

# L'histoire d'un cours d'eau étouffé par un aménagement d'urgence : le cas du Bonhomme-Morency au Bas-Saint-Laurent

Véronic PARENT, Thomas BUFFIN-BÉLANGER et Christian NOZAIS<sup>1</sup>

## Résumé

Depuis la période agroforestière, plusieurs cours d'eau du Québec ont été transformés, pour favoriser leur utilisation et celle des terres environnantes, pour diminuer les risques fluviaux ou encore pour répondre à une crise environnementale. Cet article présente ainsi l'histoire d'un petit cours d'eau, nommé Bonhomme-Morency, ayant subi d'imposants aménagements depuis la fin des années 1970. Ce ruisseau, situé dans la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges, au Bas-Saint-Laurent, est un affluent de la rivière Trois-Pistoles. Afin d'évaluer l'impact d'interventions aussi imposantes, une étude sur le cours d'eau Bonhomme-Morency a été réalisée. Elle avait notamment pour objectif de reconstituer l'historique des interventions humaines ainsi que des décisions et actions des instances, au cours des dernières décennies, ayant mené à des perturbations importantes et à des changements morphologiques majeurs. L'histoire du ruisseau Bonhomme-Morency illustre l'importance d'un changement dans les perceptions environnementales et dans les processus de gestion du

gouvernement, ces derniers étant peu adaptatifs et proactifs. Il importe d'assurer la cohésion entre les valeurs locales, politiques, sociales, culturelles, esthétiques et écologiques, ainsi que de respecter l'évolution et la complexité d'un cours d'eau.

## 1. Introduction

Cet article présente l'histoire du cours d'eau Bonhomme-Morency de 1968 à nos jours. Le ruisseau Bonhomme-Morency, surnommé ainsi en mémoire de Basile Baucher, dit Morency, et surnommé « Bonhomme » (vers 1769-1865)<sup>2</sup>, est situé dans la

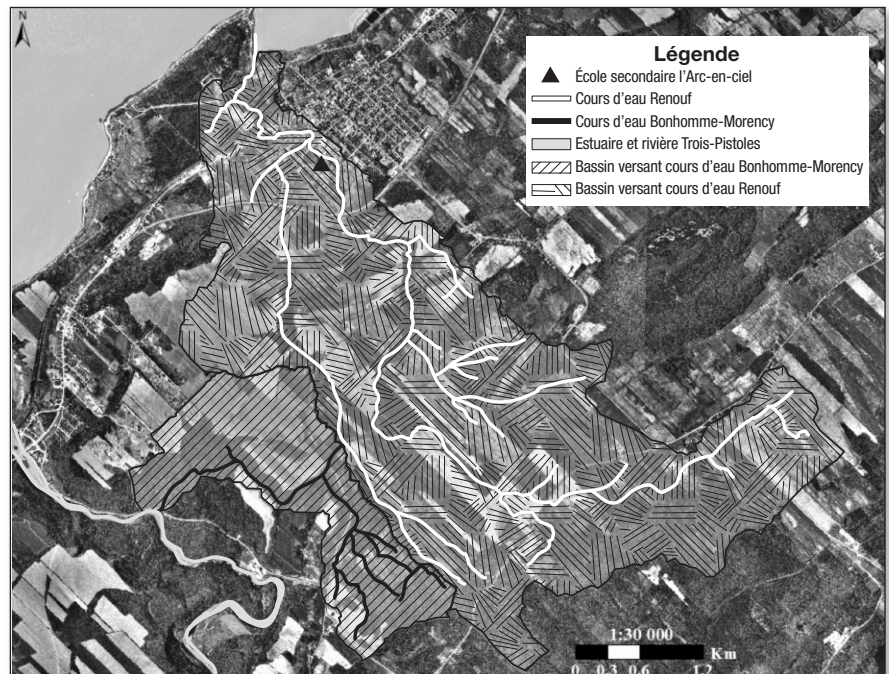


Figure 1 - Bassins versants des cours d'eau Renouf (partie hachurée) et Bonhomme-Morency (partie rayée) situés dans la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges (avant le détournement).



Figure 2 - Photo illustrant l'enrochement du cours d'eau Bonhomme-Morency.  
Source : V. Parent 2010.

municipalité de Notre-Dame-des-Neiges. Il est un affluent de la rivière Trois-Pistoles (Figure 1). Il a fait l'objet d'un enrochement de grande envergure en 2009 (Figure 2). Cet aménagement faisait suite au détournement des eaux de ruissellement de plus de 40 % de la superficie du bassin versant naturel du ruisseau Renouf vers la rivière Trois-Pistoles via le ruisseau Bonhomme-Morency (Figure 3). Cette intervention, menée par le gouvernement du Québec en 1977, faisait suite à une augmentation de la fréquence des inondations du ruisseau Renouf au centre-ville de Trois-Pistoles (Figure 4). Le cours d'eau Bonhomme-Morency recevait initialement les eaux d'un bassin versant d'une superficie d'environ trois kilomètres carrés. Le détournement a multiplié par trois la superficie drainante, ce qui a rehaussé le débit de pointe du ruisseau Bonhomme-Morency de manière désastreuse : selon la MRC des Basques, les répercussions de l'augmentation des débits constituent l'un des pires désastres environnementaux du Bas-Saint-Laurent<sup>3</sup>.

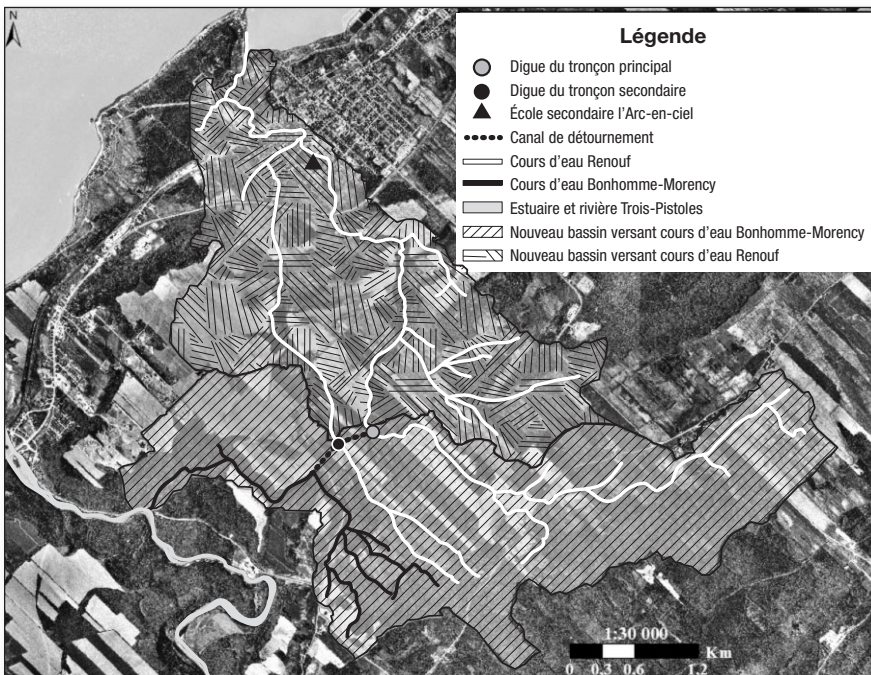


Figure 3 - Nouveaux bassins versants du ruisseau Renouf (partie hachurée) et du Bonhomme-Morency (partie rayée) situés dans la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges (après le détournement).

Les systèmes fluviaux sont sensibles aux changements de débits liquides (eau) et solides (sédiments)<sup>4,5</sup>. L'augmentation des débits dans le ruisseau Bonhomme-Morency a provoqué un ajustement morphologique majeur sur deux kilomètres du cours d'eau. Le fort dénivelé entre la confluence du canal de dérivation et l'embouchure du ruisseau Bonhomme-Morency avec la rivière Trois-Pistoles a provoqué une forte incision, ce qui a eu pour conséquence d'entraîner un élargissement marqué du cours d'eau par des décrochements de berges et un





Figure 4 - Photos datant des années 1970 et illustrant les dommages causés par les crues dans le ruisseau Renouf près de l'école de secondaire (avant le détournement). Source : archives de la ville de Trois-Pistoles.

transport spectaculaire de sédiments dans la rivière Trois-Pistoles (Figure 5). Une dégradation rapide des habitats aquatiques s'est produite dans le cours d'eau. En effet, la dynamique d'un écosystème est très sensible aux changements hydromorphologiques<sup>6, 7</sup>. Des craintes pour les habitats aquatiques de la rivière Trois-Pistoles ont aussi été soulevées.

Durant les vingt dernières années, la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges et la MRC des Basques ont fait de nombreuses pressions sur le gouvernement du Québec pour que des actions soient entreprises afin de contrer l'incision du lit et l'érosion des berges du cours d'eau Bonhomme-Morency. Des travaux majeurs d'enrochement ont finalement été financés par le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) à l'hiver 2009 et dirigés par une firme d'ingénierie. Cet enrochement d'envergure n'a pas d'équivalent dans les rivières du Bas-Saint-Laurent. Les travaux de stabilisation ont nécessité un investissement de plus de trois millions de dollars. L'eau circule aujourd'hui sous l'enrochement (Figure 2), à l'exception des périodes de crues, où l'eau est visible à la surface du lit. L'objectif de cet aménagement était de répondre rapidement au problème de l'apport élevé en sédiments fins dans la rivière Trois-Pistoles à la suite du détournement des eaux vers le ruisseau Bonhomme-Morency<sup>8</sup>. Aucun objectif de restauration du cours d'eau n'était envisagé.



Figure 5 - Photos illustrant la forte incision (A), l'érosion des berges et les coulées boueuses (B), les arbres accumulés dans le lit (C, D) du cours d'eau Bonhomme-Morency à l'année 2008. Source : MRC des Basques.



De l'augmentation des débits à l'enrochement majeur, le ruisseau Bonhomme-Morency a subi des perturbations intenses au



**Tableau 1 : Noms, professions et organismes représentés par les cinq personnes interviewées selon leur implication dans l'histoire du cours d'eau Bonhomme-Morency.**

<i>Nom des personnes interviewées</i>	<i>Profession et organisme représenté</i>	<i>Implication dans le projet</i>
M. André Leblond	Maire de la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges et ancien préfet de la MRC des Basques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaît le cours d'eau depuis son jeune âge</li> <li>• A observé l'évolution rapide du ruisseau depuis le détournement en 1977</li> <li>• A fait de nombreuses pressions auprès du gouvernement afin que des actions soient entreprises pour stabiliser le ruisseau Bonhomme-Morency</li> </ul>
M. Benoît Rheault	Aménagiste à la MRC des Basques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A été impliqué dans les pressions faites au gouvernement</li> <li>• A rédigé un communiqué de presse en 2007 et a échangé à quelques reprises avec les médias pour faire connaître la problématique du ruisseau</li> </ul>
M. Christian Lavoie	Chargé de projets à la Direction des barrages publics du CEHQ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A pris en charge le dossier du cours d'eau Bonhomme-Morency en 2008</li> <li>• A été mandaté à la réalisation de l'aménagement</li> </ul>
M. Simon Goyette	Ingénieur civil à la firme AECOM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A travaillé sur les plans et devis des travaux de stabilisation du cours d'eau Bonhomme-Morency</li> <li>• A assisté à quelques reprises aux travaux d'encrochement à l'hiver 2009</li> </ul>
M <sup>me</sup> Claudine Forget	Analyste du secteur hydrique et humide au MDDEFP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A analysé et accepté la demande de certificat d'autorisation permettant les travaux de stabilisation du cours d'eau</li> <li>• A visité le site de la Bonhomme-Morency avant et après l'intervention de 2009</li> </ul>

cours des trente dernières années. C'est pour examiner les réponses morphologiques et écologiques du ruisseau à ces perturbations qu'un suivi et une analyse hydrogéomorphologiques ont été réalisés, dans le cadre d'un projet de maîtrise à l'Université du Québec à Rimouski<sup>9</sup>. L'histoire présentée dans cet article se concentre sur les décisions et les actions qui ont provoqué des changements morphologiques du cours d'eau. Elle permet de mieux saisir la succession de décisions ayant mené à l'apparition d'un cours d'eau rocheux qui marquera les paysages fluviaux du Bas-Saint-Laurent pendant plusieurs décennies.

L'histoire du ruisseau Bonhomme-Morency a été reconstituée à partir de trois sources d'information. D'abord, les archives de la MRC des Basques, de la ville de Trois-Pistoles et de la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges ont été consultées au cours de l'année 2012. Ces documents contenaient des renseignements datant des premières inondations au centre-ville de Trois-Pistoles. Plusieurs lettres entre le gouvernement du Québec, la MRC des Basques, la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges et la ville de Trois-Pistoles ont été récupérées dans les archives et sont citées en référence à la fin de cet article. Ensuite, cinq personnes (Tableau 1) étant intervenues dans l'histoire du ruisseau Bonhomme-Morency ont été interviewées afin de connaître leur rôle et leurs perceptions en regard de la problématique du cours d'eau. Finalement, une photo-interprétation historique a permis de reconstituer l'évolution des changements morphologiques survenus après le

détournement d'une partie des eaux du ruisseau Renouf. Des photos aériennes (1 : 15 000 de 1985, 1990 et 1995 et 1 : 10 000 de 1976) et des orthophotographies (1 : 40 000 de 2001) du ministère des Ressources naturelles du Québec ont été utilisées. Le ministère des Transports du Québec (MTQ) a accordé au projet deux photos aériennes 1 : 60 000 de l'année 2004.

## 2. Historique des interventions

### 2.1 Le détournement du ruisseau Renouf

L'histoire commence avec la construction de l'école secondaire L'Arc-en-ciel, en 1968, dans la ville de Trois-Pistoles. L'école est construite au centre d'une zone de laminage naturel<sup>10</sup> dans la partie aval du ruisseau Renouf<sup>11</sup>. L'implantation de l'école nécessite l'aménagement d'un canal de dérivation à ciel ouvert à l'est de l'école ainsi qu'une canalisation fermée sous le stationnement du côté ouest. La taille des canalisations est toutefois mal évaluée et s'avère insuffisante pour assurer tout le passage de l'eau lors des crues du ruisseau Renouf. Annuellement, des inondations dans le secteur de l'école surviennent lors des crues printanières et automnales. Les inondations créent des dommages aux rues avoisinantes et aux propriétés riveraines, et empêchent tout développement résidentiel dans les secteurs environnants<sup>12</sup> (Figure 4). De nombreuses plaintes, formulées par la Commission scolaire régionale du Grand-Portage et par des résidents du secteur inondé, sont adressées au conseil municipal de la ville de Trois-Pistoles.

À l'automne 1973, le ministère des Richesses naturelles du Québec (MRN) contacte la ville de Trois-Pistoles et la Commission scolaire régionale du Grand-Portage. Il leur annonce que le Ministère interviendra financièrement pour régler les problèmes d'inondation<sup>13</sup>. Le Ministère prévoit implanter des ouvrages de rétention et de dérivation de 430 000 \$ dans le bassin versant du ruisseau Bonhomme-Morency, appelé *Ruisseau sans nom* à cette époque<sup>14</sup>. Cet aménagement a pour objectif de diminuer, en ville, le débit de pointe du ruisseau Renouf et de permettre le redimensionnement de la canalisation sur le terrain de l'école secondaire.

En 1977, deux digues sont érigées à la hauteur du 2<sup>e</sup> Rang Ouest pour contrôler la quantité d'eau des tronçons principal et secondaire coulant vers le centre-ville<sup>15, 16</sup>. Une canalisation d'une longueur de sept cents mètres est aussi construite pour détourner les eaux en surplus vers la rivière Trois-Pistoles. Chez la majorité des propriétaires riverains au centre-ville de Trois-Pistoles, le lit majeur du ruisseau Renouf est remblayé et des murets de protection sont érigés. Finalement, le MRN exproprie environ quinze mètres de bandes riveraines de part et d'autre du cours d'eau Bonhomme-Morency<sup>17</sup>. Les coûts finaux engendrés par les travaux de détournement ne sont présentés dans aucun document retrouvé dans les archives.

En 1986, une entente a lieu entre la ville de Trois-Pistoles et le ministère de l'Environnement du Québec pour assurer l'entretien et l'efficacité des ouvrages de rétention et de dérivation<sup>18</sup>. En résumé,

le ministère de l'Environnement s'engage à entretenir les ouvrages de contrôle et de dérivation et à assumer les coûts de déneigement des chemins d'accès aux ouvrages. Pourtant, depuis le milieu des années 1990, plus aucune régulation des débits dans les digues n'est effectuée<sup>19</sup>. Une grande quantité d'eau s'écoule en permanence vers le ruisseau Bonhomme-Morency.

### 2.2 Les impacts sur le ruisseau Bonhomme-Morency et la rivière Trois-Pistoles

La superficie initiale du bassin versant du cours d'eau Bonhomme-Morency est de 3,1 km<sup>2</sup> et se compose de 41 % de zones forestières et de 59 % de zones agricoles. Avant le détournement, le ruisseau se traversait d'une seule enjambée et l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) y était pêché<sup>20</sup>. La portion du bassin versant du ruisseau Renouf détournée a augmenté la superficie de drainage du ruisseau Bonhomme-Morency à 8,8 km<sup>2</sup>, soit presque trois fois sa superficie initiale (Figure 3). C'est en 2006 que la Commission de toponymie du Québec officialise le nom du cours d'eau du Bonhomme-Morency, communément appelé le ruisseau Bonhomme-Morency<sup>21</sup>.

Le détournement d'une partie des eaux du cours d'eau Renouf dans celui du Bonhomme-Morency a les effets escomptés pour la ville de Trois-Pistoles. Le peu d'eau coulant dans la rivière Renouf ne provoque plus d'inondations dans les secteurs à risque près de l'école secondaire. Toutefois, le problème est déplacé en amont du cours d'eau Bonhomme-Morency. Les eaux détournées entraînent une série d'ajustements



causés par une forte érosion et une incision du lit du ruisseau (Figure 5A). Ces processus provoquent de nombreux glissements de terrain et des décrochements de berges argileuses (Figure 5B). Le décrochement des berges cause une forte accumulation de bois mort dans le chenal<sup>22</sup> (Figure 5C). Les débris ligneux accumulés créent des seuils qui modifient la dynamique d'écoulement, et entraînent une migration latérale du chenal, accentuant ainsi la problématique d'érosion et de décrochement des berges<sup>23</sup>. À la figure 6, il est possible d'apercevoir l'élargissement et la migration latérale du chenal sur les photos aériennes de 1976 à 2004. C'est durant les premières années après le détournement que les ajustements sont plus marqués (photos 1976 et 1985). Durant les années suivantes, l'élargissement et la migration latérale continuent de façon plus graduelle. En 2008, la pente est élevée, l'eau s'écoule sur une largeur variant entre un et quatre mètres et la profondeur de l'eau varie entre deux et quarante centimètres<sup>24</sup>. Le secteur le plus actif (Figures 5A-B-D) possède des berges dont la hauteur varie entre vingt et trente mètres et la largeur du chenal excède les trente mètres. À certains endroits, la totalité de la bande riveraine expropriée avant le détournement s'est érodée<sup>25</sup>. La qualité d'habitat pour le poisson du ruisseau Bonhomme-Morency passe de moyenne à nulle<sup>26</sup>. La grande quantité de seuils constitués de débris organiques rendent le milieu inaccessible pour le poisson. De plus, une forte concentration de sédiments en suspension entraîne des stress physiologiques chez les poissons, une dégradation des aires d'alimentation et de reproduction et même la mortalité des individus<sup>27</sup>.

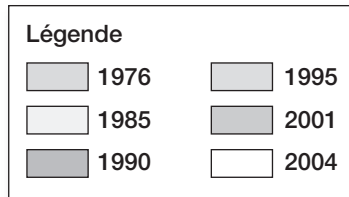
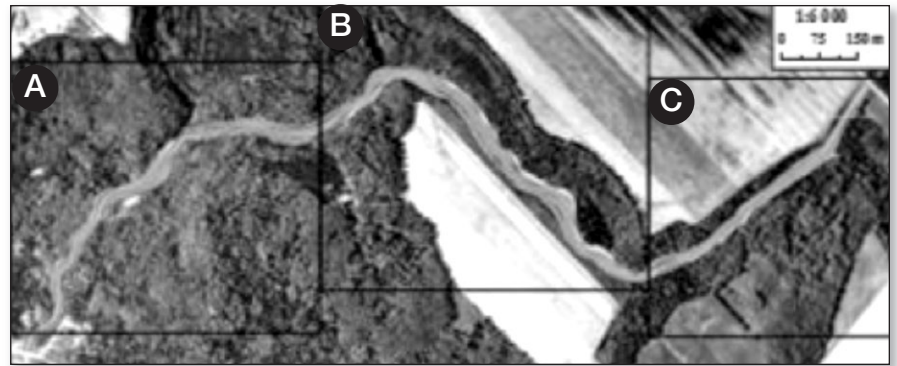


Figure 6 - Photo-interprétation de la migration latérale du cours d'eau Bonhomme-Morency à partir des photos aériennes de 1976, 1985, 1990, 1995, 2001 et 2004.

La morphologie du cours d'eau Bonhomme-Morency est manifestement différente depuis le détournement. Les changements provoqués se traduisent par une interrelation entre les processus (incision et érosion) et les formes (augmentation de la largeur, de la profondeur, de la pente et de la migration latérale). Sans détournement, l'aspect morphologique du cours d'eau Bonhomme-Morency serait très différent.

Au niveau de la rivière Trois-Pistoles, les conséquences de l'eau turbide du Bonhomme-Morency restent inconnues. Aucune étude n'a montré les impacts de la forte concentration en sédi-



ments fins provenant du ruisseau. Or, selon la MRC des Basques, la baisse des populations d'ombles de fontaine et d'éperlans arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) est directement liée au détournement<sup>28</sup>. La grande quantité de sédiments coulant jusque dans la rivière Trois-Pistoles (Figure 7) aurait influencé le succès reproducteur de ces deux espèces de poissons en colmatant les frayères<sup>29, 30</sup>. Une forte concentration de gravier transporté par le Bonhomme-Morency aurait aussi causé le comblement de fosses dans la rivière Trois-Pistoles<sup>31</sup>. En outre, les salmonidés et l'éperlan arc-en-ciel sont vulnérables à la dégradation des habitats<sup>32</sup>.

Cependant, de nombreuses perturbations survenues dans la rivière Trois-Pistoles pourraient aussi expliquer le déclin de ces populations, notamment le rejet des eaux usées de sources agricole, municipale et industrielle<sup>33</sup>. L'agriculture s'est intensifiée dans le bassin versant de la rivière Trois-Pistoles au cours du dernier siècle. De plus, les municipalités rejetaient leurs eaux usées non traitées dans les cours d'eau avant l'implantation des normes environnementales sur l'assainissement des eaux. Ces deux sources d'eaux usées peuvent accentuer la prolifération d'algues par le surenchérissement des eaux, contenir des contaminants toxiques et causer une dégradation de la qualité de l'eau et des habitats<sup>34</sup>. Du côté industriel, les trois usines ayant été actives en bordure de la rivière Trois-Pistoles ont probablement eu une incidence sur la qualité de l'eau<sup>35</sup>. De 1888 à 1950, un important moulin à scie transformait le bois en bordure de la rivière Trois-

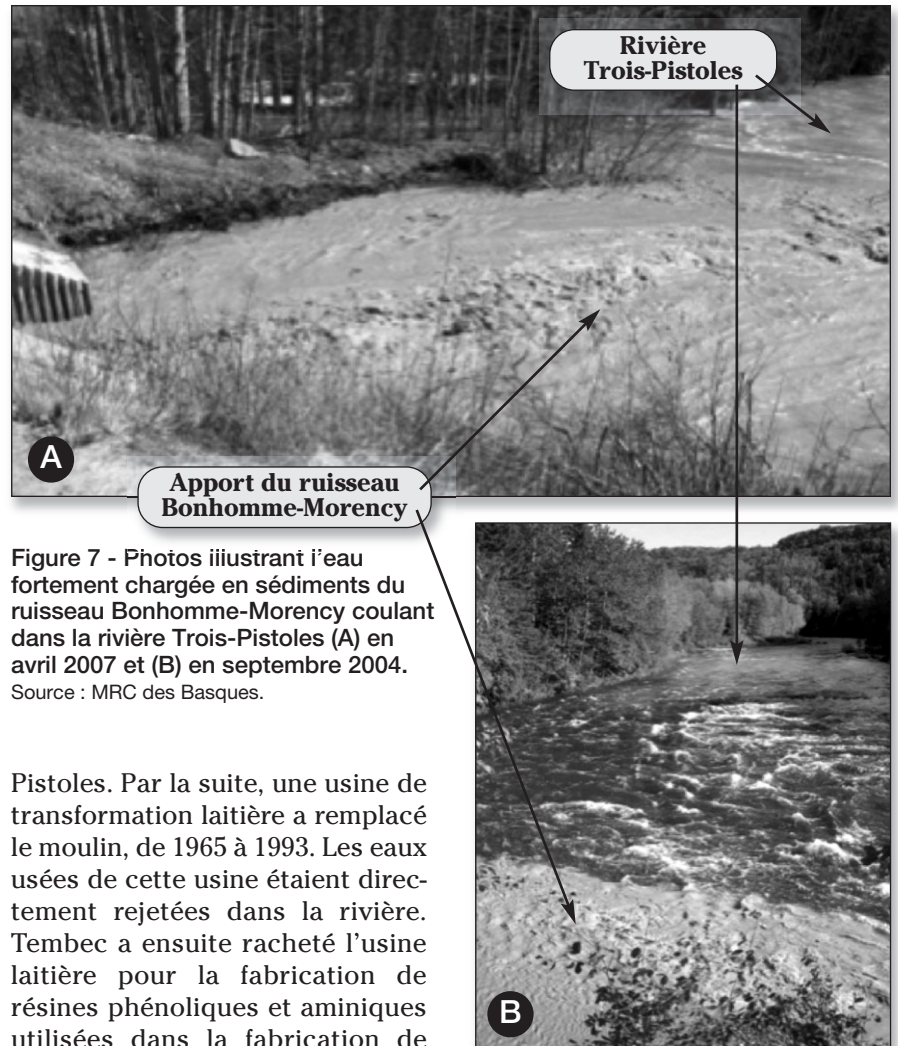


Figure 7 - Photos illustrant l'eau fortement chargée en sédiments du ruisseau Bonhomme-Morency coulant dans la rivière Trois-Pistoles (A) en avril 2007 et (B) en septembre 2004. Source : MRC des Basques.

Pistoles. Par la suite, une usine de transformation laitière a remplacé le moulin, de 1965 à 1993. Les eaux usées de cette usine étaient directement rejetées dans la rivière. Tembec a ensuite racheté l'usine laitière pour la fabrication de résines phénoliques et aminiques utilisées dans la fabrication de produits forestiers (dont le contre-plaqué)<sup>36</sup>. Même si l'entreprise a adopté différentes stratégies pour réduire la pollution qu'elle engendrerait, le rejet des matières en suspension et des eaux usées dans l'environnement peuvent avoir un impact pour la rivière Trois-Pistoles<sup>37</sup>.

Le déclin de l'éperlan arc-en-ciel dans la rivière Trois-Pistoles pourrait être lié à un événement survenu en 1990. Mandatée par le Canadien National, l'entreprise Entrepreneurs Clarke & compagnie a utilisé des jets abrasifs pour

nettoyer le pont ferroviaire traversant la rivière Trois-Pistoles, directement au-dessus de la frayère à éperlans<sup>38</sup>. L'abrasion a entraîné de fortes concentrations de poussières et de résidus de peinture dans la rivière. Une autre activité ayant pu engendrer d'importantes conséquences sur la reproduction de l'éperlan est la forte pression de pêche qui avait lieu durant la période de fraie de 1930 à 1950<sup>39</sup>. Depuis les années 1990, aucune activité de reproduction n'a été recensée dans la rivière Trois-Pistoles. Cette baisse des popu-

lations d'éperlans est toutefois répandue sur toute la rive sud de l'estuaire depuis les années 1960.

Les lois environnementales sont aujourd'hui beaucoup plus sévères et permettent de diminuer les sources de pollution anthropiques. Or, certaines sources de dégradation de la qualité de l'eau sont plus difficiles à prévoir et à contrôler. Par exemple, lors de la crue printanière de 1983, un glissement de terrain s'est produit sur la berge gauche de la rivière Trois-Pistoles, à la hauteur du 2<sup>e</sup> Rang. Le glissement, évalué à 1 557 m<sup>3</sup> de sédiments, a entraîné une quantité élevée d'argile et de sable dans la rivière et a dévié l'écoulement dans un terrain agricole sur la rive droite<sup>40</sup>. Depuis, les versants de ce secteur sont toujours instables et contribuent à l'apport de sédiments dans la rivière, d'autant plus qu'un second glissement de terrain s'est produit en 2011 dans ce même secteur. Subséquemment, ces sources de sédiments ont peut-être contribué au colmatage des frayères de la rivière Trois-Pistoles et entraîné la baisse des populations des poissons moins tolérants à une mauvaise qualité de l'eau. Néanmoins, il faut savoir que les fortes crues quinquennales ont pour effet de retirer les sédiments fins accumulés sur les lits des rivières graveleuses<sup>41</sup> et d'améliorer la qualité des habitats aquatiques<sup>42</sup>. En raison du manque d'études et de suivis sur la rivière Trois-Pistoles, il est impossible de déterminer spécifiquement la ou les causes de déclin des espèces aquatiques. Cependant, il est possible que la combinaison de tous les événements présentés ci-haut ait eu un impact sur les populations.

### **2.3 Vers une stabilisation du cours d'eau Bonhomme-Morency**

Plusieurs années passent avant que des travaux de nettoyage et de stabilisation soient entrepris dans le cours d'eau Bonhomme-Morency. C'est en 1994 que les premières interventions ont lieu, lorsque le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEF) autorise la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges à extraire les arbres morts accumulés dans le chenal. En 1998, avec l'appui de la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges et de la ville de Trois-Pistoles, les propriétaires de terrain en périphérie du cours d'eau Bonhomme-Morency portent plainte auprès du MEF<sup>43</sup>. L'année suivante, la direction régionale du ministère de l'Environnement inspecte le secteur du Bonhomme-Morency<sup>44</sup> et entreprend des travaux de redressement sur une longueur de cinquante mètres à l'amont du ponceau de la route du Sault (route longeant la rivière Trois-Pistoles, comme le montrent les figures 1 et 3)<sup>45</sup>. Dans ce même secteur, un enrochement de la berge droite est réalisé. De plus, un pont en béton armé, pour la circulation des véhicules tout-terrain et des motoneiges, est construit à environ cinq cents mètres en amont du ponceau de la route du Sault, dans le secteur de la conduite d'eau potable de Trois-Pistoles. À l'été 2001, le Ministère s'engage à étudier davantage la problématique des cours d'eau Renouf et Bonhomme-Morency afin de trouver une solution durable pour contrer les problèmes d'érosion<sup>46</sup>. Il procède aussi à un second nettoyage de tous les débris ligneux pouvant nuire au libre écoulement de l'eau dans le

ruisseau. Le nettoyage s'effectue sur une distance de 850 mètres et entraîne des coûts de 116 487 \$. Il importe de mentionner que le retrait de ces débris ligneux du lit a possiblement contribué à l'incision du chenal. En effet, une accumulation d'arbres au lit ralentit l'écoulement et crée des zones d'accumulation locale<sup>47</sup>.

Au début des années 2000, M. Benoît Rheault, aménagiste à la MRC des Basques, constate l'ampleur des effets du détournement sur le Bonhomme-Morency<sup>48</sup>. Il qualifie le cours d'eau de « dangereux, inimaginable et démesuré ». M. Rheault se joint à la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges pour augmenter les pressions auprès du gouvernement. Au printemps 2004, cette municipalité demande une fois de plus au ministère de l'Environnement qu'une nouvelle inspection du cours d'eau Bonhomme-Morency soit réalisée rapidement<sup>49</sup>. À l'automne 2004, le CEHQ procède à de nouveaux travaux de nettoyage et de stabilisation des berges dans trois zones, engendrant des coûts de 141 000 \$<sup>50</sup>. Au printemps 2005, le CEHQ communique avec la MRC des Basques et la ville de Trois-Pistoles pour leur présenter deux solutions potentielles aux problèmes d'érosion dans le cours d'eau Bonhomme-Morency : la réalisation de travaux dans le cours d'eau Bonhomme-Morency et la gestion révisée des ouvrages de dérivation ou le retour à un régime d'écoulement naturel dans les ruisseaux Renouf et Bonhomme-Morency.

La MRC des Basques et la ville de Trois-Pistoles privilégient la première option, visant à



consolider seulement les berges et le lit du cours d'eau Bonhomme-Morency<sup>51</sup>. Selon eux, la seconde option risque d'engendrer de nouvelles inondations au centre-ville et suppose des dépenses très élevées.

Le CEHQ mandate en 2007 le service de la géotechnique et de la géologie, section mouvements de terrain du MTQ, pour réaliser une étude préliminaire des travaux de stabilisation du cours d'eau Bonhomme-Morency<sup>52</sup>. L'étude préliminaire vise à formuler les directives techniques des différentes étapes menant à l'enrochement complet du cours d'eau et à la régulation de la pente du cours d'eau pour ralentir la vitesse d'écoulement. Les travaux consistent à consolider les berges et le lit du cours d'eau par un enrochement, sur une distance de 2,2 kilomètres, à la hauteur du 2<sup>e</sup> Rang Ouest jusqu'à la confluence avec la rivière Trois-Pistoles. L'enrochement inclut aussi un petit affluent du ruisseau Bonhomme-Morency et le canal de dérivation.

Le MTQ est aussi mandaté en 2008 pour évaluer la taille de l'enrochement par une expertise hydraulique. Ce Ministère, couramment appelé à diriger des travaux similaires dans les cours d'eau longeant les axes routiers, possède les qualifications nécessaires pour remplir cette fonction sur le ruisseau Bonhomme-Morency. La procédure consiste à évaluer la compétence maximale du cours d'eau<sup>53</sup>, soit la taille maximale d'une particule que l'écoulement peut mobiliser<sup>54</sup>. Les caractéristiques du bassin versant, la morphologie du chenal, la dynamique glacielle (apparition, développement

des formes et transport de la glace) et les apports sédimentaires, entre autres, ne sont pas étudiés dans l'expertise hydraulique. Le MTQ utilise plutôt un facteur de sécurité ayant pour objectif de compenser l'absence de ces variables dans ses calculs tout en assurant la stabilité de l'enrochement<sup>55</sup>.

En juin 2008, le CEHQ lance un appel d'offres pour la conception des plans et devis de l'aménagement auprès des firmes d'ingénierie. La firme AECOM (anciennement connue sous le

nom de Tescult) reçoit le contrat et conçoit les plans et devis à partir des documents émis par le MTQ<sup>56</sup>. AECOM lance par la suite un appel d'offres pour embaucher une firme d'entrepreneurs s'engageant à effectuer les travaux de consolidation du cours d'eau<sup>57</sup>. L'entreprise Gervais Dubé inc., située à Trois-Pistoles, obtient le contrat.

C'est en janvier 2009 que les travaux de consolidation du cours d'eau Bonhomme-Morency débutent<sup>58</sup>. Le déboisement des berges, la collecte des débris ligneux le long du chenal, l'exca-

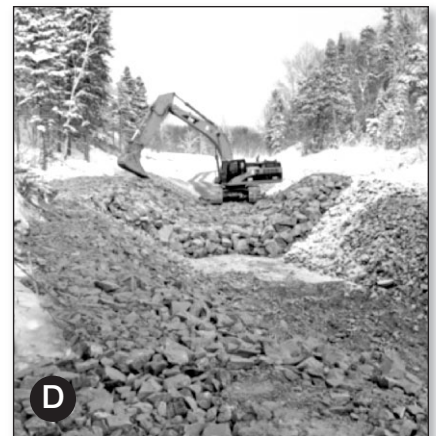


Figure 8 - Photos des différentes étapes des travaux d'enrochement du cours d'eau Bonhomme-Morency : nettoyage du lit et des berges (A), couche de tout-venant (B), excavation du lit (C) et couche de protection (D). Source : Tescult, 2009.

vation et le remblayage ont lieu (Figure 8). La mise en place des pierres se fait de façon à ce qu'elles soient enchâssées et serrées les unes contre les autres pour assurer une meilleure stabilisation<sup>59</sup>. Les travaux se déroulent sans contraintes environnementales majeures et se terminent en mars 2009, avant les crues printanières. L'enrochement du cours d'eau Bonhomme-Morency nécessite dix mille voyages de camion et entraîne des dépenses totales de 3 200 000 \$. La renaturalisation des accès se fait au printemps 2009.

La figure 9 présente une ligne du temps résumant les différentes étapes qui ont mené à l'état actuel du cours d'eau. Elle expose les décisions prises dans l'aménagement des cours d'eau et la longueur du processus de mise en œuvre des actions (du constat à l'action sur le terrain). La ligne du temps fait aussi référence à l'évolution morphologique. Elle montre les conséquences des décisions sociopolitiques et des réactions des instances sur la dynamique du cours d'eau (ajustements, formes et processus).

#### 2.4 Réflexions sur l'évolution du cours d'eau par les personnes interviewées

L'enrochement et la renaturalisation des voies d'accès terminés, les gestionnaires ne prévoient plus intervenir dans le ruisseau Bonhomme-Morency. Le cours d'eau, transformé en un canal de pierres, transporte beaucoup moins de sédiments (Figure 10). Il doit se redonner lui-même une apparence plus naturelle par l'action des processus géomorphologiques<sup>60</sup>. Dans les plans d'aménagement, la morphologie

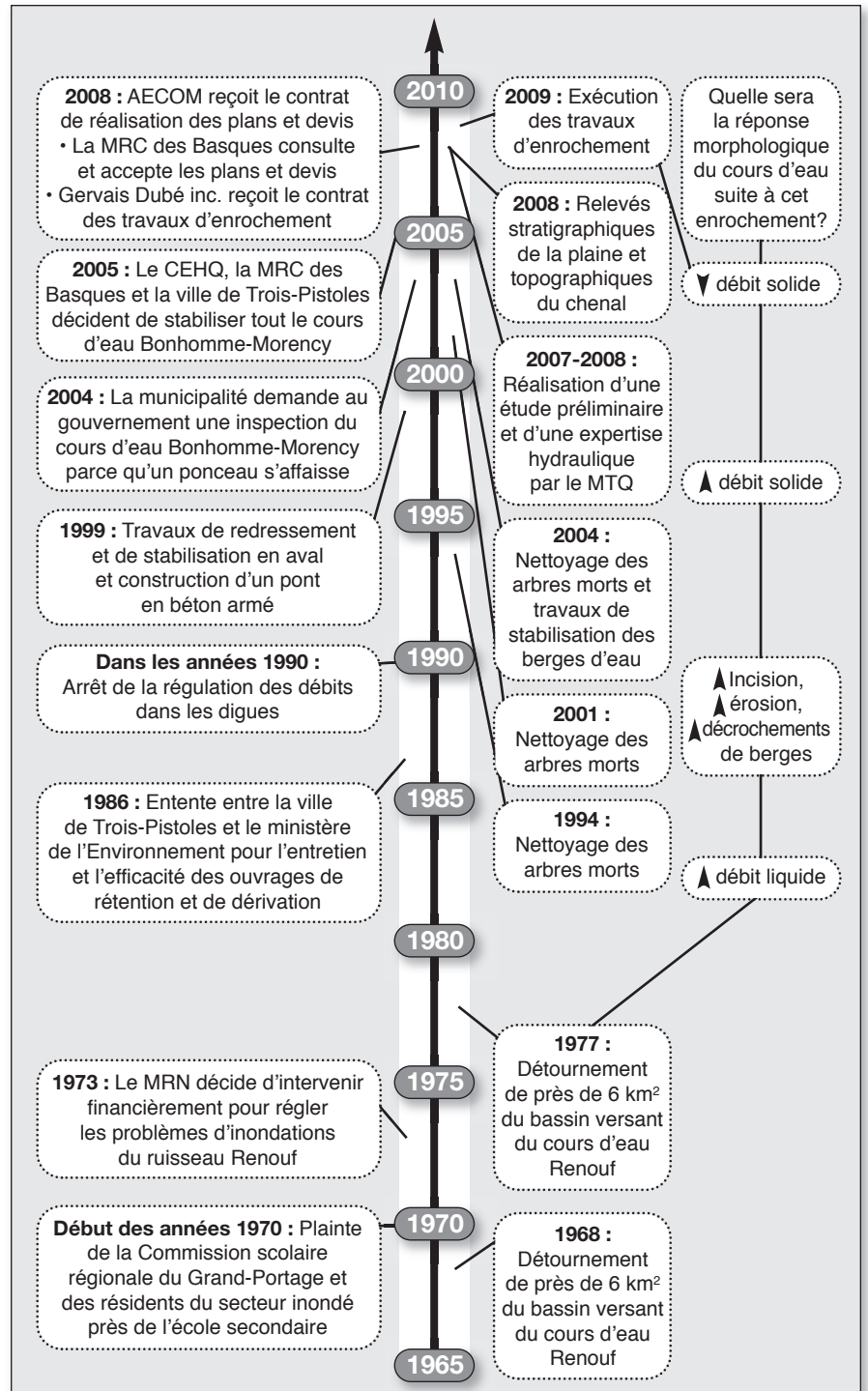


Figure 9 - Ligne du temps résumant l'historique des cours Bonhomme-Morency et Renouf depuis 1968. Les consultations, les décisions et les pressions politiques concernant les cours d'eau sont inscrites dans les encadrés oranges, les interventions sont présentées dans les encadrés verts et les processus morphologiques provoqués par les interventions sont illustrés dans les encadrés bleus.



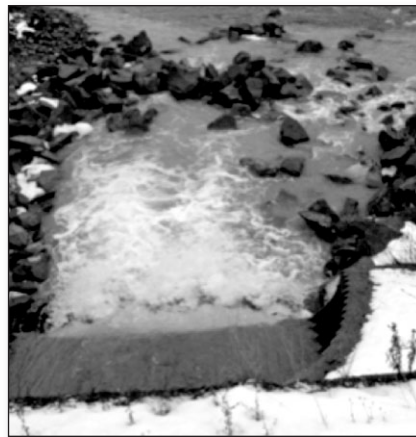


Figure 10 - Photos du canal enroché à l'été 2010 (A) et de la confluence avec la rivière Trois-Pistoles au printemps 2011 (B). Source : V. Parent 2010.

des berges enrochées a été prévue pour favoriser la chute des cailloux dans le lit du cours d'eau et ainsi augmenter les chances de colmatage du lit et l'écoulement permanent en surface. Selon M. Simon Goyette, de la firme AECOM, le cours d'eau aurait subi quelques changements depuis 2009. L'enrochement se serait affaissé et les pierres se seraient imbriquées davantage les unes dans les autres. M. Goyette ne croit cependant pas au risque d'instabilité de l'enrochement puisque l'aménagement a été conçu pour résister aux crues centennales. M. Christian Lavoie,

du CEHQ, est du même avis<sup>61</sup>. L'aménagement a permis de limiter l'érosion, de renforcer les talus et de diminuer la perte de superficie cultivable. M. Lavoie n'a formulé aucune prédiction sur l'évolution du cours d'eau. Mme Claudine Forget, antérieurement analyste des secteurs hydriques et humides au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), n'a pas d'appréhension face à l'aménagement. Elle s'attend toutefois à ce que les versants s'équilibrent durant la prochaine décennie<sup>62</sup>. M. Rheault, aménagiste

à la MRC des Basques, est satisfait de l'intervention de 2009 puisque l'eau de la rivière Trois-Pistoles reçoit beaucoup moins de sédiments et que la qualité de ses habitats est susceptible de s'améliorer<sup>63</sup>. Quant au maire de la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges et ancien préfet de la MRC des Basques, M. André Leblond, il aurait souhaité qu'un approvisionnement en gravier soit effectué pour augmenter le colmatage et favoriser la réhabilitation du cours d'eau<sup>64</sup>. Ni la réhabilitation du cours d'eau, ni le caractère esthétique de l'aménagement n'ont été des critères envisagés pour stabiliser le ruisseau Bonhomme-Morency<sup>65</sup>. M. Goyette décrit même l'aménagement comme une « cicatrice dans la nature ».

Selon les personnes interviewées, la restauration du cours d'eau n'aurait pu se faire qu'en ramenant les eaux détournées dans le ruisseau Renouf. Cette solution aurait été plus écologique, mais elle aurait nécessité de grandes modifications en zone urbaine et entraîné des dépenses élevées. Ainsi, Messieurs Goyette et Lavoie croient que l'enrochement majeur était la seule option pour stabiliser le cours d'eau. Selon M. Rheault, il aurait été trop coûteux d'étudier les composantes géomorphologiques du cours d'eau et de choisir des méthodes d'aménagement de moindre ampleur.

Mme Forget, de son côté, envisage les aménagements en rivière d'un regard différent de celui des autres intervenants puisqu'elle a acquis depuis les dernières années de nouvelles connaissances en géomorphologie fluviale<sup>66</sup>. Mme Forget souhaite que

la gestion des cours d'eau au Québec s'améliore avec la sensibilisation à cette nouvelle science, et que la société ait une vision plus large de l'impact des interventions sur la dynamique fluviale. Elle croit aussi à l'importance de laisser évoluer les cours d'eau dans leur espace de liberté. La société a toujours favorisé les choix économiques, la protection des riverains et la gestion de crise, ce qui est parfaitement compréhensible selon Mme Forget. Il est en effet facile de critiquer les interventions majeures. Or, elles sont souvent intimement liées aux mauvaises décisions du passé, comme dans le cas du cours d'eau Bonhomme-Morency.

### **3. Enseignements et réflexions sur le cas du ruisseau Bonhomme-Morency**

L'histoire des nombreuses décisions et interventions concernant le cours d'eau Bonhomme-Morency depuis 1977 fournit plusieurs enseignements sur l'ajustement des cours d'eau, mais elle permet surtout d'établir quatre constats sur l'analyse et la gestion des services de sécurité publique et écosystémiques des systèmes fluviaux.

#### **3.1 Une prise de décision inadéquate**

Le premier constat provient de la décision prise en 1977 de détourner une portion des eaux du ruisseau Renouf dans celles du Bonhomme-Morency. À l'unanimité, les personnes interviewées considèrent que ce détournement est à l'origine du problème. À cette époque, l'impact des détournements était moins documenté qu'aujourd'hui. Actuellement, plusieurs études confir-

ment les effets négatifs des détournements de cours d'eau sur la biodiversité et les écosystèmes à l'échelle des bassins versants<sup>67</sup>. Après un détournement, la diversité de la flore et celle de la faune aquatique, semi-aquatique et terrestre (macroinvertébrés, poissons, oiseaux et mammifères) décroissent très rapidement pour le cours d'eau. Cette intervention, en modifiant la quantité d'eau dans le cours d'eau, altère les débits liquides et solides ainsi que l'amplitude des crues<sup>68</sup>. Par conséquent, ces processus agissent sur les formes : ils modifient la topographie du lit, la taille des sédiments et celle de la pente, comme le révèle de manière extraordinaire le cas du ruisseau Bonhomme-Morency. Aucune information n'existe sur l'ordre des changements morphologiques et biologiques apparus depuis 1977 dans le cours d'eau Renouf. Néanmoins, il est évident que ce cours d'eau a subi une perturbation liée au détournement d'une partie de ses eaux et qu'il s'est ajusté à de nouveaux débits. Avec les connaissances et la conscience environnementale actuelles, tout porte à croire que les décisions seraient très différentes aujourd'hui et que le détournement des eaux du ruisseau Renouf serait évité. Les sommes d'argent investies dans les deux cours d'eau depuis 1977 auraient pu être moindres si les canaux, les ponts et les ponceaux au centre-ville avaient plutôt été réaménagés.

Quant aux décisions prises pour l'enrochement de 2009, elles ne différeraient probablement pas aujourd'hui. M. Lavoie, responsable du projet de consolidation du cours d'eau Bonhomme-Morency au CEHQ, maintient que

l'enrochement total du cours d'eau en 2009 était l'option la plus valable pour répondre à l'objectif de stabilisation<sup>69</sup>. Or, aucun aménagement de cette envergure n'a d'équivalent dans les rivières de l'Est-du-Québec et aucun suivi d'enrochement ne semble avoir été réalisé pour ce type d'aménagement<sup>70</sup>. Ainsi, l'information sur l'impact et le succès de ces aménagements est très rare. De plus, à l'échelle internationale, la connaissance sur les trajectoires morphologiques des cours d'eau fortement aménagés et sur leurs répercussions en régions froides et dans un contexte de changements globaux est faible<sup>71</sup>. Conséquemment, seul le temps nous permettra d'évaluer si le type d'enrochement choisi était l'option la plus recevable.

Les instances municipales ont fait de nombreuses pressions pendant plusieurs années auprès du gouvernement afin que des solutions soient proposées pour stabiliser le cours d'eau Bonhomme-Morency. Selon M. Rheault, le gouvernement se devait d'agir rapidement pour limiter l'impact des apports de sédiments fins dans la rivière Trois-Pistoles<sup>72</sup>. Or, quel impact cette charge sédimentaire du Bonhomme-Morency avait-elle sur la rivière Trois-Pistoles? Plusieurs perturbations de sources différentes semblent avoir participé à la dégradation de la Trois-Pistoles, mais aucune étude n'a été réalisée pour évaluer l'effet de ces diverses perturbations. Le seul effet connu des ajustements morphologiques du Bonhomme-Morency sur cette rivière était l'écoulement d'eau turbide. Le cours d'eau Bonhomme-Morency avait, à l'origine, l'allure d'un ruisseau agricole et n'apportait aucune



retombée économique pour la région<sup>73</sup>. L'expropriation des quinze mètres de bandes riveraines de chaque côté du cours d'eau a eu pour effet de prévenir la perte directe de superficies agricoles.

Dans ce contexte où plusieurs données scientifiques étaient absentes, il est possible que l'aspect esthétique de l'eau brune fortement chargée en sédiments ait été l'argument principal pour agir rapidement en situation de crise. L'eau dite « sale » aurait pu choquer les gens et inciter le gouvernement à agir aussi rapidement sans étude approfondie.

### **3.2 Des décisions en chaîne**

Le deuxième constat fait référence aux décisions prises en réaction aux décisions précédentes. En effet, l'enchaînement de décisions et d'interventions pour contrer l'érosion du cours d'eau Bonhomme-Morency montre une gestion du système axée sur une approche réactive : un détournement pour éviter les inondations, des enrochements localisés pour stabiliser les berges, des nettoyages de débris ligneux pour assurer l'écoulement normal, une reconstruction d'un pont et d'un ponceau pour éviter leur effondrement et, finalement, l'enrochement majeur de 2009 pour arrêter l'incision et l'apport en sédiments fins. Or, d'autres types de gestion auraient pu être employés. D'abord, dans une gestion proactive, les décisions et les aménagements auraient été faits en considérant la source du problème : la hausse de débit causée par le détournement. Des interventions auraient eu lieu dans le bassin versant pour favoriser la recharge en sédiments plus grossiers (sable, gravier, galets) et

la rétention d'eau dans le bassin versant et ainsi diminuer la puissance de l'érosion. Avec une telle gestion, la restauration est toutefois plus lente à paraître<sup>74</sup>. Néanmoins, les traces laissées dans la nature sont moindres et la probabilité de succès est meilleure.

Dans le cadre d'une gestion adaptative, un comité multidisciplinaire aurait été créé afin de dresser un plan et de mener une étude en profondeur de la problématique. Le comité, formé d'intervenants divers (aménagistes, ingénieurs, biologistes, environnementalistes, conseillers municipaux, agriculteurs, riverains), aurait pu proposer des mesures de moindre ampleur ou simplement donner son point de vue sur la stabilisation et la restauration du cours d'eau Bonhomme-Morency. Les intervenants se seraient engagés dans un processus d'aménagement étudié, résultant d'une consultation et approuvé. Une gestion adaptative aurait amoindri les coûts d'aménagement, amélioré l'aspect esthétique du cours d'eau, sensibilisé la population, créé une valeur ajoutée (création d'un parc, de sentiers et de sites d'interprétation) et amélioré les connaissances scientifiques. Un tel type de gestion nécessite un engagement significatif du milieu en temps et en ressources, mais elle rehausse les sentiments d'appartenance et de fierté du milieu.

### **3.3 Absence de considérations hydro-géomorphologiques**

Le troisième constat tient compte du manque de considérations géomorphologiques dans les décisions et les interventions.

Effectivement, au Québec, l'hydro-géomorphologie tarde à se faire intégrer dans les processus d'aménagement des cours d'eau<sup>75</sup>. Pourtant, cette discipline est maintenant reconnue en France<sup>76</sup>, en Italie<sup>77</sup>, en Australie<sup>78, 79</sup>, et aux États-Unis<sup>80</sup>. Dans ces pays, la crédibilité de cette discipline provient des hauts taux de succès des aménagements ayant adopté ses concepts dans leur planification. L'intégration des connaissances en hydrogéomorphologie dans les pratiques d'aménagement vise à travailler selon le fonctionnement de la rivière, selon les processus qui conditionnent les problèmes (inondation, érosion, glissement de terrain), et à créer des solutions durables<sup>81</sup>. Selon Mme Forget, il importe de continuer la sensibilisation et l'éducation à cette nouvelle discipline au Québec pour qu'au fil du temps, les Ministères et les firmes d'ingénierie assimilent les connaissances sur la dynamique fluviale et puissent les intégrer dans leurs plans d'aménagement<sup>82</sup>.

### **3.4 Absence de suivi**

Le quatrième constat concerne l'absence de suivi après les aménagements. Comme le souligne Mme Forget, un manque de soutien public et financier perdure et limite les possibilités d'implantation de programmes de suivi<sup>83</sup>. Au Québec, le promoteur a un rôle de suivi si le Ministère l'exige dans son certificat d'autorisation. Le Ministère encadre le suivi en définissant sa durée précise et ses composantes. Ainsi, le ministère demande au promoteur de s'autoévaluer, de faire ses propres échantillons et ses analyses. Finalement, les résultats du suivi ne s'avèrent guère pertinents

ni utilisables. Mme Forget croit que le ministère devrait plutôt imposer une démarche de suivi au promoteur. Cette méthode permettrait d'obtenir des données probablement plus pertinentes et comparables d'un aménagement à l'autre.

Dans le cas de l'enrochement majeur du ruisseau Bonhomme-Morency, le MMDEFP n'a pas imposé de suivi aux promoteurs. L'enrochement devait être stable et durable, c'est-à-dire ne demander aucun autre investissement, ni intervention ni suivi ultérieurs<sup>84</sup>. Le Ministère a tenu pour acquis que les promoteurs se responsabilisent et s'assurent de réaliser des aménagements efficaces et durables.

#### 4. Conclusion

Cet article raconte l'histoire du cours d'eau Bonhomme-Morency dans le Bas-Saint-Laurent. Cette histoire traite de procédures et de décisions politiques et sociales associées aux changements morphologiques observés dans le cours d'eau. L'analyse souligne que le détournement d'une portion

des eaux du ruisseau Renouf dans celles du Bonhomme-Morency a entraîné des réponses morphologiques majeures : une forte incision, un élargissement et des taux de transport de sédiments fins élevés. Ces changements sont à l'origine d'une détérioration des habitats dans le ruisseau Bonhomme-Morency. Il est toutefois difficile d'attribuer la diminution de la qualité des habitats aquatiques de la rivière Trois-Pistoles au fort apport sédimentaire du cours d'eau Bonhomme-Morency. Aucune étude n'y a été réalisée avant et après le détournement. Le cumul de plusieurs perturbations ayant eu lieu au XX<sup>e</sup> siècle pourrait aussi expliquer la baisse des populations d'espèces aquatiques à valeur économique dans la rivière Trois-Pistoles.

L'analyse souligne aussi que l'histoire du cours d'eau Bonhomme-Morency est parsemée de décisions qui n'ont pas ou ont peu pris en compte la dynamique morphologique du système fluvial. Avec les connaissances d'aujourd'hui, la problématique

des inondations au centre-ville de Trois-Pistoles serait sans aucun doute gérée de façon différente. L'histoire du cours d'eau Bonhomme-Morency illustre l'importance d'une meilleure intégration des connaissances en hydrogéomorphologie pour évaluer les impacts des aménagements sur les habitats fauniques et sur les risques naturels. L'intégration et le développement des connaissances, la mise en œuvre d'une gestion adaptative et proactive et l'implantation de programmes de suivi permettront de mieux prévenir les répercussions négatives des aménagements sur l'humain et sur les écosystèmes. Pour y arriver, il faudra mettre à profit les nouvelles connaissances telles que celles apportées par cette étude de cas et développer une nouvelle philosophie de l'aménagement, qui saura respecter l'évolution et la complexité des cours d'eau tout en intégrant les valeurs locales, politiques, sociales, culturelles, esthétiques et écologiques.



## Notes

- 1 Véronic Parent est titulaire d'une maîtrise en géographie de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR). Ses travaux actuels portent sur les interrelations entre l'écologie aquatique et la géomorphologie fluviale. Thomas Buffin-Bélanger est professeur en géographie à l'UQAR et spécialiste en géomorphologie fluviale. Christian Nozais est professeur en biologie à l'UQAR et spécialiste de l'écologie benthique et des écosystèmes marins.
- 2 Commission de la toponymie du Québec. « Cours d'eau du Bonhomme-Morency » [En ligne], 2015. [www.toponymie.gouv.qc.ca/ct/ToposWeb/fiche.aspx?no\_seq=38800].
- 3 MRC des Basques. *Communiqué de presse - Bonhomme-Morency*, 2007. 2 p.
- 4 Andrew Simon et Massimo Rinaldi. « Disturbance, stream incision, and channel evolution: The roles of excess transport capacity and boundary materials in controlling channel response ». *Geomorphology*, n° 79, 2006, p. 361-383.
- 5 Angela Gurnell, Nicola Surian et Luca Zanoni. « Multi-thread river channels: A perspective on changing European alpine river systems ». *Aquatic Sciences*, n° 71, 2009, p. 253-265.
- 6 Hydrogéomorphologie : Approche interdisciplinaire fondée sur le fonctionnement naturel des cours d'eau et l'interdépendance entre le chenal, la plaine inondable et les formes spatiales associées au mouvement de l'eau. Elle se base sur l'observation et l'interprétation du terrain naturel et de ses interactions entre les processus hydrologiques et géomorphologique selon différentes échelles temporelles et spatiales.
- 7 Gary J. Brierley et Kirstie A. Fryirs. *Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework*. Wiley-Blackwell, Malden, Mass, 2005, 398 p.
- 8 Benoît Rheault. Entrevue avec M. Benoît Rheault, aménagiste à la MRC des Basques, 2012.
- 9 Véronic Parent. *Suivi hydrogéomorphologique d'un cours d'eau étouffé par un aménagement d'urgence : cas du cours d'eau Bonhomme-Morency au Bas-Saint-Laurent, Québec*. Mémoire (M.A.). Sous la dir. de T. Buffin-Bélanger et codir. par C. Nozais, Université du Québec à Rimouski, 2013, 106 p.
- 10 Zone de laminage naturel : zone d'accumulation temporaire d'une partie du volume de la crue dans le lit d'un cours d'eau. S'apparente à un bassin de rétention.
- 11 A. R. Tremblay, O. Tremblay et J. J. Perron. *Ruisseau Renouf à Trois-Pistoles. Étude préliminaire pour solutionner les problèmes hydrauliques de ce cours d'eau*, ENVIRODOC 010071, 1974, 16 p.
- 12 Réal Lajoie et Associés. *Canalisation du ruisseau Renouf*, Rivière-du-Loup, Québec, 1973, 11 p.
- 13 Lettre rédigée par le ministère des Richesses Naturelles du Québec (Direction générale des eaux) et adressée au directeur du Service de l'équipement de la Commission scolaire régionale du Grand-Portage, 26 septembre 1973 et lettre rédigée par le ministère des Richesses Naturelles du Québec (Direction générale des eaux) et adressée au secrétaire-trésorier de la ville de Trois-Pistoles, 26 septembre 1973.
- 14 A. R. Tremblay, O. Tremblay et J. J. Perron, *op. cit.*
- 15 Plan des digues et du canal de dérivation du cours d'eau Renouf conçu par le MRN, 1975.
- 16 CEHQ. *Réflexion sur les solutions durables aux problèmes d'érosion observés le long du ruisseau sans nom (Bonhomme-Morency)*, 2005, p. 8. Centre d'expertise hydrique du Québec, Québec, 8 p.
- 17 Plan de terres expropriées le long du cours d'eau Bonhomme-Morency.
- 18 Lettre rédigée par le ministère de l'Environnement du Québec (Direction générale des ressources hydriques) et adressée au directeur général de la ville de Trois-Pistoles, et entente entre le ministère de l'Environnement et la ville de Trois-Pistoles, 26 janvier 1987.
- 19 Benoît Rheault, *op. cit.*
- 20 André Leblond. Entrevue avec M. André Leblond, maire de la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges et ancien préfet de la MRC des Basques, 2012.
- 21 Commission de la toponymie du Québec, *op. cit.*
- 22 André Leblond, *op. cit.*
- 23 M. Bouffard. Demande d'autorisation et de certificat d'autorisation, AECOM, 2008.
- 24 *Ibid.*
- 25 André Leblond, *op. cit.*
- 26 M. Bouffard, *op. cit.*
- 27 Charles P. Newcombe et Jorgen O. Jensen. « Channel suspended sediment and fisheries: a synthesis for quantitative assessment of risk and impact ». *North American Journal of Fisheries Management*, n° 16, 1996, p. 693-727.
- 28 MRC des Basques, *op. cit.*
- 29 Colmatage de frayères : envasement des lieux de reproduction des poissons, des batraciens, des mollusques et des crustacés.
- 30 MRC des Basques, *op. cit.*
- 31 André Leblond, *op. cit.*
- 32 Charles P. Newcombe et Jorgen O. Jensen, *op. cit.*
- 33 Marie-Noëlle Bourassa. *Caractérisation de la frayère et du bassin versant de la rivière Trois-Pistoles*. Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire, Rimouski, Québec, 2005, 81 p.
- 34 David R. Lenat. « Water quality assessment of streams using a qualitative collection method for benthic macroinvertebrates ». *Journal of the North American Benthological Society*, 7, 1988, p. 222-233.
- 35 Marie-Noëlle Bourassa, *op. cit.*
- 36 OBVNEBSL. *Portrait préliminaire de la zone*. Organisme des bassins versants du nord-est du Bas-Saint-Laurent, Rimouski, Québec, 2011, 110 p.
- 37 Marie-Noëlle Bourassa, *op. cit.*
- 38 André Leblond, *op. cit.*
- 39 Marie-Noëlle Bourassa, *op. cit.*
- 40 « La rivière Trois-Pistoles : La crue fait des ravages ». *Le Courrier de Trois-Pistoles, Hebdomadaire d'information régionale*, n° 50, 1983.
- 41 Robert T. Milhous. « Modelling of instream flow needs: the link between sediment and aquatic habitat ». *Regulated Rivers: Research and Management*, 1988, n° 14, p. 79-94.

- 42 Doug B. Osmundson, Ronald J. Ryel, Vincent L. Lamarra et John Pitlick. « Flow-sediment-biota relations: implications for river regulation effects on native fish abundance », *Ecological Applications*, n° 12, 2002, p. 1719-1739.
- 43 Lettre rédigée par les propriétaires riverains longeant le cours d'eau Bonhomme-Morency et adressée au ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 26 octobre 1998, et extrait du procès-verbal de conseil de la Corporation municipale de la ville de Trois-Pistoles présentant la résolution numéro 8716, 9 novembre 1998.
- 44 Lettre rédigée par la direction régionale du ministère de l'Environnement du Québec et adressée à la Direction de l'hydraulique de ce même ministère, 10 décembre 1999.
- 45 Devis technique. Direction de l'hydraulique et de l'hydrique, Service de la surveillance et de l'entretien des barrages, ministère de l'Environnement du Québec, 2000, 8 p.
- 46 Lettre rédigée par le ministère de l'Environnement du Québec et adressée à la secrétaire-trésorière de la Municipalité de Notre-Dame-des-Neiges, 24 août 2000.
- 47 David A. Sear, Catherine E. Millington, Danielle R. Kitts et Richard Jeffries. « Logjam controls on channel: floodplain interactions in wooded catchments and their role in the formation of multi-channel patterns », *Geomorphology*, n° 116, 2010, p. 305-319.
- 48 Benoît Rheault, *op. cit.* André Leblond, *op. cit.*
- 49 Extrait du livre des délibérations de l'assemblée régulière du conseil municipal de la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges présentant la résolution numéro 07.2004.92, 7 juillet 2004.
- 50 CEHQ, *op. cit.*
- 51 Lettre rédigée par le Centre d'expertise hydrique du Québec et adressée au préfet de la MRC des Basques, 28 septembre 2005.
- 52 Serge Bélanger, Denis Robitaille et Catherine Thibault. *Stabilisation du ruisseau Bonhomme-Morency, Informations et considérations techniques*, Service de la géotechnique et de la géologie, Section mouvements de terrain, ministère des Transports du Québec, Québec, 2007, 8 p.
- 53 Daniel Lavallée. *Expertise hydraulique : enrochement de protection pour la stabilisation du ruisseau Bonhomme-Morency*. Direction des structures, ministère des Transports du Québec, Québec, 2008, 11 p.
- 54 Michael Church « Bed material transport and the morphology of alluvial river channels ». *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, n° 34, 2006, p. 325.
- 55 Daniel Lavallée, *op. cit.*
- 56 Simon Goyette. Entrevue avec M. Simon Goyette, ingénieur civil chez AECOM, 2011.
- 57 Jean-François Mercier et Simon Goyette. *Stabilisation du ruisseau Bonhomme-Morency, Municipalité de Notre-Dame-des-Neiges, Rivière-du-Loup*, Québec, 2008, 42 p.
- 58 Simon Goyette, *op. cit.*
- 59 Daniel Lavallée, *op. cit.*
- 60 Simon Goyette, *op. cit.*
- 61 Christian Lavoie. Entrevue avec M. Christian Lavoie, chargé de projets à la Direction des barrages publics du Centre d'expertise hydrique du Québec, 2013.
- 62 Claudine Forget. Entrevue avec Mme Claudine Forget, antérieurement biologiste au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 2012.
- 63 Benoît Rheault, *op. cit.*
- 64 André Leblond, *op. cit.*
- 65 Simon Goyette, *op. cit.*
- 66 Claudine Forget, *op. cit.*
- 67 Richard T. Kingsford. « Ecological impacts of dams, water diversions and river management on floodplain wetlands in Australia ». *Austral Ecology*, n° 25, 2000, p. 109-127.
- 68 Zhengbing Wang, Zhaoyin Wang et Huib J. de Vriend. « Impact of water diversion on the morphological development of the Lower Yellow River », *International Journal of Sediment Research*, n° 23, 2008, p. 13-27.
- 69 Christian Lavoie, *op. cit.*
- 70 *Ibid.*
- 71 Margaret A. Palmer, Catherine Reidy Liermann, Christer Nilsson, Martina Flörke, Joseph Alcamo, P. Sam Lake et Nick Bond. « Climate change and the world's river basins: anticipating management options ». *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2008, n° 6, p. 81-89.
- 72 Benoît Rheault, *op. cit.*
- 73 André Leblond, *op. cit.*
- 74 Gary J. Brierley et Kirstie A. Fryirs, *op. cit.*
- 75 Claudine Forget, *op. cit.*
- 76 Jean-Paul Bravard, Norbert Landon, Jean-Luc Peiry et Hervé Piégay. « Principles of engineering geomorphology for managing channel erosion and bedload transport, examples from French rivers », *Geomorphology*, n° 31, 1999, p. 291-311.
- 77 Marc Rinaldi, Cristina Simoncini et Hervé Piégay. « Scientific design strategy for promoting sustainable sediment management: the case of the Magra River (Central-Northern Italy) », *River Research and Applications*, n° 25, 2009, p. 607-625.
- 78 Gary J. Brierley, Kirstie A. Fryirs, David Outhet et C. Massey. « Application of the River Styles framework as a basis for river management in New South Wales, Australia », *Applied Geography*, n° 22, 2002, p. 91-122.
- 79 Alexandra Spink, Kirstie A. Fryirs et Gary J. Brierley. « The relationship between geomorphic river adjustment and management actions over the last 50 years in the Upper Hunter Catchment, NSW, Australia », *River Research and Applications*, n° 25, 2009, p. 904-928.
- 80 David J. Gilvear. « Fluvial geomorphology and river engineering: future roles utilizing a fluvial hydrosystems framework », *Geomorphology*, n° 31, 1999, p. 229-245.
- 81 Gary J. Brierley, Kirstie A. Fryirs, David Outhet et C. Massey, *op. cit.* Spink, A., K. Fryirs et G. Brierley, *op. cit.*
- 82 Claudine Forget, *op. cit.*
- 83 *Ibid.*
- 84 Simon Goyette, *op. cit.*