



Canada's oceans
A natural resource, a national treasure

Séquences des effets – Directives nationales

Illustrer les relations entre l'activité humaine et
ses répercussions possibles sur les écosystèmes aquatiques



Renseignements

Téléphone: 613-993-0999

Télécopieur: 613-990-1866

ATS: 1-800-465-7735

Poste:

Pêches et Océans Canada
Direction des communications
200, rue Kent
13^{ième} étage, poste 13E228
Ottawa (Ontario) K1A 0E6
Canada

Courriel: info@dfo-mpo.gc.ca

(veuillez inclure votre code postal et votre adresse courriel)

Ou consultez notre site Web au

www.oceans.info.gc.ca

Ce rapport peut être cité comme suit:

Gouvernement du Canada. 2012.

Séquences des effets – Directives Nationales.

Pêches et Océans Canada. Ottawa. 32 pp.

© Sa majesté la Reine du Chef du Canada 2012

PDF – Français

No. Cat. Fs23-581/2012F

ISBN 978-1-100-99512-0

TABLE DES MATIÈRES

TABLE des matières.....	i
Liste des sigles et des acronymes	iii
Liste des figures	iv
Liste des tableaux.....	iv
Préface.....	v
1. INTRODUCTION	6
2. GESTION ÉCOSYSTÉMIQUE (GE)	7
3. MODÈLES DES SÉQUENCES DES EFFETS	9
3.1 Rôle des modèles de séquence des effets.....	9
3.2 Qu'est-ce qu'un modèle de séquence des effets?.....	10
3.3 Avantages d'un modèle de séquence des effets	11
3.4 Structure de la séquence des effets	12
4. TYPES DE MODÈLES DE SÉQUENCE DES EFFETS	14
4.1 Modèles holistiques.....	14
4.2 Modèles de séquence des effets fondés sur les paramètres ultimes	16
4.2.1 Modèle fondé sur les espèces	18
4.2.2. Modèle fondé sur les pressions	19
4.2.3 Modèle socioculturel et socioéconomique	19
4.3 Modèles fondés sur l'activité et le secteur.....	20
4.3.1 Modèles fondés sur l'activité.....	20
4.3.2. Modèles fondés sur le secteur.....	21

5. ÉLABORATION D'UNE SÉQUENCE DES EFFETS.....	23
5.1 Composantes de la séquence des effets	23
Définition des paramètres ultimes mesurables.....	23
Définition des activités humaines et des sous-activités.....	24
Détermination des pressions.....	24
Détermination des impacts et des effets environnementaux.....	25
5.2 Validation de la séquence des effets	25
Processus d'examen du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)	25
Processus d'examen des modèles de SE sociales, culturelles et économiques	25
6. CONCLUSION.....	26
Glossaire.....	27
Références.....	30

Liste des sigles et des acronymes

ACEE	Agence canadienne d'évaluation environnementale
AEE	Agence européenne pour l'environnement
ARE	Analyse du risque écologique
CVE	Composante valorisée de l'écosystème
DPSIR	Forces motrices-pressions-état-impacts-réponses
EE	Évaluation environnementale
EER	Évaluation environnementale régionale
EESCE	Examen et évaluation de nature sociale, culturelle et économique
EOAR	Rapport d'évaluation et d'examen de l'écosystème
EPA	Environmental Protection Agency (agence américaine de protection de l'environnement)
GE	Gestion écosystémique
GIO	Gestion intégrée des océans
GTNSE	Groupe de travail national sur la séquence des effets
MPG	Meilleure pratique de gestion
MPO	Pêches et Océans Canada
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
SCCS	Secrétariat canadien de consultation scientifique
SE	Séquence des effets
ZEGO	Zone étendue de gestion des océans
ZGC	Zone de gestion côtière
ZI	Zone d'intérêt
ZPM	Zone de protection marine (générique)

Liste des figures

Figure 1 : Exemple et éléments principaux de la séquence des effets

Figure 2 : Exemples de structure, de terminologie et d'étiquettes de la séquence des effets servant à la modélisation conceptuelle

Figure 3 : Exemple d'un modèle holistique de la séquence des effets

Figure 4 : Exemple d'un modèle holistique comportant des pressions courantes générées par les secteurs de l'aquaculture et du transport maritime, et la séquence des effets détaillée associée à l'aquaculture

Figure 5 : Exemple d'un modèle fondé sur les espèces

Figure 6 : Exemple d'un modèle fondé sur la pression (générique)

Figure 7 : Exemple d'un modèle socioculturel et socioéconomique

Figure 8 : Exemple d'un modèle fondé sur l'activité

Figure 9 : Exemple d'un modèle fondé sur le secteur

Liste des tableaux

Tableau 1 : Ébauche – Processus de planification de gestion écosystémique et de gestion intégrée

Tableau 2 : Exemple de pressions et d'indicateurs environnementaux

PRÉFACE

Voici les directives nationales sur les séquences des effets, qui visent à aider les praticiens de la gestion des océans à intégrer les séquences des effets (SE) à la mise en application de la gestion intégrée et de la gestion écosystémique des régions côtières et des océans du Canada.

Élaborées pour les planificateurs et les décideurs par le groupe de travail national sur les séquences des effets, de Pêches et Océans Canada (MPO), ces directives peuvent aussi s'avérer utiles pour déterminer, évaluer et gérer les impacts possibles des activités humaines sur les écosystèmes aquatiques et leurs ressources.

Les sections 1 et 2 présentent le *contexte réglementaire* de l'élaboration des modèles de la séquence des effets et définissent la place qu'occupent ces modèles dans le cadre général de la pratique de la *gestion écosystémique*.

La section 3 décrit les *avantages* d'utiliser de tels modèles et explique les *éléments essentiels de la conception de la séquence des effets*.

La section 4 expose les considérations sur l'*unité écologique* pour l'utilisation des séquences des effets dans le contexte de la gestion intégrée et détermine les *trois catégories existantes* de modèles en usage au MPO.

La section 5 fournit les *instructions étape par étape* pour élaborer un modèle de SE, de l'identification des participants et de la sélection des paramètres, jusqu'à l'identification des impacts écologiques et la validation scientifique.

1. INTRODUCTION

Les planificateurs des océans et les gestionnaires environnementaux travaillent à maintenir la santé des écosystèmes marins, s'assurant que les activités humaines ne compromettent pas les composantes valorisées ni les services d'importance de l'écosystème. Toutefois, comment décrivent-ils et mesurent-ils les relations complexes et à facettes multiples entre les activités humaines et leurs répercussions possibles sur les écosystèmes aquatiques? Une des approches largement répandues est l'outil de modélisation appelé **séquences des effets**, ou SE.

La connaissance et l'expertise de l'élaboration de la SE au MPO sont passées des conseils sur la gestion traditionnelle du poisson à l'application élargie dans la gestion écologique, à l'aide de divers types de modèles de SE. Ce document en constante évolution décrit le rôle des SE à l'intérieur des processus de planification plus larges, les types de modèles de SE utilisés actuellement, leurs applications possibles et un processus étape par étape pour leur élaboration.

2. GESTION ÉCOSYSTÉMIQUE (GE)

Le gouvernement du Canada, conformément à la *Loi sur les océans* (1997), a pour mandat de mettre en application la gestion intégrée des activités humaines menées dans les écosystèmes marins et qui ont des effets sur eux. La gestion intégrée passe par la mise en œuvre d'une approche écosystémique, ou gestion écosystémique (GE).

La gestion écosystémique tient compte de la santé de l'écosystème marin dans la gestion des activités humaines touchant les zones marines et côtières, y compris les activités terrestres. Cette approche permet de s'assurer que les activités humaines n'ont pas d'effets importants sur les composantes et les biens et services d'importance de l'écosystème, comme l'habitat du poisson et la qualité de l'eau, et qu'ils sont maintenus à des échelles spatiales et temporelles appropriées au fil du temps. Le concept est intégré à de nombreux accords internationaux, et beaucoup d'autres pays sont aussi à mettre en application une approche de gestion écosystémique (Curtin et Prellezo 2010). La gestion écosystémique supplante les limites des modèles selon les secteurs ou les espèces de l'approche classique de la gestion des ressources en fournissant un cadre d'identification et d'évaluation des effets cumulatifs que *de nombreuses* activités humaines peuvent avoir sur un écosystème.

La gestion écosystémique exige la prise en compte de toute l'information sur leurs pressions et leurs répercussions possibles sur les écosystèmes aquatiques. Au MPO, les connaissances cumulées jusqu'ici touchent les écosystèmes et l'utilisation des zones marines à des fins sociales, culturelles et économiques. Plusieurs rapports et guides ont été élaborés grâce à des ateliers d'experts, pour appuyer la mise en application de la gestion écosystémique ¹:

- MPO. 2004. « Atelier sur la délimitation des écorégions marines. » Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2004/016.
- MPO. 2005. « Lignes directrices concernant la documentation nécessaire pour les rapports d'évaluation et d'examen de l'écosystème. » Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2005/026.
- MPO. 2004. « Identification des zones d'importance écologique et biologique. » Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rapport sur l'état des écosystèmes, 2004/006.
- MPO. 2006. « Identification des espèces et des attributs des communautés d'importance écologique. » Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2006/041.
- MPO. 2007. « Document d'orientation pour l'identification des priorités en matière de conservation et la formulation d'objectifs de conservation pour les zones étendues de gestion des océans. » Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2007/010.
- MPO. Rapports d'examen et d'évaluation de nature sociale, culturelle et économique.

¹ <http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/index-fra.htm>

Ces rapports et guides fournissent une solide base pour comprendre les écosystèmes en général, ainsi que les importantes composantes et zones écologiques du milieu marin canadien. Dans certains cas, ce travail a permis de déterminer les objectifs conceptuels de la conservation des écosystèmes, encore à préciser pour devenir opérationnels; voilà la première étape vers la mise en application de la gestion intégrée et de la gestion écosystémique. Ce travail a aussi permis de mieux comprendre les possibles répercussions cumulatives et sectorielles de toutes les activités humaines sur les écosystèmes côtiers et marins, et constitue la référence pour évaluer la santé des écosystèmes.

3. MODÈLES DES SÉQUENCES DES EFFETS

3.1 Rôle des modèles de séquences des effets

En plus des rapports et des guides décrits à la section précédente, les gestionnaires et les organismes de réglementation ont besoin d'outils, comme des processus d'évaluation environnementale et des risques, pour déterminer les priorités de gestion. Les séquences des effets peuvent orienter ces processus en fournissant le fondement scientifique nécessaire à la prise de décisions (comme cela est souligné dans l'ébauche du cadre du processus de gestion intégrée et de gestion écosystémique figurant au **tableau 1**).

Les séquences des effets constituent également des outils de communication efficaces pour informer, former, faire participer et mobiliser les utilisateurs des océans, les gouvernements et les autres parties intéressées et concernées.

1. ENTAMER LE PROCESSUS DE PLANIFICATION
<ul style="list-style-type: none">• Définir la zone• Déterminer les intérêts clés• Établir la vision et les objectifs généraux
2. DÉFINIR ET ÉVALUER LES ÉCOSYSTÈMES
<ul style="list-style-type: none">• Aperçus des écosystèmes• Aperçus socioéconomiques• Zones et espèces d'importance écologique et biologique
<ul style="list-style-type: none">• Analyse de vulnérabilité• Modèles de séquences des effets• Évaluation des risques
3. DÉTERMINER LES LACUNES DE GESTION ET LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES
<ul style="list-style-type: none">• Mener une analyse des lacunes en matière de politiques et de règlements• Évaluer les biens et les services écosystémiques
4. ÉTABLIR LES OBJECTIFS ET LES INDICATEURS
<ul style="list-style-type: none">• Établir les objectifs opérationnels de même que les cibles et les limites• Déterminer les indicateurs
5. DÉTERMINER LES OPTIONS DE GESTION
<ul style="list-style-type: none">• Définir et évaluer les options de gestion
6. ÉLABORER UN PLAN, UNE ORIENTATION ET DES CONSEILS
<ul style="list-style-type: none">• Élaborer une orientation opérationnelle et des conseils particuliers
7. SURVEILLER, ÉVALUER ET FAIRE RAPPORT
<ul style="list-style-type: none">• Surveiller et évaluer l'état des écosystèmes et des pressions, et en faire rapport. Évaluer l'efficacité des mesures de gestion

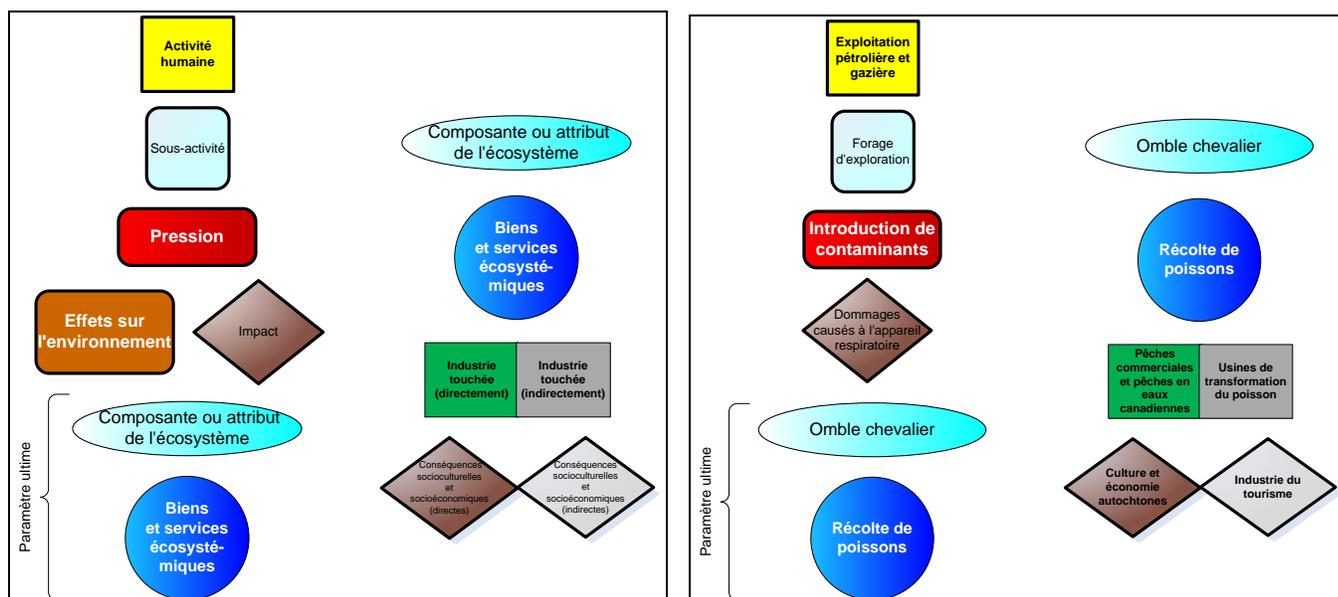
Tableau 1 : Ébauche – **Processus de planification de gestion écosystémique et de gestion intégrée**

3.2 Qu'est-ce qu'un modèle de séquence des effets?

Un modèle de séquence des effets (SE) est une représentation conceptuelle des relations basées sur des faits qui peuvent exister entre les activités humaines et leurs sous-activités connexes, les pressions exercées et leurs possibles effets ou impacts environnementaux sur un paramètre² ultime écologique ou biologique précis. La modification de ce paramètre peut avoir des conséquences sur les biens et les services de l'écosystème et, en dernier ressort, sur les activités et les valeurs socioculturelles et socioéconomiques qui reposent sur ces biens et services. La **figure 1a** illustre les éléments d'un modèle de SE.

Figure 1a : Éléments principaux de la SE

Figure 1b : Exemple



La **figure 1b** offre un exemple concret de ce que représentent les éléments de la SE et de leurs interrelations. L'activité humaine, le pétrole et le gaz, et une de ses sous-activités, le forage d'exploration, peuvent, par les rejets de boues et le déblai de forage, introduire des contaminants liés aux métaux lourds dans les colonnes d'eau. Parmi ses répercussions, il peut en résulter des lésions à l'appareil respiratoire des poissons comme l'omble chevalier (un paramètre). Si cela touche la population de l'omble chevalier vivant à proximité de la colonne d'eau contaminée, il est alors possible que cet écosystème ne puisse plus fournir la biomasse de poisson nécessaire aux fins des récoltes. Ainsi, cela pourrait avoir des conséquences directes sur les pêches commerciales et de subsistances de l'omble chevalier et des conséquences indirectes sur les usines de transformation du poisson.

Les modèles de la séquence des effets comprennent les **diagrammes** comme ceux de la figure 1, ainsi qu'un **texte** décrivant les relations des éléments et justifiant leur sélection.

² Le terme *paramètre ultime* sert à désigner la composante ou la fonction de l'écosystème nécessitant une protection (US Environmental Protection Agency 1998).

3.3 Avantages d'un modèle de séquence des effets

L'utilisation d'un modèle de SE a beaucoup d'avantages. Concrètement, les SE peuvent informer les décideurs ainsi :

1. Illustrer les impacts potentiels :
 - établir la relation entre les activités humaines et les composantes écologiques et les services de l'écosystème et les valeurs sociales, culturelles et économiques (paramètres ultimes);
 - aider la planification de la gestion stratégique liée aux effets cumulatifs qu'entraînent les activités dans un contexte géographique précis;
 - servir de liste de vérification des effets possibles lors de l'examen de la structure ou de l'atténuation des activités d'un secteur donné, dans un contexte réglementaire ou d'évaluation environnementale;
 - aider les gestionnaires à comprendre toutes les facettes d'un enjeu donné et à déterminer les principaux secteurs où la possibilité de barrer la voie aux problèmes ou d'en limiter la portée est la plus efficace.
2. Communication de soutien :
 - avec la population, les gestionnaires, les praticiens, les organismes de réglementation et les parties concernées;
 - avec les soumissionnaires du projet (tout particulièrement en ce qui concerne les effets possibles d'un projet à l'étude, ainsi que les renseignements et le suivi nécessaires à l'examen des projets et à l'évaluation en cours);
 - avec les intervenants (facilitation de la participation au moyen d'un processus transparent d'examen élaboré et validé d'après des critères scientifiques).
3. Faciliter le repérage des lacunes et des besoins :
 - lacunes en matière de politiques et de règlements :
 - établissement des exigences pour les nouvelles politiques, les nouvelles mesures réglementaires et non réglementaires;
 - établissement des autorités responsables qui, en raison de leur mandat, devraient participer aux processus décisionnels concernant les activités proposées ou les valeurs écologiques ou sociales, culturelles et économiques possiblement touchées dans ce domaine;
 - établissement des besoins en recherche (p. ex., domaines où les effets sur les composantes de l'écosystème sont limités ou inconnus).
4. Donner des avantages supplémentaires :
 - établir des liens entre les gestions aquatique, terrestre, marine et côtière en illustrant les impacts des activités terrestres sur les milieux marins.

3.4 Structure de la séquence des effets

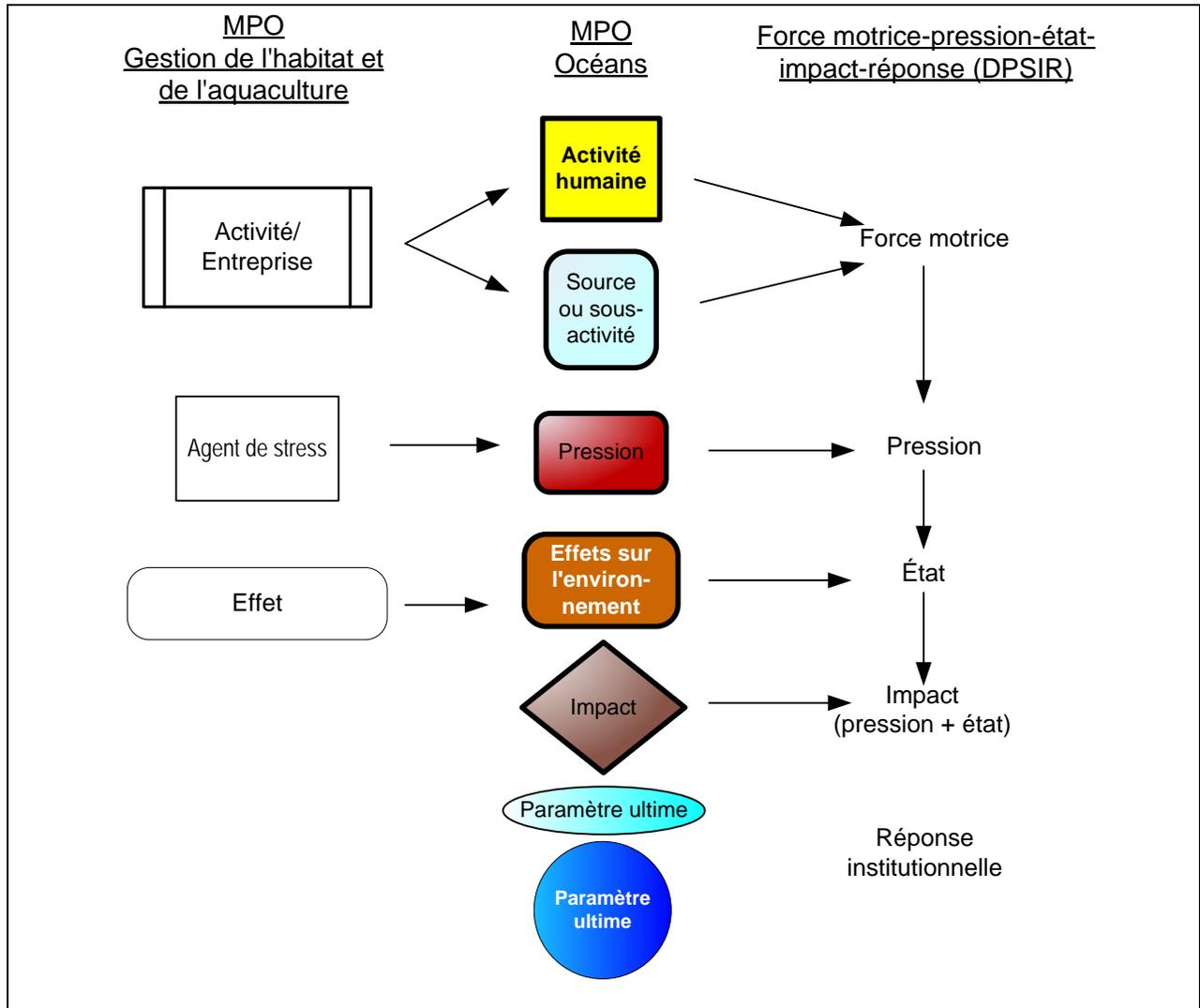
La **figure 2** (page suivante) illustre les différentes terminologies, étiquettes et présentations servant à la modélisation conceptuelle. À gauche, les programmes de l'habitat et de l'aquaculture du MPO utilisent une terminologie de SE composée de trois éléments clés. Les programmes des océans – au centre – utilisent une terminologie plus élaborée. Elle est étroitement liée à la nomenclature internationale des forces motrices-pressions-état-impacts-réponses, décrite à droite. Selon l'origine du modèle, des terminologies différentes peuvent être utilisées.

Le cadre Forces motrices-pressions-état-impacts-réponses (DPSIR), extension du cadre d'intervention de l'état des pressions de 1999, de l'Organisation de coopération et de développement économiques, a été élaboré au départ par le programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et adopté par l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) afin d'évaluer et de gérer les problèmes environnementaux. Ce cadre général permet d'organiser les données sur l'état de l'environnement et d'élaborer des hypothèses sur les relations de cause à effet ou de corrélation des composantes du système social, économique et environnemental. En voici les éléments :

- forces motrices du changement environnemental (p. ex., la production industrielle);
- pressions sur l'environnement (p. ex., les rejets d'eaux usées);
- état de l'environnement (p. ex., qualité de l'eau des rivières et des lacs);
- impacts sur la population, l'économie, les écosystèmes (p. ex., l'eau non potable);
- réponse de la société (p. ex., la protection des bassins versants).

L'approche de la SE décrite dans le présent document est compatible avec le cadre DPSIR. Cependant, l'élément force motrice du cadre DPSIR est subdivisé en deux éléments : l'activité humaine et ses sous-activités. Cela permet de particulariser davantage le type d'activité à l'origine des pressions. Des paramètres ultimes sont également ajoutés dans les SE des océans du MPO, car ils permettent d'organiser et d'harmoniser l'évaluation pour répondre aux enjeux de gestion. Comparativement au cadre DPSIR, les SE du MPO ne comprennent pas les réponses institutionnelles à une pression (p. ex., un code de pratique, une mesure d'atténuation, une meilleure pratique de gestion, un règlement ou autres), bien qu'elles puissent être déterminées ultérieurement dans le processus de gestion.

Figure 2 : Exemples de structure, de terminologie et d'étiquettes de la séquence des effets servant à la modélisation conceptuelle



4. TYPES DE MODÈLES DE SÉQUENCE DES EFFETS

Le type de modèle de SE utilisé, et par conséquent sa complexité, différera selon l'**unité géographique** ou l'échelle à laquelle le modèle est construit et le degré de détail à inclure. L'unité géographique ou spatiale peut être aussi vaste qu'une biorégion ou aussi réduite qu'une zone de protection marine (ZPM), un simple estuaire ou l'habitat d'une espèce donnée.

Trois catégories de modèles de SE existent au MPO pour atteindre les buts et objectifs de l'analyse :

- modèles holistiques;
- modèles fondés les paramètres ultimes;
- modèles fondés sur l'activité et le secteur.

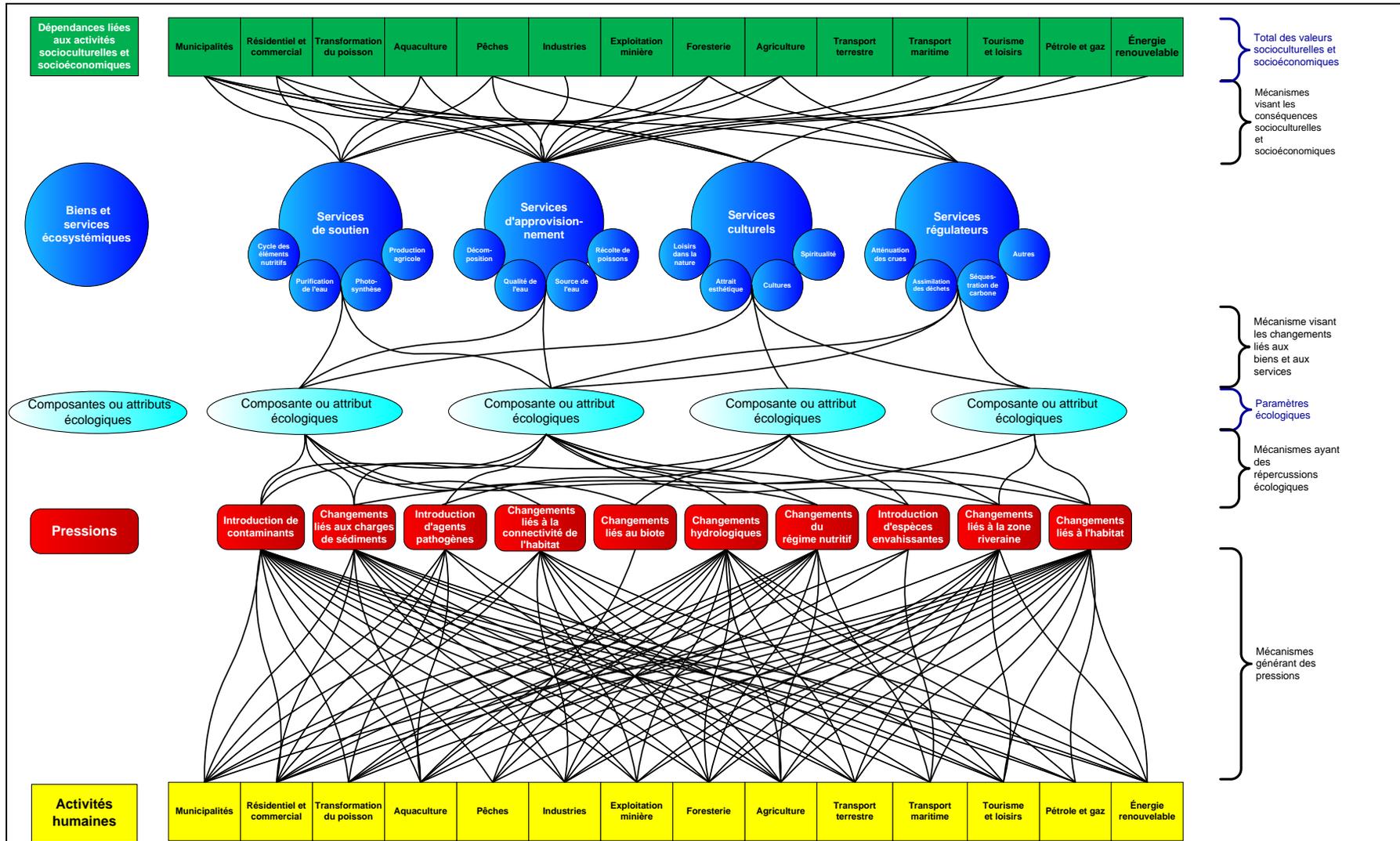
4.1 Modèles holistiques

Le modèle holistique de SE est le point de départ de la gestion intégrée et le fondement de l'élaboration détaillée de la SE à venir. Un modèle holistique est un modèle de niveau élevé qui décrit toutes les activités humaines se déroulant dans une même unité spatiale et qui pourraient créer collectivement des impacts cumulatifs sur l'écosystème. Le modèle holistique est de conception ascendante, contrairement aux types de modèles suivants qui sont de conception descendante.

Les modèles holistiques sont des outils de planification efficaces pour la gestion d'une unité spatiale particulière, assurant que des mesures pertinentes sont prises afin d'éviter les effets nuisibles. Ils peuvent aider à déterminer a) les autorités légales responsables de gérer les activités générant une pression donnée (p. ex., la charge en éléments nutritifs); b) les mesures de gestion actuelles concernant cette pression (p. ex., les lois municipales); c) les lacunes en matière de législation, de politiques et de règlements (p. ex., aucune réglementation sur les fertilisants).

L'exemple du modèle holistique présenté dans la **figure 3** montre la multitude de liens entre toutes les activités humaines (p. ex., l'agriculture, les pêches); les pressions possibles (agents de stress physiques, chimiques et biologiques) résultant de ces activités (p. ex., les changements touchant le régime nutritif et le biote); leurs impacts sur les paramètres ultimes (composantes ou attributs de l'écosystème, comme la frayère) et sur les biens et les services de l'écosystème aquatique (p. ex., la qualité de l'eau, la récolte de poissons). Le modèle décrit les activités socioculturelles et socioéconomiques qui dépendent de ces biens et services. Le modèle est conçu pour être circulaire par nature, en ce sens que tant les activités humaines que les activités, les dépendances et les valeurs socioculturelles et socioéconomiques sont les causes et les objets des changements environnementaux.

Figure 3 : Exemple d'un modèle holistique de la séquence des effets

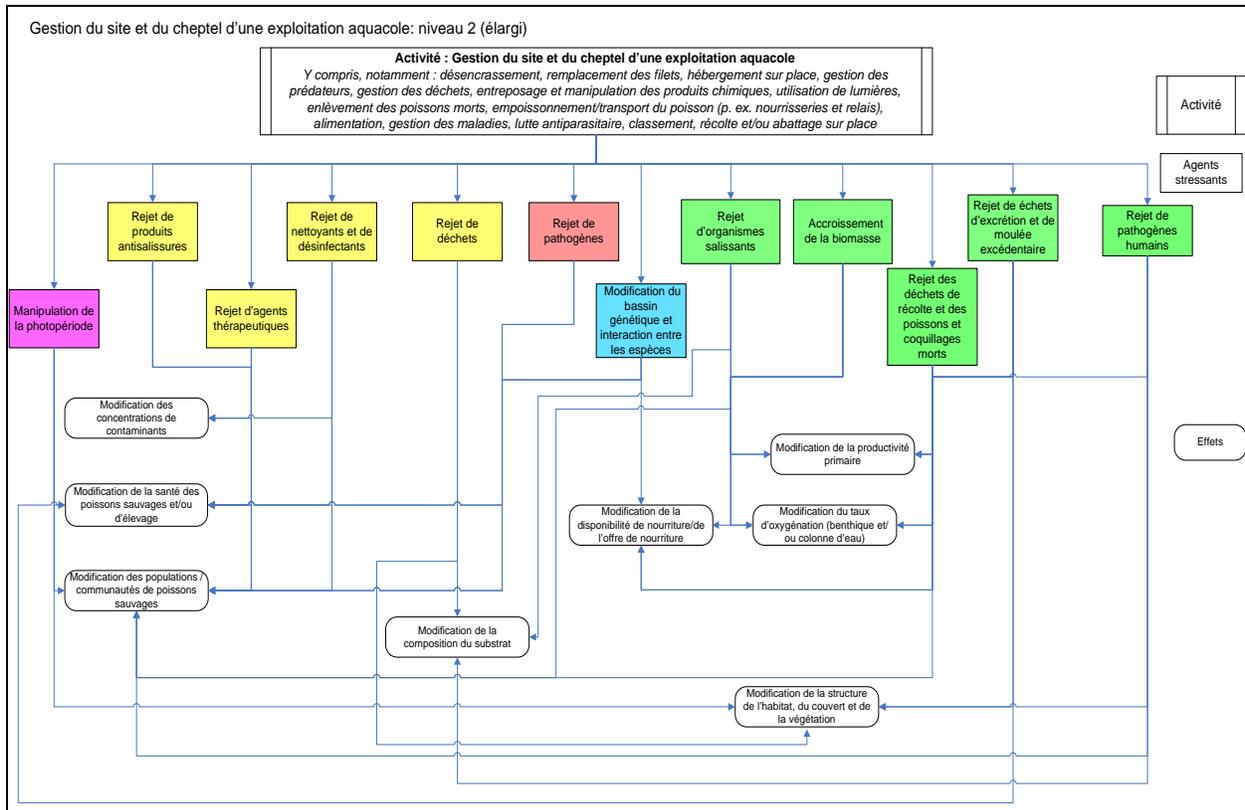
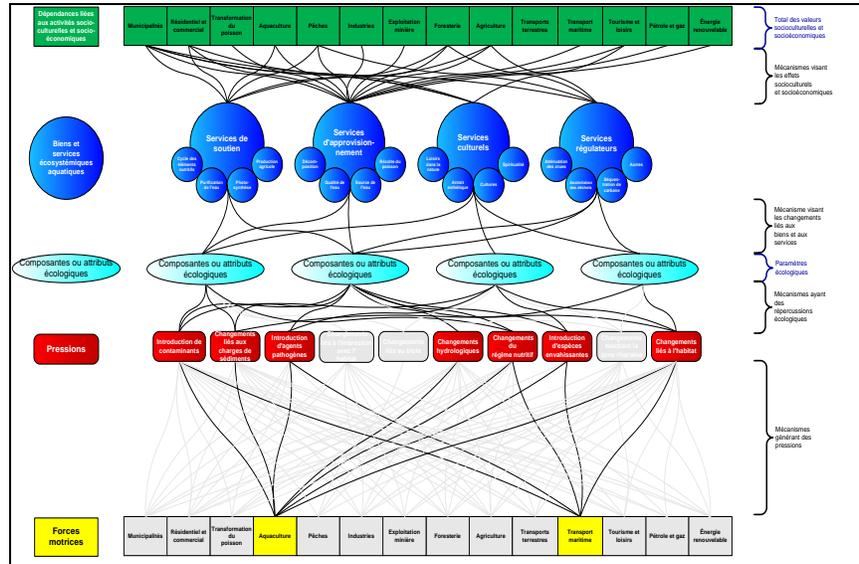


4.2 Modèles de séquence des effets fondés sur les paramètres ultimes

Lorsque le modèle holistique est complet, un ou plusieurs modèles fondés sur les paramètres ultimes peuvent être élaborés. Les modèles fondés sur les paramètres ultimes sont plus détaillés que les séquences des effets holistiques, car ils illustrent tous les impacts possibles sur les paramètres ultimes sélectionnés (composantes, fonctions ou valeurs sociales, culturelles et économiques de l'écosystème devant être conservées ou protégées). Les paramètres ultimes sont directement liés aux objectifs particuliers, car ils découlent des mandats législatifs (p. ex., les objectifs de rétablissement de la *Loi sur les espèces en péril*) ou des accords internationaux (p. ex., les objectifs du réseau des zones de protection marine qui se conforment au document d'orientation Convention sur la diversité biologique). Autrement, ils peuvent être liés aux objectifs de gestion ou de conservation (p. ex., les objectifs de conservation des zones d'importance écologique et biologique [ZIEB]). D'autres paramètres ultimes peuvent dériver d'objectifs socioéconomiques et socioculturels spéciaux (p. ex., la protection des palourdes et du saumon, qui sont d'importantes sources d'aliments, de revenus et d'activités culturelles pour les Premières nations de la côte du Pacifique (GESAMP 2008)). Il faut définir les objectifs avant d'élaborer une SE liée à un paramètre ultime.

La **figure 4** constitue un exemple d'une SE complète liée à un modèle holistique qui présente d'importants renseignements concernant les pressions et les impacts résultant d'activités, de mesures et de secteurs précis.

Figure 4 : Exemple d'un modèle holistique comportant des pressions courantes générées par les secteurs de l'aquaculture et du transport maritime, et la séquence des effets détaillée associée à l'aquaculture



Il existe trois types de modèles fondés sur les paramètres ultimes, selon les objectifs de l'analyse :

- modèle fondé sur les espèces;
- modèle fondé sur les pressions;
- modèle socioculturel et socioéconomique.

4.2.1 Modèle fondé sur les espèces

Dans un modèle fondé sur les espèces, le paramètre ultime peut être une espèce d'importance écologique, une espèce en péril ou une autre espèce dont la gestion est préoccupante. Ce type de modèle permet de déterminer les relations entre les activités humaines, leurs sous-activités, les pressions et les impacts cumulatifs possibles sur une composante ou un attribut de l'écosystème dont une espèce dépend pour survivre ou se rétablir.

La **figure 5** illustre les relations particulières de deux activités humaines (transport maritime et exploitation du pétrole et du gaz), leurs sous-activités (navigation et forage), les pressions (introduction de contaminants, etc.) et les impacts possibles (contamination de la colonne d'eau et des sédiments des fonds marins, etc.) sur l'habitat et, finalement, sur la population de baleines boréales.

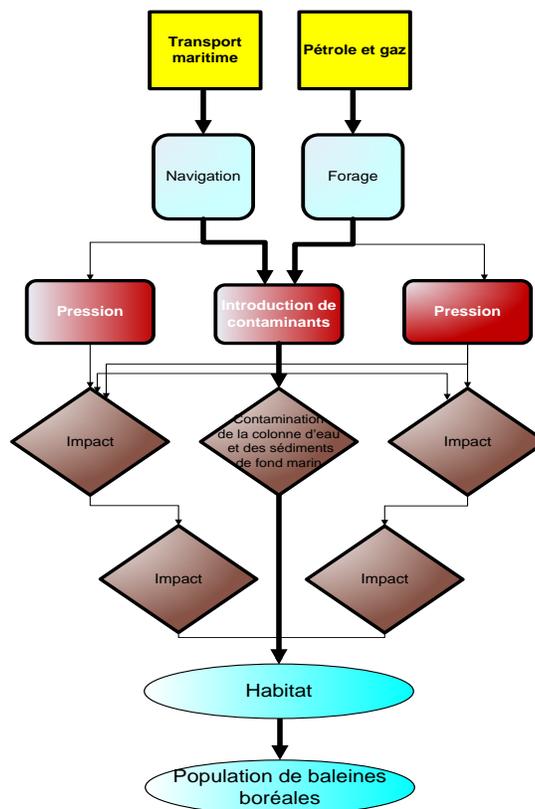
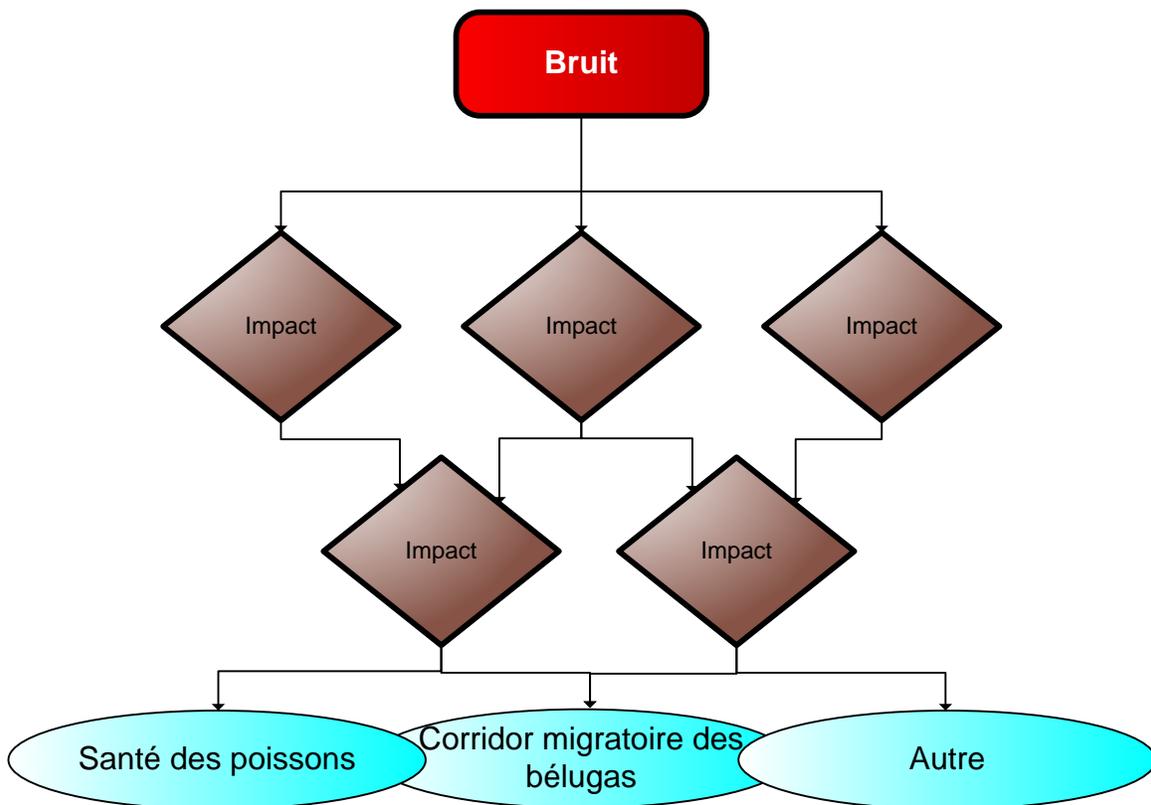


Figure 5 : Exemple d'un modèle fondé sur les espèces

4.2.2. Modèle fondé sur les pressions

Le modèle fondé sur les pressions de la figure 6 illustre les relations entre une pression (p. ex., le bruit) et un ou plusieurs paramètres ultimes mesurables (p. ex., le corridor migratoire du béluga, la santé des poissons). Un tel modèle montre comment une simple pression peut toucher plusieurs paramètres ultimes et comment l'atténuation de cette pression contribuerait à protéger de multiples composantes et fonctions de l'écosystème. La combinaison de plusieurs modèles fondés sur les pressions peut aussi illustrer les effets cumulatifs de diverses pressions exercées sur des composantes écologiques précises.

Figure 6 : Exemple d'un modèle fondé sur la pression (générique)



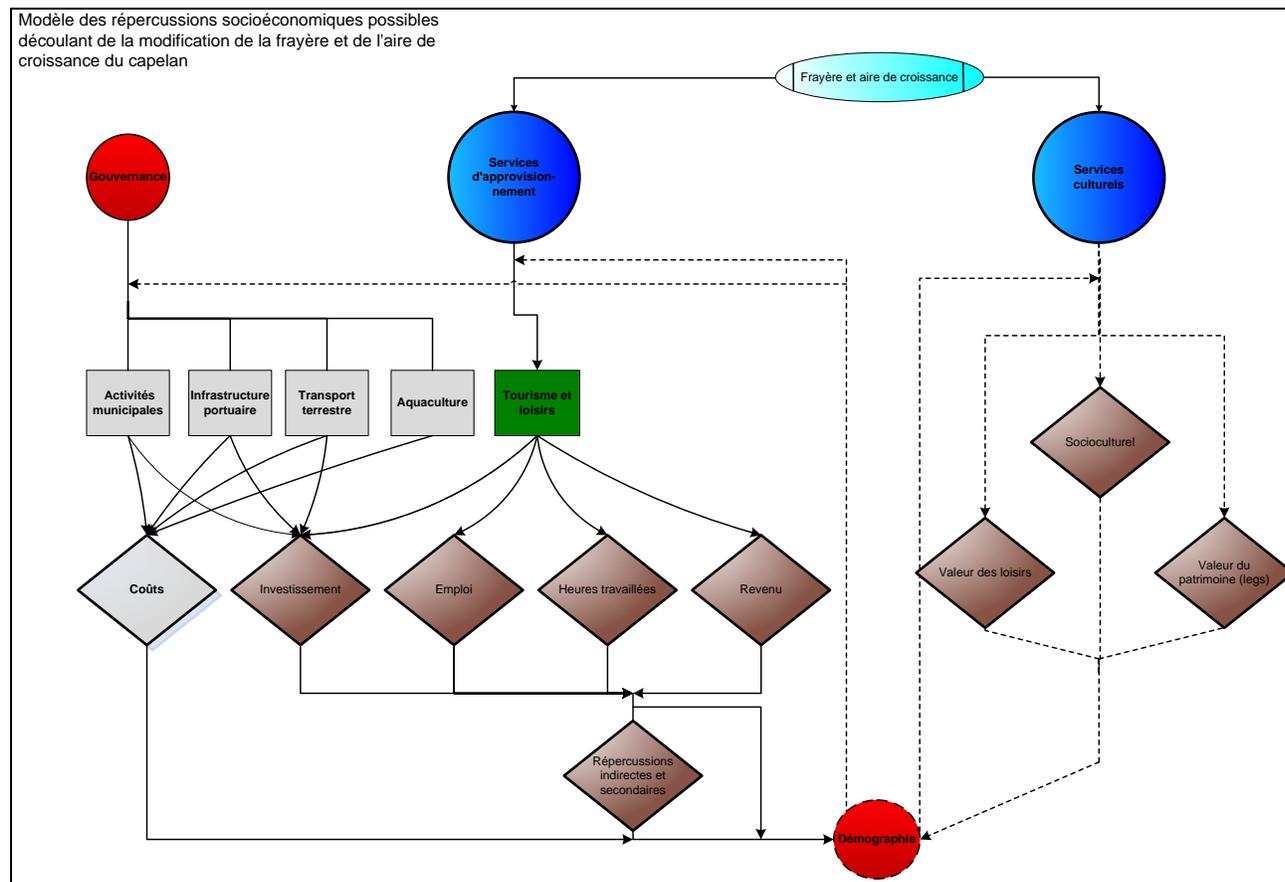
4.2.3 Modèle socioculturel et socioéconomique

Un modèle socioculturel et socioéconomique illustre les conséquences possibles d'une composante écologique modifiée ou de la perte d'un bien ou d'un service d'un écosystème sur un utilisateur social, culturel ou économique particulier (p. ex., l'industrie).

La figure 7 montre les relations entre un paramètre ultime mesurable (p. ex., la frayère et l'aire croissance du capelan) et les impacts possibles sur les biens et les services de l'écosystème (p. ex., les services d'approvisionnement et culturels) qui peuvent toucher ultérieurement les activités économiques (p. ex., le tourisme) et les valeurs culturelles (p. ex., les loisirs) et, finalement, la démographie. Certaines activités et valeurs peuvent subir des effets directs; par exemple, la perte de lieux de ponte réduirait le nombre de capelans pour nourrir les mammifères marins, et l'industrie de l'observation des baleines deviendrait moins rentable

(entraînant la perte d'emplois). Les impacts peuvent aussi être indirects; par exemple, un règlement interdisant la construction d'un mur de soutènement sur une plage côtière pourrait toucher, par ricochet, d'autres secteurs d'activité, comme les transports (p. ex., le déplacement d'une route).

Figure 7 : Exemple d'un modèle socioculturel et socioéconomique



4.3 Modèles fondés sur l'activité et le secteur

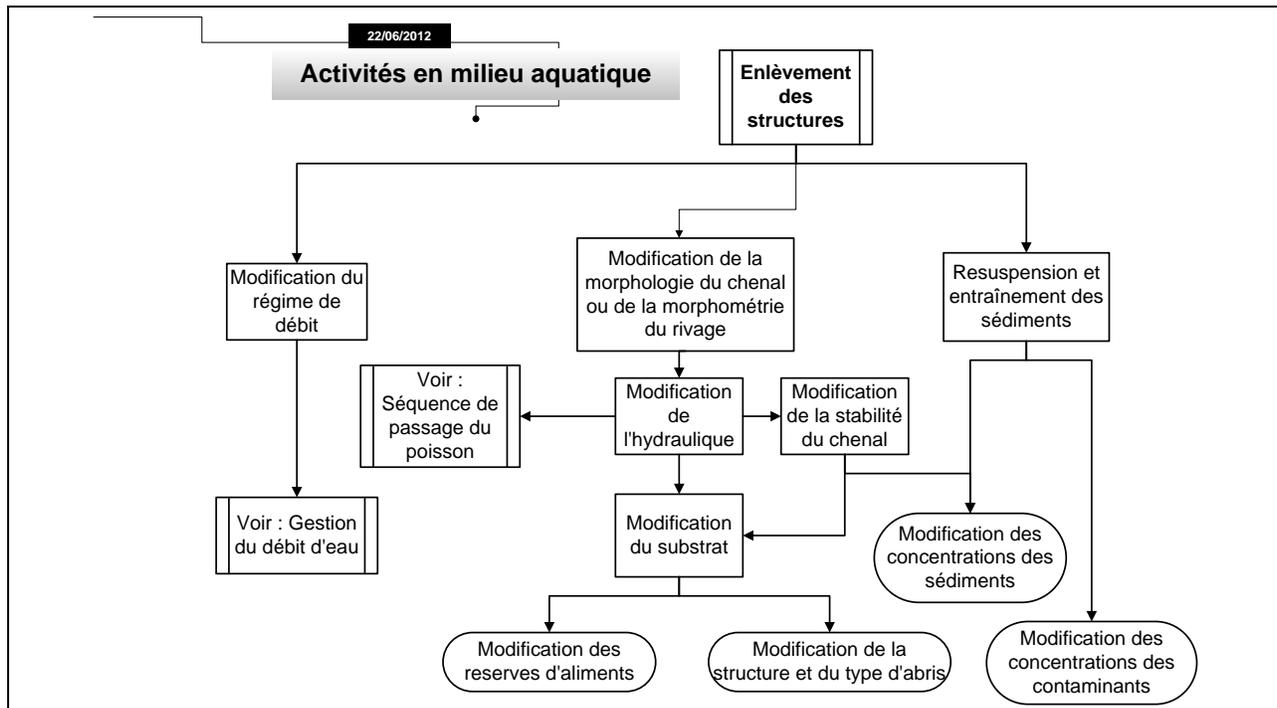
Les modèles fondés sur l'activité et le secteur constituent deux types de SE formant le fondement du modèle holistique. Ils peuvent être utilisés séparément ou combinés avec d'autres modèles de ce type (p. ex., pour passer en revue les projets d'évaluation environnementale).

4.3.1 Modèles fondés sur l'activité

Le modèle fondé sur l'activité montre les agents de stress et les effets possibles d'une mesure précise (p. ex., la **figure 8** représente les effets que le retrait d'une structure immergée peut avoir sur le poisson ou l'habitat du poisson). De tels modèles servent au programme de l'habitat du MPO pour évaluer les projets de développement relativement aux activités qu'ils supposent, aux relations connues de cause à effet et aux mécanismes par lesquels les agents de stress ont finalement des effets sur le milieu aquatique (MPO 2006). Chaque séquence constitue un

secteur où on peut mettre en place des mesures d'atténuation pour réduire ou éliminer un effet possible. Quand l'atténuation ne peut être mise en application ou stopper entièrement un agent de stress, l'effet restant est appelé « effet résiduel ». Pour aider les praticiens du programme de l'habitat, une série de diagrammes de la séquence des effets (SE) a été conçue pour mener les activités courantes touchant une grande variété de projets de développement. Ces modèles de SE visent à mettre à la disposition des gestionnaires de l'habitat un outil de référence commun pour souligner les effets aquatiques touchant un sujet de préoccupation donné.

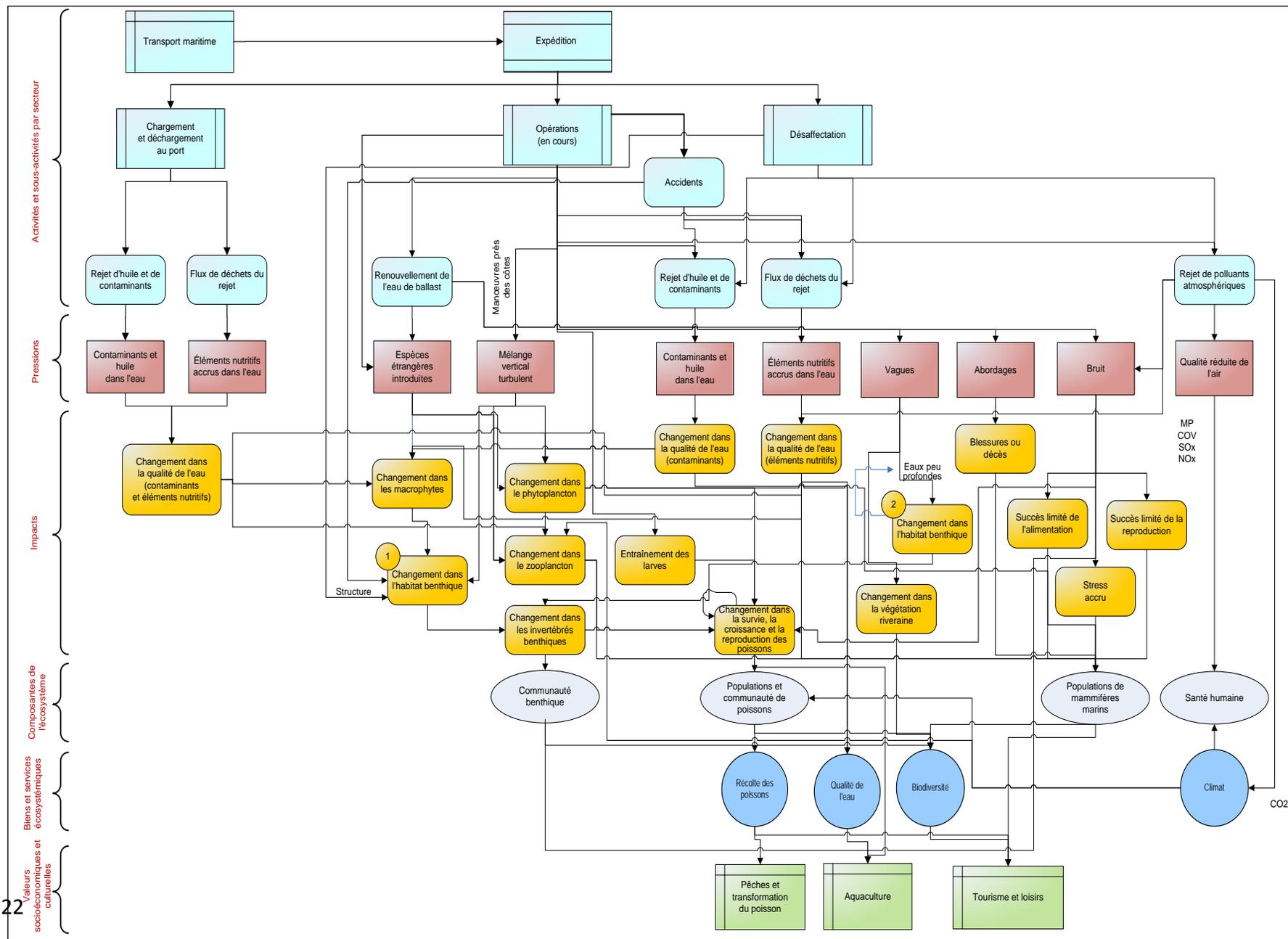
Figure 8 : Exemple d'un modèle fondé sur l'activité



4.3.2. Modèles fondés sur le secteur

Les séquences des effets (SE) fondées sur le secteur montrent les impacts possibles d'un secteur donné afin de documenter la gestion intégrée et les autres processus de planification dans diverses unités spatiales. Il est possible d'élaborer les modèles fondés sur le secteur pour chaque secteur opérant dans un domaine donné et, aussi, de les combiner afin de déterminer les effets cumulatifs. Par exemple, la **figure 9** est une SE du secteur du transport maritime qui porte sur les activités liées à la navigation. Les sous-activités peuvent générer plusieurs pressions (p. ex., les produits pétroliers et les contaminants, les abordages, le bruit). Les pressions peuvent entraîner des changements dans la qualité de l'eau (en raison des contaminants), des lésions ou mortalités (à l'issue d'abordages) et un stress accru (en raison du bruit). Par ricochet, tous ces impacts peuvent perturber les composantes des écosystèmes, ainsi que les biens et les services que ces composantes offrent aux autres activités socioéconomiques et socioculturelles (comme les pêches, le tourisme et l'aquaculture).

Figure 9 : Exemple d'un modèle fondé sur le secteur

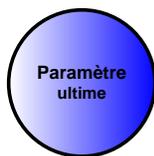


5. ÉLABORATION D'UNE SÉQUENCE DES EFFETS

On suggère un processus par étapes pour l'élaboration de toute SE. Toutefois, en fonction du modèle de SE en élaboration, différents partenaires et diverses parties concernées contribueront selon leur expertise, leur autorité et leurs responsabilités de gestion. Les modèles peuvent être élaborés au cours d'ateliers, par une équipe réduite d'experts ou un consultant. Si un modèle holistique est conçu en atelier, il mobilisera généralement un large éventail de participants de divers horizons, compétences et intérêts. Le modèle fondé sur les paramètres ultimes nécessite une expertise plus spécialisée. Le type des participants chargés d'élaborer les SE dépendra aussi de l'unité géographique et du type des forces motrices, des pressions et des paramètres ultimes sélectionnés. Les participants peuvent contribuer à tous les stades ou à un stade particulier, notamment la sélection des composantes écologiques, la détermination des pressions et des impacts possibles générés par les activités humaines, la proposition de conseils et la validation scientifique. La participation, dès le départ, d'experts de divers organismes de réglementation et de l'industrie renforce l'acceptation du modèle qui en résulte et constitue la base de tout le processus de planification.

5.1 Composantes de la séquence des effets

Définition des paramètres ultimes mesurables



La première étape consiste à définir les composantes de la SE décrite à la **section 3** en commençant par les paramètres ultimes mesurables particuliers qui articuleront le reste du processus d'élaboration de la SE. Les paramètres ultimes mesurables sont équivalents aux indicateurs d'état et environnementaux, puisque tous deux servent à mesurer et à surveiller au fil du temps les changements liés à l'objectif. Les paramètres ultimes mesurables aideront aussi à « opérationnaliser » les objectifs.

Les paramètres ultimes mesurables doivent être concrets et bien définis. Ils devraient être facilement compris tant par la population que par les décideurs, tout en demeurant significatifs pour les scientifiques des secteurs environnemental, social, culturel et économique. Les paramètres ultimes mesurables comprennent à la fois une entité écologique (p. ex., la zostère estuarienne) et un attribut mesurable (p. ex., la répartition). Ils orientent l'évaluation et constituent la base pour l'élaboration des questions, des prévisions, des modèles et des analyses. Ils sont sélectionnés d'après leur pertinence par rapport aux objectifs de gestion, leur importance dans l'écosystème concerné et leur sensibilité aux pressions (US EPA 1998).

La définition des paramètres ultimes mesurables peut être difficile. Elle exige l'expression d'objectifs abstraits de gestion environnementale, sociale, culturelle et économique sous forme

d'attributs particuliers et bien définis du système. Il est recommandé de justifier la raison expliquant cette conversion.

Exemples de paramètres ultimes écologiques mesurables :

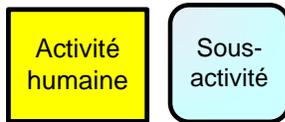
pour les espèces :

- répartition et abondance de l'habitat de la zostère estuarienne;
- survie de l'alevin;
- zone de frai;
- diversité des invertébrés benthiques;

pour les écosystèmes :

- biodiversité et structure physique;
- structure maintenue des écosystèmes;
- capacité de charge ou d'adaptation.

Définition des activités humaines et des sous-activités



L'étape suivante du processus consiste à définir les différentes activités humaines et sous-activités dans l'unité spatiale qui pourraient occasionner des pressions et avoir des impacts sur les paramètres ultimes sélectionnés.

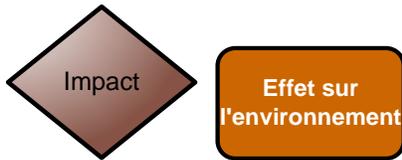
Les activités humaines (p. ex., l'agriculture) et les sous-activités (p. ex., la fertilisation) constituent des entités ou des actions qui supposent des rejets dans l'environnement ou qui imposent des pressions sur l'environnement. Les sources de pressions occupent le cœur des options de gestion. Quand on a déterminé les multiples sources, il peut s'avérer avantageux de se concentrer sur les importantes sources contrôlables par des mesures de gestion.

Détermination des pressions



La troisième étape consiste à déterminer une ou plusieurs pressions pouvant avoir un impact ou des effets environnementaux sur les paramètres ultimes sélectionnés dans la zone à l'étude (p. ex., le changement dans le régime nutritif). Les pressions désignent n'importe quel agent chimique, physique ou biologique pouvant avoir un effet nuisible sur des paramètres ultimes.

Détermination des impacts et des effets environnementaux



La dernière étape consiste à déterminer les impacts ou les effets environnementaux possibles sur les paramètres ultimes sélectionnés. Un impact désigne un changement mesurable d'une composante ou d'une fonction de l'écosystème (p. ex., la perte d'un habitat de frai) en raison de pressions anthropiques. Un impact peut avoir une incidence positive ou négative.

Selon la définition de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (2009), les effets environnementaux (c.-à-d. les impacts) désignent « les changements que la réalisation d'un projet risque de causer à l'environnement (p. ex., la modification du régime nutritif) ».

5.2 Validation de la séquence des effets

Une fois la SE élaborée, il est nécessaire de passer à l'examen et à la validation scientifique du modèle pour déterminer les variables connues et inconnues concernant les interrelations de la SE. La validation peut s'effectuer au moyen de processus officiels ou non officiels, comme ceux décrits ci-après.

Processus d'examen du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)

Les processus du SCCS assurent le contrôle de la qualité de l'information et des avis concernant les relations pressions-impacts observées dans les SE, et ciblent les lacunes en matière de connaissances ou les zones d'incertitude. La validation scientifique des diagrammes de SE suppose l'examen et la documentation des données existantes ainsi que la recherche, qui viennent confirmer (ou contredire) les relations des séquences.

Processus d'examen des modèles de SE sociales, culturelles et économiques

En absence d'un processus officiel d'évaluation des SE sociales, culturelles et économiques, il est utile de consulter des experts universitaires (p. ex., dans les domaines de l'économie, de la sociologie et de l'anthropologie), selon le sujet dont il est question.

6. CONCLUSION

Une fois les modèles de SE terminés, ils permettent d'aller de l'avant avec l'évaluation du risque écologique, l'évaluation environnementale ou le processus de planification. Par exemple, une SE peut mener à :

- la détermination des indicateurs de pression et d'état nécessaires pour l'évaluation environnementale et du risque;
- la définition des objectifs de gestion et des limites scientifiques pour les composantes et les attributs écologiques les plus à risque;
- la détermination des lacunes en matière de gestion.

À cette fin, comme l'approche évolue et se perfectionne, on révisera en conséquence ces lignes directrices « perpétuelles ». Au fil du temps, les praticiens et les gestionnaires pourront accéder à une bibliothèque complète de modèles de SE élaborés à l'échelle nationale et régionale. On pourra consulter ces modèles, une fois terminés, sur le site Web du MPO :

<http://www.dfo-mpo>.

GLOSSAIRE

Activités humaines :

Les activités, les sources ou les sous-activités humaines constituent des entités ou des actions qui supposent des rejets dans l'environnement ou qui imposent des pressions sur l'environnement.

Attribut :

Les attributs écologiques désignent les aspects d'un assemblage ou d'une communauté aquatiques, qui correspondent à la structure et à la fonction de cet assemblage ou de cette communauté dans une condition donnée.

Cible :

Objectif très précis de développement qui devrait être SMART (stratégique, mesurable, atteignable, réaliste et limité dans le temps).

Composante écologique :

Les écosystèmes sont composés de diverses composantes biotiques vivantes et composantes abiotiques non vivantes. Les composantes abiotiques d'un écosystème comprennent différents facteurs physiques et chimiques.

Composante valorisée de l'écosystème (CVE) :

Tout élément de l'environnement jugé important par un soumissionnaire, les membres du public, les scientifiques et les gouvernements. Son importance peut être déterminée d'après les valeurs culturelles ou les enjeux scientifiques.

Dépendances sociales, culturelles ou économiques :

Activités sociales et économiques dont le succès repose sur les composantes valorisées de l'écosystème ou sur les biens et les services de l'écosystème.

Écosystème :

La Convention sur la diversité biologique de 2004 définit le terme *écosystème* simplement comme un complexe dynamique de communautés de végétaux, d'animaux et de micro-organismes avec leur milieu non vivant interagissant comme une unité fonctionnelle. Cette notion s'applique à toutes les échelles, de la planète comme écosystème à la colonie microscopique d'organismes et à ses milieux avoisinants immédiats.

Effet environnemental :

Changements de l'état de l'environnement causés par la nature ou l'activité humaine.

Évaluation du risque écologique :

Processus consistant à évaluer la probabilité de l'existence ou de l'action d'effets écologiques nocifs par suite de l'exposition à un ou plusieurs agents de stress.

Évaluation environnementale régionale :

L'évaluation environnementale stratégique régionale (EES-R) est un processus conçu pour évaluer systématiquement les effets environnementaux possibles, y compris les effets cumulatifs, des initiatives, des politiques, des plans ou des programmes stratégiques de remplacement pour une région en particulier.

Gestion écosystémique (GE) :

Gestion des activités humaines de façon à s'assurer que les écosystèmes marins, leur structure (p. ex., la diversité biologique), leur fonction (p. ex., la productivité) et leur qualité environnementale générale (p. ex., la qualité de l'eau et de l'habitat) ne sont pas compromis et qu'ils sont maintenus à des échelles spatiales et temporelles appropriées.

Impact cumulatif :

Impact d'une activité humaine sur l'environnement, qui entraîne un impact progressif conjugué à d'autres activités humaines, tant anciennes, présentes que raisonnablement prévisibles.

Impact :

Changement mesurable d'une composante ou d'une fonction de l'écosystème. Un impact peut avoir une incidence positive ou négative.

Indicateur environnemental :

Un indicateur environnemental ou d'état est une valeur numérique qui contribue à fournir de l'information sur l'état de l'environnement ou la santé humaine. Les indicateurs sont élaborés à partir de mesures quantitatives ou de statistiques sur la condition environnementale, enregistrées au fil du temps.

Indicateurs de pression :

L'indicateur de pression mesure les facteurs de changement dans l'écosystème.

Limite repère :

La *limite repère* est un niveau de stock au-dessous duquel la productivité est suffisamment altérée pour causer de graves dommages à la ressource, mais au-dessus du niveau où le risque d'extinction devient une préoccupation.

Paramètre ultimes:

Le terme *paramètre ultime* sert à illustrer la composante ou la fonction sociale, culturelle ou économique de l'écosystème nécessitant une maintenance ou une protection.

Paramètre ultime mesurable :

Valeur écologique, sociale, culturelle ou économique liée à la composante évaluée retenue comme paramètre ultime. Un paramètre ultime mesurable détermine le lien entre le paramètre et l'objectif de gestion ou de conservation déterminé par les gestionnaires des ressources.

Pression :

Tout agent chimique, physique ou biologique pouvant avoir un effet nuisible sur des paramètres ultimes mesurables.

Risque :

Incertitude entourant les événements à venir et leurs conséquences. Il est l'expression de la probabilité et de l'incidence d'un événement susceptible d'influencer l'atteinte des objectifs de l'organisation.

Services écosystémiques :

Avantages que tirent les personnes des écosystèmes. Cela comprend les services d'approvisionnement, comme la nourriture et l'eau; les services régulateurs, comme la régulation des inondations, des sécheresses, de la dégradation des sols et des maladies; les services de soutien, comme la formation des sols et le cycle des éléments nutritifs; les services culturels, comme les avantages récréatifs, spirituels, religieux et les autres avantages non matériels.

Seuil :

Limite de changement dans une composante ou un attribut de l'écosystème qui, si elle est dépassée, nécessite une modification de la gestion pour assurer leur protection. Un seuil désigne ici un point de séparation entre les régimes de remplacement dans les systèmes écologiques ou socioécologiques. Lorsqu'on a dépassé un seuil comportant une variable de contrôle dans un système, la nature et l'ampleur des rétroactions changent au point que le système change de direction. Une transformation survient quand les processus internes du système (p. ex., le taux de natalité, de mortalité, de croissance, de consommation, de décomposition et de lessivage) ont tant changé que les variables définissant l'état du système commencent à aller dans la direction d'un autre attracteur. Dans certains cas, le dépassement du seuil déclenche un changement soudain, important et abrupt des valeurs en cause, alors que dans d'autres cas, la réponse des variables de l'état est continue et plus progressive.

Valeurs sociales, culturelles ou économiques :

Valeurs sociales, culturelles ou économiques (du marché ou non) pouvant être touchées par un changement dans une composante ou une fonction de l'écosystème.

RÉFÉRENCES

1. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rapport sur l'état des écosystèmes, 2004/006. « Identification des zones d'importance écologique et biologique. » Pêches et Océans Canada, Mars 2005.
2. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2004/016. « Comptes rendus de l'atelier sur les écorégions marines. » Pêches et Océans Canada, août 2004.
3. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2005/026. « Lignes directrices concernant la documentation nécessaire pour l'examen des aperçus et des évaluations écosystémiques. » Pêches et Océans Canada, août 2005.
4. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis. sci., 2006/041. « Désignation des espèces et des propriétés des communautés d'importance écologique. » Pêches et Océans Canada, janvier 2007.
5. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis. sci., 2007/010. « Document d'orientation pour l'identification des priorités en matière de conservation et la formulation d'objectifs de conservation pour les zones étendues de gestion des océans. » Pêches et Océans Canada, avril 2007.
6. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis. sci., 2009/071. « Les séquences d'effets liés à l'aquaculture des poissons, des mollusques et des crustacés. » Pêches et Océans Canada, janvier 2010.
7. Curtin, Richard et Raul Prellezo. « Comprendre la gestion des écosystèmes marins : une synthèse bibliographique [texte en anglais]. » *Marine Policy* 34 (2010): 821-830.
8. Organisation de coopération et de développement économiques. « Using the pressure-state-response model to develop indicators of sustainability: OECD framework for environmental indicators. » 1999. En ligne Consulté le 21 janvier 2010.
9. Rockloff, S. et al. *Technical Report 82*. « Integrated indicator framework for monitoring and reporting on biophysical health and social wellbeing in the coastal zone. » Australia: Cooperative Research Centre for Coastal Zone, Estuary & Waterway Management, janvier 2006. En ligne. Consulté le 21 janvier 2010.
10. Agence canadienne d'évaluation environnementale. « Glossaire : Partie 2. Explication des termes. » 2009. En ligne. Consulté le 21 janvier 2010.
11. Pêches et Océans Canada. *Guide à l'intention des praticiens sur l'application du cadre de gestion des risques destiné au personnel affecté à la gestion de l'habitat du MPO*. Programme de gestion de l'habitat, Pêches et Océans Canada, 2006.

12. Groupe mixte d'experts chargé d'étudier les aspects scientifiques de la pollution des mers (GESAMP). *Assessment and communication of environmental risks in Coastal Aquaculture [évaluation et communication des risques environnementaux en aquaculture côtière]*. 2008.
13. Évaluation des écosystèmes pour le millénaire. *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Island Press, 2006. En ligne. Consulté le 21 janvier 2010.
14. Pew Oceans Commission. *America's Living Oceans: Charting a Course for Sea Change*. Arlington, 2003.
15. U.S. Commission on Ocean Policy. *An Ocean Blueprint for the 21st Century: Final Report of the U.S. Commission on Ocean Policy*. Washington, 2004
16. U.S. Environmental Protection Agency – EPA/630/R-95/002F. *Guidelines for Ecological Risk Assessment: Risk Assessment Forum*. Washington, 1998.
17. U.S. Environmental Protection Agency – EPA/600/R-07/045F. *2008 Report on the Environment*. « Chapter 6: Ecological Conditions. » Washington, mai 2008. En ligne. Consulté le 21 janvier 2010.
18. Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada *Cadre de gestion intégrée du risque*. Ottawa, 2001. En ligne. Consulté le 25 janvier 2010.
19. Bondad-Reantaso, M. G., J. R. Arthur et R. P. Subasinghe, édit. *Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 519*. « Understanding and applying risk analysis in aquaculture. » Rome : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (2006), 208-304.
20. Santé Canada. *Cadre de communication stratégique des risques dans le contexte de la gestion intégrée des risques à Santé Canada et à l'Agence de la santé publique du Canada*. Ottawa, 2006. En ligne. Consulté le 21 janvier 2010.
21. Pêches et Océans Canada. *Politique sur la gestion des impacts de la pêche sur les régions benthiques sensibles*. Ottawa, 2009. En ligne. Consulté le 23 juin 2011.