



Étude d'impact stratégique  
du Plan d'intervention gouvernemental  
de protection de la santé publique  
contre le virus du Nil occidental

RAPPORT SECTORIEL

10

Analyse coût-bénéfice



Étude d'impact stratégique  
du Plan d'intervention gouvernemental  
de protection de la santé publique  
contre le virus du Nil occidental

**RAPPORT SECTORIEL**

**10**

## Analyse coût-bénéfice

Mars 2006

Québec 

• Institut national de santé publique  
• Ministère de la Santé et des Services sociaux

## AUTEURS

Vincent Bonneau, M. A.  
Direction des études et analyses  
Ministère de la Santé et des Services sociaux

## AVEC LA COLLABORATION DE

David Boisclair, M. A.  
Direction du programme de santé publique  
Ministère de la Santé et des Services sociaux

Daniel Bolduc, M. Env.  
Direction des risques biologiques,  
environnementaux et occupationnels  
Institut national de santé publique du Québec

Claudine Forest, M.A.P.  
Direction des risques biologiques,  
environnementaux et occupationnels  
Institut national de santé publique du Québec

Yolaine Labbé, M. Env.  
Direction Risques biologiques,  
environnementaux et occupationnels  
Institut national de santé publique du Québec

## RELECTEURS

Guy Sanfaçon, Ph. D.  
Direction de la protection de la santé publique  
Ministère de la Santé et des Services sociaux

## RELECTEURS (SUITE)

Lucie Corriveau  
Direction de la protection de la santé publique  
Ministère de la Santé et des Services sociaux

Monique Douville-Fradet, M.D., M. Sc., FRCPC  
Direction des risques biologiques,  
environnementaux et occupationnels  
Institut national de santé publique du Québec

Linda Pinsonneault, M.D., M. Sc., FRCPC  
Direction de santé publique de la Montérégie  
Direction des risques biologiques,  
environnementaux et occupationnels  
Institut national de santé publique du Québec

Jacques Boisvert, Ph. D.  
Département de chimie-biologie  
Université du Québec à Trois-Rivières

Jean-Pierre Bourassa, D. Sc.  
Département de chimie-biologie  
Université du Québec à Trois-Rivières

## SECRÉTARIAT

Andrée Fortier  
Direction des risques biologiques,  
environnementaux et occupationnels  
Institut national de santé publique du Québec

Cette étude a été réalisée grâce à la contribution financière du ministère de la Santé et des Services sociaux.

*Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.*

*Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : [droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca](mailto:droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca).*

*Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.*

DÉPÔT LÉGAL – 4<sup>e</sup> TRIMESTRE 2007  
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC  
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA  
ISBN 10 : 2-550-47593-3 (VERSION IMPRIMÉE)  
ISBN 13 : 978-2-550-47593-4 (VERSION IMPRIMÉE)  
ISBN 10 : 2-550-47594-1 (PDF)  
ISBN 13 : 978-2-550-47594-1 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2007)

## AVANT-PROPOS

En septembre 2003, le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) confiait à l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) le mandat de réaliser une étude d'impact sur l'environnement du programme de pulvérisations aériennes d'insecticides pour contrer le virus du Nil occidental (VNO) en cas d'épidémie. Cette étude d'impact était nécessaire en raison du fait que le Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO prévoyait des applications aériennes d'insecticides qui pourraient être réalisées sur une superficie de plus de 600 hectares (ha). Comme la *Loi sur la qualité de l'environnement* (L.R.Q., c. Q-2) assujettit tout programme ou projet de pulvérisation aérienne de pesticides sur une superficie de 600 ha ou plus à la procédure québécoise d'évaluation et d'examen des impacts, l'étude a été amorcée dans ce contexte.

Au cours de la réalisation de l'étude d'impact, plusieurs éléments sont venus influencer son contenu. En effet, l'approche québécoise en matière de VNO a été influencée par l'évolution des connaissances scientifiques de même que par l'expérience acquise au Québec et dans l'ensemble de l'Amérique du Nord. Des rencontres de discussion ont aussi permis de documenter les préoccupations et les perceptions de la population au regard de la problématique du VNO et des pulvérisations aériennes d'insecticides.

Considérant ces nouvelles informations, le MSSS a adopté une nouvelle approche. Malgré le fait que celle-ci ne soit plus assujettie à la procédure québécoise d'évaluation et d'examen des impacts, le MSSS a tout de même choisi de compléter les travaux amorcés sous forme d'une étude d'impact stratégique qui porte désormais sur l'ensemble du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO. Les travaux réalisés dans le cadre de l'étude d'impact initiale sont publiés sous forme de rapports sectoriels annexés au rapport principal en vue d'y apporter un éclairage scientifique.

Comme les travaux menés dans le cadre de l'étude d'impact étaient bien amorcés au moment de sa réorientation à l'été 2005, le lecteur est invité à considérer le changement d'orientation de l'étude lorsqu'il prendra connaissance du contenu des rapports sectoriels.



## TABLE DES MATIÈRES

<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>10-V</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>10-V</b>
<b>LISTE DES SIGLES, ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES .....</b>	<b>10-VII</b>
<b>1 INTRODUCTION.....</b>	<b>10-1</b>
<b>2 MÉTHODOLOGIE.....</b>	<b>10-3</b>
2.1 LE MODÈLE .....	10-3
2.2 PRINCIPAUX PARAMÈTRES DU MODÈLE.....	10-3
2.3 COÛTS ASSOCIÉS À LA MALADIE .....	10-5
<b>3 FORMULATION DES SCÉNARIOS SIMULÉS .....</b>	<b>10-7</b>
3.1 SITUATION « COURANTE » .....	10-7
3.2 SITUATION ÉPIDÉMIQUE .....	10-7
3.3 INTERVENTIONS ÉVALUÉES .....	10-8
<b>4 COÛT DES INTERVENTIONS.....</b>	<b>10-9</b>
4.1 COÛT ASSOCIÉ À LA PRÉVENTION.....	10-9
4.2 COÛT DE L'APPLICATION AÉRIENNE D'ADULTICIDES COMBINÉ À DES MESURES DE CONTRÔLE PAR APPLICATION DE LARVICIDES .....	10-10
4.3 COÛT LIÉ AUX EFFETS INDÉSIRABLES .....	10-11
<b>5 BÉNÉFICE DES INTERVENTIONS POUR CONTRER LE VIRUS DU NIL OCCIDENTAL.....</b>	<b>10-13</b>
5.1 RÉDUCTION DU NOMBRE DE CAS D'INFECTION PAR LE VNO.....	10-13
5.2 MAINTIEN DES ACTIVITÉS RÉCRÉO-TOURISTIQUES .....	10-13
<b>6 SIMULATION DES SCÉNARIOS ET ÉVALUATION DES INTERVENTIONS.....</b>	<b>10-15</b>
6.1 RÉSULTATS ET ANALYSE.....	10-15
6.1.1 Scénario 1 : Situation « courante ».....	10-16
6.1.2 Scénario 2 : Situation épidémique .....	10-20
<b>7 DISCUSSION .....</b>	<b>10-23</b>
7.1 PRINCIPAUX CONSTATS .....	10-23
7.2 COMPARAISON AVEC UNE AUTRE INTERVENTION EN SANTÉ PUBLIQUE .....	10-23
7.3 INCERTITUDES.....	10-25
7.4 RECOMMANDATIONS.....	10-26
7.5 LIMITES DE L'ÉTUDE.....	10-27
<b>8 RÉFÉRENCES.....</b>	<b>10-29</b>

<b>ANNEXE A .....</b>	<b>10-31</b>
<b>ANNEXE B .....</b>	<b>10-35</b>
<b>ANNEXE C .....</b>	<b>10-45</b>
<b>ANNEXE D .....</b>	<b>10-49</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 4.1	Coût de la prévention .....	10-10
Tableau 4.2	Coût de l'application aérienne d'adulticides combinée aux mesures de contrôle par applications de larvicides .....	10-10
Tableau 4.3	Coût associé aux effets indésirables – impact de l'application aérienne d'adulticides sur le territoire de l'Île de Montréal .....	10-11
Tableau 6.1	Impacts pour la population du scénario situation « courante » (sans intervention) .....	10-16
Tableau 6.2	Impacts pour la population du scénario situation épidémique (sans intervention) .....	10-20

## LISTE DES FIGURES

Figure 2.1	Schéma de l'arbre d'évolution du VNO .....	10-4
Figure 6.1	Scénarios et interventions évalués .....	10-15
Figure 6.2	Scénario 1, relation entre le niveau de d'efficacité et le rapport coût-bénéfice .....	10-17
Figure 6.3	Scénario 1, relation entre le coût moyen d'un cas de VNO (bénéfice) et le rapport coût-bénéfice .....	10-18
Figure 6.4	Scénario 1, relation entre le coût moyen d'un cas de VNO (bénéfice) et le coût de l'intervention, au seuil de « rentabilité » .....	10-19
Figure 6.5	Scénario 2, relation entre le niveau d'efficacité et le rapport coût-bénéfice .....	10-21
Figure 6.6	Scénario 2, relation entre le coût moyen d'un cas de VNO (bénéfice) et le coût de l'intervention, au seuil de « rentabilité » .....	10-22
Figure 7.1	Scénario 1, coût de l'intervention prévention par cas de VNO évité selon le niveau d'efficacité .....	10-24
Figure 7.2	Scénario 2, coût des interventions par cas de VNO évité selon le niveau d'efficacité.....	10-25
Figure 7.3	Relation entre le coût de l'intervention, au seuil de « rentabilité » et le nombre de cas humains de VNO, selon le niveau d'efficacité de l'intervention .....	10-27



## LISTE DES SIGLES, ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

<b>SIGLE, ABRÉVIATION OU ACRONYME</b>	<b>SIGNIFICATION</b>
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
CH	Centre hospitalier de courte durée
CHSLD	Centre d'hébergement et de soins de longue durée
CLSC	Centre local de services communautaires
CMD	Catégorie majeure de diagnostic
CT	Court terme
DRG	<i>Diagnosis Related Groups</i>
DSP	Direction de santé publique
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
ISQ	Institut de la statistique du Québec
LT	Long terme
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
NIRRU	Niveau d'intensité relative des ressources utilisées
OMS	Organisation mondiale de la santé
PFA	Paralysie flasque aiguë
RAMQ	Régie de l'assurance maladie du Québec
RMR	Région métropolitaine de recensement
RREGOP	Régime de retraite des employés du gouvernement et des organismes publics
SOPFIM	Société de protection des forêts contre les insectes et maladies
SRAS	Syndrome respiratoire aigu sévère
VNO	Virus du Nil occidental



## 1 INTRODUCTION

Depuis 1999, le virus du Nil occidental (VNO) représente un problème de santé publique avec lequel les autorités sanitaires nord-américaines doivent composer. En l'absence d'un vaccin pouvant prémunir la population des symptômes du VNO, un ensemble de mesures préventives sont envisageables pour limiter le risque de transmission de la maladie. Le *Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO* (MSSS, 2005) présente les mesures mises de l'avant au Québec par le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS).

Parmi les mesures ou les interventions du Plan, certaines nécessitent des déboursés du MSSS plus importants que d'autres. Même s'il n'est pas connu, on reconnaît que ces interventions ont un impact différent sur les risques de maladie. Conjointement, il est admis que ces interventions peuvent avoir des effets indésirables plus ou moins importants sur l'environnement et sur la santé. Il est donc difficile de déterminer, dans un contexte donné, quelle intervention est la plus appropriée. L'évaluation économique est un outil aidant à porter un jugement sur la pertinence des interventions en se basant sur des critères économiques.

La présente analyse coût-bénéfice est donc réalisée dans le cadre de l'étude d'impact stratégique du *Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO* dont le mandat a été confié par le MSSS à l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). L'analyse coût-bénéfice constitue un type d'évaluation économique dans lequel l'ensemble des coûts et des bénéfices sont mesurés en terme monétaire<sup>1</sup> (Drummond *et al.*, 1997). Cette analyse coût-bénéfice propose une approche structurée de comparaison des options possibles en vertu du *Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO* sur la base de leurs coûts comme de leurs conséquences.

Cette analyse a pour objectifs :

- d'évaluer le coût et le bénéfice, pour la société, d'interventions envisagées dans le *Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO*;
- d'évaluer le rapport coût-bénéfice d'interventions prévues au *Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO*.

Dans la première partie du document, la méthodologie sur laquelle s'appuie l'analyse est décrite brièvement. Ensuite sont présentés les scénarios qui feront l'objet de simulations. L'estimation du coût des interventions qui sont évaluées, de même que leur bénéfice est exposée dans les deux sections suivantes. Les dernières sections présentent l'analyse des résultats et les recommandations proposées.

---

<sup>1</sup> Peu d'analyses de ce type sont réalisées car elles nécessitent que la valeur d'une vie humaine soit spécifiée. Cette démarche est délicate et éthiquement contestée.



## 2 MÉTHODOLOGIE

Évaluer l'impact du VNO pour la société représente une tâche difficile, car une foule de variables entre en ligne de compte. De nombreuses informations sont requises, alors que les données disponibles sont limitées.

La modélisation est une solution technique régulièrement employée lorsque ce genre de situation se présente. La modélisation consiste à formaliser les relations décrivant les effets d'interventions pour se donner un cadre flexible et adapté. Les données manquantes ou incomplètes sont ensuite remplacées par des hypothèses ou des avis d'experts. L'impact des ces données plus fragiles sur les résultats est ensuite testé par des analyses de sensibilité. La philosophie de cette approche est de faire au mieux avec les données disponibles (Drummond *et al.*, 1997). Les articles de De Wals *et al.* (2003) et Meltzer (1999) dans le domaine de la vaccination ont inspiré cette étude.

Le *Plan d'intervention* prévoit un ensemble d'interventions modulées en fonction des niveaux de risque établis par les activités de surveillance. Pour tenir compte dans l'analyse coût-bénéfice de cet aspect de contingence du Plan, l'évaluation des interventions est faite pour différentes situations représentées par des niveaux de risque d'infection distincts. À l'aide du modèle, des scénarios représentant les différentes situations sont simulés.

### 2.1 LE MODÈLE

Une composante importante du modèle consiste en un arbre d'évolution du VNO (figure 2.1). Cet arbre est un modèle représentant comment le VNO se propage dans la population : ses principales manifestations et ce qu'elles impliquent pour la population touchée, en terme d'état de santé et d'utilisation de services sociosanitaires.

Le VNO étant un phénomène relativement récent au Québec, les données québécoises sur le VNO sont insuffisantes pour construire un tel modèle. Celui-ci est donc principalement basé sur des informations provenant de la littérature récente sur le VNO.

### 2.2 PRINCIPAUX PARAMÈTRES DU MODÈLE

- *Nombre de cas de VNO*

Le nombre de cas de VNO représente la quantité de nouveaux cas pendant une période d'un an. Un nouveau cas de VNO est défini ici comme étant toute personne nouvellement infectée par le VNO, qu'elle développe des symptômes ou non. Selon des études de séroprévalence récentes (Koné *et al.*, 2005), une personne sur cinq (20 %) développe des symptômes associés au VNO.

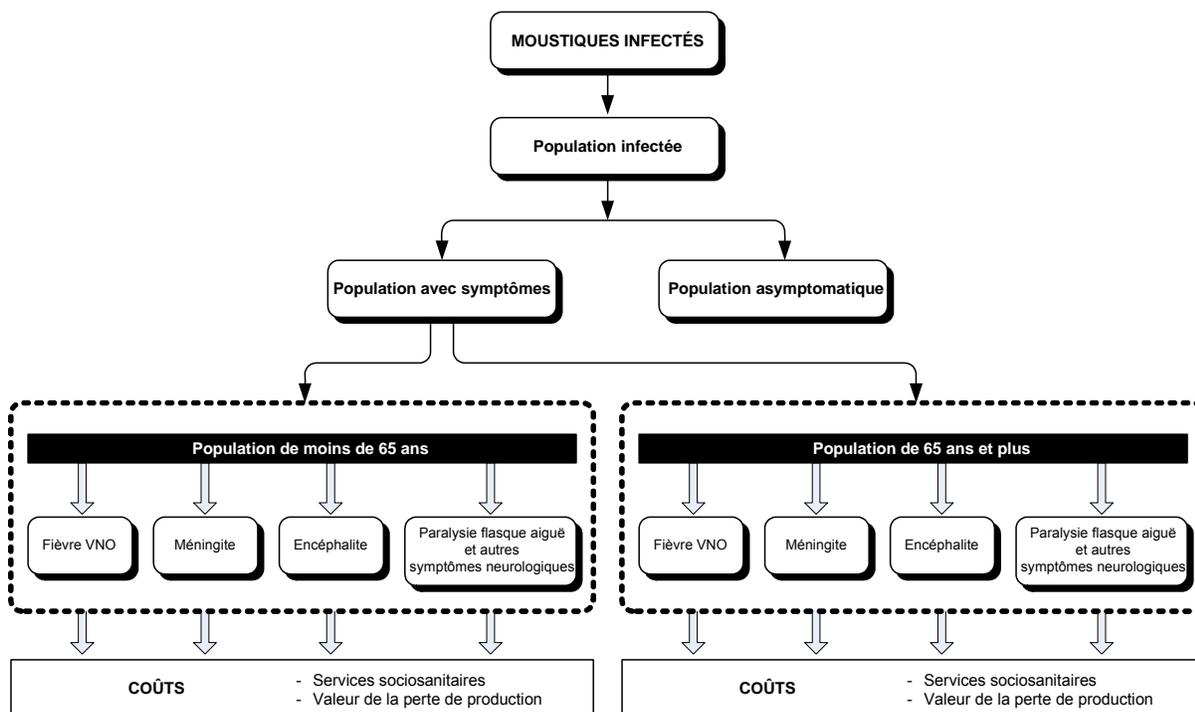


Figure 2.1 Schéma de l'arbre d'évolution du VNO

- Répartition selon l'âge et le type de symptômes

Les études épidémiologiques sur le VNO (Koné *et al.*, 2005, Sejvar *et al.*, 2003, Chowers *et al.*, 2001, Weiss *et al.*, 2001), indiquent que le type de symptômes et leur sévérité varient en fonction de l'âge des personnes atteintes. Par contre, le sexe des individus n'est pas un facteur ayant un rôle significatif sur le risque d'infection ou la sévérité des symptômes.

Cette distinction des cas est importante pour évaluer le coût associé au VNO. Le modèle tient compte de deux groupes d'âge : les moins de 65 ans et les 65 ans et plus. Les cas sont regroupés selon quatre catégories de symptômes, soit la fièvre du Nil occidental, la méningite, l'encéphalite ainsi que la paralysie flasque aiguë et autres symptômes neurologiques. Ces regroupements sont basés sur la classification utilisée par le *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC, 2005). Consulter l'annexe A pour la définition clinique des cas de chaque groupe.

- *Trajectoires et utilisation de services de santé*

À la suite d'une infection par le VNO, le modèle suppose trois conséquences possibles pour les personnes qui ressentent les symptômes :

- ne pas *avoir* recours à des services de santé;
- se *rendre* dans une clinique, un CSLC ou à l'urgence pour consulter un médecin;
- être admises dans un établissement de soins actifs de courte durée (CH).

Pour certains cas plus sévères, principalement ceux avec atteinte neurologique, des soins de réadaptation sont nécessaires pour aider les personnes à recouvrer certaines de leurs facultés physiques et motrices. Parmi ces cas, ceux les moins sérieux vont obtenir des services sur une base ambulatoire ou communautaire, tandis que les autres feront l'objet de soins continus dans un établissement de réadaptation.

- *Incapacité ou invalidité*

Une partie des personnes développant des symptômes du VNO doivent limiter leurs activités courantes. La durée de cette incapacité ou de cette invalidité dépend encore une fois de la sévérité des symptômes les affectant.

- *Décès*

Parmi les cas de VNO les plus sérieux, certains sont fatals pour les individus. La probabilité de décès est liée à l'âge de la personne affectée et au type de symptômes présents.

## **2.3 COÛTS ASSOCIÉS À LA MALADIE**

- *Coût lié à l'utilisation de services*

Le coût d'utilisation des services sociosanitaires est évalué sur la base du coût unitaire ou moyen des services. Ce dernier est estimé pour chaque groupe d'âge et catégorie de symptômes.

- *Coût lié à l'incapacité*

L'incapacité suppose une période de temps d'une durée plus ou moins longue où une personne affectée par le VNO ne peut réaliser ses activités courantes. Deux types d'incapacité sont définis dans le modèle, l'incapacité de court terme et celle de long terme. L'incapacité de court terme est définie comme étant celle dont la durée n'excède pas 60 jours. Le coût associé à l'incapacité de court terme résulte exclusivement de la perte de revenu des personnes occupant un emploi qui doivent s'absenter du travail. L'incapacité de long terme représente l'incapacité dont la durée excède un mois. En plus

de la rémunération perdue, le coût de l'incapacité de long terme inclut la valeur du travail non rémunéré que la personne ne peut réaliser<sup>2</sup>.

- *Coût associé à la mortalité*

Pour le calcul du coût associé à la mortalité, la même logique que celle pour le coût associé à l'incapacité de long terme est appliquée. Il est calculé comme s'il s'agissait d'une absence définitive du travail. Cette approche correspond à la méthode du capital humain employée notamment par Zohrabian *et al.* (2004) et l'Agence de Santé publique du Canada (2004). Toutefois, cette façon d'allouer une valeur à la vie humaine ne fait pas l'unanimité. Elle est contestée sur le plan méthodologique ainsi que sur plan éthique dans le milieu de l'évaluation économique.

---

<sup>2</sup> La logique voulant inclure cette composante est que ces activités devront être réalisées par d'autres personnes qui, autrement, auraient pu obtenir un revenu en allouant leur temps sur le marché du travail.

### 3 FORMULATION DES SCÉNARIOS SIMULÉS

Le *Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO* prévoit des interventions modulées en fonction des risques. Toutefois, il n'est pas possible de tenir compte de l'ensemble des éventualités pouvant exister dans une seule analyse. La formulation de scénarios caractérisant des situations épidémiologiques auxquelles nous pouvons être confrontés permet de préciser suffisamment d'éléments de contexte pour mener une analyse coût-bénéfice.

Deux scénarios ont été retenus pour cette analyse, l'un supposant des risques d'infection relativement bas, et l'autre où les risques d'infection sont élevés. Le premier décrit une situation qui ressemble à celle ayant prévalu au cours des dernières années au Québec et le second une situation qui serait considérée comme épidémique.

Pour comparer les résultats de l'analyse coût-bénéfice de ces deux scénarios, ils doivent caractériser la situation prévalant sur le même territoire. Le territoire choisi est la région métropolitaine de recensement (RMR) de Montréal. Ce territoire englobe l'ensemble des régions administratives de Montréal et Laval, ainsi qu'une partie des régions administratives de la Montérégie, Lanaudière et des Laurentides. La très grande majorité des cas de VNO recensés depuis 2002 l'ont été dans ces régions.

#### 3.1 SITUATION « COURANTE »

La situation « courante » est caractérisée sur le plan épidémiologique par la détection sur le territoire de la RMR de Montréal, au cours d'une période d'un an, de 10 cas de VNO avec symptômes neurologiques<sup>3</sup>. Le nombre total de cas de VNO recensés au Québec depuis 2002 a varié entre 3 cas (2004) et 20 cas (2002). La majorité de ceux-ci étaient concentrés dans le sud-ouest du Québec et étaient caractérisés par des symptômes neurologiques.

#### 3.2 SITUATION ÉPIDÉMIQUE

La situation épidémique consiste en une flambée de VNO sur le territoire de la RMR de Montréal menant à l'apparition de 343 cas de VNO avec atteinte neurologique. Ce nombre correspond à ce qui est obtenu en transposant à la RMR de Montréal un taux d'infection comparable à celui constaté dans de grandes agglomérations américaines ayant connu un épisode de VNO avec de nombreux cas humains (Annexe B). L'arbre d'évolution de la maladie (chapitre 2) a été utilisé pour calculer le nombre de cas avec atteinte neurologique et le nombre de décès (35) de personnes affectées qui surviendraient.

---

<sup>3</sup> Méningite, encéphalite, méningo-encéphalite et paralysie flasque aiguë principalement.

### 3.3 INTERVENTIONS ÉVALUÉES

- « *Ne rien faire* » (*aucune intervention*)

Aucune mesure ou intervention spécifique n'est instaurée par le MSSS pour contrer la propagation du VNO. Cette option représente la base à partir de laquelle le bénéfice des interventions est calculé. Le nombre de cas d'infection qui sont évités est déterminé en comparant à la situation sans intervention.

- *Prévention*

Cette intervention est telle que définie dans le *Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le VNO* de 2005 (MSSS, 2005). Des campagnes d'information et de sensibilisation sont menées auprès de la population pour favoriser des comportements réduisant les risques d'infection et des applications préventives de larvicides sont effectuées dans les secteurs plus problématiques. Pour en connaître davantage sur l'application préventive de larvicides, le lecteur est prié de consulter le rapport sectoriel 4 de l'étude d'impact stratégique du *Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique pour contrer le VNO* (Chénard et Pagé, 2005).

Les interventions préventives sont orientées par la réalisation au préalable d'activités de surveillance du VNO afin de déterminer quand, où et comment intervenir. Le programme de surveillance comporte trois volets; la surveillance des cas humains, la surveillance animale et la surveillance des moustiques.

- *Applications aériennes d'adulticides et mesures de contrôle par application de larvicides*

Cette intervention est formée de deux composantes. D'abord, pour l'ensemble de la RMR de Montréal, des traitements de contrôle sont effectués localement où il existe des foyers actifs de transmission du VNO.

Pour la partie de la RMR de Montréal ayant la plus forte densité de population (l'île de Montréal), des traitements répétés (jusqu'à sept) d'adulticides appliqués par voie aérienne qui sont échelonnés sur une courte période de temps (1 mois) sont effectués afin de réduire rapidement et significativement les populations de moustiques adultes susceptibles de propager le VNO. Tel que spécifié dans le rapport sectoriel 4 (Chénard et Pagé, 2005), la population de la zone traitée sera informée des précautions à prendre pour éviter les effets nocifs du produit. Tout comme pour la prévention, la réalisation de cette intervention suppose la réalisation au préalable d'activités de surveillance.

## 4 COÛT DES INTERVENTIONS

La perspective sociétale adoptée signifie que l'on tient compte, dans la mesure du possible, de l'ensemble des coûts et bénéfices des interventions évaluées, qu'ils soient assumés par le MSSS, d'autres organismes publics ou par des entités privées (individus et entreprises).

Les interventions considérées font toutes partie de la stratégie globale pour contrer les risques d'infection par le VNO. L'élaboration et la conduite du Plan d'intervention requièrent des activités de planification, de coordination et de surveillance. Le coût associé à ces activités ne peut être attribué à une intervention particulière. Il s'agit, pour ainsi dire, d'un coût quasi fixe, car il varie peu ou pas en fonction de l'ampleur de la problématique du VNO et des interventions réalisées. Ce coût est donc supposé le même pour toutes les interventions<sup>4</sup>.

### 4.1 COÛT ASSOCIÉ À LA PRÉVENTION

Tel que discuté précédemment, une stratégie basée sur la prévention comprend des mesures visant l'information du public, de même que l'application préventive de larvicides. Le coût de la composante information dépend de l'étendue de la population visée, des médias utilisés et de l'intensité des activités d'information. Le coût de l'application de larvicides, quant à lui, est fonction de la superficie traitée, du nombre de traitements effectués et du prix du produit utilisé.

L'estimation du coût de la prévention est basée sur les données relatives au Plan d'intervention de 2004. Cela sous-entend que la situation « courante » définie est suffisamment comparable à celle de 2004 pour mener à des interventions d'une même ampleur<sup>5</sup>. Seules les interventions ayant touché le territoire de la RMR de Montréal ont été considérées. Au cours de l'année 2004, le MSSS a eu recours à des mesures préventives exclusivement. Les dépenses du MSSS consacrées à des activités de prévention visant la RMR de Montréal ont été chiffrées à 6,4 M\$. (tableau 4.1). L'ensemble des dépenses pour le Plan d'intervention de 2004 étaient de 8,4 M\$<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Lorsque des interventions sont comparées, ce coût s'annule et n'a pas d'impact sur les résultats. Par contre, si l'une des interventions comparées est « l'absence d'intervention » ou « ne rien faire », cela affecte les résultats.

<sup>5</sup> Dans les faits, il y a eu moins de 10 cas de VNO en 2004. Par contre, les applications préventives de larvicides, qui représentent une part importante de la prévention, sont réalisées en fonction de l'activité virale de l'année précédente (2003), pour laquelle le nombre de cas était de 17.

<sup>6</sup> Ne comprend pas le salaire des employés du MSSS et des Directions de santé publique affectés au Plan d'intervention VNO.

**Tableau 4.1 Coût de la prévention**

Activité	Coût
• Administration et évaluation*	533 955 \$
• Surveillance	1 093 216 \$
• Information et sensibilisation	495 000 \$
• Application préventive de larvicides	4 287 000 \$
<b>Total</b>	<b>6 409 171 \$</b>

\* : Comprend le salaire d'employés du MSSS et de DSP qui consacrent une partie de leur temps au VNO.

Source : MSSS

## 4.2 COÛT DE L'APPLICATION AÉRIENNE D'ADULTICIDES COMBINÉ À DES MESURES DE CONTRÔLE PAR APPLICATION DE LARVICIDES

### • Application aérienne d'adulticides

L'utilisation d'adulticides n'est prévue que lorsque le niveau de risque d'infection est à son plus élevé. Elle est donc évaluée que dans le cas du scénario épidémique. Elle représente une mesure d'urgence requérant l'intervention rapide qui ne peut être réalisée que par voie aérienne.

Le coût de l'application aérienne d'adulticides est fonction de la superficie traitée, du nombre de traitements effectués et du prix du produit utilisé. Pour le scénario envisagé, la zone à traiter correspond à l'île de Montréal. Le coût total est estimé à partir d'une évaluation faite par la Société de protection des forêts contre les insectes et maladies (SOPFIM) (Chénard et Pagé, 2005). Ce coût suppose sept applications de malathion sur une période d'un mois, ainsi que les suivis entomologiques et environnementaux pour vérifier l'efficacité du traitement et leurs impacts sur l'environnement. Le coût de cette intervention comprend également les frais liés à l'information de la population de la zone visée pour l'exécution de traitements aériens d'adulticides. Le coût estimé de cette intervention est de 8,9 M\$ (tableau 4.2).

**Tableau 4.2 Coût de l'application aérienne d'adulticides combinée aux mesures de contrôle par applications de larvicides**

Activité	Coût
• Administration et évaluation	583 955 \$
• Surveillance	1 093 216 \$
• Information et sensibilisation	495 000 \$
• Application aérienne d'adulticides	2 425 892 \$
• Application de contrôle de larvicides	4 287 000 \$
<b>Total</b>	<b>8 885 063 \$</b>

\* : Comprend le salaire d'employés du MSSS et de DSP qui consacrent une partie de leur temps au VNO.

Source : MSSS

- *Contrôle par applications de larvicides*

Tel que discuté à la section 4.1, le coût de l'application de larvicides est fonction de la superficie traitée, du nombre de traitements effectués et du prix du produit utilisé. L'estimation du coût de la prévention est basée sur les données relatives au Plan d'intervention de 2004. Il est supposé que les traitements sont effectués dans les mêmes localités qu'en 2004.

### 4.3 COÛT LIÉ AUX EFFETS INDÉSIRABLES

Parmi les interventions prévues dans le Plan, certaines peuvent avoir des effets indésirables. L'utilisation d'insecticides, notamment, peut présenter un danger pour l'environnement et la population. Ces effets indésirables impliquent, à l'occasion, un coût pour la société.

Dans le cadre de l'étude d'impact stratégique du Plan d'intervention, l'évaluation des impacts sur l'environnement de l'utilisation d'insecticides à des fins de prévention et de contrôle du VNO a été réalisée par le Groupe-conseil Roche (Belles-Isles *et al.*, 2005). Selon les auteurs, les larvicides ont peu d'impact sur l'environnement et présentent un faible risque. Par contre, les adulticides ont des impacts significatifs sur l'environnement, en particulier s'ils sont appliqués par voie aérienne et qu'il s'agisse de malathion. Les pulvérisations aériennes d'adulticides sur les écosystèmes ont des conséquences importantes pour les entreprises des secteurs de l'agriculture biologique, de la pisciculture et de l'apiculture dans les zones touchées. Les pertes économiques de ces entreprises représentent, au minimum, l'équivalent de leur production annuelle.

Selon l'étude de Roche (Belles-Isles *et al.*, 2005), on retrouve sur l'île de Montréal un nombre restreint de ces entreprises. Les données du MAPAQ indiquent qu'il y a 19 exploitations d'agriculture biologique et une d'apiculture sur l'île de Montréal. Ces entreprises ont une production annuelle dont la valeur atteint un peu plus de trois cent mille dollars (tableau 4.3). Cette estimation représente un minimum, car certaines entreprises pourraient perdre leur production pour plus d'une année. Les agriculteurs biologiques, notamment, perdront pour trois ans leur certification biologique dans le cas où leurs terres sont touchées.

**Tableau 4.3 Coût associé aux effets indésirables – impact de l'application aérienne d'adulticides sur le territoire de l'Île de Montréal**

Secteur	Coût annuel
• Agriculture biologique	289 524 \$
• Apiculture	50 000 \$
<b>Total</b>	<b>339 524 \$</b>

Source : Belles-Isles *et al.* (2005)

Les effets indésirables des adulticides touchent également la santé humaine. Selon Valcke *et al.* (2005), les adulticides, en particulier le malathion, représentent un risque non négligeable pour la population exposée, surtout les enfants. L'intoxication possible de personnes suite aux pulvérisations implique un coût pour la société. Toutefois, l'étude sur les risques toxicologiques ne permet pas d'estimer un nombre de cas d'intoxication et de prévoir la sévérité des symptômes qu'ils génèrent. Étant donné le moment de la journée où sont appliqués les adulticides et la sensibilisation, au préalable, de la population des secteurs touchés, il est supposé qu'aucun cas d'intoxication sérieux n'a lieu et, par conséquent, que le coût pour la société est négligeable.

## **5 BÉNÉFICE DES INTERVENTIONS POUR CONTRER LE VIRUS DU NIL OCCIDENTAL**

### **5.1 RÉDUCTION DU NOMBRE DE CAS D'INFECTION PAR LE VNO**

Les avantages associés aux interventions du Plan résultent de la réduction des risques d'infection par le VNO qu'elles permettent. En diminuant les risques d'infection, le nombre de personnes infectées diminue, évitant ainsi le recours à des services de santé, le décès de certains individus et le développement d'incapacités chez d'autres. La perspective sociétale adoptée signifie que l'on tient compte des coûts privés associés aux problèmes de santé causés par le VNO. Ces coûts sont constitués principalement de la perte de revenus des individus en raison de leur absence au travail, ainsi que le coût des services de santé non assurés auxquels ils ont recours.

Pour évaluer ces bénéfices, il faut connaître l'efficacité qu'ont les mesures d'intervention en termes de cas d'infection au VNO et de problèmes de santé résultants qu'elles permettent d'éviter. Il existe de nombreux facteurs pouvant influencer le nombre de cas d'infection au VNO dans une population donnée sur une période donnée : le nombre d'insectes porteurs du VNO sur un territoire donné, la densité de population qui occupe le même territoire, sa séroprévalence, ses habitudes de vie. Pour cette analyse, nous ne pouvons compter sur une mesure de l'efficacité permettant de faire le lien entre les mesures du Plan et la réduction du nombre de cas d'infection au VNO comme pour certains vaccins, par exemple.

En l'absence de données sur l'efficacité, différentes valeurs sont utilisées pour effectuer des simulations à l'aide du modèle. Les résultats de ces simulations permettent de situer le niveau d'efficacité qu'il faut pour que le bénéfice des interventions compense pour leur coût.

### **5.2 MAINTIEN DES ACTIVITÉS RÉCRÉO-TOURISTIQUES**

En cas d'épidémie du VNO, s'il n'y a aucune intervention visant à réduire rapidement la quantité de moustiques et les risques d'infection, le tourisme et les activités récréatives extérieures peuvent en ressentir les effets. Toutefois, étant donné la nature saisonnière et localisée du problème, plusieurs activités pourront être reportées ou déplacées. Contrairement à la situation de Toronto, lors de l'épidémie du syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS), il est peu probable qu'une épidémie du VNO à Montréal fasse l'objet d'un avertissement aux voyageurs par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS). Dans ce cas, l'activité touristique attribuable aux touristes étrangers est moins susceptible d'être affectée. Considérant l'impact limité du VNO sur ces activités, l'analyse n'en tient pas compte.



## 6 SIMULATION DES SCÉNARIOS ET ÉVALUATION DES INTERVENTIONS

Deux interventions sont évaluées dans le scénario situation « courante » (figure 6.1) : l'option A « ne rien faire » ou aucune intervention et l'option B, la prévention (se référer à la section 3.2 pour la description de ces interventions). Pour le second scénario qui caractérise une situation qualifiée d'épidémique, trois interventions sont évaluées, soit l'option A « ne rien faire », l'option B, la prévention et l'option C, l'application aérienne d'adulticides combinée à des applications de contrôle de larvicides.

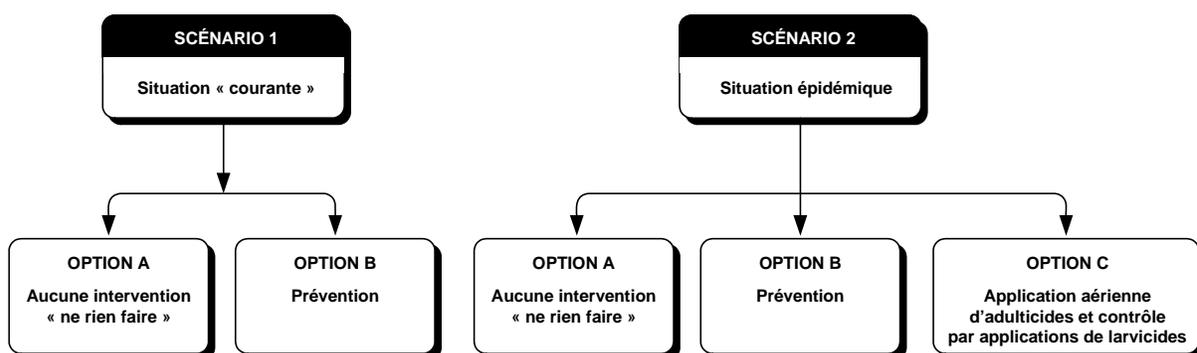


Figure 6.1 Scénarios et interventions évalués

### 6.1 RÉSULTATS ET ANALYSE

Puisqu'il n'existe pas de mesure d'efficacité établie pour les interventions évaluées, les résultats sont présentés en fonction du niveau d'efficacité. Ce dernier est exprimé comme un pourcentage de réduction des cas de VNO. Cela permet d'apprécier la sensibilité des résultats au niveau de l'efficacité. Dans certains cas les constats varient, alors que dans d'autres, ils demeurent invariables.

L'annexe C présente le modèle de calcul du fardeau de la maladie en situation épidémique et l'annexe D décrit les principales hypothèses émises pour l'élaboration de ce modèle.

### 6.1.1 Scénario 1 : Situation « courante »

- Option A : « ne rien faire »

L'option « ne rien faire » n'implique aucun coût directement. Toutefois, les infections par le VNO qui en résultent ont un coût pour la société. Ainsi que discuté à la section 3.1, la situation « courante » est caractérisée par la détection de 10 cas de VNO sur le territoire de la RMR de Montréal. Le tableau 6.1 présente la répartition des cas par groupe d'âge ainsi que le coût pour la société tel que calculé à l'aide de l'arbre d'évolution de la maladie abordé à la section 2.1. Le coût total pour la société est estimé à 377 537 \$.

**Tableau 6.1 Impacts pour la population du scénario situation « courante » (sans intervention)**

	Population de moins de 65 ans	Population de 65 ans et plus	Total	Pourcentage ou dollars par cas de VNO
Nombre de cas de VNO <sup>1</sup>	17	8	25	-
Nombre d'hospitalisations	9	6	15	62,0 % <sup>2</sup>
Nombre de décès	0	1	1	4,2 % <sup>2</sup>
Coût direct	64 460 \$	56 699\$	121 159 \$	4 945 \$ <sup>3</sup>
Coût indirect	168 578 \$	87 799 \$	256 378 \$	10 464 \$ <sup>3</sup>
<b>Total</b>	<b>233 038 \$</b>	<b>144 499 \$</b>	<b>377 537 \$</b>	<b>15 410 \$<sup>3</sup></b>

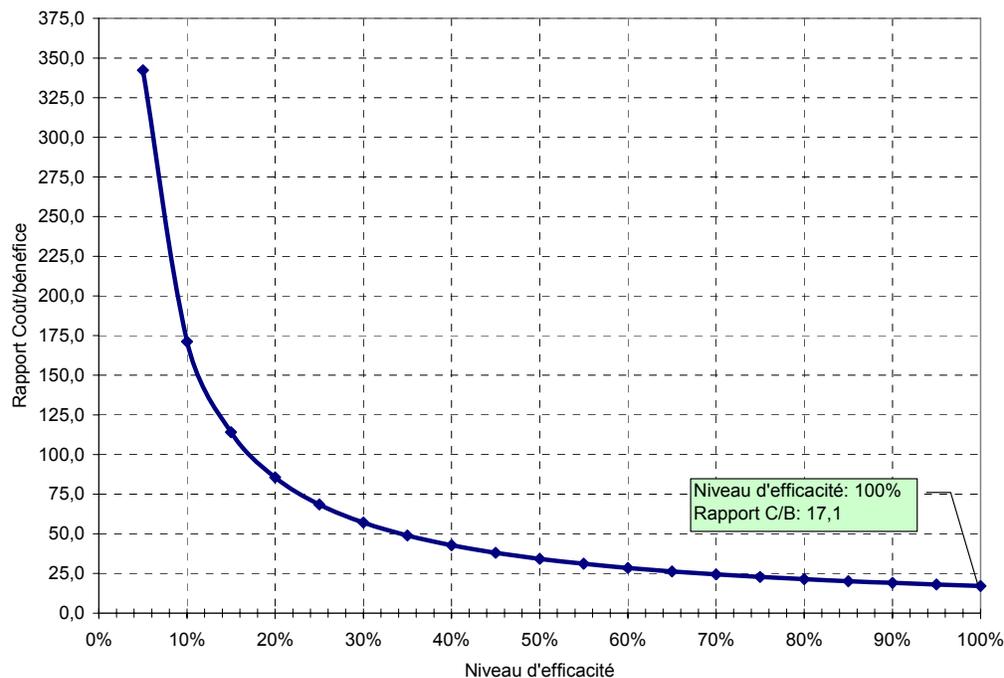
<sup>1</sup> Incluant les cas de fièvre du VNO.

<sup>2</sup> En pourcentage du nombre de cas de VNO.

<sup>3</sup> Coût par cas de VNO.

- *Option B : la prévention*

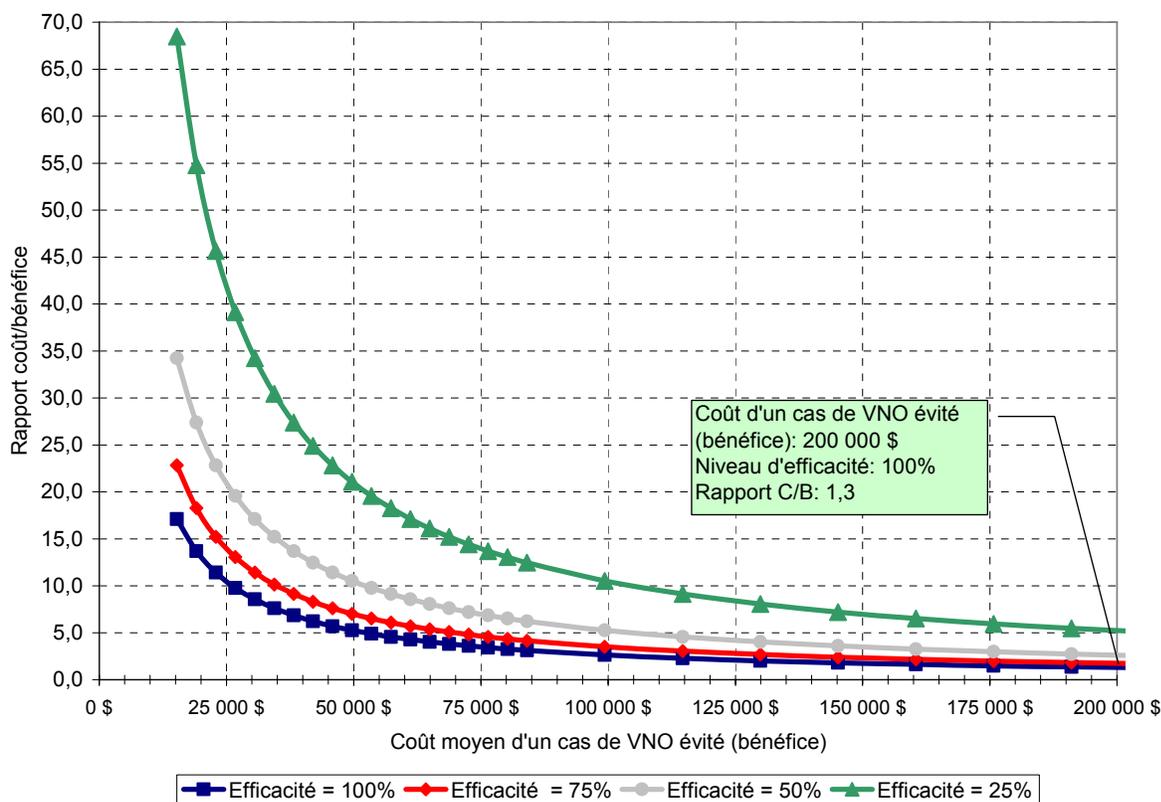
L'option prévention se traduit par un coût de 6,4 M\$ (tableau 4.1). On constate immédiatement que, même si la prévention permettait d'éviter tous les cas de VNO, le bénéfice pour la société qui en résulte est inférieur au coût des ressources employées pour réaliser l'intervention. Ce constat est visible dans la figure 6.2 qui illustre, pour l'intervention prévention, la relation entre niveau d'efficacité, exprimé en pourcentage de réduction des cas de VNO, et le rapport coût-bénéfice. À un niveau d'efficacité de 100 %, le coût de l'intervention représente toujours plus de 10 fois le bénéfice.



**Figure 6.2 Scénario 1, relation entre le niveau de d'efficacité et le rapport coût-bénéfice**

Dans cette analyse, la valeur estimée du coût pour la société qui est associé au VNO peut être jugée conservatrice car les hypothèses retenues dans l'élaboration du modèle d'estimation tendent, généralement, à limiter l'impact du VNO sur le coût.

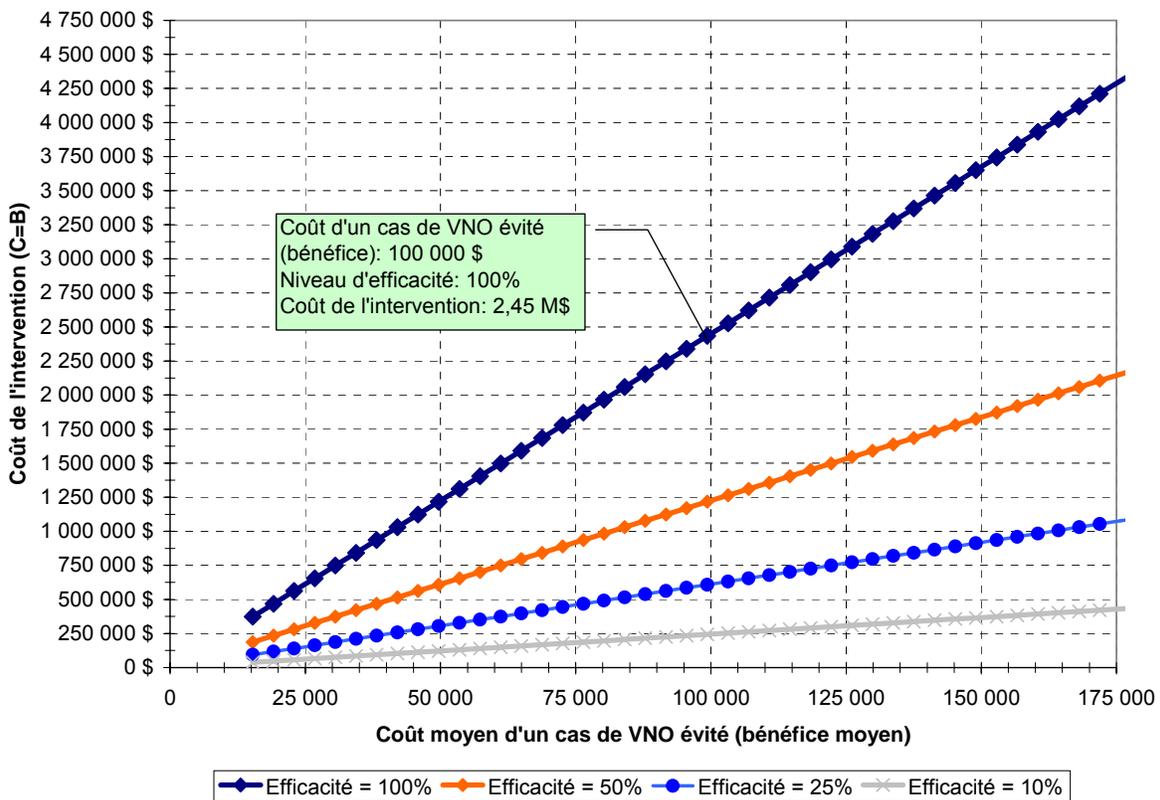
La sensibilité des résultats à la valeur du coût pour la société est examinée dans la figure 6.3. Si le coût d'un cas évité (bénéfice) atteignait 100 000 \$, au lieu du 15 410 \$ estimé, le coût de l'intervention prévention demeure toujours supérieur aux bénéfices pour chacun des niveaux d'efficacité tracés. Même si le coût était de 200 000 \$ et le niveau d'efficacité très grand (100 %), le bénéfice ne représente pas la moitié du coût de l'intervention (rapport coût-bénéfice > 2, courbe efficacité = 100 %).



Le coût moyen d'un cas de VNO est estimé à 15 410 \$ (premier point à gauche des courbes tracées)

**Figure 6.3 Scénario 1, relation entre le coût moyen d'un cas de VNO (bénéfice) et le rapport coût-bénéfice**

La figure 6.4 situe le niveau d'intervention (en terme monétaire) compatible avec différentes valeurs du coût d'un cas de VNO (bénéfice) et de niveaux d'efficacité. Le graphique trace, pour des niveaux d'efficacité variables, la relation entre le coût moyen d'un cas de VNO évité et le coût maximum d'une intervention qui serait « rentable », au sens coût = bénéfice. Le premier point à gauche sur chaque courbe représente la situation où le coût moyen d'un cas de VNO évité est tel qu'estimé par le modèle (15 410 \$). Étant donné cette valeur, le coût maximum d'une intervention devrait se situer entre 37 500 \$ et 375 000 \$ dépendant de son niveau d'efficacité. Si le coût moyen d'un cas de VNO était plutôt de 100 000 \$, c'est-à-dire plus de sept fois le niveau estimé, la valeur des ressources consacrées pour contrer la propagation du VNO ne devrait pas dépasser 245 000 \$ si le niveau d'efficacité anticipée se situe à 10 %. Pour un niveau d'efficacité de 100 %, celles-ci pourraient atteindre 2 450 000 \$.



Le coût moyen d'un cas de VNO est estimé à 15 410 \$ (premier point à gauche des courbes tracées)

**Figure 6.4 Scénario 1, relation entre le coût moyen d'un cas de VNO (bénéfice) et le coût de l'intervention, au seuil de « rentabilité »**

## 6.1.2 Scénario 2 : Situation épidémique

- *Option A : « ne rien faire »*

Si aucune intervention n'est réalisée, la situation épidémique mènera à l'apparition, sur le territoire de la RMR de Montréal, de 343 cas de VNO avec atteinte neurologique (voir section 3.1). Le tableau 6.2 résume les principaux impacts d'une épidémie de VNO pour la population de la RMR de Montréal. Le coût total pour la société est estimé à 12 M\$.

**Tableau 6.2 Impacts pour la population du scénario situation épidémique (sans intervention)**

	Population de moins de 65 ans	Population de 65 ans et plus	Total	Nombre ou dollars par cas de VNO
Nombre de cas de VNO <sup>1</sup>	574	267	840	-
Nombre d'hospitalisations	298	223	521	62,0 % <sup>2</sup>
Nombre de décès	7	28	35	4,2 % <sup>2</sup>
Coût direct	2 210 964 \$	1 944 791 \$	4 155 755 \$	4 945 \$ <sup>3</sup>
Coût indirect	5 782 236 \$	3 011 520 \$	8 793 756 \$	10 464 \$ <sup>3</sup>
<b>Total</b>	<b>7 982 471 \$</b>	<b>4 859 932 \$</b>	<b>12 842 403 \$</b>	<b>15 410 \$<sup>3</sup></b>

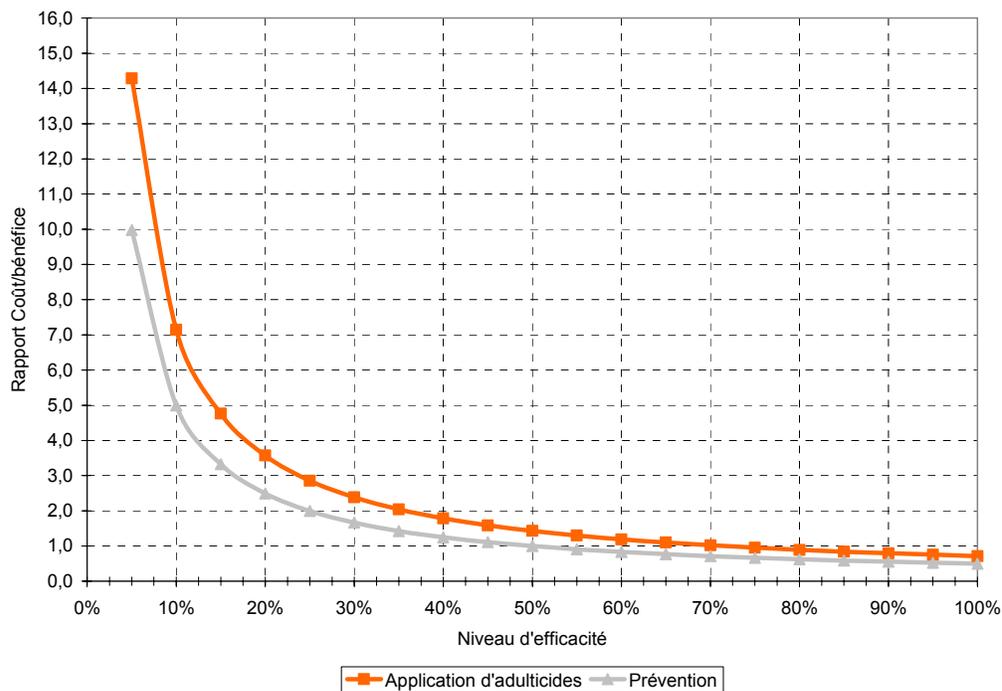
<sup>1</sup> Incluant les cas de fièvre du VNO.

<sup>2</sup> En pourcentage du nombre de cas de VNO.

<sup>3</sup> Coût par cas de VNO.

- *Option B et C : Prévention et pulvérisation aérienne d'adulticides combinée à des mesures de contrôle*

La figure 6.5 présente la relation entre le niveau d'efficacité et le rapport coût-bénéfice pour les interventions prévention et pulvérisation aérienne d'adulticides combinée à des mesures de contrôle par application de larvicides. On constate que le bénéfice pour la société découlant de la prévention est équivalent au coût de cette intervention lorsque son niveau d'efficacité est de 50 %. Pour l'application d'adulticides et mesures de contrôle, le niveau d'efficacité pour obtenir un rapport coût-bénéfice semblable est d'environ 75 %.



**Figure 6.5 Scénario 2, relation entre le niveau d'efficacité et le rapport coût-bénéfice**

L'intervention pulvérisation aérienne d'adulticides et mesures de contrôle ayant un coût nettement supérieur à la prévention et l'application préventive de larvicides, il faut que cette intervention ait un niveau d'efficacité beaucoup plus grand, ou qu'elle dispose d'un avantage quelconque pour la rendre intéressante. Sinon, elle ne représente pas une alternative valable. Cela est d'autant plus vrai que son coût estimé minimise certains effets indésirables que l'option C peut occasionner. Le surplus de coût de 2,5 M\$ de l'option C par rapport à l'option B représente 162 cas de VNO, si le coût d'un cas de VNO est tel que celui estimé par le modèle (15 410 \$).

La figure 6.6 présente, pour différents niveaux d'efficacité, la relation entre le coût moyen d'un cas de VNO (bénéfice) et le coût maximum d'une intervention qui serait « économiquement rentable » (coût = bénéfice). Les lignes horizontales indiquent le coût des interventions évaluées. Si le coût moyen d'un cas de VNO évité est tel que celui estimé par le modèle (15 410 \$), le coût d'une intervention ayant un niveau d'efficacité de 100 % pourrait aller jusqu'à 12 M\$ et le bénéfice demeurerait supérieur à son coût. Similairement, si le niveau d'efficacité n'est que de 10 %, le coût de l'intervention doit être inférieur à 1,2 M\$ pour ne pas excéder le bénéfice.

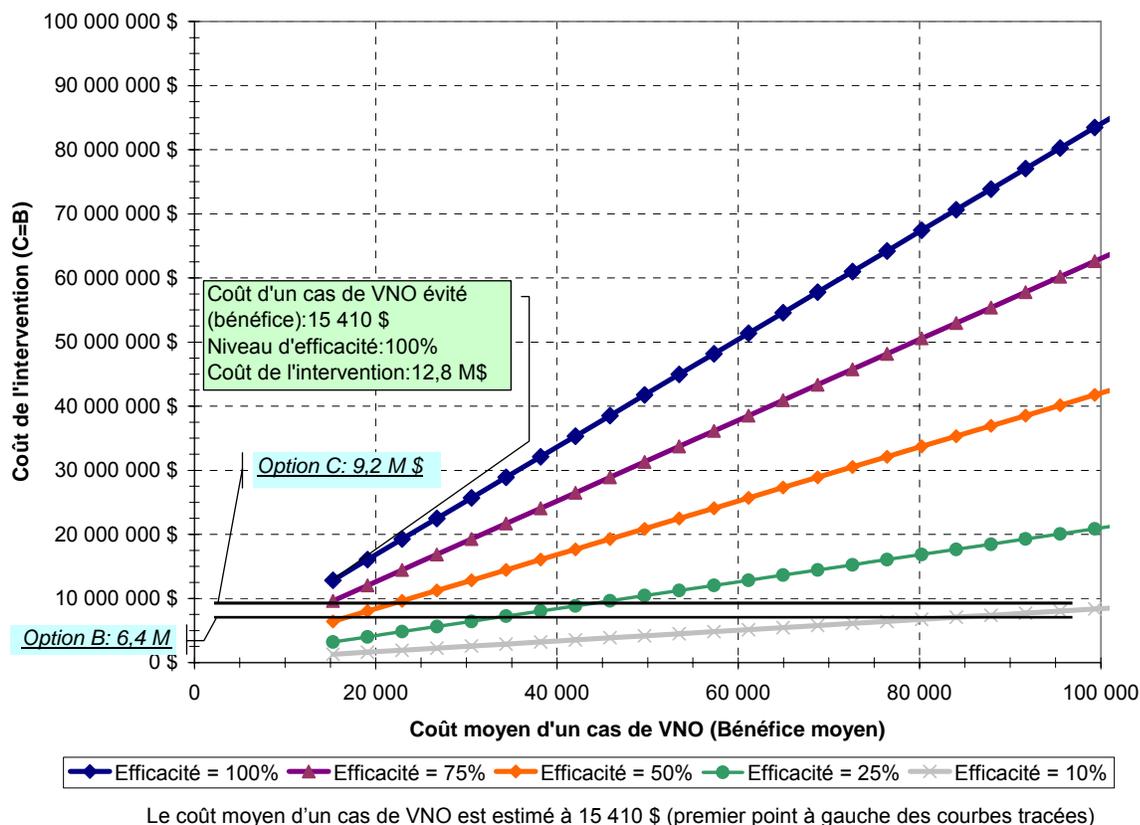


Figure 6.6 Scénario 2, relation entre le coût moyen d'un cas de VNO (bénéfice) et le coût de l'intervention, au seuil de « rentabilité »

## 7 DISCUSSION

### 7.1 PRINCIPAUX CONSTATS

L'analyse coût-bénéfice précédente permet d'établir les constats suivants :

Situation « courante » :

- *Le risque d'infection par le VNO caractérisant le scénario situation « courante » ne supporte pas, d'un point de vue économique, une intervention telle que la prévention et l'application préventive de larvicides dont le coût atteint 6,4 M\$. Même si cette intervention avait un niveau d'efficacité très élevé, le bénéfice pour la société qui en résulte demeurera toujours inférieur à son coût.*

Situation épidémique :

- *L'analyse du scénario épidémique montre que si le niveau d'efficacité des interventions proposées n'atteint pas 50 %, les conséquences du VNO pour la population sont moins importantes (monétairement) que le coût des interventions proposées pour les éviter.*
- *Comparativement à la prévention, le coût de l'application aérienne d'adulticides et mesures de contrôle par larvicides est plus élevé de 2,5 M\$<sup>7</sup>. Cet écart du coût pourrait être compensé par une efficacité supérieure permettant d'éviter 162 cas de VNO de plus que la prévention.*

### 7.2 COMPARAISON AVEC UNE AUTRE INTERVENTION EN SANTÉ PUBLIQUE

En 2004, l'INSPQ a préparé un avis sur la pertinence d'un programme d'immunisation contre les infections pneumococciques chez l'enfant comportant un nombre réduit de doses de vaccin conjugué (Comité sur l'immunisation du Québec, 2004). Cet avis n'est pas une analyse coût-bénéfice car le fardeau de la maladie n'y est pas évalué pour allouer une valeur monétaire aux cas d'infection<sup>8</sup>. Cependant, l'analyse réalisée porte sur les infections pneumococciques sévères qui sont caractérisées par des cas de méningites, notamment<sup>9</sup>.

Selon les différentes stratégies proposées dans l'avis, le coût annuel du programme d'immunisation varie de 11,6 M\$ à 21,8 M\$<sup>10</sup>. Sur une base par cas évité, le coût varie de 75 753 \$ à 149 122 \$. Ces valeurs sont inférieures à celles auxquelles le MSSS doit

---

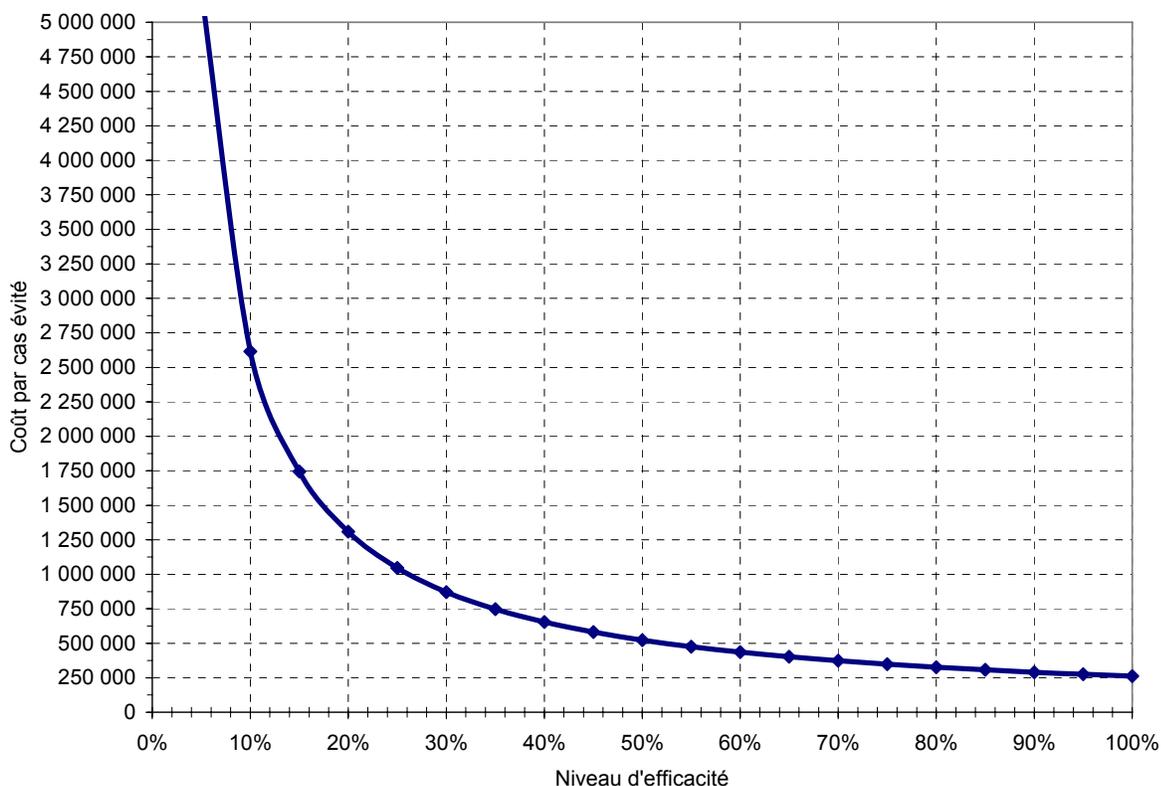
<sup>7</sup> L'écart serait plus grand si le coût de certains effets indésirables de l'application d'adulticides étaient inclus.

<sup>8</sup> Le risque associé aux infections pneumococciques est plus important que celui associé au VNO. Il est estimé qu'en l'absence d'un programme de vaccination, un peu plus de 200 cas d'infections sévères pourraient survenir annuellement au Québec, 2 % de ces cas seraient fatals.

<sup>9</sup> Les principales autres maladies sont les septicémies et les pneumonies accompagnées d'une bactériémie.

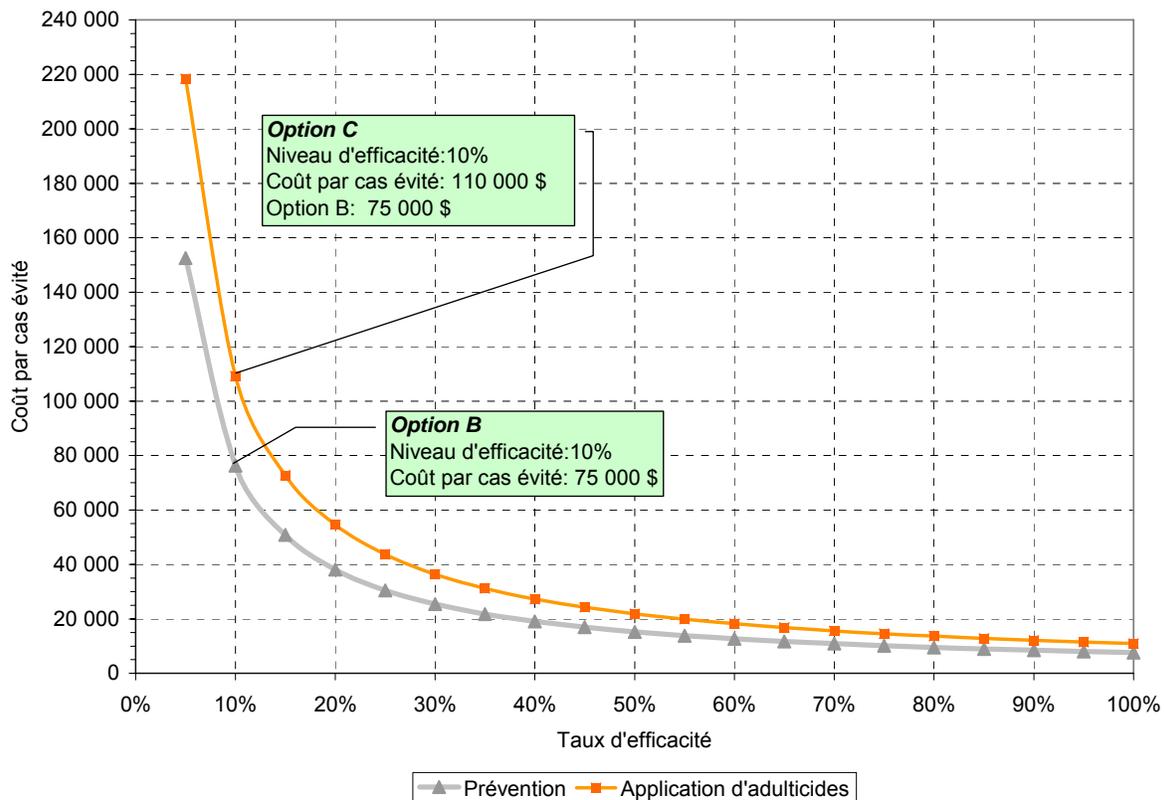
<sup>10</sup> Plus de 98 % du coût est assumé par le MSSS, l'autre partie étant défrayée par la famille du bénéficiaire.

s'attendre en ce qui concerne le VNO, s'il opte pour la prévention et que la situation épidémiologique coïncide avec la situation « courante ». Selon la figure 7.1, quand la situation épidémiologique correspond à la situation « courante », si l'intervention prévention permettait d'éviter la moitié des cas de VNO (niveau d'efficacité de 50 %), chaque cas de VNO évité aura coûté 500 000 \$. Même si cette intervention permettait d'éviter tous les cas de VNO (niveau d'efficacité de 100 %), le coût par cas s'élèverait à 250 000 \$.



**Figure 7.1 Scénario 1, coût de l'intervention prévention par cas de VNO évité selon le niveau d'efficacité**

Lorsque la situation épidémiologique correspond plutôt à la situation épidémique (figure 7.2), si le niveau d'efficacité des interventions proposées pour contrer le VNO est plus grand que 10 %, leur coût par cas évité est inférieur aux valeurs que l'on retrouve dans l'avis cité (Comité sur l'immunisation du Québec, 2004).



**Figure 7.2 Scénario 2, coût des interventions par cas de VNO évité selon le niveau d'efficacité**

Cette comparaison est présentée surtout à titre indicatif, car le fardeau de la maladie associé à un cas de VNO est différent de celui d'un cas d'infection pneumococcique. Les infections pneumococquiques affectent principalement les jeunes enfants alors que le VNO touche surtout les personnes plus âgées. De plus, les séquelles associées à ces maladies ne sont pas tout à fait les mêmes.

### 7.3 INCERTITUDES

L'analyse réalisée jusqu'ici a fait abstraction d'un élément important dont il faut tenir compte dans un contexte de prise de décision : l'incertitude quant à la situation épidémiologique à laquelle le MSSS est confrontée. Étant donné la complexité de la dynamique du VNO et du caractère aléatoire de certains facteurs intervenant, il est impossible pour le MSSS d'anticiper avec certitude l'imminence d'une situation comportant de graves risques d'infection. Dans ce contexte, la stratégie adoptée jusqu'à maintenant a été de privilégier la prévention et le recours systématique à l'application de larvicides à la moindre indication suggérant le développement potentiel de sources d'activité virale, dans l'espérance que cela réduise suffisamment le risque d'infection et évite le développement d'une situation problématique.

L'analyse coût-bénéfice a montré que le recours à l'application préventive de larvicides à grande échelle peut être économiquement « rentable » lorsque la situation épidémiologique est très sérieuse. Cependant, la situation épidémique considérée pour cette analyse représente la pire situation susceptible de se réaliser. Il s'agit d'un cas extrême ayant une très faible probabilité de se produire. Dans ce contexte, l'analyse a montré que l'application préventive de larvicides à grande échelle, telle que réalisée lors des dernières saisons, n'est pas une alternative judicieuse d'un point de vue économique.

Existe-t-il, alors, une option envisageable qui soit économiquement censée<sup>11</sup>? En théorie, une stratégie faisant appel à des traitements de contrôle, avec larvicides et/ou adulticides, que lorsqu'il y a confirmation de l'activité virale, devrait permettre de limiter les applications et donc pourrait représenter une intervention adaptée au niveau de risque. Le problème avec cette stratégie est que même si leur niveau d'efficacité était très élevé, lorsque le niveau de risque est relativement faible, le bénéfice maximum (en terme monétaire) n'est pas suffisant pour compenser le coût des activités d'évaluation, de surveillance et de vigie qui sont requises pour pouvoir procéder à des traitements, sans compter le coût de ses traitements.

Les droites dans la figure 7.3 indiquent, selon la situation épidémiologique qui prévaut, le montant maximum qu'une intervention doit avoir pour que son coût n'excède pas le bénéfice qu'elle procure. Chaque droite représente un niveau d'efficacité différent. On constate que lorsque la situation épidémiologique sous-tend un potentiel de 50 cas de VNO ou moins, toute intervention, peu importe son niveau d'efficacité, ne peut être rentable lorsque son coût dépasse 750 000 \$. Il faut une situation épidémiologique pouvant mener à plus de 200 cas de VNO pour envisager une intervention de 3 M\$ qui soit « rentable », celle-ci doit également avoir un niveau d'efficacité élevé (100 %).

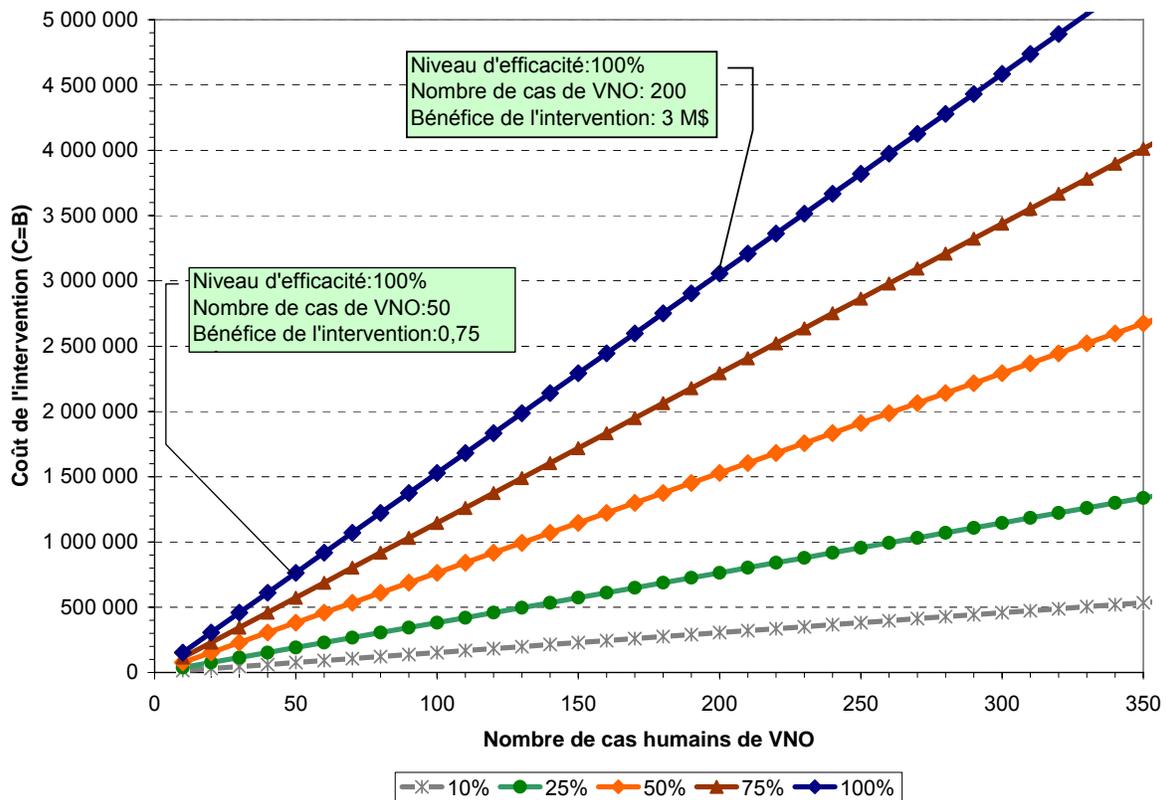
## 7.4 RECOMMANDATIONS

Considérant le faible risque que se déclare une situation épidémique majeure, le MSSS devrait reconsidérer sa stratégie actuelle faisant appel à l'application préventive de larvicides à grande échelle étant donné le coût élevé de cette intervention et son efficacité limitée.

Considérant le niveau de risque qui est anticipé dans les prochaines années, le MSSS aurait intérêt à optimiser ses méthodes d'appréciation du risque. Les activités de surveillance et de vigie requises pour supporter les interventions représentent une part significative du coût. Le MSSS devrait chercher à réduire les ressources consacrées à celles-ci, de manière à ce qu'elles soient davantage proportionnelles avec le risque relatif que représente le VNO. Cependant, cette démarche ne doit pas être faite au simple détriment de la qualité de l'information sur le risque que représente le VNO.

---

<sup>11</sup> Peut-être que l'option « ne rien faire » a du sens économiquement; sur le plan de la santé publique ce n'est pas un choix avisé.



**Figure 7.3** Relation entre le coût de l'intervention, au seuil de « rentabilité » et le nombre de cas humains de VNO, selon le niveau d'efficacité de l'intervention

## 7.5 LIMITES DE L'ÉTUDE

L'analyse réalisée s'appuie sur l'état actuel des connaissances sur le VNO et les données disponibles pour déterminer le coût pour la société attribuable à la présence du VNO dans l'environnement. Le modèle élaboré fait appel à plusieurs hypothèses et constitue une représentation simplifiée de la réalité. Les relations entre les différents paramètres et variables du modèle sont essentiellement linéaires. Des hypothèses simplificatrices sont également considérées dans la formulation des scénarios. Pour ces raisons, les situations représentées peuvent manquer de réalisme à certains égards. Par ailleurs, l'analyse effectuée a un horizon temporel d'une année seulement. Les résultats pourraient donc changer si une période plus longue était examinée, ce qui entraînerait également une multiplicité des stratégies d'intervention possibles.

Même si de nombreuses variables sont susceptibles d'avoir une influence sur les résultats, l'analyse de sensibilité se limite aux variations de deux variables : le niveau d'efficacité de l'intervention et le coût moyen d'un cas de VNO. Ce sont deux variables centrales dans l'analyse, car pour modifier les résultats, les variations des autres paramètres et variables du modèle doivent affecter celles-ci.

## 8 RÉFÉRENCES

- Agence de Santé publique du Canada (2004). *Fardeau économique de la maladie au Canada, 1998*, Ottawa. 92 p.
- Belles-Isles, J.C., Tourangeau, S., Plourde, D., Latouche, L., Baril, J. (2005). *Évaluation des impacts sur l'environnement – Rapport sectoriel 9*. Rapport réalisé dans le cadre de l'Étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental. Rapport préparé par Roche Itée, Groupe-conseil présenté à l'Institut national de santé publique du Québec. 46 p.
- Centers for disease control and prevention (CDC) (2005). *Statistics, Surveillance, and Control - 2005 West Nile Virus Activity in the United States*. Site Internet accessible au ;[http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/surv&controlCaseCount05\\_detailed.htm](http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/surv&controlCaseCount05_detailed.htm) (consulté le 5 décembre 2005).
- Chénard, R., Pagé, S. (2005). *Description du programme de contrôle vectoriel - Rapport sectoriel 4*. Rapport réalisé dans le cadre de l'Étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental. Rapport préparé par la Société de protection des forêts contre les insectes et maladies présenté à l'Institut national de santé publique du Québec. 34 p.
- Chowers, M.Y., Lang, R., Nassar, F., Ben David, D., Giladi, M., Rubinshtein, E., Itzhaki, A., Mishal, J., Siegman-Igra, Y., Kitzes, R., Pick, N., Landau, Z., Wolf, D., Bin, H., Mendelson, E., Pitlik, S.D., Weinberger, M. (2001). Clinical characteristics of the West Nile fever outbreak, Israel, 2000. *Emerg. Infect Dis*, Vol. 7, No. 4, p. 675-678.
- Comité sur l'immunisation du Québec (2004). *Évaluation de la pertinence d'un programme d'immunisation contre les infections pneumococciques chez l'enfant comportant un nombre réduit de doses de vaccin conjugué* - Édition révisée.
- De Wals, P., Petit, G., Erickson, L.J., Guay, M., Tam, T., Law, B., Framarin, A. (2003) Benefits and costs of immunization of children with pneumococcal conjugate vaccine in Canada, *Vaccine*, No. 21 (2003), p. 3757-3764.
- Drummond, M.F., O'Brien, B.J., Stoddart, G.L., Torrance, G.W., (1997). *Méthode d'évaluation économique des programmes de santé*. Edition Economica, Paris.
- Koné, P., Lambert, L., Milord, F. (2005). *Épidémiologie et effets de l'infection par le virus du Nil occidental sur la santé humaine : mise à jour 2004*. Institut national de santé publique du Québec, Montréal, 61 p.
- Meltzer, M., Dennis, D., Orlosk, K. (1999). The Cost effectiveness of Vaccinating against Lyme Disease, *Emerg. Infect. Dis.*, Vol. 5, No. 3, p. 321-328.

- Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) (2005). *Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental 2005*, 17 p.
- Sejvar, J.J., Haddad, M.B., Tierney, B.C., Campbell, G.L., Marfin, A.A., Van Gerpen, J.A., Fleischauer, A., Leis, A.A., Stokic, D.S., Petersen, L.R. (2003). Neurologic manifestations and outcome of West Nile virus infection. *JAMA*, Vol. 290, No. 4, p. 511-515.
- Valcke, M., Gosselin, N.H., Belleville, D., Vézina, A. (2005). *Évaluation du risque toxicologique associé à l'utilisation d'adulticides dans le cadre d'un programme de lutte vectorielle contre la transmission du virus du Nil occidental. Mise à jour de nouvelles données et approche raffinée d'évaluation – Rapport sectoriel 8*. Rapport réalisé dans le cadre de l'étude d'impact stratégique du Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental par l'Institut national de santé publique du Québec, 84 p. et annexes.
- Weiss, D., Carr, D., Kellachan, J., Tan, C., Phillips, M., Bresnitz, E., Layton, M. (2001). Clinical findings of West Nile Virus Infection in Hospitalized Patients, New York and New Jersey, 2000. *Emerg. Infect. Dis.*, Vol. 7, No. 4, July-August, p. 654-658.
- Zohrabian, A., Meltzer, M.I., Ratard, R., Billah, K., Molinari, N.A., Roy, K., Scott, R.D., Petersen, L.R. (2004) West Nile virus economic impact, Louisiana, 2002, *Emerg. Infect. Dis.*, Vol. 10, No. 10, p. 1736-1744.

## **ANNEXE A**

### **DÉFINITION CLINIQUE DES CATÉGORIES DE SYMPTÔMES**



## **Annexe A : Définition clinique des catégories de symptômes**

Source : CDC, 2005.

- *Fièvre du Nil occidental :*

Les cas de fièvre du Nil occidental regroupent ceux qui ne présentent pas d'atteinte neurologique. Les principaux symptômes de la fièvre du Nil occidental sont : la fièvre, les céphalées, la fatigue et la faiblesse musculaire. Occasionnellement, on peut constater le rash, des douleurs à la nuque et l'enflure des ganglions lymphatiques ainsi que de la douleur à l'œil (plus rare).

Les cas caractérisés par l'atteinte neurologique sont groupés en trois catégories selon la partie du système nerveux qui est touchée.

- *Méningite :*

Lorsque les méninges sont touchées.

Les principaux symptômes de la méningite sont la fièvre, les céphalées, les douleurs à la nuque et quelquefois le rash.

- *Encéphalite :*

Lorsque le cerveau est touché. Les méninges et le cerveau étant parfois atteints simultanément, cette catégorie comprend également les cas de méningo-encéphalite.

Les symptômes de l'encéphalite sont généralement caractérisés par la fièvre, les céphalées, un état d'éveil diminué, le changement de l'état mental tel que la confusion ou le délire. Dans certains cas on observe aussi des neuropathies.

- *Paralysie flasque aiguë (PFA) et autres :*

Lorsque la moelle épinière est touchée. Comprend également les troubles moteurs et atteintes ophtalmiques.

Parmi les symptômes observés chez les personnes souffrant de paralysie flasque aiguë et autres, notons la monoparésie et quadriparésie, tremblements, ataxie, myoclonie et parkinsonisme. La paralysie peut parfois se produire en l'absence de fièvre céphalée commune avec l'infection par le VNO. Lors d'atteinte ophtalmique les manifestations suivantes sont possibles : douleurs à l'œil, la photophobie, hypérémie conjonctivale, uvéite, vitrite, chorioretinites et œdème de la papille optique.



## **ANNEXE B**

### **SCÉNARIO HYPOTHÉTIQUE D'UNE ÉCLOSION D'INFECTION AU VIRUS DU NIL OCCIDENTAL DANS LA RÉGION MÉTROPOLITAINE DE MONTRÉAL**



## **Annexe B : Scénario hypothétique d'une éclosion d'infection au virus du Nil occidental dans la région métropolitaine de Montréal**

Par Daniel G. Bolduc  
Unité Santé et environnement  
Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels  
Institut national de santé publique du Québec

### **1 INTRODUCTION**

Le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) a demandé à l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) de réaliser une évaluation environnementale stratégique du *Plan d'intervention gouvernemental de protection de la santé publique contre le virus du Nil occidental (VNO)*. À cette fin, l'INSPQ doit notamment examiner la plausibilité d'une éclosion majeure d'infection au VNO, ainsi que la faisabilité, l'efficacité, les coûts et les impacts sanitaires, sociaux, économiques et environnementaux des différents moyens d'intervention prévus au Plan d'intervention gouvernementale pour prévenir la transmission du VNO et protéger la population du Québec en cas d'épidémie.

Dans ce contexte, et particulièrement dans celui de l'évaluation du fardeau de la maladie reliée au VNO, il est nécessaire de déterminer un scénario épidémique qui pourrait rendre nécessaire l'usage de moyens d'intervention drastiques, comme l'usage d'insecticides chimiques par voie aérienne. Depuis 2002, la surveillance du VNO au Québec n'a permis de détecter une vingtaine de cas durant les années 2002 et 2003, alors que trois cas ont été détectés en 2004 et cinq cas en 2005.

Le présent document explique comment a été déterminé ce scénario épidémique. Il présente le nombre de cas qui pourrait théoriquement survenir dans la région métropolitaine de Montréal s'il s'y produisait une éclosion importante de même ampleur que celles qui sont arrivées dans quelques grandes villes des États-Unis et du Canada depuis la découverte du VNO en Amérique du Nord en 1999.

### **2 MÉTHODE**

La méthode employée est une estimation du nombre de cas d'infection au VNO qui pourrait survenir dans la région métropolitaine de Montréal si l'incidence observée sur le territoire de quelques grandes villes nord-américaines depuis 1999 était appliquée à la population de la région métropolitaine de Montréal. Le scénario estimé est approximatif et ne donne qu'un ordre de grandeur indicatif et non, bien sûr, une véritable prédiction.

## 2.1 SÉLECTION

Une première recherche de données a été réalisée par Élise Fortin de l'INSPQ. Les données épidémiologiques utilisées sont principalement tirées du site Internet *West Nile Virus Map* du U.S. Geological Survey et du site Internet *Virus du Nil Moniteur* de l'Agence de santé publique du Canada. Certaines informations proviennent aussi de données disponibles sur les sites internet des états ou des comtés concernés. Les données de population proviennent de l'encyclopédie en ligne Wikipedia.

Après examen des données épidémiologiques du VNO disponibles au Canada et aux États-Unis, les éclosions survenues en 2002 dans les quatre villes suivantes ont été retenues pour le présent exercice : Chicago, Cleveland, Détroit et Toronto. Les éclosions survenues dans des villes plus au sud des États-Unis (ex. : Nouvelle-Orléans en 2002; Dallas, Denver ou Fort Collins en 2003; Phoenix en 2004) ou dans l'ouest canadien (ex. : Saskatchewan en 2003) n'ont pas été retenues en raison des caractéristiques météorologiques, écologiques et entomologiques apparemment trop différentes de la région de Montréal. Bien que situées un peu plus au sud que Montréal, ces quatre villes ont été retenues puisqu'il s'y est déroulé les plus grosses éclosions d'infection au VNO survenues dans de grosses agglomérations urbaines à proximité et à des latitudes similaires de Montréal. Il est à noter toutefois que les différences dans les conditions climatiques, écologiques et entomologiques n'ont pas été spécifiquement étudiées. Selon les données examinées, il n'y a pas eu de grosses éclosions aussi importantes dans d'autres villes situées plus à proximité telle que Boston par exemple. L'éclosion survenue à New York en 1999 n'a pas été retenue, puisque les données examinées laissent paraître une éclosion de beaucoup moindre envergure (en terme de nombres de cas humains) que celles survenues dans les quatre villes retenues.

## 2.2 DESCRIPTIONS DES TERRITOIRES

Les données utilisées sont celles des territoires suivants :

Chicago (Illinois)	Cook County
Cleveland (Ohio)	Cuyahoga County
Détroit (Michigan)	MaComb, Oakland et Wayne County
Toronto (Ontario)	Toronto City, Halton et Peel Health Unit

Selon l'encyclopédie en ligne Wikipedia (2005), la région métropolitaine de Chicago (Chicagoland) comprend neuf comtés, dont un situé en Indiana et un autre au Wisconsin. Dans la majorité de ces comtés, il y a eu très peu de cas de VNO en 2002 (U.S. Geological Survey, 2005). En fait, l'essentiel des cas est survenu dans le comté de Cook, qui comprend le centre de la ville et une partie de sa banlieue. La ville de Chicago avait en 2000, une population de 2 896 016, le comté de Cook de 5 376 741, et le Chicagoland de 9 286 207 personnes.

À Cleveland, le comté de Cuyahoga comprend la ville et une partie de sa banlieue (Wikipedia, 2005). En fait, ce comté est une partie du Grand Cleveland. Les autres comtés immédiatement voisins ont eu peu de cas de VNO en 2002 (U.S. Geological Survey, 2005). La ville de Cleveland avait en 2000 une population de 478 403, le comté de Cuyahoga de 1 393 978, et le Cleveland métropolitain de 2 956 323 personnes.

À Détroit, l'agglomération urbaine retenue est comprise dans trois comtés, soit les comtés de MaComb, d'Oakland et de Wayne. Le Détroit métropolitain comprend en fait huit comtés, sans inclure la ville ontarienne de Windsor (Wikipedia, 2005). Lors de l'éclosion de 2002, les cas d'infection au VNO étaient répartis principalement dans ces trois comtés (U.S. Geological Survey, 2005). La ville de Détroit avait en 2000 une population de 951 270, le comté de Wayne (comprenant la ville de Détroit) de 2 061 162, d'Oakland de 1 194 156 et de MaComb de 788 149, et le Détroit métropolitain de 4 441 551 personnes.

À Toronto, l'agglomération urbaine comprend cinq régions métropolitaines (Wikipedia, 2005), mais les cas de VNO détectés en 2002 se sont concentrés dans les régions métropolitaines de Toronto City, de Halton et de Peel (Santé Canada, 2003). La ville de Toronto avait en 2001 une population de 2 481 494 personnes, les régions métropolitaines de Halton et de Peel, respectivement de 375 229 et de 988 948 personnes, et le Toronto métropolitain de 5 081 826 personnes (Statistique Canada, 2005).

### **3 CALCUL DE L'INCIDENCE**

À des fins de calcul d'un scénario réaliste d'une éclosion importante (tableau 1), il a été choisi de calculer une incidence que pour les cas de syndrome neurologique (méningite, encéphalite, autres). Les données de cas de fièvre du Nil occidental ont été exclues puisque ces cas sont nettement sous déclarés.

Les données utilisées pour les trois villes américaines proviennent du U.S. Geological Survey. Toutefois, cette source d'information ne présente pour 2002 que le total des cas (donc incluant des cas de fièvre du Nil occidental). Une répartition selon le tableau clinique (fièvre du VNO, méningo encéphalite ou syndrome neurologique et cas indéterminés) n'a pu être retrouvée que pour les États de l'Illinois et du Michigan. Ces données n'ont pas été trouvées par comté, ni pour l'État de l'Ohio pour l'année 2002 (Illinois Department of Public Health, 2005; Signs, 2005). Le tableau clinique pour Détroit et Chicago a été établi à partir de ces données. Pour Cleveland, le tableau clinique de 2002 de l'ensemble des États-Unis (O'Leary, D. et al., 2002) a été utilisé. Ce tableau clinique est donc plus approximatif que celui des autres villes. Toutefois, Mandalakas et al. (2005) mentionnent qu'il a été observé dans le comté de Cuyahoga, en 2002, 155 cas de syndrome neurologique sur 221 cas confirmés, ce qui est dans les mêmes proportions que les valeurs estimées ici (tableau 2).

Dans le cas de Toronto, les données disponibles auprès de l'Agence canadienne de santé publique ne présentent pour 2002 que des cas répartis selon qu'ils sont confirmés ou probables. Mais puisque la définition de cas en 2002 au Canada excluait les cas de fièvre du Nil occidental, l'hypothèse que tous les cas 2002 étaient des cas de syndrome neurologique

peut être posée. Pour les calculs d'incidence le total des cas probables et confirmés a donc été retenu. Ensuite, aux fins du calcul du scénario, les cas indéterminés ont été répartis proportionnellement entre les cas de syndrome neurologique et les cas de fièvre du Nil occidental.

**Tableau 1 Extrapolation de cas de méningo-encéphalite causés par le VNO dans un scénario d'écllosion importante dans la région métropolitaine de Montréal**

Population de la région métropolitaine de Montréal (2001)	Incidence estimée moyenne pour 4 grandes villes <sup>1</sup> (Nombre de cas de syndrome neurologique / 100 000 de population)	Scénario pour la région métropolitaine de Montréal (Nombre de cas de syndrome neurologique)	Scénario de tableau clinique estimé d'une écllosion importante <sup>1</sup> (Nombre de cas)
3 426 350	10,0 / 100 000	343	Nombre de personnes infectées : 51 450
			Aucun symptôme (80 %) : 41 160
			Fièvre (19,3 %) : 9 947
			Syndrome neurologique (méningite, encéphalite et autres) (0,7 %) : 343
			Décès : 35

<sup>1</sup> Issue à partir du tableau 2.

<sup>2</sup> Selon le modèle de calcul du fardeau de la maladie (Annexe C)

Bien que toutes ces manipulations de données engendrent des incertitudes et une marge d'erreur importante dans le calcul, elles apparaissent tout de même acceptables et inévitables aux fins d'un calcul approximatif d'un scénario d'écllosion qui vise en fait à donner un ordre de grandeur plutôt qu'une valeur précise.

## 4 SOURCES D'INCERTITUDES

Les sources d'incertitudes sont nombreuses et inévitables : choix des villes (différences écologiques, entomologiques, météorologiques et sociales avec Montréal), choix des comtés ou régions et du nombre de comtés ou de régions considérés, différence possible de correspondance entre les territoires des nombres de cas et des statistiques de population (sources différentes), estimation du nombre de cas selon le tableau clinique (proportion du tableau clinique de l'état ou national), répartition proportionnelle des cas indéterminés entre les cas de syndrome neurologique et de fièvre, calcul d'une incidence moyenne des quatre villes, territoire choisi pour la région métropolitaine de Montréal, etc. De plus, le scénario considère qu'il n'y a eu aucune intervention ni préventive, ni corrective durant l'écllosion, ce

qui n'a pas été nécessairement le cas. Par exemple, dans le comté de Cook (Chicago), des programmes de contrôle de moustiques étaient opérant dans certaines parties de la ville (Ruiz *et al.*, 2004), ainsi qu'à Cleveland. À Toronto, aucun insecticide, selon nos informations, n'aurait été utilisé.

**Tableau 2 Calcul d'une incidence estimée de cas de méningo-encéphalite causé par le VNO lors d'une éclosion importante à partir de l'expérience de quatre grandes villes américaines en 2002**

Ville (État ou province) <i>Comté ou région</i>	Population du ou des comtés (2000) ou des régions (2001) <sup>a,b</sup>	Nombre de cas de VNO en 2002 <sup>c,d</sup>	Répartition selon le tableau clinique (Nombre estimé de cas) <sup>1 d,e,f,g</sup>	Répartition selon le tableau clinique après répartition des cas indéterminés <sup>3</sup>	Taux d'incidence estimé  X / population du (des) comté(s) ou régions <sup>4</sup>	Incidence moyenne des quatre villes
<b>Chicago</b> (Illinois) <i>Cook County</i>	<b>5 376 741</b>	634	Neuro. 424	X = 489	9,1 / 100 000 de population	10,0 / 100 000 de population
			Fièvre 126	145		
			Indét. 84			
<b>Détroit</b> (Michigan) <i>MaComb, Oakland et Wayne County</i>	<b>Total : 4 043 467</b>  <i>Wayne : 2 061 162, Oakland : 1 194 156 MaComb : 788 149</i>	503	Neuro. 437	456	11,3 / 100 000 de population	
			Fièvre 44	47		
			Indét. 22			
<b>Cleveland</b> (Ohio) <i>Cuyahoga County</i>	<b>1 393 978</b>	217	Neuro. 151	X = 166	11,9 / 100 000 de population	
			Fièvre 45	51		
			Indét. 21			
<b>Toronto</b> (Ontario) <i>Toronto City, Halton et Peel Health Unit</i>	<b>Total : 3 845 671</b>  <i>Tor. City : 2 481 494 Halton : 375 229 Peel : 988 948</i>	293 <sup>2</sup>	Cas confirmé 226	X = 293	7,6 / 100 000 de population	
			Cas probable 67			
			Total 293			
		174				
		60				
		59				

**Notes :**

- <sup>1</sup> La répartition selon le tableau clinique du ou des comtés est faite selon les proportions du tableau clinique de l'État en 2002, sauf pour Cleveland où les proportions proviennent du tableau clinique de l'ensemble des États-Unis (2002). Neuro : syndrome neurologique (méningite, encéphalite, autres, etc.); Indét. : Indéterminé.
- <sup>2</sup> Total des cas confirmés et probables de Toronto. La définition de cas en 2002 au Canada excluait les cas de fièvre. Nous posons l'hypothèse que tous les cas 2002 sont des cas de syndrome neurologique.
- <sup>3</sup> Les cas indéterminés ont été répartis en proportion entre les cas de syndrome neurologique et les fièvres.
- <sup>4</sup> Les cas de fièvre sont exclus puisqu'ils sont nettement sous-déclarés.

**Sources :**

- <sup>a</sup> Wikipedia (2005)
- <sup>b</sup> Statistique Canada (2005)
- <sup>c</sup> U.S. Geological Survey (2005)
- <sup>d</sup> Santé Canada (2003)
- <sup>e</sup> Illinois Department of Public Health (2005)
- <sup>f</sup> Signs (2005)
- <sup>g</sup> O'Leary, D. *et al.* (2002)

## 5 CONCLUSION

Ce scénario de 343 cas de syndrome neurologique et de 35 décès est une estimation grossière de ce que pourrait représenter dans la région métropolitaine de Montréal une éclosion importante d'infection au VNO. Les estimations présentées ont été calculées à partir des cas identifiés lors de l'éclosion de 2002 dans trois grandes villes américaines et une canadienne. Les sources d'incertitudes sont nombreuses et inévitables. Toutefois, malgré ces incertitudes, les calculs effectués permettent d'approximer un nombre de cas utile pour se représenter ce que pourrait être une flambée épidémique d'éclosion importante de VNO dans la grande région métropolitaine de Montréal. Ces données sont utiles notamment aux fins du calcul du fardeau de la maladie et des coûts de santé d'une flambée épidémique.

## 6 RÉFÉRENCES

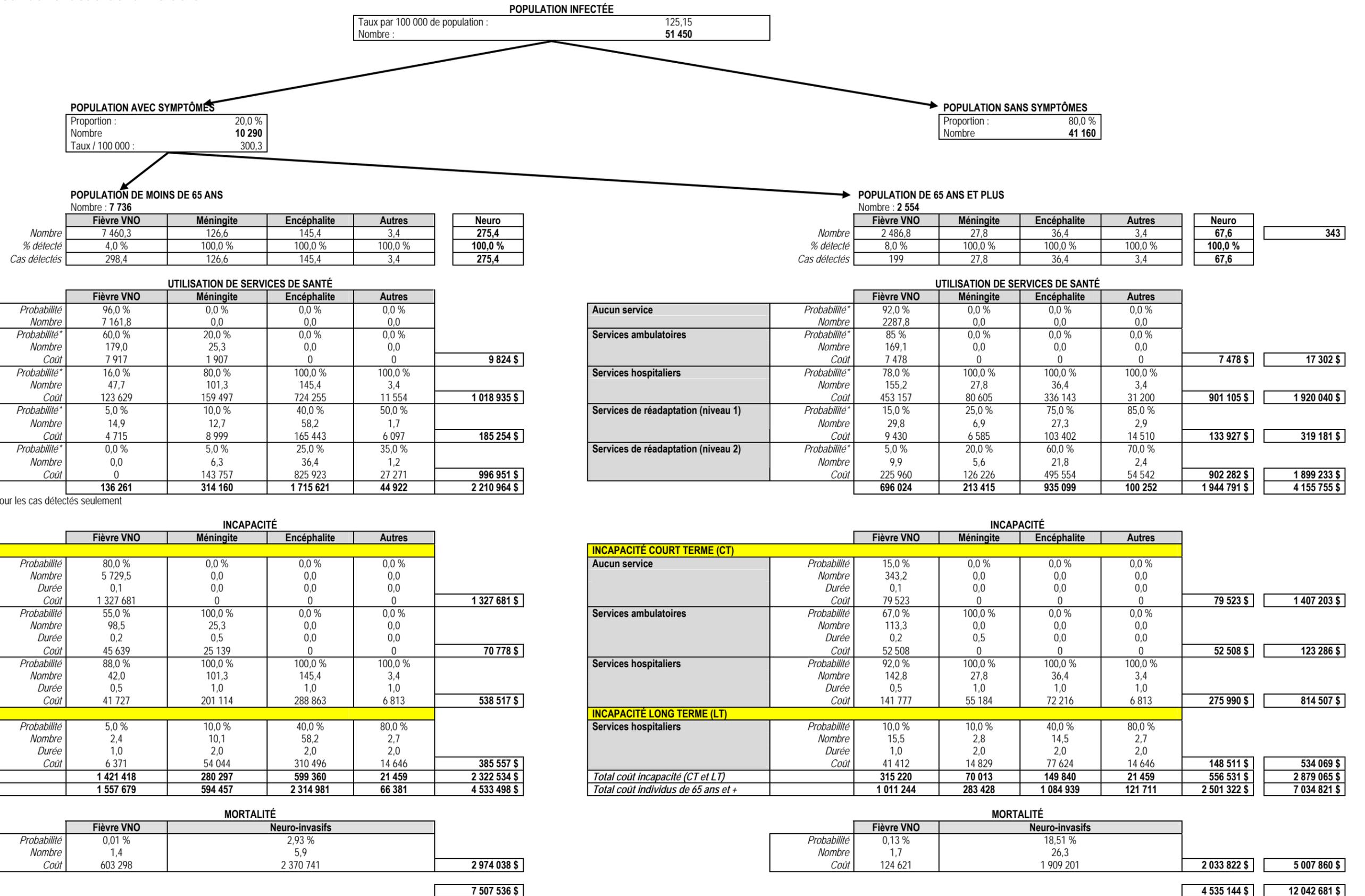
- Agence de santé publique du Canada (2005). *Virus du Nil occidental MONITEUR*. Site Internet accessible au ([http://www.phac-aspc.gc.ca/wnv-vwn/index\\_f.html](http://www.phac-aspc.gc.ca/wnv-vwn/index_f.html)) (consulté le 15-11-2005).
- Illinois Department of Public Health (2005). *West Nile Virus*. Site Internet accessible au : <http://www.idph.state.il.us/envhealth/wnvclinicalpresent02.htm> (consulté le 15-11-2005)
- Mandalakas, Anna M. *et al.* (2005). West Nile Virus Epidemic, Northeast Ohio, 2002, *Emerging Infectious Diseases*, 11 (11) : 1774-1777.
- O'Leary, D. *et al.* (2002). The epidemic of West Nile Virus in the United States, 2004, *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 4 (1) : 61-70.
- Ruiz, Marylin O. *et al.* (2004). Environmental and social determinants of human risk during a West Nile virus outbreak in the greater Chicago area, 2002, *International Journal of Health Geographics*, 3 (1) : 8.
- Santé Canada (2003). *West Nile virus : Canada – Results of 2002 Surveillance Program (19 November 2003)*. Site Internet accessible au : [http://www.phac-aspc.gc.ca/wnv-vwn/pdf\\_sr-rs/2003/situation\\_report\\_111903\\_hm.pdf](http://www.phac-aspc.gc.ca/wnv-vwn/pdf_sr-rs/2003/situation_report_111903_hm.pdf) (consulté le 15-11-2005).
- Signs, K. (2005). *WNV Human Case Investigation and Reporting*, Michigan Department of Community Health. Site Internet accessible au : [http://www.michigan.gov/documents/Signshumancaseinvestigationandreporting\\_77058\\_7.pdf](http://www.michigan.gov/documents/Signshumancaseinvestigationandreporting_77058_7.pdf) (consulté le 15-11-2005).
- Statistique Canada (2005). *Chiffres de population et des logements, Canada, provinces et territoires, et divisions de recensement, recensements de 2001 et de 1996 - données intégrales, Recensement de 2001*. Site Internet accessible au : <http://www12.statcan.ca/francais/census01/products/standard/popdwell/Table-CD-P.cfm?PR=35> (consulté le 15-11-2005).
- U.S. Geological Survey (2005). *West Nile Virus Maps*. Site Internet accessible au : <http://westnilemaps.usgs.gov> (consulté le 15-11-2005).
- Wikipedia, The Free Encyclopedia (2005) *County (United States)*. Site Internet accessible au : [http://en.wikipedia.org/wiki/U.S.\\_counties](http://en.wikipedia.org/wiki/U.S._counties) (consulté le 15-11-2005).

## **ANNEXE C**

### **MODÈLE DE CALCUL DU FARDEAU DE LA MALADIE**



Annexe C : Modèle de calcul du fardeau de la maladie



**Annexe C : Modèle de calcul du fardeau de la maladie (suite)**

**AUTRES PARAMÈTRES**

		MODÈLE
Population de la zone visée:	3 426 350	
Taux d'infection (séro.) de la zone visée:	1,50 %	
Cible cas neuro	343	<b>343,0</b>
Cible décès	55,0	<b>35,2</b>
Cible taux infection sympt. Sévères	10,0	<b>10,0</b>
Cible cas détectés	15,0	<b>840,4</b>
Taux de décès par cas détecté		4,2 %
Taux de décès par cas sympt.		0,3 %
Taux cas détectés par 100 000		24,5

**RÉSULTATS SOMMAIRES**

	Pop < 65 ans	Pop ≥ 65 ans	Total	Taux
<b>Nombre de personnes malades</b>	7 736	2 554	10 290	20,0 % / pers. infectée
<b>Nombre d'hospitalisations</b>	298	223	521	5,1 % / pers. malade
<b>Nombre de décès</b>	7	28	35	0,3 % / pers. malade
<b>Coût direct</b>	2 210 964	1 944 791	4 155 755	404 / pers. malade
<b>Coût indirect</b>	5 296 572	2 590 353	7 886 925	766 / pers. malade
<b>Coût indirect (sans décès)</b>	4 533 498	2 501 322	7 034 821	684 / pers. malade
<b>Coût total</b>	<b>7 507 536</b>	<b>4 535 144</b>	<b>12 042 681</b>	<b>1 170 / pers. malade</b>

	Pop < 65 ans	Pop ≥ 65 ans	Total	Taux
<b>Nb de pers. malades (Cas détectés)</b>	574	267	840	1,6 % / pers. infectée
<b>Nombre d'hospitalisations</b>	298	223	521	62,0 % / Cas détecté
<b>Nombre de décès</b>	7	28	35	4,2 % / Cas détecté
<b>Coût direct</b>	2 210 964	1 944 791	4 155 755	4 945 / Cas détecté
<b>Coût indirect</b>	5 296 572	2 590 353	7 886 925	9 385 / Cas détecté
<b>Coût indirect (sans décès)</b>	994 853	477 009	1 471 862	1 751 / Cas détecté
<b>Coût total</b>	<b>7 507 536</b>	<b>4 535 144</b>	<b>12 042 681</b>	<b>15 410 / Cas détecté</b>

<b>Coût indirect (Cas non détectés)</b>	1 327 681	79 523	1 407 203	
---	-----------	--------	-----------	--

Notes : Les chiffres indiqués en caractère gras correspondent à un total.  
L'annexe D comprend les notes explicatives et les hypothèses du modèle de calcul du fardeau de la maladie.

## **ANNEXE D**

### **PRINCIPALES HYPOTHÈSES DU MODÈLE DE SIMULATION DE COÛT DU VNO**



## **Annexe D : Principales hypothèses du modèle de simulation de coût du VNO**

Par Vincent Bonneau  
Direction des études et analyses  
Ministère de la Santé et des Services sociaux

Avec la collaboration de Claudine Forest  
Unité Santé et environnement  
Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels  
Institut national de santé publique du Québec

### **1 ÉLÉMENTS INCLUS DANS LE MODÈLE**

Cette section décrit les éléments retenus dans le modèle pour le calcul des coûts directs et indirects.

#### **1.1 POPULATION INFECTÉE**

Parmi les personnes infectées par le VNO, 20 % vont développer des symptômes. Ce pourcentage est l'une des caractéristiques du VNO faisant l'unanimité dans la communauté scientifique étudiant le VNO.

#### **1.2 DISTRIBUTION DES CAS SYMPTOMATIQUES SELON LE GROUPE D'ÂGE ET CATÉGORIE DE SYMPTÔMES**

Les experts s'entendent également sur la proportion des personnes infectées par le VNO qui vont développer une maladie sévère comportant des symptômes neurologiques : Environ 1 personne sur 150 infectées (Brilla *et al.*, 2004, Emig et Apple, 2004, Campbell *et al.*, 2002, Sejvar *et al.*, 2003). Cette proportion a été établie à partir d'études de la séroprévalence du VNO dans des zones ayant connu de nombreux cas de VNO.

Des données épidémiologiques pour le Québec (MSSS), le Canada (Santé Canada) et les États-Unis (CDC) ont été analysées pour construire une répartition par groupe d'âge et par catégorie de symptômes. À la lumière de la constatation précédente (1/150), l'examen des données indique qu'il y a une sous-représentation importante des cas de fièvre du VNO. En théorie, si on observe 100 cas de VNO avec symptômes neurologiques, il devrait y avoir au total 3 000 cas de VNO avec symptômes dont 2 900 de fièvre du VNO. Dans les faits, un nombre beaucoup moins élevé de cas de fièvre du VNO est observé. Même si le VNO est une maladie à déclaration obligatoire, de nombreux cas caractérisés par des symptômes moins prononcés passent inaperçus parce que les personnes touchées ne consultent pas nécessairement un professionnel de la santé qui pourrait diagnostiquer la maladie et faire faire les tests requis pour le confirmer. Un pourcentage de détection a été posé dans le modèle pour refléter le biais dans les données de surveillance humaine du VNO. Ce biais de

sous-dénombrement a été estimé à partir des données épidémiologiques des différentes régions. Il est obtenu en comparant la valeur théorique du nombre de cas de fièvre du VNO et le nombre effectivement comptabilisé. Au Québec, ce biais semble plus important que dans le reste du Canada et des États-Unis. La valeur choisie est à la limite supérieure de la situation observée au Québec.

Le tableau 1 présente les paramètres du modèle concernant la répartition en pourcentage des cas de VNO selon le groupe d'âge des personnes affectées (moins de 65 ans, 65 ans plus) et la catégorie de symptômes. Le pourcentage de cas rapportés ou détectés est également présenté.

**Tableau 1 Répartition des cas symptomatiques de VNO selon le groupe d'âge et catégorie de symptômes**

Groupe d'âge	Statut	Fièvre VNO	Méningite	Encéphalite	Paralyse flasque aiguë et autres	Total
Moins 65 ans	Total	96,44 %	1,64 %	1,88 %	0,04 %	100,00 %
	Détectés	52,00 %	22,06 %	25,34 %	0,60 %	100,00 %
65 ans et plus	Total	97,35 %	1,09 %	1,42 %	0,13 %	100,00 %
	Détectés	74,65 %	10,42 %	13,64 %	1,29 %	100,00 %

## 1.3 UTILISATION DES SERVICES DE SANTÉ

### 1.3.1 Trajectoires d'utilisation de services possibles

1. Aucun service :

Aucun service de santé utilisé, même en présence de certains symptômes. Cette situation est possible dans le modèle que pour des cas légers de la fièvre du VNO.

2. Services ambulatoires :

Visite effectuée pour rencontrer un médecin dans une clinique privée, clinique externe, CLSC ou urgence. Cette trajectoire suppose qu'il n'y a pas d'hospitalisation par la suite. Cette situation est possible dans le modèle que pour des cas légers de la fièvre du VNO et de méningite.

3. Services hospitaliers :

Hospitalisation dans un établissement de soins physiques de courte durée. Cette situation est possible dans le modèle pour toutes les catégories de symptômes retenus.

Il est supposé que 50 % des hospitalisations sont précédées d'une visite en ambulatoire, peu importe la catégorie de symptômes.

4. Services de réadaptation (niveau 1) :

Services de réadaptation obtenus dans un établissement du réseau de la santé ayant une mission de réadaptation physique lorsque la personne n'est pas admise.

5. Services de réadaptation (niveau 2) :

Services de réadaptation obtenus dans un établissement du réseau de la santé ayant une mission de réadaptation physique où la personne est admise.

Il est supposé dans le modèle que seules les personnes ayant été hospitalisées et ayant développé une incapacité de long terme ont recours à ces services.

### 1.3.2 Probabilité de recours aux services

Dans le modèle, il est émis comme hypothèse générale qu'il n'y pas de différence dans le recours aux services selon le sexe. Il est posé que la sévérité des symptômes s'accroît avec l'âge et par conséquent leur recours à des services de santé. Cette hypothèse est conforme avec la littérature sur le VNO (tableau 2).

Les cas de VNO peuvent être groupés en quatre catégories de symptômes. Ceux-ci sont indiqués par ordre croissant de sévérité, soit la fièvre du VNO, la méningite, la méningo-encéphalite, la paralysie flasque aiguë et autres symptômes parkinsoniens (Emig et Apple., 2004; O'Leary *et al.*, 2004.; Pepperell *et al.*, 2003).

Les personnes atteintes de méningite sont en général plus jeunes que celles atteintes de méningo-encéphalite (Sejvar *et al.*, 2003) ou de paralysie flasque aiguë (PFA) et autres symptômes parkinsoniens. Ces dernières ont aussi plus de chance d'avoir les séquelles les plus persistantes (Emig et Apple, 2004; Pepperell *et al.*, 2003).

Il est supposé que toutes les personnes atteintes d'une méningo-encéphalite sont hospitalisées ainsi que celles atteintes de paralysie flasque aiguë et autres symptômes parkinsoniens (Emig et Apple., 2004; Campbell *et al.*, 2002). Ces personnes sont aussi les plus susceptibles d'avoir recours à des services de réadaptation (Pepperell *et al.*, 2003).

## 1.4 INCAPACITÉ

### 1.4.1 Probabilité de développer une incapacité

Il est émis comme hypothèse générale que toutes les personnes hospitalisées, peu importe la catégorie de symptômes, sont assez sévèrement affectées pour devoir limiter leurs activités pendant un minimum de temps (tableau 3). Toutefois, les personnes n'ayant recours à aucun service ou celles vues en ambulatoire seulement, peuvent ne pas développer d'incapacité de court terme (moins de 2 mois) (tableau 4).

**Tableau 2 Probabilité de recours aux services de santé**

Catégorie de symptômes	Utilisation de services de santé	Probabilité		Note
		Moins de 65 ans	65 ans et plus	
Fièvre VNO	Aucun service	96	85	Il est supposé que les personnes représentant des cas non détectés de VNO n'ont pas eu recours à des services de santé.
	Services ambulatoires	65	85	Lors de l'épisode de VNO ayant eu lieu en Israël en 2000, 22 % des personnes infectées par le VNO et ayant des symptômes ont été diagnostiquées dans un contexte ambulatoire et n'ont pas été hospitalisées par la suite, surtout les plus jeunes. Certains de ces individus représentaient des cas légers d'encéphalite (Weinberger <i>et al.</i> , 2001, Chowers <i>et al.</i> , 2001). L'étude de cas de fièvre du VNO en Illinois en 2002 rapporte que 84 % des personnes de moins de 65 ans atteintes de la fièvre du VNO ont été traitées en ambulatoire, tandis que pour les personnes de 65 ans et plus, ce pourcentage était de 22 % (Watson <i>et al.</i> , 2004).
	Services hospitaliers	16	78	L'étude de cas de fièvre du VNO en Illinois en 2002 rapporte que 16 % des personnes de moins de 65 ans atteintes de la fièvre du VNO avaient été hospitalisées. Pour les personnes de 65 ans et plus, ce pourcentage est de 78 % (Watson <i>et al.</i> , 2004). Lors de l'épisode de VNO ayant eu lieu en Israël en 2000, 78 % des personnes diagnostiquées pour le VNO ont été hospitalisées (Chowers <i>et al.</i> , 2001).
	Services de réadaptation – Niveau 1	5	15	L'étude de cas de fièvre du VNO en Illinois en 2002 rapporte que quelques personnes (9,2 %) ont eu recours à des services de réadaptation (Watson <i>et al.</i> , 2004).
	Services de réadaptation – Niveau 2	0	5	
Méningite	Services ambulatoires	0	0	Lors de l'épisode de VNO ayant eu lieu en Israël en 2000, 22 % des personnes infectées par le VNO et ayant des symptômes ont été diagnostiquées dans un contexte ambulatoire et n'ont pas été hospitalisées par la suite, surtout les plus jeunes. Certains de ces individus représentaient des cas légers d'encéphalite (Chowers <i>et al.</i> , 2001).
	Services hospitaliers	80	100	Lors de l'épisode de VNO ayant eu lieu en Israël en 2000, 78 % des personnes diagnostiquées comme ayant le VNO ont été hospitalisées (Chowers <i>et al.</i> , 2001).
	Services de réadaptation – Niveau 1	10	25	Les personnes atteintes de symptômes de méningite ou autres moins sévères récupèrent plus facilement que les autres (encéphalite) (Klee <i>et al.</i> , 2004). Selon cette étude, parmi l'ensemble des personnes hospitalisées en raison du VNO, 31 % ont eu recours à des services de réadaptation sur une base ambulatoire et 14 % ont été admis dans un établissement de réadaptation (plus sérieux) (Zohrabian <i>et al.</i> , 2004).
	Services de réadaptation – Niveau 2	5	20	Selon ces études, 12 % à 13 % des hospitalisations en raison du VNO sont suivies d'un séjour en réadaptation (Emig et Apple, 2004; Pepperell <i>et al.</i> , 2003).

**Tableau 2 Probabilité de recours aux services de santé (suite)**

Catégorie de symptômes	Utilisation de services de santé	Probabilité		Note
		Moins de 65 ans	65 ans et plus	
<b>Encéphalite</b>	<b>Services ambulatoires</b>	0	0	Il est supposé qu'en raison de la sévérité des symptômes toutes les personnes sont hospitalisées.
	<b>Services hospitaliers</b>	100	100	Les personnes susceptibles d'être atteintes de méningo-encéphalite doivent être hospitalisées pour observation et soins de support (Campbell <i>et al.</i> , 2002). Dans les études où des données sont présentées, les personnes hospitalisées sont majoritairement celles qui ont des symptômes d'encéphalite, méningo-encéphalite ou PFA. (Pepperell <i>et al.</i> , 2003; Chowers <i>et al.</i> , 2001; Nash <i>et al.</i> , 2001; Weinberger <i>et al.</i> , 2001; Weiss <i>et al.</i> , 2001; Tsai <i>et al.</i> , 1998).
	<b>Services de réadaptation – Niveau 1</b>	40	75	Les besoins en réadaptation sont surtout nécessaires pour les personnes atteintes d'encéphalite avec faiblesse neuromusculaire, principalement chez les personnes plus âgées qui dans certains cas peuvent perdre beaucoup de mobilité (Sejvar <i>et al.</i> , 2003).
	<b>Services de réadaptation – Niveau 2</b>	25	60	Les personnes atteintes de symptômes d'encéphalite récupèrent plus difficilement et sont plus nombreuses à faire un séjour dans un centre de réadaptation (Klee <i>et al.</i> , 2004).
<b>Autres</b>	<b>Services ambulatoires</b>	0	0	Il est supposé qu'en raison de la sévérité des symptômes toutes les personnes atteintes de PFA sont hospitalisées.
	<b>Services hospitaliers</b>	100	100	Dans les études où des données sont présentées (Tsai <i>et al.</i> , 1998; Weiss <i>et al.</i> , 2001; Weinberger <i>et al.</i> , 2001; Chowers <i>et al.</i> , 2001; Nash <i>et al.</i> , 2001; Pepperell <i>et al.</i> , 2003), on remarque que les personnes hospitalisées sont majoritairement celles qui ont des symptômes d'encéphalite, méningo-encéphalite ou PFA.
	<b>Services de réadaptation – Niveau 1</b>	50	85	Les besoins en réadaptation sont surtout nécessaires pour les personnes atteintes d'encéphalite avec faiblesse neuromusculaires et PFA, principalement chez les personnes plus âgées qui dans certains cas peuvent perdre beaucoup de mobilité (Sejvar <i>et al.</i> , 2003). Les personnes atteintes de symptômes d'encéphalite et PFA récupèrent plus facilement que les autres (Klee <i>et al.</i> , 2004).
	<b>Services de réadaptation – Niveau 2</b>	35	70	Les besoins en réadaptation sont surtout nécessaires pour les personnes atteintes d'encéphalite avec faiblesses neuromusculaires et PFA, principalement chez les personnes plus âgées qui dans certains cas peuvent perdre beaucoup de mobilité. Dans cette étude, tous les patients atteints de PFA ont fait un séjour dans un établissement de réadaptation après leur hospitalisation (Sejvar <i>et al.</i> , 2003).

**Tableau 3** Durée d'incapacité selon l'âge et la catégorie de symptômes

Catégorie de symptômes	Trajectoire de services	Type d'incapacité	Pop. moins de 65 ans	Pop. 65 ans et plus
<b>Fièvre VNO</b>	Aucun service	CT	3,5 jours	-
	Services ambulatoires	CT	7 jours	15 jours (0,5 mois)
	Services hospitaliers	CT	15 jours (0,5 mois)	15 jours (1 mois)
	Services hospitaliers	LT	30 jours (1 mois)	30 jours (1,5 mois)
<b>Méningite</b>	Services ambulatoires	CT	15 jours (0,5 mois)	-
	Services hospitaliers	CT	30 jours (1 mois)	45 jours (1 mois)
	Services hospitaliers	LT	60 jours (2 mois)	60 jours (2 mois)
<b>Encéphalite</b>	Services hospitaliers	CT	30 jours (1 mois)	45 jours (1,5 mois)
	Services hospitaliers	LT	60 jours (2 mois)	90 jours (3 mois)
<b>Autres</b>	Services hospitaliers	CT	45 jours (1,5 mois)	60 jours (2 mois)
	Services hospitaliers	LT	90 jours (3 mois)	120 jours (4 mois)

CT : Court terme

LT : Long terme

**Tableau 4** Probabilité de développer une incapacité de court terme selon l'âge et la catégorie de symptômes

Catégorie de symptômes	Probabilité		Note
	Moins de 65 ans	65 ans et plus	
<b>Fièvre VNO</b> <i>Aucun service</i>	25	0	47 % des personnes atteintes qui n'avaient pas été hospitalisées ont dû quand même s'absenter de leur travail ou de l'école (le cas échéant) (Watson <i>et al.</i> , 2004).
<i>Services ambulatoires</i>	50	50	47 % des personnes atteintes qui n'avaient pas été hospitalisées ont dû quand même s'absenter de leur travail ou de l'école (le cas échéant) (Watson <i>et al.</i> , 2004).
<i>Services hospitaliers</i>	90	90	91 % des personnes atteintes qui ont été hospitalisées ont dû s'absenter de leur travail ou de l'école (le cas échéant). Selon cette étude, l'âge n'est pas un facteur prévoyant la sévérité des symptômes (de la fièvre du VNO spécifiquement). Le même pourcentage a donc été fixé pour les moins de 65 ans et 65 ans et plus (Watson <i>et al.</i> , 2004).

Les personnes hospitalisées sont susceptibles de développer une incapacité de long terme (incapacité de deux mois ou plus). Le recours aux services de réadaptation peut indiquer que des personnes souffrent d'incapacités prolongées à la suite du VNO. Certaines études (Emig et Apple., 2004; Klee *et al.*, 2004; Watson *et al.*, 2004; Zohrabian *et al.*, 2004; Pepperell *et al.*, 2003; Sejvar *et al.*, 2003) présentent des informations permettant d'avoir une idée des taux de recours aux services de réadaptation, et donc donnent une idée de la fréquence des épisodes de VNO qui causent une incapacité de long terme. Ces taux varient d'une étude à l'autre, mais en général, augmentent avec l'âge et en fonction du nombre de cas d'encéphalite et PFA.

**Tableau 5 Probabilité de développer une incapacité de long terme selon l'âge et la catégorie de symptômes**

Catégorie de symptômes	Probabilité		Note
	Moins de 65 ans	65 ans et plus	
<b>Fièvre VNO</b>	25	25	Selon cette étude, l'âge n'est pas un facteur prévoyant la sévérité des symptômes (de la fièvre du VNO spécifiquement). Le même pourcentage a donc été fixé pour les < 65 ans et >= 65 ans (Watson <i>et al.</i> , 2004).
<b>Méningite</b>	10	55	Ces symptômes affectent surtout les personnes de moins de 65 ans, mais lorsqu'ils affectent des personnes plus âgées, ces personnes prennent plus de temps à s'en remettre (Emig et Apple, 2004; Klee <i>et al.</i> , 2004).
<b>Encéphalite</b>	40	95	Les personnes atteintes de symptômes d'encéphalite et PFA prennent plus de temps que les autres pour récupérer, surtout si elles sont âgées (Klee <i>et al.</i> , 2004).
<b>Autres</b>	80	100	Les personnes atteintes de symptômes d'encéphalite et PFA prennent plus de temps que les autres pour récupérer, surtout si elles sont âgées (Klee <i>et al.</i> , 2004).

#### 1.4.2 Durée d'incapacité

Essentiellement les mêmes hypothèses que pour la probabilité de développer une incapacité de long terme ont été émises pour la durée d'incapacité.

Il est à noter que la durée d'incapacité de long terme indiquée dans le modèle ne comprend pas la durée d'incapacité de court terme. C'est-à-dire qu'elle représente le nombre de mois de plus que le maximum possible d'incapacité de court terme (deux mois).

## 1.5 MORTALITÉ

### 1.5.1 Probabilité de décès et âge moyen au décès

Les valeurs de probabilité de décès ont été déterminées à partir des données de O'Leary *et al.* (2004). Ces probabilités sont utilisées pour le calcul des coûts de la mortalité associée au VNO (production économique perdue). Étant donné que l'âge au décès est la variable la plus significative dans ce calcul, une répartition des cas symptomatiques selon l'âge comportant plus de groupe que celle employée dans le reste du modèle (moins de 65 ans, 65 ans et plus) a été employée.

- *Cas de fièvre du virus du Nil*

Les cas de fièvre du virus du Nil sont répartis dans les groupes d'âge 0-39 ans; 40-69 ans; 70 ans et plus en fonction des pourcentages se trouvant au tableau 6 tirés de l'étude de O'Leary *et al.*, 2004.

**Tableau 6** Probabilité de décès selon le groupe d'âge, cas de fièvre du VNO

Groupe d'âge	Répartition	Probabilité de décès
0-39 ans	26 %	0,00 %
40-69 ans	59 %	0,52 %
70 ans et +	15 %	2,02 %

Source : O'Leary *et al.*, 2004.

En ce qui concerne les décès, l'âge médian au décès est de 72 ans pour les cas de fièvre du VNO (O'Leary *et al.*, 2004). Il y a donc une moitié des décès qui sont survenus chez des personnes de moins de 72 ans et l'autre moitié chez des personnes de plus de 72 ans. Cette valeur étant près de 70 ans, la moitié des décès qui surviennent pour des personnes ayant les symptômes de la fièvre du VNO (il y en avait 7 en 2002) sont alloués au groupe d'âge 70 ans et plus. La probabilité de décès pour les cas de fièvre du VNO des individus de 70 ans et plus devient donc :

$$0,5 \times \text{Nombre de décès} / \text{Nombre de cas estimés de fièvre chez les 70 ans et plus} : 0,7 \times 7 / 173 = 2 \%$$

Selon O'Leary *et al.*, 2004, l'étendue de l'âge au décès (cas de fièvre) est de 59 à 89 ans, ce qui veut dire qu'il n'y a aucun décès dans le groupe d'âge 0-39. La probabilité de décès pour ce groupe est donc zéro.

Les décès autres que ceux de personnes de 70 ans et plus sont donc attribués au groupe d'âge 40-69 ans. La probabilité de décès pour les cas de fièvre de personnes de 40 à 69 ans est donc :

$$0,5 \times \text{Nombre de décès} / \text{Nombre de cas estimés de fièvre chez les 40-69 ans} = 3,5 / 678 = 0,52 \%$$

Intégrés au modèle, ces pourcentages produisent globalement un taux de décès de 4,2 % pour l'ensemble des cas de VNO détectés.

- *Cas avec symptômes neurologiques*

Les cas représentant des symptômes neurologiques, c'est-à-dire des cas d'encéphalite, de méningo-encéphalite, de méningite et autres sont répartis dans les groupes d'âge selon les mêmes proportions de O'Leary *et al.*, 2004 basées sur les données américaines de 2002, soit 0-9 ans, 10-19 ans, 20-29 ans, 30-39 ans, 40-49 ans, 50-59 ans, 60-69 ans, 70-79 ans, 80-89 ans et 90 ans + (tableau 7). Les taux de décès, selon les mêmes groupes d'âge, sont aussi indiqués.

**Tableau 7** Probabilité de décès selon le groupe d'âge, cas neurologiques

Groupe d'âge	Répartition	Probabilité de décès
0-9	1,4 %	0,00 %
10-19	2,5 %	0,36 %
20-29	6,0 %	0,72 %
30-39	10,8 %	1,45 %
40-49	15,3 %	2,54 %
50-59	14,6 %	5,80 %
60-69	15,6 %	14,86 %
70-79	20,2 %	36,23 %
80-89	12,0 %	32,61 %
90+	1,4 %	5,43 %

Source : O'Leary *et al.*, 2004.

## 2 CALCUL DES COÛTS

Cette section décrit la démarche suivie dans le modèle pour le calcul des coûts directs et indirects.

### 2.1 COÛTS DIRECTS

Les coûts directs sont définis comme étant la valeur des biens et des services pour lesquels des sommes ont été payées et des ressources utilisées en vue du traitement ou des soins liés à la maladie. Ces coûts comprennent les services ambulatoires, les services hospitaliers et les services de réadaptation.

#### 2.1.1 Services ambulatoires

Le coût moyen des services médicaux ambulatoires correspond au coût unitaire moyen des services ambulatoires dont les bénéficiaires ont l'un des diagnostics retenus (tableau 8). Ce coût est calculé à partir des données de facturation des médecins provenant du *Fichier des services médicaux* de la Régie de l'assurance maladie du Québec (RAMQ) qui correspondent à des services dispensés en clinique privée, en clinique externe, en Centre local de services communautaires (CLSC) ou en urgence.

**Tableau 8 Codification des maladies et des troubles associés au VNO utilisée en services ambulatoires**

Catégorie de diagnostic	Codification du CIM-9
Fièvre du VNO	66.3
Méningite	321.7
Encéphalite	323.3
PFA et autres	344.9

Pour chacun des deux groupes d'âge (moins de 65 ans, 65 ans et plus), l'équation suivante a été utilisée pour calculer les coûts directs reliés aux services ambulatoires :

*Nombre de personnes X Coût moyen des services médicaux ambulatoires*

## 2.1.2 Services hospitaliers

Le coût moyen de l'hospitalisation correspond au coût estimé d'une hospitalisation pour l'un des diagnostics retenus (tableau 9). Le coût est calculé sur la base des hospitalisations de 2002-2003 à l'aide de l'indice NIRRU<sup>12</sup>.

**Tableau 9 Codification des maladies et des troubles associés au VNO utilisée en services hospitaliers**

Catégorie de diagnostic	Codification du CIM-9	
	Diagnostic primaire	Diagnostic secondaire
Fièvre du VNO	66.3 <sup>1</sup>	-
Méningite	47.9	321.7
Encéphalite	323.3	-
PFA et autres	344.9	-

<sup>1</sup> Étant donné qu'il n'y a aucune hospitalisation avec ce code dans Med-Echo 2002-2003, le NIRRU des hospitalisations ayant un code DRG (*Diagnosis Related Groups*) 419 : Fièvre d'origine inconnue, 421 : maladies virale et 423 : autres maladie infectieuses ou parasitaires, ont été sélectionnées de la banque de données *Performance hospitalière APR-DRG v12 (fichier J57)*.

Les NIRRU moyens pour les individus de moins de 65 ans et ceux de 65 ans et plus ont été calculés pour les hospitalisations dont le séjour est de 5 jours (valeur médiane selon Watson *et al.*, 2004). Ces NIRRU ont ensuite été utilisés pour calculer le coût.

Le coût moyen des services médicaux ambulatoires correspond au coût unitaire moyen des services médicaux obtenus à l'hôpital pour les bénéficiaires qui ont l'un des diagnostics retenus (tableau 9). Ce coût est calculé à partir des données de facturation des médecins provenant du *Fichier des services médicaux* de la RAMQ et correspond aux services dispensés aux personnes admises dans un centre hospitalier (CH) avec l'un des diagnostics retenus (tableau 9). La codification utilisée dans les hôpitaux distingue le diagnostic primaire du diagnostic secondaire.

Pour chacun des deux groupes d'âge (moins de 65 ans, 65 ans et plus), l'équation suivante a été utilisée pour calculer les coûts directs reliés aux services hospitaliers :

$$\text{Nombre de personnes } X (\text{Coût moyen de l'hospitalisation} + \text{Coût moyen des services médicaux à l'hôpital})$$

<sup>12</sup> Le niveau d'intensité relative des ressources utilisées (NIRRU) se veut une mesure de volume des ressources utilisées pour un patient ou un groupe de patients.

### 2.1.3 Services de réadaptation

- *Services de réadaptation – Niveau 1*

Il est supposé, pour les cas dont les symptômes neurologiques sont moins importants, qu'ils obtiennent des soins de réadaptation dans un établissement de réadaptation sans que les personnes soient admises. Il existe peu d'information sur la durée et l'intensité des traitements qui sont requis. L'estimation du coût a été basée sur la durée des séquelles indiquée dans la littérature et la rémunération moyenne du personnel en réadaptation fonctionnelle (tableau 10).

**Tableau 10 Coût estimé des services de réadaptation – Niveau 1**

Catégorie de diagnostic	Moins de 65 ans	65 ans et plus
Fièvre VNO	316 \$	316 \$
Méningite	711 \$	948 \$
Encéphalite	2 844 \$	3 792 \$
PFA et autres	3 555 \$	4 977 \$

Le coût calculé n'inclut pas les dépenses que la personne pourrait avoir à faire pour prendre part à ses séances de thérapie; transport, accompagnement, absence au travail, etc.

- *Services de réadaptation – Niveau 2*

Les services de réadaptation considérés ici sont ceux dispensés à des personnes admises dans un établissement ayant une mission de réadaptation. Ce séjour suit généralement une hospitalisation dans un établissement de soins physiques de courte durée. Le modèle suppose que ce sont les cas de VNO les plus sévères qui nécessitent un séjour dans un établissement de réadaptation. Ces cas se manifestent à des fréquences variant selon la catégorie de symptôme. Selon Watson *et al.* (2004), même des cas de fièvre du VNO peuvent nécessiter des soins de réadaptation.

Pour chacun des deux groupes d'âge (moins de 65 ans, 65 ans et plus), l'équation suivante a été utilisée pour calculer les coûts directs reliés aux services de réadaptation de niveau 2 :

$$\text{Nombre de personnes} \times \text{Coût du séjour en établissement de réadaptation}$$

Le coût du séjour en établissement de réadaptation est estimé à partir des éléments suivants :

1) Évaluation de la durée moyenne de séjour en réadaptation :

Les données de Med-Echo de certains établissements de réadaptation ont été utilisées. Les données par CIM-9 n'étaient pas disponibles pour ces établissements, la durée moyenne (et médiane) de séjour pour des admissions (2002-2003) ayant comme catégorie majeure de diagnostic (CMD 1) neurologie a été calculée. La catégorie majeure de diagnostic est un regroupement correspondant essentiellement aux grands chapitres de la CIM-9. La catégorie 1 : neurologie, regroupe les cas dont le diagnostic principal touche le système nerveux.

2) Calcul du NIRRU moyen pour les hospitalisations avec une CMD 1 et une durée de séjour équivalent à celle calculée en 1.

3) Estimation du coût à partir du NIRRU obtenu en 2.

## 2.2 COÛTS INDIRECTS

Les coûts indirects sont définis comme étant la valeur de la production économique perdue en raison de la maladie rendant inapte au travail ou de décès prématuré. Ils regroupent la valeur des jours d'activité perdus attribuable à l'incapacité de courte et de longue durée (coût de la morbidité) et la valeur des années de vie perdues en raison de la mortalité prématurée (coût de la mortalité).

### 2.2.1 Coût de la morbidité

- *Incapacité de court terme*

L'incapacité de court terme correspond à une période de moins de 60 jours (2 mois) pendant laquelle une personne est au repos et doit s'absenter de son travail, incluant le séjour à l'hôpital s'il y a lieu.

Pour chacun des deux groupes d'âge (moins de 65 ans, 65 ans et plus), l'équation suivante a été utilisée pour calculer les coûts indirects reliés à la morbidité attribuable à l'incapacité de court terme :

*Nombre de personnes X Taux de participation au marché du travail X Salaire hebdomadaire  
X Nombre de semaines d'absence au travail*

Le taux de participation au marché du travail est la proportion de la population occupant un emploi (Legris, 2003). Le taux de participation est supposé nul pour les personnes de moins de 15 ans. Le salaire hebdomadaire réfère à la rémunération hebdomadaire moyenne des personnes occupant un emploi selon l'Institut de la statistique du Québec (ISQ).

- *Incapacité de long terme*

L'incapacité à long terme correspond à une période de 60 jours ou plus (2 mois ou plus) pendant laquelle une personne est au repos et doit s'absenter de son travail et ne peut réaliser ses principales activités personnelles.

Pour chacun des deux groupes d'âge (moins de 65 ans, 65 ans et plus), l'équation suivante a été utilisée pour calculer les coûts indirects reliés à la morbidité attribuable à l'incapacité de long terme:

$$\frac{(\text{Nombre de personnes} \times \text{Taux de participation au marché du travail} \times \text{Salaire hebdomadaire} \times \text{Nombre de jours d'incapacité})}{(\text{Nombre de personnes} \times \text{Valeur du travail non rémunéré} \times \text{Nombre de jours d'incapacité}^*)}$$

\* Nombre de jours au-delà de l'incapacité de court terme.

La valeur du travail non rémunéré est estimée par la méthode du salaire de remplacement. Ce dernier est supposé correspondre au salaire minimum en vigueur au Québec. La majorité des travailleurs de l'industrie des services personnels déclarant tous leurs revenus ont un taux de salaire près du salaire minimum.

## 2.2.2 Coût de la mortalité

Le coût associé au décès (estimé selon la méthode du capital humain) correspond à la production économique perdue en raison du décès prématuré d'une personne. Pour ce faire, la valeur actualisée de la rémunération du travail et du travail non rémunéré est utilisée en appliquant les taux de survie actuels (1999-2001). Étant donné que ce calcul nécessite énormément de données dont plusieurs ne sont pas disponibles, les valeurs calculées par l'Agence de Santé publique du Canada (2004) pour le *Fardeau économique de la maladie au Canada* ont été retenues. Cependant, comme ces données reflètent la réalité canadienne, de nombreuses hypothèses ont dû être émises pour effectuer le calcul du coût de la mortalité. Puisque les valeurs calculées se rapportent à l'année 1998, elles ont été indexées pour tenir compte de l'augmentation des salaires (4,75 % / année).

**Tableau 11 Valeur actualisée de la production future perdue au Canada**

<b>Groupe d'âge</b>	<b>Deux sexes confondus (\$)</b>
Moins d'un 1 an	381 140
1-4 ans	395 671
5-9 ans	468 035
10-14 ans	575 860
15-19 ans	708 715
20-24 ans	825 933
25-29 ans	895 841
30-34 ans	889 840
35-39 ans	835 420
40-44 ans	754 056
45-49 ans	646 423
50-54 ans	523 859
55-59 ans	387 028
60-64 ans	272 116
65-69 ans	196 165
70-74 ans	143 307
75-79 ans	98 638
80-84 ans	52 474
85 ans et plus	11 351

Source : Agence de Santé publique du Canada, 2004.

### **3 ÉLÉMENTS DE COÛT QUI NE SONT PAS INCLUS DANS LE MODÈLE**

Cette section décrit les éléments qui n'ont pas été retenus dans le modèle pour le calcul des coûts directs et indirects.

#### **3.1 COÛTS DIRECTS**

- *Médicaments*

Il n'y a pas de traitements médicamenteux spécifique au VNO, toutefois certains médicaments peuvent être consommés pour apaiser les symptômes du VNO. Seul les médicaments consommés lors d'un séjour à l'hôpital sont inclus ici et sont intégrés au coût de l'hospitalisation (section 2.1.2 de la présente annexe).

- *Coût des transferts inter hospitaliers*

Le transport en ambulance vers l'hôpital ou entre hôpital lors de transferts n'est pas inclus dans les coûts présentés.

- *Régime de retraite des employés du gouvernement et des organismes publics (RREGOP) et amortissement*

La part de l'employeur au régime de pension des employés des établissements ainsi que l'amortissement sur les infrastructures et équipements ne sont pas inclus dans les coûts de l'hospitalisation.

- *Appareils suppléant à une déficience physique*

À la suite d'une infection au VNO, certaines personnes ayant perdu de leur mobilité devront avoir recours à des appareils pour faciliter leurs déplacements. Toutefois, cette possibilité n'a pas été considérée ici; les coûts présentés n'incluent donc pas l'achat de ces appareils.

- *Coût de l'hébergement dans un centre d'accueil ou de longue durée*

Il est possible que certaines personnes touchées par le VNO perdent de leur autonomie au point où elles doivent être admises dans un centre d'accueil ou un Centre d'hébergement et de soins de longue durée (CHSLD). Toutefois, le coût de ces séjours n'est pas inclus dans le modèle.

- *Coût des services d'aide domestique*

À la suite d'une infection au VNO, des personnes ayant perdu de leur autonomie vont demeurer à la maison et pourront avoir recours à ces services pour compenser leur perte d'autonomie les limitant dans les activités qu'elles peuvent accomplir. Ce coût relié à des services d'aide domestique n'est toutefois pas inclus dans le modèle.

### **3.2 COÛTS INDIRECTS**

La population affectée par le VNO compte une proportion élevée d'individus de plus de 70 ans. Aussi, dans plusieurs cas, le VNO accélère des symptômes du vieillissement et peut réduire considérablement l'autonomie des personnes atteintes. Le soutien apporté par des proches (aidants naturels) de personnes victimes du VNO représente une alternative au recours aux services institutionnels. Dans une perspective sociétale, telle que considérée dans la présente étude, cette alternative n'est pas sans coût puisque des coûts indirects pour ces aidants peuvent être encourus. La production économique perdue en raison de l'absence au travail d'aidants peu être considérée comme un coût indirect au même titre que celle associée aux personnes malades elles-mêmes. Ces coûts ne sont pas inclus dans cette étude. Il est à noter que les services d'aide dispensés par les proches ont également une valeur et, lorsqu'ils sont considérés, cela compense la perte de revenu du travail des proches.

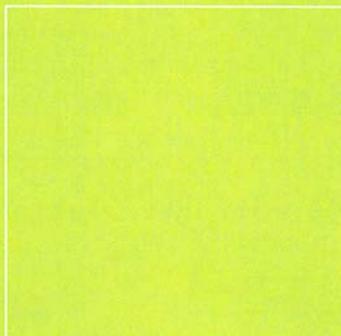
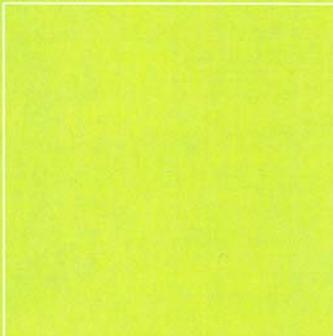
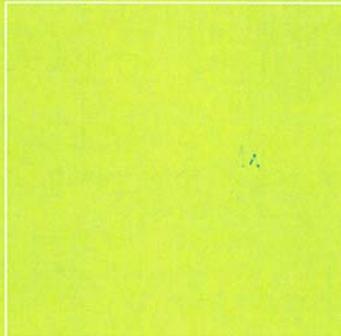
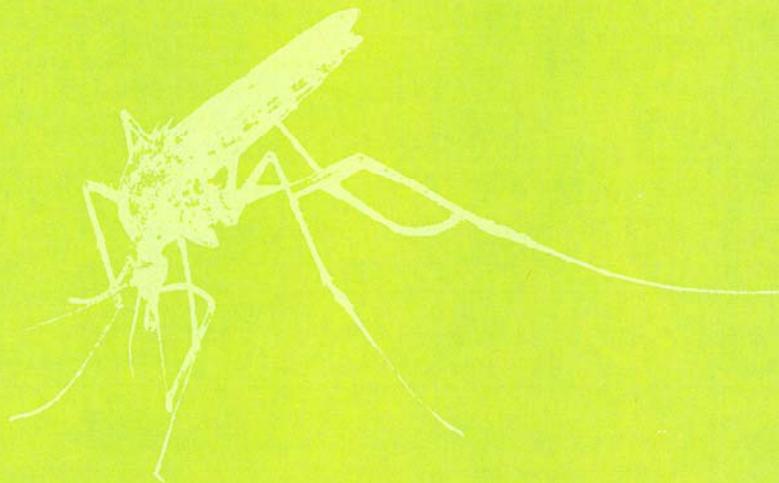
En somme, ne pas tenir compte des coûts indirects découlant de la perte de production économique (des proches) peut supposer que la valeur des services dispensés par les proches équivaut à la perte de revenus des proches (aidants naturels).

## 4 RÉFÉRENCES

- Brilla, R., Block, M., Geremia, G., Wichter, M. (2004). Clinical and neuroradiologic features of 39 consecutive cases of West Nile virus meningoencephalitis. *J. Neurol. Sci.*, Vol. 220, No 1-2, p. 37-40.
- Campbell, G.L., Marfin, A.A., Lanciotti, R.S., Gubler, D.J. (2002). West Nile Virus. *The Lancet Infectious Diseases*, Vol. 2, Septembre 2002, p. 519-529.
- Chowers, M.Y., Lang, R., Nassar, F., Ben-David, D., Giladi, M., Rubinshtein, E., Itzhaki, A., Mishal, J., Siegman-Igra, Y., Kitzes, R., Pick, N., Landau, Z., Wolf, D., Bin, H., Mendelson, E., Pitlik, S.D., Weinberger, M. (2001). Clinical Characteristics of the West Nile Fever Outbreak, Israel, 2000. *Emerg. Infect. Dis.*, Vol. 7, No. 4, Jul-Aug 2001, p. 675-678.
- Emig, M., Apple, D.J. (2004). Sever West Nile Disease in Healthy Adults. *Brief Report Clinical Infectious Diseases*, Vol. 38, p. 289-292.
- Klee, A.L., Maldin, B., Edwin, B., Poshni, I., Mostashari, F., Fine, A., Layton, M., Nash, D. (2004). Long-Term Prognosis for Clinical West Nile Virus Infection. *Emerg. Infect. Dis.*, Vol. 10, No. 8 Aug 2004, p. 1405-1411.
- Legris, R. Avec la collaboration de Bellazoug, A. et Gravel, C. (2003). *Les chiffres clés de l'emploi au Québec*, édition 2003. Direction de la planification et de l'information sur le marché du travail, Emploi-Québec, Québec, 39 pages.
- Nash, D., Mostashari, F., Fine, A., Miller, J., O'Leary, D., Murray, K., Huang, A., Rosenberg, A., Greenberg, A., Sherman, M., Wong, S., Campbell, G.L., Roehrig, J.T., Gubler, D.J., Shieh, W.-J., Zaki, S., Smith, P., Layton, M. (2001). The Outbreak of West Nile Virus Infection in the New York City Area in 1999. For the 1999 West Nile Outbreak Response Working Group. *The New England Journal of Medicine*, June 14 2001, p. 1807-1814.
- O'Leary, D.R., Marfin, A.A., Montgomery, S.A., Kipp, A.M., Lehman, J.A., Biggerstaff, B.J., Elko, V.L., Collins, P.D., Jones, J.E., Campbell, G.L. (2004). *The Epidemic of West Nile Virus in the United States, 2002*. Research paper. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, USA.
- Pepperell, C., Rau, N., Krajden, S., Kern, R., Humar, A., Mederski, B., Simor, A., Low, D.E., McGeer, A., Mazzulli, T., Burton, J., Jaigobin, C., Fearon, M., Artsob, H., Drebot, M.A., Halliday, W., Brunton, J. (2003). West Nile virus infection in 2002: Morbidity and mortality among patient admitted to hospital in southcentral Ontario. *Canadian Medical Association Journal*, 2003:Vol. 168, No 11, p. 1399-4105.

- Sejvar, J.J., Haddad, M.B., Tierney, B.C., Campbell, G.L., Marfin, A.A., Van Gerpen, J.A., Fleischauer, A., Leis, A.A., Stokic, D.S., Petersen, L.R. (2003). Neurologic Manifestation and Outcome of West Nile Virus Infection. *Journal of the American Medical Association*, July 23/30, 2003, Vol. 290, No 4, p. 511-515.
- Tsai, T. F., Popovici, F., Cernescu, C., Campbell, G.L., Nedelcu, N.I. (1998). West Nile encephalitis epidemic in southeastern Romania, for the Investigative Team, *The Lancet*, Vol. 352, September 5 1998.
- Watson, J.T., Pertel, P.E., Jones, R.C., Siston, A.M., Paul, W.S., Austin, C.C., Gerber, S.I. (2004). Clinical Characteristics and Functional Outcomes of West Nile Fever. *Annals of Internal Medicine*, Vol. 141, No 5, p. 360-367.
- Weinberger, M., Pitlik, S.D., Gandacu, D., Lang, R., Nassar, F., David, D.B., Rubinstein, E., Izthaki, A., Mishal, J., Kitzes, R., Siegman-Igra, Y., Giladi, M., Pick, N., Mendelson, E., Bin, H., Shohat, T., Chowers, M.Y. (2001). West Nile Fever Outbreak, Israel, 2000: Epidemiologic Aspects, *Emerg. Infect. Dis.*, Vol. 7, No. 4, Jul–Aug 2001, p. 686-690.
- Weiss, D., Carr, D., Kellachan, J., Tan, C., Phillips, M., Bresnitz, E., Layton, M. (2001). Clinical Findings of West Nile Virus Infection in Hospitalized Patients, New York and New Jersey, 2000, *Emerg. Infect. Dis.*, Vol. 7, No. 4, Jul–Aug 2001, p. 654-658.
- Zohrabian, A., Meltzer, M.I., Ratard, R., Billah, K., Molinari, N.A., Roy, K., Scott, R.D., Petersen, L.R. (2004). West Nile Virus Economic Impact, Louisiana, 2002. *Emerg. Infect. Dis.*, Vol. 7, No. 4, Jul–Aug 2004, p. 1736-1744.





Étude d'impact stratégique  
du Plan d'intervention gouvernemental  
de protection de la santé publique  
contre le virus du Nil occidental