conséquent, la protection de l'eau souterraine, tant d'un point de vue qualitatif que d'un point de vue quantitatif, nécessite que l'on considère la dynamique globale de l'eau souterraine et de l'eau de surface sur l'ensemble du territoire, de même que l'influence de toutes les activités susceptibles d'influencer cette dynamique, de façon individuelle et cumulative.

Note 3 Dans le cadre de la Politique nationale de l'eau, le gouvernement du Québec s'est engagé à entreprendre un inventaire des grands aquifères du Québec (engagement n° 5). Par conséquent, un programme de connaissance des aquifères visant notamment à déterminer

la dynamique régionale de l'eau souterraine dans les différents bassins versants est en cours de réalisation par le Ministère, en collaboration avec les divers partenaires concernés. Les études de type « inventaire » ne nécessitant pas de compétences poussées, elles pourront être entreprises par les OBV avec l'appui de différents partenaires. Cependant, les études requérant des compétences techniques ou hydrogéologiques, comme la détermination des zones de recharge et de résurgence et la détermination de l'écoulement régional, seront normalement prises en charge par les spécialistes du Ministère.

Note 4 Exemples de sources de contamination diffuse (c'est-à-dire de contamination par des sources couvrant une importante superficie de territoire pouvant être plus ou moins définie ou par des sources variables et intermittentes d'un point à l'autre du territoire) :

- ◇ Sels de déglacage;
- ◇ Fertilisants, surtout s'ils sont en quantité excessive⁹⁷ (pelouses, parterres, jardins, terrains de golf, terres agricoles, etc.);
- ◇ Pesticides (pelouses, parterres, jardins, terrains de golf, terres agricoles, terrains de camping, banlieues et forêts);
- ◇ Épandage de boues résiduaires;
- ◇ Autres types d'épandage périodique;
- ◇ Contaminant dans les retombées atmosphériques sous forme de précipitations, de neige et de dépôts atmosphériques secs.

Note 5 Exemples de sources de contamination ponctuelle (c'est-à-dire de contamination par des sources présentant une extension géographique restreinte) :

- ◇ Réservoir ou pipeline souterrain (utilisé, par exemple, pour les hydrocarbures);
- ◇ Réseau d'égouts;
- ◇ Champ d'épuration et fosse septique;
- ◇ Lieu de traitement de boues de fosses septiques;
- ◇ Bâtiments et cours d'exercice pour bestiaux en milieu agricole;
- ◇ Aire de compostage et lieu d'entreposage de fumier;
- ◇ Aire de dilution des fertilisants et pesticides;
- ◇ Site d'entreposage de produits pétroliers, de solvants organiques, de produits industriels, d'engrais minéraux, de pesticides, de produits chimiques, etc.;
- ◇ Zone de stockage de sel pour les routes;
- ◇ Lieu d'élimination de déchets (solides, matériaux secs, neiges usées, etc.);
- ◇ Lieu d'enfouissement de déchets (entre autres, les anciens dépotoirs municipaux);
- ◇ Lieu d'enfouissement sanitaire;
- ◇ Lieu d'entreposage, de transport ou d'élimination de déchets dangereux;
- ◇ Déversement accidentel de produits chimiques;
- ◇ Déversements liés aux accidents routiers ou ferroviaires;
- ◇ Parc à résidus miniers et dépôts de roches stériles (terrils);
- ◇ Site contaminé;
- ◇ Cas connu de contamination souterraine;

⁹⁷ Les quantités de fertilisants et de pesticides épandus dépendent en grande partie du type de culture.

- ◇ Zone industrielle;
- ◇ Ancienne zone urbaine où l'alternance de démolition et de remblayage a conduit à la contamination des terrains;
- ◇ Cimetière;
- ◇ Cendres volantes des centrales thermiques alimentées au charbon;
- ◇ Goudron de houille dans les anciens lieux de gazéification;
- ◇ Production d'asphalte et terrains de nettoyage d'équipements.

Note 6 La protection de la source est répandue et d'intérêt international. Elle fait partie d'une approche à barrières multiples. En plus de tenir compte du traitement de l'eau et du réseau de distribution, cette approche reconnaît l'importance de la protection de la source d'approvisionnement pour assurer à la population une eau potable de qualité. Une stratégie de protection et de conservation de la source fait actuellement l'objet d'une consultation au gouvernement. Un guide technique portant sur l'analyse des risques liés à la source est en cours de rédaction et sera destiné aux municipalités. Les plans de protection devront être réalisés par les MRC et leur mise en œuvre sera assurée par les responsables visés. Les OBV seront invités à intégrer les plans de protection de la source dans leur PDE.

Note 7 Les évaluations hydrologiques peuvent être générales. Cependant, elles doivent idéalement être menées en fonction des problèmes, des enjeux et des objectifs de gestion fixés. Il importe évidemment que ces enjeux soient d'abord déterminés pour mieux cerner les besoins en matière d'évaluations hydrologiques.

Disons toutefois qu'il est possible de faire un diagnostic général de l'hydrologie d'un bassin versant à l'aide de certaines données de base, par exemple, les débits moyens, minimums, maximums, journaliers, annuels et mensuels, et à partir des statistiques sur les périodes de retour de différentes valeurs de débits de crue et d'étiage. En ce qui concerne les débits d'étiage, le nombre de jours consécutifs et les récurrences à considérer comme critères de conception ou de qualité peuvent varier selon les usages concernés. On parlera alors du Q2,7, du Q5,30, du Q10,7, etc..

Cependant, il faut noter que ces données ne sont disponibles à court terme qu'aux sites des stations hydrométriques existantes ou à celles qui ont déjà existé et qui offrent un historique d'enregistrements suffisamment long. La détermination de ces données pour des sites où il n'y a pas de stations hydrométriques nécessitera une analyse hydrologique; il s'agira alors de transposer les données au site en question. Une simple transposition au prorata des superficies de bassin versant pourrait peut-être suffire comme première approximation, mais devrait faire l'objet d'une validation par la suite au moyen d'une analyse hydrologique. En effet, les caractéristiques d'un sous-bassin donné peuvent différer grandement de celles du bassin versant dont il fait partie, ce qui peut se refléter sur ses débits.

Le besoin de transposition de données hydrologiques mesurées apparaîtra d'ailleurs sans doute dans tous les PDE, car il est possible que le site d'intérêt se trouve ailleurs qu'aux sites des stations hydrométriques. Selon l'emplacement des stations environnantes, il peut être nécessaire de considérer les données de plus d'une station hydrométrique, et même celles de certaines stations situées en dehors du bassin versant qui fait l'objet d'un PDE.

Soulignons que les paramètres et les calculs hydrologiques sont utilisés pour faire des évaluations plus élaborées, comme le calcul des prélèvements et leur comparaison par rapport au débit disponible, la détermination de débits écologiques et le calcul de cotes d'inondation.

Note 8 : Dans une approche écosystémique, on considère que la qualité des bandes riveraines matures et des largeurs adéquates (≥ 10 mètres) sont essentielles pour la protection des habitats et de la faune aquatique (benthos et poissons) et terrestre. Toutefois, par le passé, les bandes riveraines ont été détruites ou fortement altérées par la création d'habitations ainsi que par les activités forestières et agricoles, de telle sorte qu'aujourd'hui, la pérennité des écosystèmes aquatiques (lacs et rivières) est compromise. L'indice de qualité des bandes riveraines vise à déterminer les secteurs les plus dégradés pour qu'on y apporte éventuellement des mesures correctives.

Annexe 3

Méthode d'estimation des charges ponctuelles de phosphore de sources municipales

Source des données

Le phosphore d'origine municipale provient à la fois de sources ponctuelles et de sources diffuses. Les rejets ponctuels proviennent principalement des réseaux d'égouts sanitaires, pseudo-domestiques ou unitaires raccordés ou non à une station d'épuration, alors que la pollution diffuse est associée aux apports provenant des résidences isolées (installations septiques individuelles avec infiltration) et du ruissellement urbain. Ce dernier étant difficilement quantifiable, la méthode d'estimation des charges de phosphore qui suit se limite aux rejets d'origine domestique.

Le Système géomatique de la gouvernance de l'eau (SGGE) permet d'obtenir certaines informations de base nécessaires aux calculs des charges de phosphore d'origine domestique dans un bassin versant. Dans la couche d'information sur les rejets (dans la rubrique portant sur les activités liées à l'eau), on trouve, notamment, des renseignements sur les municipalités qui possèdent un réseau d'égouts et sur celles qui n'en sont pas dotées.

- ◇ Parmi les renseignements portant sur les municipalités qui possèdent un réseau d'égouts, on trouve :
 - ◇ la localisation des émissaires municipaux (point de rejet dans le milieu récepteur);
 - ◇ la présence ou non d'une station de traitement des eaux usées;
 - ◇ la population desservie par la station d'épuration ou par le réseau d'égouts (en l'absence de traitement);
 - ◇ la présence ou non d'équipement de déphosphatation des eaux usées traitées.

Pour l'évaluation des charges de phosphore provenant des rejets municipaux, différents cas de figure sont possibles :

- ◇ Municipalités possédant un réseau d'égouts :
 - ◇ Muni d'une station d'épuration
 - et réalisant une déphosphatation annuelle;
 - et réalisant une déphosphatation semi-annuelle (du 15 mai au 14 octobre ou du 15 mai au 14 novembre);
 - ne réalisant pas de déphosphatation, mais effectuant un suivi du phosphore;
 - ne réalisant pas de déphosphatation ni de suivi du phosphore;
 - ◇ Sans station d'épuration;
- ◇ Municipalités sans réseau d'égouts.

En raison du niveau d'information disponible, qui est variable, la façon d'estimer la charge de phosphore rejetée est différente selon la catégorie dans laquelle se trouve la municipalité. En effet, les rejets des municipalités qui possèdent une station d'épuration sont généralement mieux

documentés que ceux des municipalités qui n'effectuent pas de traitement des eaux usées.

En l'absence de données de suivi, il est difficile d'évaluer précisément la charge de phosphore rejetée par les stations d'épuration d'eaux usées municipales et par les municipalités qui n'effectuent pas de traitement. Selon l'interprétation qu'on fera de ces estimations par la suite, il convient donc d'être conscient qu'elles peuvent contenir de grandes imprécisions.

1. Municipalités possédant un réseau d'égouts

Municipalités possédant une station d'épuration et de l'équipement de déphosphatation :

Certaines stations d'épuration sont assujetties à une exigence de déphosphatation sur une base annuelle ou semi-annuelle (du 15 mai au 14 octobre ou du 15 mai au 14 novembre). Le suivi du phosphore à l'effluent se fait uniquement pendant la période où la déphosphatation est exigée. Les données de suivi des stations d'épuration peuvent être consultées dans la banque de Suivi des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux (SOMAE)⁹⁸ du ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT). Une charge moyenne journalière est calculée à partir de ces données de suivi. Elle est disponible sous la rubrique « Bilans annuels de performance de la banque SOMAE », dans le bilan de performance de la station. Le cas échéant, les charges industrielles rejetées en réseau sont comptabilisées dans les charges rejetées.

Pour une station d'épuration effectuant une **déphosphatation annuelle**, la charge annuelle de phosphore (kg/an) peut être estimée au moyen de la formule suivante :

$$\text{Charge moyenne à l'effluent (kg/j)} \times 365 \text{ j}$$

Lorsque la déphosphatation est faite sur une base semi-annuelle, la charge rejetée pendant la période de déphosphatation est basée sur le bilan annuel de performance de la station, qui est accessible dans SOMAE. En dehors de cette période, il faut estimer de façon théorique les charges rejetées, puisqu'en général, aucun suivi n'est effectué. Cette estimation peut être faite en utilisant le nombre de personnes desservies par la station et une charge théorique de 1,5 g/personne/j. Il s'agit d'une estimation prudente en ce qui concerne les eaux usées domestiques, mais qui ne prend pas en considération la présence d'industries regroupées en réseau.

Pour une **station d'épuration effectuant une déphosphatation semi-annuelle du 15 mai au 14 novembre**, la charge annuelle de phosphore (kg/an) peut être estimée par la formule suivante :

$$(\text{Charge moyenne à l'effluent (kg/j)} \times 184 \text{ j}) + (\text{pop. desservie} \times 0,0015 \text{ kg/p/j} \times 181 \text{ j})$$

Pour une **station d'épuration effectuant une déphosphatation semi-annuelle du 15 mai au 14 octobre**, la charge annuelle de phosphore (kg/an) peut être estimée au moyen de cette formule :

⁹⁸ http://www.mamrot.gouv.qc.ca/infrastructures/infr_suivi_ouv_ass_eaux.asp

(Charge moyenne à l'effluent (kg/j) x 153 j) + (pop. desservie x 0,0015 kg/p/j x 212 j)

Municipalités possédant une station d'épuration, n'effectuant pas de déphosphatation mais réalisant un suivi du phosphore :

Certaines municipalités n'ont pas d'obligations en matière de déphosphatation, mais effectuent tout de même un suivi du phosphore à l'effluent, soit sur une base annuelle, soit sur une base semi-annuelle (du 15 mai au 14 octobre ou du 15 mai au 14 novembre). Puisqu'il n'y a pas d'exigence à respecter en ce qui a trait au phosphore à l'effluent, la charge moyenne journalière n'apparaît pas dans leur bilan, mais elle peut être calculée à partir des données apparaissant dans le rapport de performance de la station, sous la rubrique « Rapports de la banque SOMAE ».

Pour une **station d'épuration n'effectuant pas de déphosphatation, mais réalisant un suivi du phosphore**, la charge annuelle de phosphore (kg/an) peut être estimée par au moyen de cette formule :

Charge moyenne à l'effluent calculée selon les données de suivi (kg/j) x 365 j

Municipalités possédant une station d'épuration, mais n'effectuant ni déphosphatation ni suivi du phosphore :

Pour les municipalités dotées d'une station d'épuration qui n'ont aucune obligation en matière de déphosphatation et qui ne font pas le suivi du phosphore à l'effluent, la charge rejetée est évaluée en se basant sur la population desservie par la station et par une charge théorique de 1,5 g/personne/j. Cette valeur ne tient pas compte de la présence possible d'industries regroupées en réseau et générant du phosphore.

Pour une **station d'épuration qui n'effectue ni déphosphatation, ni suivi du phosphore**, la charge annuelle de phosphore (kg/an) peut être estimée par cette formule :

Population desservie x 0,0015 kg/p/j x 365 j

Municipalités n'effectuant pas de traitement des eaux usées :

L'information disponible concernant les municipalités qui ont un réseau d'égouts, mais aucun système de traitement, est généralement très sommaire. Parfois, il existe une estimation de la population desservie par le réseau, mais souvent, même cette information est absente. Il faut alors faire une estimation des charges à partir de la population totale de la municipalité. Les chiffres obtenus doivent donc être utilisés avec prudence. Si la population raccordée est connue, on peut utiliser la valeur de 1,5 g/personne/j pour évaluer la charge provenant du réseau d'égouts. En ce qui concerne la population non desservie par le réseau, une estimation grossière peut être faite en utilisant une valeur de 1 g/personne/j. Cette valeur par défaut surestime probablement les charges diffuses provenant des résidences isolées. Elle tient compte du fait que certaines résidences peuvent avoir des rejets plus ou moins conformes, allant du rejet brut aux installations conformes. Si des informations précises sont disponibles sur la conformité des installations d'une municipalité, il pourrait être justifié d'employer une valeur plus réaliste, qui sera probablement plus faible.

Pour une **municipalité dotée d'un réseau d'égouts mais qui n'effectue pas de traitement des eaux usées**, la charge annuelle de phosphore (kg/an) peut être estimée en faisant la somme des charges provenant de la population desservie et de la population non desservie :

$$[(\text{Pop. desservie} \times 0,0015 \text{ kg/p/j}) + (\text{Pop. totale} - \text{pop. desservie}) \times 0,001 \text{ kg/p/j}] \times 365 \text{ j}$$

2. Municipalités sans réseau d'égouts

En l'absence d'un réseau d'égouts dans une municipalité, les charges de phosphore de source domestique sont plutôt diffuses, puisqu'elles proviennent d'installations septiques individuelles réparties un peu partout sur le territoire. La valeur de 1 g/personne/j donne une estimation grossière de la charge de phosphore pouvant aboutir au cours d'eau. Il s'agit d'une estimée très prudent.

Pour une **municipalité sans réseau d'égouts**, la charge annuelle de phosphore (kg/an) peut être estimée grossièrement à partir de la population totale de la municipalité, soit :

$$\text{Pop. totale} \times 0,001 \text{ kg/p/j} \times 365 \text{ j}$$

Ce genre d'estimation peut être utile pour faire des évaluations globales de charges à l'échelle d'un bassin versant. Les estimations basées sur des valeurs théoriques sont davantage sujettes à caution que les valeurs provenant de données de suivi à l'effluent, et leur interprétation doit en tenir compte.

INDEX

A

Acteurs (analyse des) 9-1, 9-2, 9-3, 9-4, 9-5, 9-6, 9-7, 9-8, 9-9, 9-10

Acteurs (catégories d') 9-5

Acteurs (définition) 2-4

Acteurs (engagement des) 19-11

Acteurs (implication des) 2-11, 5-11, 5-12, 6-9, 9-3, 9-4, 16-2, 19-11

Acteurs (participation des) 2-3, 5-1, 5-11, 5-12, 5-13, 9-2, 9-3, 9-9, 19-8, 19-9, 19-11, 19-13

Acteurs (préoccupations des) 2-12, 2-19, 4-3, 4-6, 5-6, 6-1, 6-6, 6-7

Acteurs (tableau des) 9-5

Acteurs clés (définition) 2-14

Acteurs extérieurs (définition) 9-5

Acteurs gouvernementaux (responsabilités des) 19-5

Acteurs municipaux (devoirs et pouvoirs d'intervention des) 19-1, 19-2

Acteurs politiques (sensibilisation des) 19-12

Acteurs principaux (définition) 9-5

Acteurs secondaires (définition) 9-5

Action collective 9-10, 19-11

Algues bleu-vert 2-6, 3-32, 3-34, 19-6

Aménagement du territoire 2-6, 2-11, 2-12, 2-15, 4-17, 8-2, 19-2, 19-5

Analyse de bassin versant (définition) 2-19, 8-1, 8-2

Analyse de bassin versant (données nécessaires) 7-1, 7-2

Analyse de bassin versant (modèle conceptuel d') 8-2, 8-3, 8-4, 8-5, 8-6

Analyse de bassin versant (rapport d') 13-1

Analyse de données (buts de l') 8-13

Analyse de données (considérations générales sur l') 8-13

Analyse de données (interprétation des résultats d') 8-16

Analyse de données (types d') 8-15

Analyse des acteurs (définition) 9-1

Analyse des acteurs (limites de l') 9-10

Analyse des acteurs (utilité de l') 9-2

Analyses spatiales 9-2, 9-3

Analyses temporelles 9-3, 9-4, 9-5

Animateur de groupe 5-7, 6-7, 6-8

Approche ascendante (bottom-up) 2-1, 6-9

Approche centralisée 2-1

Approche ciblée 16-5

Approche collaborationniste 2-1, 2-12

Approche descendante (top-down) 2-1

Approche par écosystème 8-10, 8-11, 8-12

Approche participative 2-8, 5-4, 14-1

Approche québécoise de GIRE (caractéristiques de l') 2-5

Approche sectorielle 18-1, 19-12

Auditoire (définition) 17-8

Axe d'intervention 17-10, 17-11, 17-12

Azote (effets négatifs) 3-32, 3-34

B

Bande riveraine 10-10, 10-11, 10-12

Bassin versant (analyse de) 2-14, 2-19, 3-1, 4-7, 5-3, 8-1, 8-2

Bassin versant (définition) 3-2

Bassin versant (fonctions d'un) 3-4

Bassin versant (inspection visuelle d'un) 5-8, 5-10

Bassin versant (modèle conceptuel d'analyse de), 8-2, 8-3, 8-4, 8-5, 8-6

Berge (définition) 3-19

Besoins en information (définition) 17-8

Bibliographie (règles de citation de sources) 4-3, 13-5

Bilan des charges (établissement) 11-9, 11-10, 11-11

Bilan des charges (incertitudes liées au) 11-10

Bilan hydrique 3-6, 3-20, 3-24

C

Cadre de référence 2-6, 2-13, 4-3, 5-2

Cadre d'évaluation 17-9

Calcul des charges 11-1, 11-2, 11-3, 11-4, 11-5, 11-6, 11-7

Capacité de support (calcul de la) 11-12

Cartes (présentation des) 13-4

Changements climatiques 3-6, 3-7, 4-5, 4-6

Charges (bilan des) 11-9, 11-10, 11-11

Charge (méthodes de calcul) 11-1, 11-2, 11-3, 11-4, 11-5, 11-6, 11-7

Charges ponctuelles de phosphore de sources municipales (estimation) B15, B-16, B-17, B-18

-
- Charge totale maximale admissible (calcul) 11-12, 11-13, 11-14, 11-15
-
- Charge totale maximale admissible (définition) 11-12
-
- Citation de sources (règles de) 4-3, 13-5
-
- Classification de Strahler 3-5
-
- Climat 3-6, 3-7, 3-22
-
- Coefficients d'exportation 11-2, 11-3
-
- Cohérence (but de la) 17-13
-
- Collaboration 5-14, 6-10, 9-1, 9-3, 9-8, 16-2, 17-17, 18-5, 19-10, 19-13
-
- Collecte de données 7-3, 11-7
-
- Comité de mise en œuvre 19-10
-
- Comité technique (composition du) 5-4, 5-5, 5-6
-
- Comité technique (fonctionnement du) 5-7
-
- Comité technique (formation du) 4-1, 5-3
-
- Comité technique (rôles et responsabilités du) 5-6
-
- Concentration d'un contaminant (définition) 3-31
-
- Concertation (définition) 2-7
-
- Conférence régionale des élus 2-4
-
- Conseil d'administration (de l'OBV) 4-7, 5-6, 6-4, 6-5, 16-11, 17-18, 19-4
-
- Consensus 2-3, 2-21, 5-8, 5-9, 5-11, 6-10, 8-14
-
- Consultation publique 2-17, 2-19, 16-1, 16-1, 16-11
-
- Contaminants émergents 4-5
-
- Contaminants organiques 3-34, 4-5
-
- Contamination de l'eau (définition) 3-31
-
- Contexte (définition) 17-8
-
- Contrat de bassin 2-16
-
- Coordination 2-3, 2-11, 2-15, 19-3, 19-4, 19-5, 19-7, 19-8, 19-11
-
- Courbes de charges classées 12-6, 12-8
-
- Courbes de débits classés 12-6, 12-7
-
- Crédits de phosphore (échange de) 19-6, 19-8
-
- Critères de qualité de l'eau de surface 3-38, 3-39, 8-11, 10-1, 10-2, 10-4, 15-7, 17-4
-
- Croûte terrestre (composition) 3-22
-
- Crue 3-6, 3-12, 3-16, 3-17, 3-23
-
- Cycle de gestion intégrée des ressources en eau (étapes) 2-15, 2-16
-
- Cycle de l'azote 3-33, 3-35
-
- Cycle du phosphore 3-36, 3-37
-
- Cycle hydrologique (étapes) 3-9
-
- Cycle hydrologique (schéma) 3-10
-

D

Déboisement 3-19, 3-20, 8-3

Détection de tendances 12-3

Diagnostic des ressources en eau (définition) 2-20

Diagnostic des ressources en eau (éléments clés) 8-2

Diagnostic des ressources en eau (principes fondamentaux d'un) 8-7

Diagramme de type « boîte à moustache » (box-plot) 12-3

Directive-cadre européenne sur l'eau 5-11, 5-12, 19-3, 19-9

Dispositif amont-aval 17-6

Dispositif avant-après 17-6

Dispositif des bassins pairs 17-6

E

Eau (importance de l') 1-1

Eau (Loi sur l') 2-8, 2-12, 2-13, 4-7, 15-5, 19-5, 19-9

Eau (usages de l') 2-6, 2-20, 3-34, 3-38, 3-39, 7-1, 8-4, 10-3, 11-14, 14-2

Eau de surface (critères de qualité de l') 3-1, 3-38, 3-39, 8-12, 8-16, 10-1, 10-3, 10-4, 10-6, 15-7, 17-4

Eaux souterraines (contamination des) 3-30

Eaux souterraines (types de nappes d') 3-29

Échange de crédits de phosphore 19-1, 19-7, 19-8

Échéancier (respect de l') 2-21, 5-2

Échelles spatiales de gestion (définition) 19-3, 19-4

Échelles spatiales de gestion (non-concordance des) 19-3

Écosystèmes d'intérêt, fragiles ou dégradés sur le plan écologique (définition) 7-3

Effets (définition) 17-10

Efficacité (définition) 17-13

Efficience (définition) 17-13

Effort d'assainissement (estimation de l') 11-12, 11-13, 11-15

Éléments perturbateurs (définition) 2-11, 8-3

Éléments perturbateurs (effets des) 8-3, 8-4

Enjeux (définition) 14-1, 14-2

Enjeux (détermination des) 14-2

Équation universelle des pertes de sols 3-26, 3-28, 11-15

Érosion des berges 3-20, 3-27, 8-16, 12-8

Érosion hydrique (estimation) 3-26, 3-28

Érosion hydrique (processus d') 3-25, 3-26

Étiage 3-6, 3-8, 3-10, 3-17, 3-19, 3-23, 3-29, 3-36

Eutrophisation (définition) 3-27, 3-38

Évaluation (définition des termes) 17-8

Évaluation (définition) 17-1

Évaluation (méthodes d') 17-4

Évaluation (modèle logique d') 17-9, 17-10, 17-11, 17-12, 18-6

Évaluation (objets d') 17-11, 17-12

Évaluation (périodes d') 17-14

Évaluation (principes d') 17-7, 17-9

Évaluation (types d') 17-14

Évaluation externe 17-14

Évaluation interne 17-14

Extrants (définition) 17-10

F

Financement (recherche de) 5-1

Firme de services-conseils (embauche d'une) 4-1, 5-3, 5-4, 5-6, 5-7, 6-6

Firme de services-conseils (rôles d'une) 5-3, 5-4

FLUX (logiciel) 11-7

Fonctions de charge 11-4

G

Géologie 3-4, 3-14, 3-21, 3-22, 3-23, 3-28, 11-2

Gestion adaptative (cycles d'une) 18-2

Gestion adaptative (définition) 18-2

Gestion adaptative (types de) 18-3, 18-4

Gestion concertée 2-7

Gestion de données 7-1, 7-7

Gestion intégrée des ressources en eau (cycle de) 2-16, 2-17

Gestion intégrée des ressources en eau (définition) 2-3

Gestion de l'eau des bassins versants à l'aide d'un système informatisé (GIBSI) 11-2

Gouvernance de l'eau (principes d'une gouvernance efficace) 2-2

Gouvernance de l'eau (réforme de la) 2-2, 9-2, 18-2, 19-2

Graphiques (présentation des) 13-4, 13-5

Graphiques (usages) 13-5

H

- Herbicides (effets négatifs des) 3-34
- Horizons du sol (description) 3-23, 3-24
- Hydrogéologie (définition) 3-28
- Hydrogramme (définition) 3-12
- Hydrologie (définition) 3-8
- Hydrologie (influence des activités humaines sur l') 3-19

I

- Imperméabilité 3-19,3-20, 10-2, 16-4
- Imputabilité 2-2, 19-4, 19-11
- Indicateur (choix d'un) 2-16, 10-2, 15-1, 15-3, 16-3, 17-3, 17-8, 17-9, 17-11, 17-13, 17-14, 17-15, 17-16
- Indicateur (définition) 2-16
- Indicateur (occupation du territoire) 10-2
- Indicateurs (exemples d') 15-7
- Indice de qualité physicochimique et bactériologique (IQBP) 10-5, 13-4, 15-3
- Indice de surveillance benthos (ISB) 10-6, 10-8, 10-9, 10-10
- Indice de surveillance volontaire benthos (ISVB) 10-6, 10-8, 10-9
- Indice d'intégrité biotique (IIB) 10-6, 10-7, 10-8
- Indice que qualité de la bande riveraine (IQBR) 10-10, 10-11, 10-12
- Indices de qualité de l'eau 10-5
- Indices liés à la qualité de l'eau potable 10-9
- Indices liés à la qualité des eaux souterraines 10-9
- Information (gestion de l') 8-13, 8-14
- Information (intégration de l') 8-15, 8-16
- Inspection visuelle d'un bassin versant 5-8, 5-10, 15-6
- Instruments économiques 2-3, 2-14, 19-6
- Instruments politiques 19-6
- Intégration (définition) 2-3
- Intégrité (définition) 8-11, 8-12
- Intégrité biologique 8-12, 10-1, 10-6
- Intégrité chimique 8-12,
- Intégrité écosystémique 8-11, 8-12
- Intégrité physique 8-11, 8-12, 10-1
- Interprétation (résultats d'analyses de données) 8-13, 8-15, 8-16, B-15
- Intrants (définition) 17-10
- Inventaire (des usages de l'eau) 10-3

L

Leadership 5-9, 6-3, 6-4, 6-6, 6-10, 6-11, 9-9, 19-9

Lithosphère (définition) 3-22

Loi sur l'eau 2-8, 2-12, 2-13, 15-5, 19-5, 19-9

Loi sur les compétences municipales 19-2

M

Macroinvertébrés benthiques 8-4, 8-12, 10-6, 10-7, 10-8, 10-9, 17-5

Matières en suspension (effets négatifs) 3-28, 3-34

Mécanismes institutionnels 19-4, 19-11, 19-13

Métaux lourds 3-32, 3-33, 4-5

Méthode des deltas modifiée 11-12, 11-14, 11-15

Méthode des deltas 11-12, 11-14

Modèle conceptuel d'analyse de bassin versant (avantages) 8-2, 8-6

Modèle conceptuel d'analyse de bassin versant (définition) 8-3

Modèle conceptuel d'analyse de bassin versant (étapes d'élaboration d'un) 8-5, 8-6

Modèle de type « autorité » 19-7

Modèle de type « coordination » 19-7

Modèle logique 17-9, 17-10, 17-11, 17-12, 252

Modèles organisationnels (de la GIRE) 19-7

Multidisciplinaire 5-4, 5-5

Municipalité régionale de comté (MRC) 2-4, 2-6, 2-13, 2-14, 2-21, 4-2, 19-2, 19-3, 19-5, 19-10

O

Objectif (définition) 2-19

Objectif (détermination d'un) 2-20, 15-1, 15-2, 15-3, 15-4, 15-5, 15-6

Objectifs (exemples de libellés d') 15-2

Objectifs (hiérarchisation des) 15-5

Objectifs (importance des) 15-1

Objectifs (utilité des) 15-1

Objectifs environnementaux de rejets (OER) 3-32, 10-3

Occupation du territoire 10-2, 19-2

Organisation (définition) 17-8

Organisme de bassin versant (atouts institutionnels et capacités d'un) 19-2

Organisme de bassin versant (habiletés d'un) 4-1, 6-6, 17-8

Organisme de bassin versant (imputabilité de l') 19-4, 19-11

Organisme de bassin versant (mandats d'un) 5-1, 5-3

Organisme de bassin versant (mission d'un) 4-6, 4-7, 5-13

Organisme de bassin versant (renforcement des capacités d'un) 19-11

Organisme de bassin versant (table de concertation) 2-6

Organismes pathogènes (effets négatifs des) 3-34

Orientation (définition) 2-20

Orientation (détermination d'une) 2-20, 14-4

P

Partenariat 2-19, 5-13, 6-3

Participation (importance de la) 5-5, 5-11

Participation (matrice de) 9-9

Participation (techniques de) 9-3

Participation des citoyens (échelle de) 19-14

Parties prenantes (définition) 9-1

Permis échangeables 19-6

Pertinence (définition) 17-12

Pesticides (effets négatifs des) 3-34

Pesticides 3-28, 3-32, 3-33, 3-34

Phosphore (effets négatifs du) 3-34

Plan d'action (adoption) 16-11

Plan d'action (contenu d'un) 16-2

Plan d'action (définition) 16-1

Plan d'action (mise en œuvre d'un) 19-1

Plan d'action (suivi et évaluation d'un) 17-1

Plan de développement des zones agricoles (PDZA) 7-2

Plan de protection et de mise en valeur de la forêt privée (PPMV) 7-2

Plan directeur de l'eau (aide-mémoire) 4-1

Plan directeur de l'eau (calendrier d'élaboration d'un) 5-2, 5-3

Plan directeur de l'eau (citation de sources) 4-3, 13-5

Plan directeur de l'eau (contenu minimum suggéré) 4-3, 4-4, 4-5, 4-6

Plan directeur de l'eau (publication du document) 13-5

Plan d'urbanisme 7-2

Planification (défis de la) 5-1

Planification (niveaux de) 2-12, 2-13

Planification cyclique 2-15

Planification linéaire 2-16

Planification stratégique 5-13

Plans régionaux de développement intégré des ressources naturelles et du territoire (PRDIRT) 7-2

Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables 15-4, 19-2

Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés 3-39, 10-10

Politique nationale de l'eau 1-1, 1-2, 2-2, 2-17, 19-2, 19-12

Pollution de l'eau (définition) 3-31

Pollution de source diffuse 3-33

Pollution de source ponctuelle 3-31

Portrait (définition) 2-20, 4-7, 8-1, 8-2

Portrait (éléments clés d'un) 8-2

Portrait (table des matières type d'un) 8-8

Pouvoir (manque de) 19-9

Pouvoir (partage du) 2-7, 19-15

Pratiques de gestion bénéfiques 17-16, 19-8

Précipitations (définition) 3-7

Principe de précaution 8-9

Problèmes « affreux » 18-1

Problèmes « aux limites » 19-3, 19-4

Problèmes complexes 18-1

Problèmes réels ou potentiels (définition) 8-4

Processus adaptatif 2-10

Processus collaborationniste 2-1, 2-10, 2-12, 2-15

Processus holistique 2-10, 2-11

Processus participatif 2-10, 2-12, 3-1, 19-9

Progiciel WQSTAT 12-3

Programme (définition) 17-8

Projet (définition) 17-8

Projet pilote 17-4, 18-4, 19-7

Q

Questions d'évaluation 17-11, 17-12, 17-13, 17-14

R

Règlement sur la qualité de l'eau potable 3-39

Règlement sur les exploitations agricoles 16-5

Relation concentration-débit 12-5, 12-6

Relations entre les contaminants 12-9

Remue-méninges 6-6, 6-7

Renforcement des capacités (des OBV) 19-11

Réseau hydrographique (classification d'un) 3-5, 3-6

Réseau hydrographique (définition) 3-4

Réseaux hydrographiques (types de) 3-6

Réseau-rivières 10-5, 12-3, 12-9

Réseutage 5-14, 6-3

Rive (définition) 3-5

Roches (définition) 3-22

Roches ignées 3-4, 3-22, 3-23

Roches métamorphiques 3-22, 3-23

Roches sédimentaires 3-4, 3-22, 3-23

S

Schéma d'aménagement et de développement (SAD) 2-12

Sédiments (effets négatifs des) 3-34

Services écologiques (notion de) 3-33, 7-3, 8-7, 19-3

Situations « embrouillées » 18-1

Socle rocheux (définition) 3-22

Sols (formation des) 3-23, 2-24

Solutions (choix des) 16-7

Sommet mondial sur le développement durable 2-6

Sources de perturbations (définition) 8-3

Statistiques descriptives 8-15, 10-4, 12-1, 12-4

Stratégie (définition) 17-8

Stratégie de mise en œuvre 16-10

Substances conventionnelles 4-5

Substances toxiques 4-5

Suivi (définition) 17-1

Suivi (méthodes) 17-3, 17-4

Suivi (types) 17-3, 17-4

Suivi de conformité (définition) 17-4

Suivi de la qualité de l'eau (conseils) 17-4, 17-5

Suivi de la qualité de l'eau (dispositifs expérimentaux) 17-6

Suivi de routine (définition) 17-4

Suivi de tendances (définition) 17-3

Suivi de validation (définition) 17-4

Suivi des réalisations (définition) 17-4

Suivi des résultats (définition) 17-4

SWAT (Soil and Water Assessment Tool) 11-1, 16-5

Suivi des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux (SOMAE) 7-5, B-16, B-17

Système d'information et de gestion en aménagement du territoire (SIGAT) 7-5

Système d'information hydrogéologique (SIH) 7-5

Système géomatique de la gouvernance de l'eau (SGGE) B-15

T

Table de concertation 2-6, 19-5

Table des matières (portrait) 8-8

Table des matières (rapport d'analyse de bassin versant) 13-3

Tableaux (présentation des) 13-4

Taux d'imperméabilité 3-19, 3-20

Terre (structure de la) 3-22

Topographie 3-9, 3-15, 3-21, 3-26, 3-27, 3-28

Travail en équipe (règles du) 5-8, 5-9

U

Usages de l'eau (définition) 8-8

Usages de l'eau (inventaire) 10-3

Utilisations du territoire 2-20, 3-3, 3-13, 3-14, 3-20, 7-2

V

Vision (caractéristiques d'une) 6-1

Vision (concrétisation d'une) 6-11, 6-12

Vision (formulation d'une) 6-6, 6-7, 6-8

Vision (importance d'une) 6-2, 6-3

Z

Zones de GIRE (emplacement des) 2-8

Zones de GIRE (nom des) 2-9

Zones inondables 7-3, 7-4, 8-8

Zones vulnérables 4-8, 4-10, 16-5, 16-6
