

**BUREAU DES AUDIENCES PUBLIQUES EN ENVIRONNEMENT
COMMISSION SUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DE LA
PRODUCTION PORCINE AU QUÉBEC**

**Étude d'impact environnemental sur l'implantation de
porcheries sur le territoire de la municipalité
de Saint-Adrien d'Irlande**



Présenté par

BENOIT GRAVEL

Pour

Municipalité de Saint-Adrien d'Irlande

11 avril, 2003

© Benoit Gravel

Table des matières

1. MANDAT	3
2. LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE	3
3. DESCRIPTION PHYSIQUE DU TERRITOIRE	3
3.1. TOPOGRAPHIE	3
3.2. GÉOLOGIE	5
3.3. GÉOMORPHOLOGIE.....	6
3.4. PÉDOLOGIE.....	9
3.5. HYDROGRAPHIE	13
3.6. HYDROGÉOLOGIE.....	15
3.7. OCCUPATION DU SOL.....	16
4. ANTÉCÉDENTS D'IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX À SAINT-ADRIEN D'IRLANDE	17
5. CLASSEMENT EN SURPLUS D'ÉPANDAGE DE SAINT-ADRIEN D'IRLANDE	20
6. DESCRIPTION DES IMPACTS DU LISIER DE PORC	21
6.1. SUR L'ENVIRONNEMENT.....	21
6.2. SUR LA SANTÉ PUBLIQUE.....	25
7. IMPACTS DES FUTURES PORCHERIES.....	27
7.1. CONTAMINATION DES EAUX.....	27
7.2. SURPLUS D'ÉPANDAGE	29
7.3. ODEURS.....	34
8. CONCLUSION.....	37
9. RECOMMANDATIONS.....	39
9.1. SAINT-ADRIEN D'IRLANDE.....	39
9.2. AUDIENCE SUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DE LA PRODUCTION PORCINE AU QUÉBEC.....	40

10. RÉFÉRENCES.....	41
ANNEXE 1 – AGENTS INFECTIEUX POUR L’HUMAIN ET MALADIES ASSOCIÉES AU LISIER DE PORC.....	
	46

Table des figures

FIGURE 1 : LOCALISATION	4
FIGURE 2 : RELIEF	4
FIGURE 3 : INCLINAISON DES PENTES	5
FIGURE 4 : GÉOMORPHOLOGIE	7
FIGURE 5 : PÉDOLOGIE	10
FIGURE 6 : HYDROLOGIE	14
FIGURE 7 : PERMÉABILITÉ DES FORMATIONS MEUBLES	16
FIGURE 8 : OCCUPATION DU SOL	17
FIGURE 9 : LOCALISATION DES PORCHERIES	27
FIGURE 10 : PROCESSUS DE CONTAMINATION D’UN COURS D’EAU PAR LA NAPPE PHRÉATIQUE (EXFILTRATION)	28
FIGURE 11 : SUPERFICIE ÉPANDABLE AU LISIER	32
FIGURE 12 : SUPERFICIE ÉPANDABLE AU FUMIER	32
FIGURE 13 : IMPACT ODORANTE DES PORCHERIES	36

Table des photographies

PHOTO 1 : SCHISTE	6
PHOTO 2 : PHOTOGRAPHIE D’UN DES Puits DE LA MUNICIPALITÉ	31
PHOTO 3 : PHOTO DÉMONTRANT LA PROXIMITÉ DU VILLAGE AU SUD DE LA FUTURE PORCHERIE DU RANG VII	36

1. Mandat

Le mandat donné par la municipalité de Saint-Adrien d'Irlande est de réaliser une étude d'impact environnemental sur l'implantation de porcheries sur son territoire. Le but de cette étude est de démontrer que la municipalité, dans le cadre actuel des exploitations agricoles, n'est pas apte à recevoir des exploitations porcines sans causer de graves préjudices à l'environnement et à ses résidents. De plus, cette étude est réalisée dans le but précis d'être déposée en tant que mémoire lors des audiences publiques du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) sur le moratoire de l'industrie porcine au Québec.

2. Localisation géographique

Saint-Adrien d'Irlande est localisé dans la partie sud-est du Québec, soit dans la région administrative de Chaudière-Appalaches. Le centre de la partie urbaine de Saint-Adrien d'Irlande correspond aux coordonnées 46° 06' 03" nord et 71° 27' 00" ouest. Cette petite municipalité est située à proximité de Thetford Mines, dans le haut bassin de la rivière Bécancour (figure 1).

3. Description physique du territoire

3.1. Topographie

Saint-Adrien d'Irlande est situé dans la région physiographique du plateau appalachien (Laflamme *et al.*, 1989). Cette municipalité se situe entre 400 et 670 m d'altitude. Elle est caractérisée par des pentes assez fortes dues à la présence du mont Saint-Adrien qui façonne son relief. Il couvre toute la partie est de la municipalité. On observe également quelques petites collines dérivant du mont Saint-Adrien dans un axe N-O S-E. Cette forme du relief est la conséquence d'un anticlinal qui traverse Saint-Adrien d'Irlande perpendiculairement au mont Saint-Adrien et aux collines (figure 2). Le centre du village

est situé à mi-versant du mont Saint-Adrien, à une altitude de 450 m. Le territoire de Saint-Adrien d'Irlande est drainé par plusieurs rivières et ruisseaux qui y prennent leur source. La rivière Bagot descend le versant S-O du mont dans lequel elle est encaissée (plus de 30 mètres par endroits) en forme de V. Les autres rivières et ruisseaux qui drainent le territoire sont peu encaissés et généralement en forme de U.

La pente moyenne sur le territoire de Saint-Adrien d'Irlande est de 9,5 % avec un écart-type de 6 % (figure 3). La pente maximum observée est de 51 % alors que la plus petite est de 0 %.

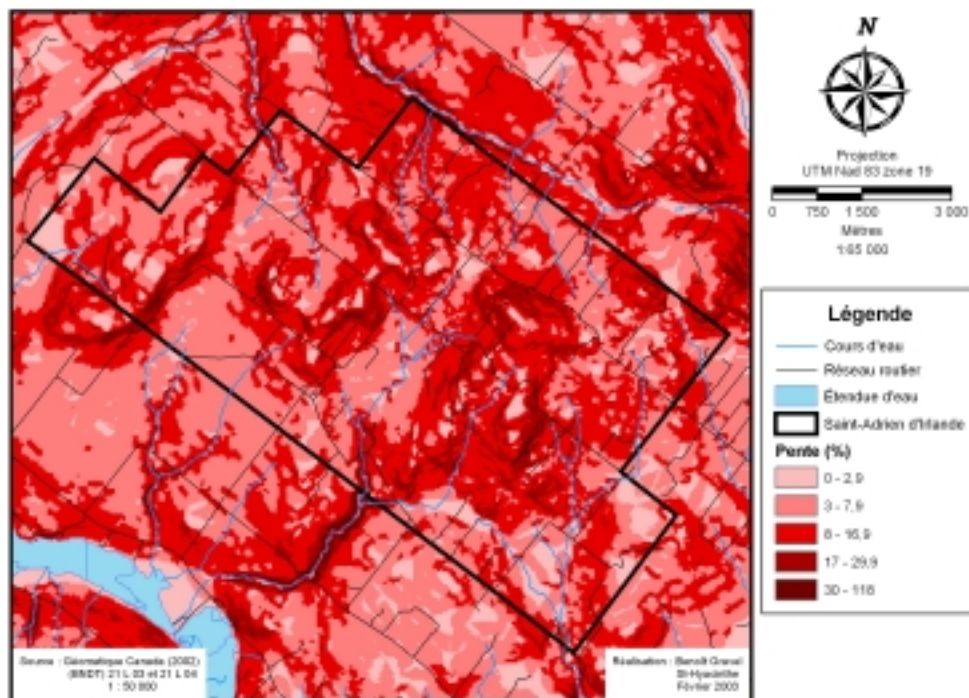


Figure 3 - Inclinaison des pentes

3.2. Géologie

La roche en place est constituée d'un schiste non-différencié (Riordon, 1954). Cette formation rocheuse fait partie du groupe de Caldwell, qui date du précambrien, soit entre 4000 et 570 M.a. (million d'années). Le terme schiste fait référence à tout substrat

rocheux susceptible de se débiter en feuillet (Foucault et Raoult, 1995). On remarque également que la municipalité de Saint-Adrien d'Irlande est traversée par un axe anticlinal (sommets d'un plissement) correspondant au sommet du mont Saint-Adrien (Riordon, 1954) (figure 2). On retrouve le long de cet anticlinal un pendage de la schistosité perpendiculaire à l'anticlinale variant entre 20 et 25 degrés. De plus, le reste de la municipalité est caractérisé par une schistosité du substrat très variable tant pour le pendage que pour l'orientation.

La description de la géologie permet de constater que le substratum rocheux de Saint-Adrien d'Irlande est très fracturé et compte de nombreux plissements à fortes inclinaisons (photo 1). Cela a pour effet de laisser s'infiltrer facilement et rapidement l'eau qui parvient au roc.



Photo 1 : Schiste (photo prise à Irlande, aux croisements entre la route 265 et d'un chemin qui monte vers Saint-Adrien d'Irlande)

3.3. Géomorphologie

La description géomorphologique consiste à déterminer les types de formations meubles (dépôts non-consolidés sur le substratum rocheux) présentes sur le territoire de la municipalité de Saint-Adrien d'Irlande. On retrouve, selon les auteurs consultés, quatre types de formations meubles différents (figure 4) (Edwing Gaucher & ass., 1984; MAPAQ, 1986; MFQ, 1993).

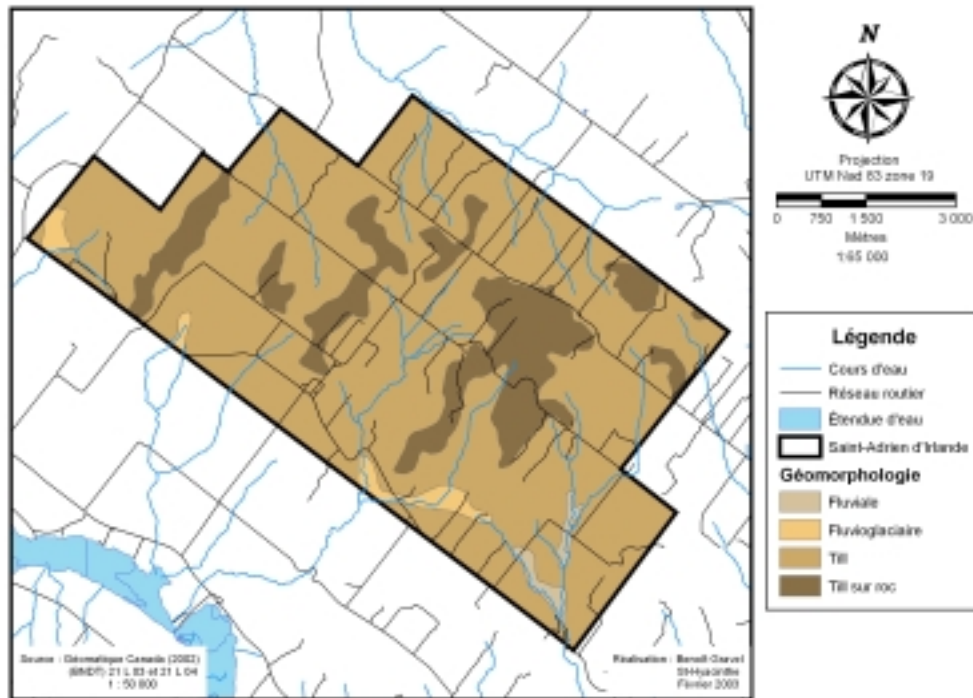


Figure 4 - Géomorphologie

La première formation meuble présente sur le territoire est celle d'origine glaciaire (till). Elle est de loin la plus répandue avec près de 82 % du territoire couvert (MFQ, 1993). Le till est un matériau laissé en place par un glacier. Sa composition est très hétérogène et il est mal trié. Sa composition va donc des blocs aux argiles. Le till de la région appalachienne contient une bonne proportion de matières fines (silt et argile) qui provient de la décomposition du substratum rocheux et des éléments transportés par le glacier (Robitaille et Allard, 1996). Il est important de noter que la mise en place du till sous un glacier fait en sorte que cette formation meuble est assez compacte. La fraction fine du till dans les Appalaches est généralement composée en moyenne de 35 % de sable, 50 % de silt et 15 % d'argiles (Robitaille et Allard, 1996). Cette très forte proportion de particules fines (65 %) combinée à sa forte compaction sont la raison de son mauvais drainage (Robitaille et Allard, 1996). De plus, le till est généralement caractérisé par une faible à très faible perméabilité (Parent et Pineau, 1985). L'épaisseur du till varie beaucoup dans l'espace, mais de façon générale, on peut s'attendre à observer une faible épaisseur vers les sommets et une augmentation de l'épaisseur dans les dépressions.

Le second type de dépôt rencontré à Saint-Adrien d'Irlande est le till sur roc (Edwing Gaucher & ass., 1984; MAPAQ, 1986; MFQ, 1993). Ce dépôt est en fait un placage de 25 cm à 1 mètre de till sur le substrat rocheux. Le till sur roc est la seconde formation meuble en importance avec les 15 % de territoire occupé (MFQ, 1993). Il possède les mêmes caractéristiques que le till à l'exception que le roc est plus près de la surface. Les formations meubles glaciaires forment donc plus de 97 % du territoire de Saint-Adrien d'Irlande.

Le troisième type de formation meuble que l'on retrouve sur le territoire de Saint-Adrien d'Irlande est d'origine fluvioglaciaire (Edwing Gaucher & ass., 1984; MAPAQ, 1986; MFQ, 1993). Il s'agit de formations meubles qui ont été mises en place par l'eau de fonte du glacier lors de son retrait du territoire. Ce type de formation meuble se subdivise en plusieurs sous-types. Dans le cas de Saint-Adrien d'Irlande, on ne retrouve qu'un seul sous-type, il s'agit des dépôts d'épandage. Ce type de dépôt a été mis en place par un cours d'eau glaciaire en marge du glacier. Il est constitué d'une très forte proportion de sable et de gravier stratifiés (Pagé, 1999). La présence d'argile y est quasi inexistante et le silt y est présent en faible proportion (Robitaille et Allard, 1996). Il possède un bon drainage, une perméabilité allant de rapide à modéré et il est peu compact (Robitaille et Allard, 1996; Parent et Pineau, 1985). En fonction de leur position topographique à Saint-Adrien d'Irlande, on peut facilement s'attendre à une épaisseur de plusieurs mètres. On les retrouve sur trois secteurs représentant environ 2 % du territoire (MFQ, 1993).

Le quatrième type de dépôts rencontré à Saint-Adrien d'Irlande est d'origine fluviale (Edwing Gaucher & ass., 1984; MAPAQ, 1986; MFQ, 1993). Il s'agit de dépôts mis en place par un cours d'eau. Ces dépôts sont similaires aux dépôts d'épandage mais contiennent moins de particules grossières. On y retrouve des proportions oscillant généralement autour de 50 % de sable, 40 % de silt et 10 % d'argile (Robitaille et Allard, 1996). On y observe généralement un drainage allant de modéré à mauvais et il est peu compact (Robitaille et Allard, 1996). De plus, sa perméabilité varie entre modérée et faible selon sa proportion de particules fines (Parent et Pineau, 1985). Dû à sa position géographique, on peut s'attendre à un dépôt de quelques mètres d'épaisseur.

3.4. Pédologie

Le sol, au sens pédologique du terme, est composé de quatre grandes catégories, soit le substratum rocheux, l'horizon C, le solum et l'humus (Lafond *et al.*, 1992). Le substratum rocheux a déjà été décrit dans l'analyse de la géologie. L'horizon C correspond au dépôt meuble. L'humus est en fait la litière en décomposition sur le sol. Elle n'est donc pas analysée par les cartes pédologiques puisqu'il s'agit d'un processus de décomposition de la matière organique très variable dans l'espace et le temps. Le terme pédologie correspond au solum, soit les horizons A et B du sol.

L'analyse pédologique du territoire vient après les descriptions de la géologie et de la géomorphologie, car ces deux dernières ont une importance vitale dans la composition du sol. La géologie influence directement la composition de la géomorphologie, de laquelle dérivent les sols. Il faut bien comprendre que les sols sont en fait la partie supérieure des formations meubles ayant évoluées sous l'influence des facteurs du milieu (Lafond *et al.*, 1992). Ce qui différencie le sol des formations meubles est sa proportion plus élevée de matières organiques, de racines et de micro-organismes, une altération plus élevée des minéraux ainsi que la présence d'horizons caractéristiques.

Le secteur à l'étude compte plusieurs types de sols différents et dont les unités cartographiques sont composées d'un ou de plusieurs types de sols. L'objectif de cette étude n'étant pas d'effectuer une cartographie pédologique, nous allons détailler les types de sols présents sur le territoire de la municipalité sans rapporter toutes les combinaisons de sols qui forment les unités cartographiques. Les types de sols que l'on retrouve à Saint-Adrien d'Irlande sont inclus dans trois principaux groupes, soit les sols issus des dépôts glaciaires (till), des sols issus des dépôts fluvioglaciaires et ceux issus de certains dépôts alluvionnaires (figure 5) (Laflamme *et al.*, 1989).

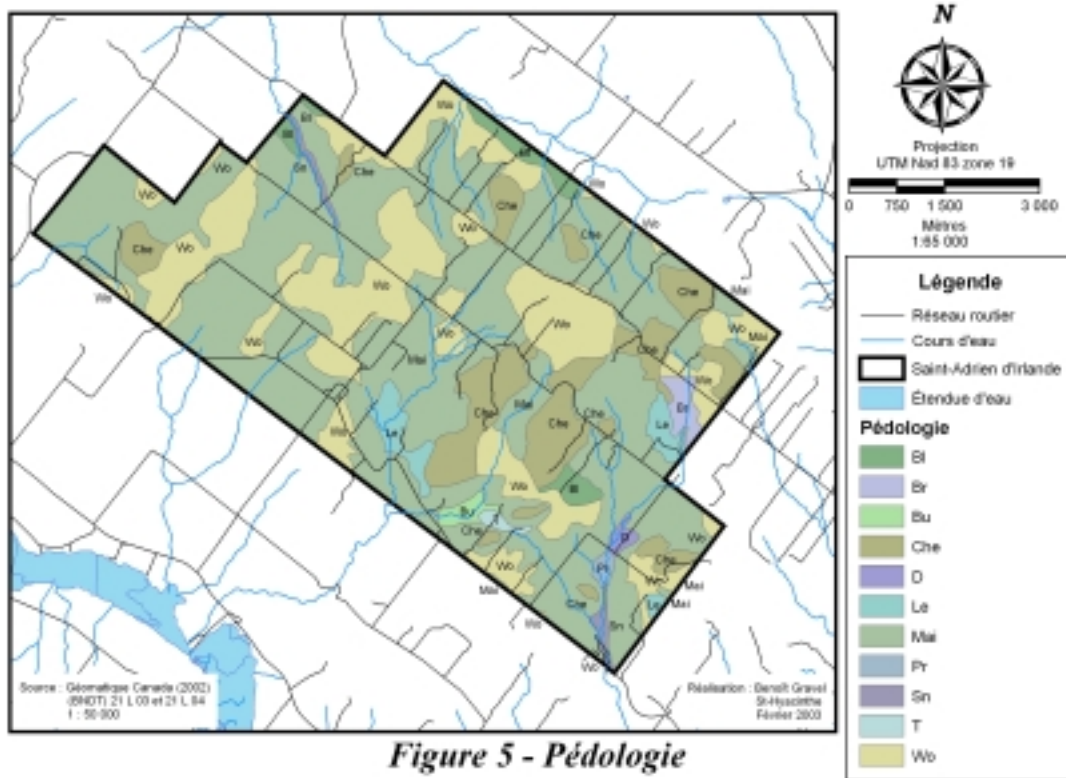


Figure 5 - Pédologie

De façon plus précise, le principal groupe que l'on retrouve sur le territoire est celui dont les sols sont dérivés du till. La combinaison de ces différents sols forme plus de 98 % du territoire (MAPAQ, 1986). Il est composé de cinq types de sol, soit la série de Leeds, la série de Blandford, la série de Woodbridge, la série de Sainte-Marie et la série de Brompton.

La série de Leeds (Le) est généralement caractérisée par des sols plus ou moins profonds associés à des zones de sols minces avec affleurements rocheux. Leur drainage va de bon à modérément bon et ils sont modérément perméables. La teneur en matière organique des sols cultivés est importante (Laflamme *et al.*, 1989). Le till sous-jacent (horizon C) est légèrement contraint à l'effet de la gleyification (engorgement prolongé par une nappe phréatique) (Parent, 1990).

Les sols de la série de Blandford (Bl) possèdent les mêmes caractéristiques que ceux de la série de Leeds.

Les sols de la série de Woodbridge (W0) se localisent en secteurs moins accidentés et là où les pentes sont généralement plus longues. Ces sols ont un drainage modérément bon à imparfait et ils sont modérément perméables (Laflamme *et al.*, 1989). Tout comme pour les séries de Leeds et de Blandford, les sols cultivés de la série de Woodbridge ont une forte teneur, à la surface, en matières organiques.

Les sols de la série de Sainte-Marie (Mai) ont les mêmes caractéristiques que ceux de la série de Woodbridge sauf qu'ils se localisent plutôt en terrain plat et au bas des versants. De plus, la nappe phréatique y est souvent près de la surface (Laflamme *et al.*, 1989).

Les sols de la série de Brompton ont pour caractéristiques d'être modérément perméables et ils ont un drainage mauvais à très mauvais. On les retrouve en terrain plat, au bas des pentes et dans les dépressions (Laflamme *et al.*, 1989). Lorsque cultivé, le premier horizon possède beaucoup de matière organique. On peut également y observer la nappe phréatique à une profondeur moyenne de 60 cm.

Enfin, on retrouve assez souvent des chesters sur le territoire à l'étude. Les chesters sont composés de sols minces, d'affleurement rocheux et de non-sols. Les sols minces proviennent de la même origine que les sols des séries précédentes. Ils possèdent des caractéristiques physiques se rapprochant des sols de la série de Leeds (Laflamme *et al.*, 1989).

Le second groupe en importance sur le territoire de la municipalité est le groupe dérivé des dépôts fluvioglaciaires. Ce groupe englobe trois séries, soit celles de Palmer, de Sunday et de Danby.

La série de Palmer (Pr) contient des sols généralement profonds sur des pentes faibles. Ils ont un drainage allant de excessif à bon et avec une très bonne perméabilité (Laflamme *et al.*, 1989). Ces sols possèdent un contenu modéré en matières organiques lorsqu'ils sont cultivés.

La seconde série est celle dite de Sunday (Sn). Elle est caractérisée par un mauvais drainage et une très bonne perméabilité. Ces sols ont de faibles pentes et ils ont peu de matières organiques (Laflamme *et al.*, 1989).

Les sols de la série de Danby (D) sont profonds et ils se retrouvent sur des pentes très variables. Leur perméabilité est très bonne et leur drainage va de bon à excessif (Laflamme *et al.*, 1989). Les sols cultivés de la série de Danby ont de la matière organique de façon modérée.

Le dernier groupe en présence à Saint-Adrien d'Irlande est issu de certains dépôts alluvionnaires. On y retrouve deux séries, soit celles de Bullard et de Perry.

Les sols de la série de Bullard (Bu) sont localisés en terrain plat ou concave. Ils sont profonds et ils possèdent un mauvais ou très mauvais drainage. Ils ont une perméabilité moyenne sur des pentes très faibles (Laflamme *et al.*, 1989). Leur teneur en matières organiques est de faible à modéré lorsqu'ils sont cultivés. Les sols y sont également gleyifiés.

Les sols de la série de Perry (Py) se sont développés grâce à deux matériaux distincts. Le matériau supérieur est dérivé de dépôts alluvionnaires ou glaciolacustres alors que le matériau inférieur provient du till ou de dépôts fluvioglaciaires. La première partie du sol est donc composée en plus grande proportion de particules fines que la seconde. La texture du matériau y est assez variable, quoique généralement décrite comme étant un loam (Laflamme *et al.*, 1989). Les sols de la série de Perry sont profonds avec un drainage de modéré à bon. Ils sont également modérément perméables. Les sols cultivés de cette série ont une proportion modérée de matières organiques. De plus, on observe souvent une gleyification de la zone entre les deux types de dépôts.

De façon très locale, le territoire de Saint-Adrien d'Irlande possède des sols qui sont classés comme tourbe et alluvions. La zone de tourbe se situe aux abords d'un cours d'eau. Elle est caractérisée par plus de 60 cm de matières organiques décomposées reposant sur divers types de formations meubles à faible perméabilité. Les alluvions se

situent également aux abords des cours d'eau. Il s'agit de dépôts récents souvent issus de la sédimentation relative aux inondations. Leur composition texturale va des sables fins aux loams argileux. Leur drainage et leur perméabilité sont donc variables.

3.5. Hydrographie

Saint-Adrien d'Irlande est situé dans la partie amont du bassin versant de la Bécancour, qui prend sa source à proximité de Thetford Mines. La Bécancour contourne le mont Saint-Adrien. Cette section de la rivière est caractérisée par une suite de trois lacs (à la Truite, Williams et Joseph) où se jettent les ruisseaux et rivières qui drainent le territoire de Saint-Adrien d'Irlande. On dénombre 7 ruisseaux et 3 rivières importants (Figure 6).

La partie nord de la municipalité est drainée par deux ruisseaux, soit le Bullard et son affluent, le ruisseau Morency. Le ruisseau Bullard termine son cours dans la rivière Bécancour juste après l'exutoire du lac Joseph.

La partie ouest de la municipalité est drainée par la rivière Chainey. Celle-ci prend sa source dans la partie ouest de la municipalité. Elle termine ensuite sa route dans le lac Williams.

La partie sud de la municipalité est drainée par la rivière Bagot et son affluent, le ruisseau Grégoire ainsi que par les ruisseaux McLean et des Écrevisses. Les ruisseaux des McLean et des Écrevisses sont des tributaires du lac à la Truite alors que la rivière Bagot et le ruisseau Grégoire se jettent dans la rivière Bécancour, juste en amont du lac à la Truite.

Enfin, la partie sud-est est drainée par les ruisseaux Nadeau et Dallaire alors que la rivière Blanche draine la partie nord-est de Saint-Adrien d'Irlande. Ces derniers prennent leur source dans le versant est du mont Saint-Adrien.

Le relief accidenté et la faible perméabilité des dépôts font en sorte que l'on peut s'attendre à un drainage rapide du territoire (tableau 1) (figure 6). Ils nous donnent également une bonne indication de la forte susceptibilité des bassins au ruissellement.

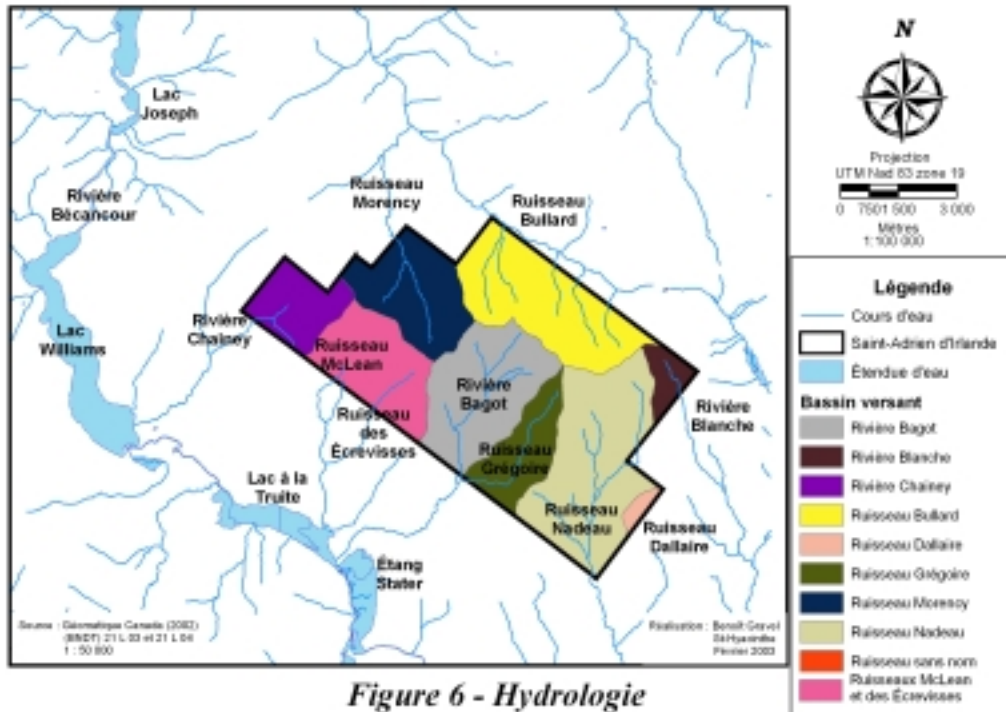


Figure 6 - Hydrologie

Tableau 1 : Statistiques des bassins versants sur le territoire de Saint-Adrien d'Irlande

Bassin versant	Superficie (ha)	Pente		
		Maximum (%)	Moyenne (%)	Écart-type (%)
Ruisseau Bullard	955	52	10	6
Ruisseaux McLean et des Écrevisses	632	46	9	7
Rivière Bagot	869	48	11	7
Ruisseau Grégoire	416	37	12	7
Ruisseau Nadeau	1217	39	9	6
Ruisseau Morency	646	46	9	5
Rivière Chaîney	383	24	7	4
Rivière Blanche	140	42	10	6
Ruisseau Dallaire	54	19	5	4

3.6. Hydrogéologie

L'hydrogéologie est l'étude des eaux souterraines. L'étude des eaux souterraines de Saint-Adrien d'Irlande doit commencer par l'analyse des éléments physiques du territoire qui affectent les nappes phréatiques. Plusieurs éléments influencent l'apport en eau aux nappes dont la perméabilité des dépôts meubles et du substratum rocheux, la saturation en eau des sols (pédologique et géomorphologique), la topographie, etc. Deux de ces facteurs peuvent facilement être analysés, soit la perméabilité et la topographie.

L'analyse de la perméabilité de l'environnement physique doit s'effectuer en deux temps, soit l'analyse de la perméabilité des dépôts meubles suivi de l'analyse de la perméabilité du substratum rocheux. En ce qui concerne la perméabilité des dépôts meubles, on retrouve 3 classes de perméabilité. Tout d'abord, il y a les dépôts meubles avec une mauvaise ou très mauvaise perméabilité. Il s'agit des dépôts issus des till ou des till sur substratum rocheux (Laflamme *et al.*, 1989; Robitaille et Allard, 1996; Parent et Pineau, 1985). Ensuite, nous avons les dépôts meubles issus des formations fluvioglaciales qui ont une perméabilité allant de rapide à modérée. Enfin, les dépôts meubles issus des formations fluviales ont une perméabilité allant de modérée à faible (Figure 7).

De façon générale, les schistes ne sont pas considérés comme de bons aquifères à cause de leur faible porosité (0,5 à 10 %) (Champoux et Toutant, 1988). Cependant, un aspect important de la perméabilité du substratum rocheux est son niveau de fissuration. Étant donnée que le substratum rocheux de Saint-Adrien d'Irlande est très fracturé et compte de nombreux plissements à fortes inclinaisons, on peut donc conclure à une perméabilité modérée du substrat (Paré, 1981; Champoux et Toutant, 1988).

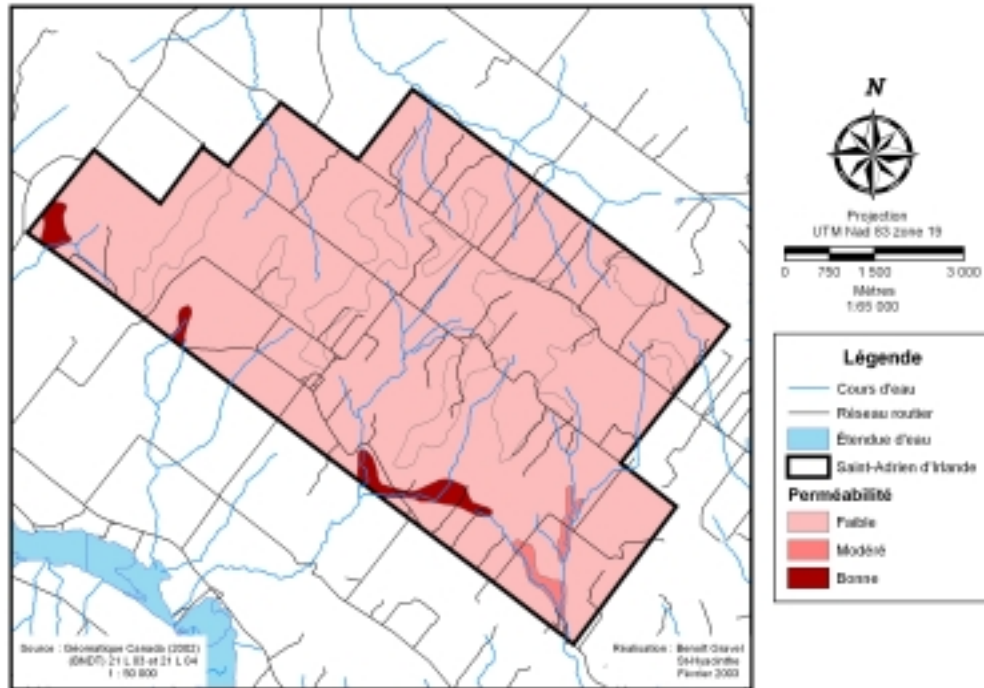


Figure 7 - Perméabilité des formations meubles

3.7. Occupation du sol

Le territoire de Saint-Adrien d'Irlande est divisé en trois types d'occupation du sol, soit le milieu forestier, le milieu urbain et l'agriculture (figure 8). Le milieu forestier est relativement important puisqu'il occupe 49 % du territoire, en comptant les érablières. Il se situe dans les parties les plus accidentées, tel que le mont Saint-Adrien et les sommets des autres collines. On dénombre 8 acériculteurs sur le territoire de Saint-Adrien d'Irlande. Les érablières occupent 21,6 % du territoire. Les activités forestières y sont marginales quoi que présentes.

Le milieu urbain est très peu développé à Saint-Adrien d'Irlande. Le seul secteur urbanisé correspond au centre du village, là où l'on retrouve les institutions et infrastructures tels que l'église, la bâtisse municipale (salle communautaire) et la station de pompage. On dénombre une trentaine de maisons dans ce secteur. On retrouve également quelques maisons dispersées çà et là sur le territoire, mais surtout des fermes.

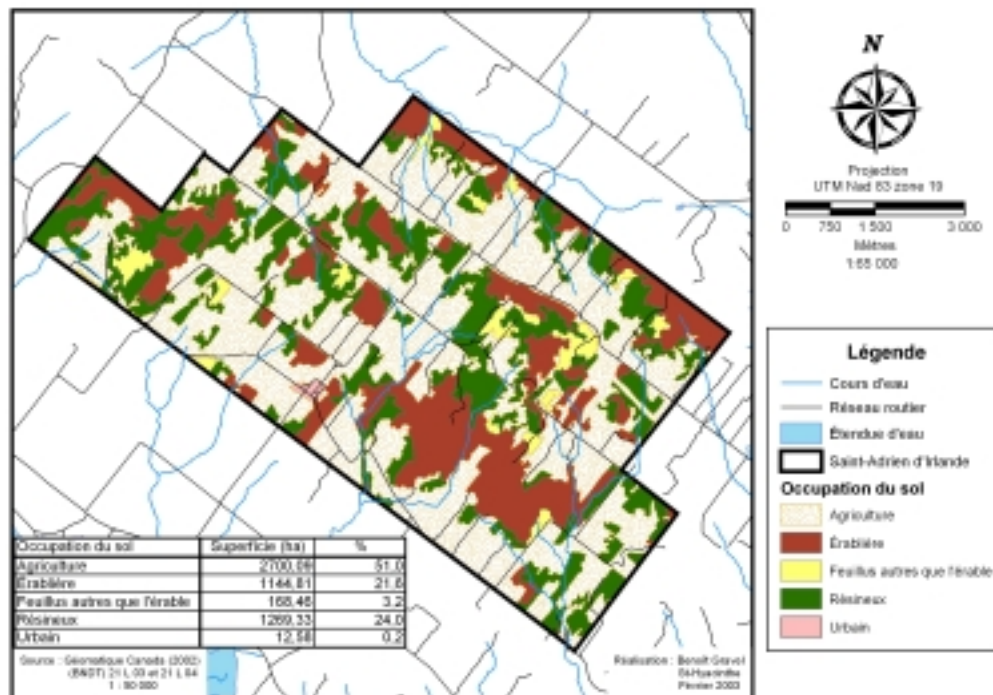


Figure 8 - Occupation du sol

L'agriculture est l'occupation principale du sol à Saint-Adrien d'Irlande avec près de 51 % du territoire qui y est consacré. On retrouve deux types d'agriculture, soit la production laitière et l'élevage bovin. La production laitière est la plus importante avec 13 fermes. Pour sa part, l'élevage bovin compte 5 fermes.

Enfin, on ne dénombre aucune industrie ou commerce important sur le territoire de Saint-Adrien d'Irlande. C'est la conséquence du zonage agricole qui englobe toute la municipalité à l'exception de la partie urbaine.

4. Antécédents d'impacts environnementaux à Saint-Adrien d'Irlande

La dimension de la municipalité de Saint-Adrien d'Irlande ainsi que l'absence d'industries polluantes font en sorte que les antécédents environnementaux ont été peu nombreux. L'impact environnemental le plus important est la contamination des sources

d'eau potable de la municipalité par l'agriculture. Saint-Adrien d'Irlande étant une petite municipalité, elle n'était pas contrainte à effectuer un traitement pour son eau potable puisée dans la nappe phréatique. Les habitants de Saint-Adrien d'Irlande ont longtemps eu l'impression de boire de la bonne eau. Mais en réalité, ce n'était pas le cas. Le tout remonte à environ 20 ans, à la fin des années 1970.

4 juin 1979 – Règlement 193 du conseil municipal qui vise à faire l'acquisition du terrain où sont situés les puits par expropriation. Il y est inscrit : « Considérant que le conseil municipal du Canton d'Irlande, partie Nord (ancien nom de Saint-Adrien d'Irlande), a reçu l'ordre du service de protection de l'environnement de faire l'acquisition du terrain où sont situées les sources qui alimentent le village de St-Adrien d'Irlande en eau potable. Ces terrains sont faisant partis du lot 482... ».

Les démarches ont été abandonnées en cours de route dans les années 1990 (Grégoire, 2003).

18 août 2000 – Avis formel du ministère de l'Environnement du Québec sur la nécessité de prendre rapidement des mesures afin de résoudre le problème de contamination microbiologique récurrent du système d'eau potable de Saint-Adrien d'Irlande. Le ministère de l'Environnement du Québec a constaté une contamination des puits d'eau potable de Saint-Adrien d'Irlande aux bactéries coliformes et aux bactéries coliformes fécales (MENV, 2000 a). Cette lettre contient également une recommandation à la municipalité d'émettre un avis de faire bouillir l'eau jusqu'à la fin des travaux correctifs.

23 août 2000 – Lettre du ministère de l'Environnement du Québec qui donne des alternatives de décontamination de l'eau potable ainsi que des mesures de protection des puits (MENV, 2000 b).

6 avril 2001 – Lettre du ministère de l'Environnement du Québec à l'entreprise qui est responsable de planifier, superviser et d'effectuer les travaux de chloration à Saint-Adrien d'Irlande. Le ministère demande de prévoir des aires de protection d'au minimum 30 mètres autour des puits. De plus, on signifie que ce type de travaux nécessite l'acquisition

de terrains et d'un accord de la CPTAQ. La mise en place de ces périmètres de protection des puits est essentielle à l'acceptation du projet. Il est aussi mentionné, et je cite : « De plus, nous recommandons à la municipalité de contrôler les activités à risque à l'intérieur de la totalité de l'aire d'alimentation des puits existants. Si nécessaire, certaines mesures telles que l'acquisition de terrains supplémentaires en amont du périmètre de protection immédiate des sources de la ferme...ou l'adoption d'une réglementation régissant ou prohibant certaines activités...afin de limiter les activités à risque dans l'aire d'alimentation des sources (épandage de fertilisant, épandage de déjections animales, coupe de bois, etc.) »(MENV, 2001 a).

18 mai 2001 - Lettre du ministère de l'Environnement du Québec pour l'autorisation concernant la désinfection des sources d'approvisionnement en eau potable de Saint-Adrien d'Irlande ainsi que les travaux d'aménagement de protections des puits. Cette lettre réitère les vœux du ministère pour la protection des terrains en amont des puits. Il est aussi important de noter que, selon le ministère, l'avis de bouillir l'eau restera toujours en vigueur tant et aussi longtemps que les zones tampons autour des puits ne seront réalisées, même si le système de désinfection de l'eau potable est en place (MENV, 2001 b).

La facturation totale des coûts reliés à l'installation d'un système de décontamination au chlore de l'eau potable de Saint-Adrien d'Irlande s'élève à plus de 360 000,00\$. C'est un coût énorme pour une population d'environ 60 habitants qui doit désormais boire de l'eau chlorée.

Ce bref rappel historique nous démontre que la municipalité de Saint-Adrien d'Irlande est au prise avec un problème très important de contamination de la nappe phréatique, et ce, depuis plus de 20 ans. La nature de cette contamination a été établie par le ministère de l'Environnement. Il s'avère que la contamination de la nappe phréatique est de type agricole. Il est évident qu'une part du blâme revient au ministère, car il sait depuis plus de 20 ans que les sources d'approvisionnement en eau potable de la municipalité de Saint-Adrien d'Irlande risquent d'être contaminées par la présence de cultures et de pâturages à proximité et en amont des puits. La municipalité doit elle aussi prendre une partie du

blâme, mais dans une moindre mesure car, rappelons que les conseils municipaux sont formés d'élus et non de spécialistes de l'environnement. Le risque de contamination agricole de la nappe phréatique peut paraître quasi insensé à ces personnes qui ne sont pas spécialistes en environnement mais bien souvent des agriculteurs.

De plus, Saint-Adrien d'Irlande a été pris avec de petits impacts de l'agriculture sur les sols et les cours d'eau comme partout ailleurs. Une modification des pratiques agricoles dont un meilleur entreposage des fumiers a été réalisée au cours des dernières années afin de diminuer l'impact de l'agriculture sur l'environnement. Les agriculteurs de Saint-Adrien d'Irlande se sont conformés aux exigences du ministère de l'Environnement et les impacts ponctuels devraient s'atténuer.

5. Classement en surplus d'épandage de Saint-Adrien d'Irlande

Selon le règlement sur la réduction de la pollution d'origine agricole (RRPOA), chaque agriculteur doit effectuer un plan agroenvironnemental de fertilisation (PAEF) (Gouvernement du Québec, 2002). Avec l'adoption en juin 2002 du Règlement sur les exploitations agricoles (REA) en remplacement du RRPOA, on assiste à un réajustement à la baisse des taux de phosphore qui sont admis dans le sol (Gouvernement du Québec, 2002). Or, la municipalité de Saint-Adrien d'Irlande était déjà en surplus en 2002, quel sera le constat en 2003 alors que les concentrations en phosphore des sols devront être encore plus basses (Beaudet, 2002) ? Et en 2010 ? Cela signifie que les agriculteurs produisaient déjà, avant le réajustement de 2002, plus de phosphore (P) que le besoin des cultures. Il en résulte un enrichissement excessif des sols. Les concentrations de P dans les sols de la région, selon la Coopérative Fédérée dans Mailloux (2003), varie entre 151 à 200 P kg/ha.

Le problème de Saint-Adrien d'Irlande n'est pas un cas isolé dans Chaudière-Appalaches, comme le démontre le rapport *Avis de santé publique portant sur les risques à la santé associés aux activités de production animale en Chaudière-Appalaches* (Gingras, 2001),

le bilan de phosphore est deux fois supérieur aux besoins des plantes en Chaudière-Appalaches. C'est le pire bilan du Québec ! Toujours selon le même rapport, « pour chaque hectare de terre cultivée, l'excès de la charge en phosphore est évalué à environ 37 kg » (Gingras, 2001). Ce problème s'applique à toutes les municipalités qui encerclent Saint-Adrien d'Irlande. Elles ont toutes un bilan de phosphore de 0 à 20 P₂O₅ (Gingras, 2001). « De plus, les 25 municipalités de la MRC de l'Amiante présentent un surplus de phosphore global appréciable de 13 kg par hectare de culture. Plusieurs faits font ressortir un problème de concentration d'élevage dans cette MRC » (MENV, 2003). De plus, 10 municipalités de la MRC de l'Amiante sont considérées comme étant des zones d'activités limitées (ZAL) (MENV, 2003 b). Les ZAL produisent plus de déjections animales qu'elles ne peuvent en valoriser. Comme on peut s'y attendre, Saint-Adrien d'Irlande en fait partie. Dans Chaudière-Appalaches, on en compte 78 au total, ce qui représente plus de 57 % des municipalités (MENV, 2003 b). Ces rapports ne tiennent pas compte des municipalités urbaines qui ne peuvent être considéré comme des ZAL.

6. Description des impacts du lisier de porc

6.1. Sur l'environnement

Dans le cadre d'une étude d'impact environnemental relative à l'implantation de porcheries, l'élément le plus important à analyser est l'épandage du lisier de porc. Le stockage du lisier a longtemps été un problème environnemental, mais depuis quelques années, une réglementation rigoureuse de la gestion du stockage du fumier et du lisier a diminué les problèmes reliés à cette source de pollution. Par contre, l'épandage du lisier est toujours aussi problématique puisque la plupart des producteurs porcins sont considérés comme des producteurs sans sols, c'est-à-dire qu'ils ne possèdent aucun champ pour épandre leur lisier. Ils vont donc épandre chez des producteurs agricoles qui ont souvent recours à d'autres modes de fertilisations. Il en résulte donc une surfertilisation des sols. La concentration en eau du lisier est également un problème à considérer.

La surfertilisation est l'application d'engrais minéraux ou biologiques en quantité supérieure aux besoins nutritionnels des plantes. Il fut un temps où l'application des engrais se basait sur les besoins en azote des plantes, résultant en un surplus d'apport en phosphore au sol (Giroux et Tran, 1996). Une trop grande quantité de lisier épandue peut également résulter en un surplus d'apport en nitrate et en phosphore. Selon Giroux et Tran (1996), l'observation d'une saturation en phosphore dans le sol se traduit par une augmentation de la solubilité du phosphore. Cela signifie que le potentiel de lessivage en phosphore du sol est augmenté tout comme sa migration dans les drains agricoles (Larocque *et al.*, 2002). Quant à l'azote, étant plus mobile dans le sol et plus soluble que le phosphore, une application en excès affectera rapidement les eaux de surface. La perte de nitrates s'effectue surtout par un lessivage dans les drains agricoles. Le reste qui n'est pas capté par le sol et les plantes s'infiltré jusqu'à la nappe phréatique (Berrouard *et al.*, 2001). La contamination des eaux souterraines s'effectuera à plus long terme (MEF, 1996).

Le lisier augmente la teneur en eau du sol, favorisant ainsi le ruissellement en modifiant le processus d'infiltration de l'eau dans le sol (Gangbazo *et al.*, 1996). Les pertes en phosphore sont donc augmentées, et de façon encore plus importante si l'épandage est suivi, dans les heures suivantes, par une pluie (Gangbazo *et al.*, 2002; Gangbazo *et al.*, 1992; Hacala *et al.*, 1999). Une étude en Estrie de Gangbazo *et al.* (1996 et 2002) montre que l'épandage de lisier augmente l'intensité du ruissellement ainsi que le temps entre chaque épisode (fréquence) et diminue le taux d'infiltration (Gangbazo *et al.*, 2002). Une modification à court terme du ruissellement et de l'infiltration a pour effet d'augmenter la pollution dans le ruissellement et le drainage par la matière en suspension (Gangbazo *et al.*, 1996; MENV, 1999). Les matières en suspension (MES) dans l'eau servent de véhicule pour transporter des polluants tels que les pesticides et les métaux tout en transportant du N - P - K (Gangbazo *et al.*, 2002; MENV, 1999). De plus, le transport de MES dans les eaux de ruissellement permet de combler les interstices du sol. Cela diminue l'infiltration et favorise la formation d'une croûte de battance qui augmente le ruissellement.

Une topographie vallonnée augmente la sensibilité des sols à l'érosion (Guertin *et al.*, 2000). Selon Hacala *et al.* (1999), on doit interdire l'épandage liquide sur certaines pentes. Le USDA (1951) a déterminé des pentes limites pour l'agriculture. On peut identifier deux seuils intéressants. Le premier est à 8-9 %. Il y est dit que le ruissellement passe de faible à moyen et que c'est le début des précautions à prendre pour éviter l'érosion. Il s'agit de la limite pour l'utilisation intensive du sol. Le second seuil est à 17 %. Il y est dit qu'au-delà de 17 % d'inclinaison, le ruissellement va de rapide à très rapide, qu'il y a un risque d'érosion important et qu'on doit maintenir une couverture permanente du sol. À partir de ces deux seuils, nous considérons qu'il est préférable de ne pas épandre de lisier au-delà d'une pente de 8-9 % et que l'on doit interdire tout l'épandage sur des pentes supérieures à 17 %.

Malheureusement, la production porcine est également accompagnée de la culture de maïs. Cette culture est de loin la plus polluante (Gangbazo *et al.*, 2000). Premièrement, elle demande un grand espace entre chaque rang. Cette culture prend également beaucoup de temps avant de pousser. Elle laisse donc beaucoup de sols à nus, favorisant ainsi le ruissellement et l'érosion. Deuxièmement, la culture du maïs est associée à une grande demande en nutriments et en pesticides (Painchaud, 1999). Enfin, les pratiques culturales associées à la production du maïs favorisent la vulnérabilité des sols (Guertin *et al.*, 2000; Painchaud, 1999). Si on associe ces trois éléments, on obtient la parfaite combinaison pour créer de la pollution diffuse.

Les effets de l'apport en phosphore et en nitrates dans les cours d'eau sont très négatifs sur l'environnement. L'apport en phosphore aux cours d'eau cause la prolifération des macrophytes dans les fossés de ferme, l'eutrophisation des cours d'eau et des lacs, des pertes d'habitats, la perte de biodiversité, les blooms d'algues et la perte de certains usages aquatiques récréatifs (Baril, 2003 ; Gangbazo *et al.*, 2002; Larocque *et al.*, 2002; MENV, 1999; RAPPEL, 2003). De plus, il faut comprendre qu'il y a un effet cumulatif des impacts du lisier sur l'environnement. Cependant, cet effet cumulatif est très difficilement mesurable. Il est tout de même très important puisque les problèmes n'apparaissent qu'à long terme (Laferrière et Minville, 1996).

En ce qui concerne les eaux souterraines, il est évident qu'une application d'une grande quantité de nitrate dans les champs se traduit par une perte de nitrate dans la nappe phréatique (Berrouard *et al.*, 2001). Selon Gingras (2001), des études ont prouvé que les puits d'eau potable en milieu agricole sont contaminés par les nitrates. Cependant, il est difficile d'évaluer la proportion des nitrates épandus qui atteignent la nappe phréatique. Les caractéristiques physiques du territoire et la présence ou non de drains agricoles jouent un rôle très important dans l'infiltration des nitrates. Cependant, il est clair que l'épandage du lisier augmente les risques de contamination par les nitrates et les coliformes totaux des nappes phréatiques car, étant liquide, le lisier favorise l'infiltration lorsque le sol n'est pas saturé d'eau. De plus, la totalité des éléments est disponible et ainsi apte à s'infiltrer. Le fumier, pour sa part, ne laisse échapper qu'une partie des nitrates lors de son épandage, le reste étant évacué graduellement.

Le lisier de porc est également connu comme un pollueur de l'air à cause de son odeur nauséabonde. Cette odeur désagréable est causée par l'ammoniac qu'il contient. Lors de l'épandage, une grande partie de l'ammoniac est libérée, contaminant l'air ambiant. On observe aussi une petite contamination continue de l'air à partir de la fosse à purin. De plus, le lisier de porc contient également d'autres éléments chimiques qui sont nocifs pour la qualité de l'air. Le lisier de porc contribue au relâchement d'une bonne quantité de CO₂ et d'aérosols, deux des principaux responsables du réchauffement de la planète (Baril, 2002). La production porcine produit également des composés organiques volatils (COV) très négatifs pour l'environnement atmosphérique (Baril, 2002).

La déforestation représente une conséquence indirecte de la production porcine puisqu'elle est devenue nécessaire afin d'épandre les surplus de lisier provoqués par la gestion des épandages en fonction du besoin en phosphore des sols (Gingras, 2001). La forêt joue plusieurs rôles primordiaux dans la qualité de l'environnement. Un des aspects importants que l'on doit souligner est que la perte de forêts va diminuer la capacité du milieu à absorber le CO₂ produit. De surcroît, on augmente la production de CO₂ par une augmentation du cheptel et on diminue la capacité d'absorption et de transformation du CO₂ pour un espace d'épandage. De plus, il est bien connu que la forêt joue un rôle d'éponge dans l'absorption des précipitations, régularisant ainsi les volumes d'eau à

l'échelle des bassins versants. Alors, une diminution de la superficie des forêts augmente les eaux d'écoulement en période printanière et de grandes pluies, favorisant ainsi la formation d'inondations. Du même coup, on diminue l'apport d'eau conservée par les forêts lors de périodes de sécheresse. La forêt joue également un rôle important dans la lutte contre l'érosion fluviale et éolienne. La forêt est également un élément important dans la circulation de l'air. Elle joue le rôle de barrière protectrice contre le vent et la propagation des odeurs. Enfin, la destruction de forêts crée un impact sur la faune et la flore par la modification de l'équilibre écologique (MRC, 2002).

6.2. Sur la santé publique

Selon Painchaud (1999) qui reprend Laferrière (1996), « l'entreposage inadéquat et l'épandage du lisier de porc peuvent entraîner la contamination des eaux de surface et des eaux souterraines par les virus, les bactéries, les protozoaires, les champignons et certains parasites ». Les effets nocifs sur la santé du lisier de porc se font surtout via l'eau potable (Laferrière et Minville, 1996). Dans les engrais biologiques que contient le lisier, celui qui est le plus susceptible d'atteindre la nappe phréatique est le nitrate (Berrouard *et al.*, 2001). Selon le ministère de l'Environnement du Québec (1999) et Baril (2002), les nitrates, les pathogènes et les pesticides sont une source agricole de contamination des eaux souterraines. De plus, cette contamination représente un risque important pour la santé (Laferrière et Minville, 1996).

La contamination de la nappe phréatique peut avoir une répercussion importante pour la santé humaine. On note particulièrement la possibilité des nourrissons à développer la méthémoglobinémie ainsi que les risques accrus de cancer et de reproduction chez les animaux (Gingras, 2001; Laferrière et Minville, 1996). Outre ces effets directs des nitrates, on doit également se méfier des matières organiques présentes dans la nappe phréatique. La matière organique réagit avec le chlore du traitement des eaux municipaux pour former du trihalométhane (THM), représentant un risque accru du cancer et de la reproduction humaine (Gingras, 2001; Laferrière et Minville, 1996). On observe également une augmentation des coûts de traitement des eaux potables (Gingras, 2001). Selon Laferrière et Minville (1996), « les usines de traitement de l'eau peuvent réussir à

enlever une bonne partie du carbone organique présent et ainsi générer peu de THM lors du processus de chloration. Malheureusement, ce genre d'usine de traitement de l'eau potable est presque inexistant sur notre territoire ».

La contamination de l'eau de surface par le phosphore peut également entraîner l'apparition de cyanobactéries entraînant, par contact, des irritations locales. On peut également retrouver de l'œstrogène et des pesticides dans les eaux de surface pour lesquels les effets néfastes sur la santé ne sont plus à prouver.

Toutes les productions animales et l'épandage de leurs déjections peuvent avoir des effets néfastes sur la santé humaine et animale. La différence entre les déjections animales solides (fumier) et les déjections liquides (lisier) consiste en la rapidité accrue d'infiltration des produits contenus dans le lisier ainsi que sa forte susceptibilité au ruissellement. Une contamination de la nappe et des eaux de surfaces est donc plus à risque (Gravel et Desautels, 2003).

Un autre polluant à prendre en compte est le rejet des antibiotiques contenus dans les déjections animales dans le sol et les eaux. En effet, il a été établi que le lisier comportait des résidus d'antibiotiques, dont les antibiotiques de facteurs de croissance qui ont un effet très néfaste chez l'humain : ce qu'on appelle la biorésistance (Radio-Canada, 2002). Ces antibiotiques sont nécessaires seulement pour augmenter le rendement de la croissance des porcs, et par conséquent, améliorer le rendement économique. Leur effet sur la santé est d'autant plus troublant qu'ils ne sont essentiels à la production porcine

La production animale concentrée génère également des risques de contamination de l'eau par le E.Coli et les agents infectieux (annexe 1) (Gingras, 2001; Laferrière et Minville, 1996). Leurs effets vont de la gastro-entérite, la plus répandue, à la possibilité de décès comme ce fut le cas à Walkerton, en Ontario.

Enfin, les odeurs nauséabondes des porcheries peuvent provoquer des réactions physiologiques et psychologiques telles que l'anxiété, la dépression, la fatigue, les

nausées, les vomissements, l'insomnie et les problèmes respiratoires (Gingras, 2001; Laferrière et Minville, 1996).

7. Impacts des futures porcheries

La localisation des deux porcheries qui veulent s'implanter à Saint-Adrien d'Irlande est illustrée sur la figure 9. La porcherie la plus au sud, sur le rang VII, sera une maternité de 1 200 truies. La seconde, la plus au nord, est localisé sur le rang X. Elle comptera 2 360 truies et 20 verras. Il s'agira également d'une maternité.

7.1. Contamination des eaux

La maternité du rang VII est la plus mal située dans l'optique d'un risque de déversement de lisier dans un cours d'eau. En effet, elle devrait être située à moins de 100 mètres du

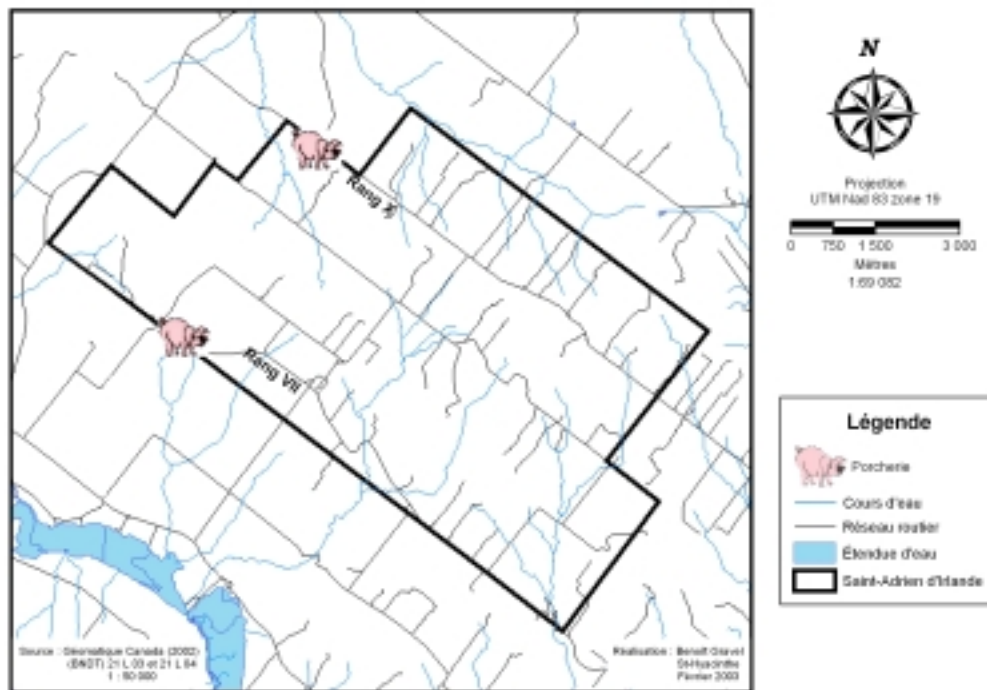


Figure 8 - Localisation des futures porcheries

ruisseau McLean qui se jette dans le lac à la Truite, déjà fortement pollué. Les risques de débordement de la fosse combinés à l'écoulement de lisier à sa base lors du remplissage des citernes ainsi que la proximité d'un cours d'eau font en sorte que le risque de contamination est important. Il est d'autant plus primordial, car au printemps, avec le rehaussement de la nappe phréatique, on peut s'attendre à ce que le réservoir de lisier soit construit dans une zone où il peut y avoir résurgence de la nappe phréatique. Il y a donc possibilité de contamination de la nappe et du ruisseau McLean par exfiltration (figure 10).

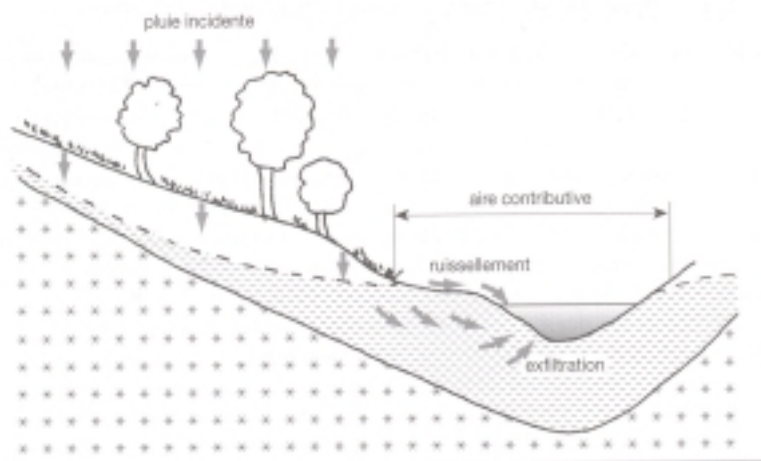


Figure 10 – Processus de contamination d'un cours d'eau par la nappe phréatique (exfiltration) (Cosandey et Robinson, 2000).

Pour sa part, la maternité du rang X est bien située par rapport au cours d'eau. Une distance de plus de 700 mètres la sépare du cours d'eau le plus près, soit le ruisseau Morency. De plus, la porcherie devrait être à un peu plus de 60 mètres au-dessus du cours d'eau. Cependant, l'inclinaison de la pente varie entre 6 et 10 % et va jusqu'au-delà de 20 % à proximité du cours d'eau. Dans cette optique, seule une rupture rapide de la fausse représente un danger de contamination directe du ruisseau Morency. Par contre, des pertes répétées de lisier sur les pourtours de la fosse pourraient, à long terme, contaminer la nappe phréatique.

7.2. Surplus d'épandage

L'impact le plus important des porcheries est celui relatif à l'épandage du lisier. L'épandage en bonne proportion de phosphore et de nitrate diminue énormément le risque de pollution du milieu. Actuellement, Saint-Adrien d'Irlande est considéré par le ministère de l'Environnement du Québec comme étant en surplus d'épandage, ce qui signifie que la municipalité produit plus de phosphore que n'en demandent les cultures (MENV, 2003 b; Beaudet, 2002).

Dans le but de comprendre et d'analyser la saturation des sols en phosphore à Saint-Adrien d'Irlande, on a dérivé les superficies épandables de l'occupation du sol. Cet exercice a été effectué à partir de la carte Saint-Adrien d'Irlande forêt. Cette carte a été réalisée à partir d'une photo-interprétation (MRC de l'Amiante). Pour y arriver, on a enlevé les superficies des zones considérées à risque pour la contamination des eaux de surfaces et souterraines en fonction des éléments vu à la section précédente.

On considère comme zones à risque tous les endroits où le sol ne possède pas un mètre d'épaisseur. Ça correspond essentiellement à la formation meuble de till sur roc. Le till sur roc est considéré comme à risque pour plusieurs raisons. Tout d'abord, la faible épaisseur du dépôt combinée à sa faible perméabilité permet aux nitrates et autres polluants de traverser le dépôt pour se rendre au substratum rocheux. De plus, cette capacité à passer au travers de la couche de dépôt est augmentée s'il y a un travail du sol. La fissuration du substratum rocheux permet aux nitrates et polluants qui atteignent le substratum rocheux de s'infiltrer facilement et d'aller polluer la nappe phréatique.

On considère également comme zones à risque les endroits où l'on retrouve des sols dérivés des dépôts fluvioglaciaires. Leur grande perméabilité et leur faible pouvoir de fixation des éléments, en particulier les nitrates, permettent de croire à un fort risque de contamination de la nappe phréatique (Hacala *et al.*, 1999; Laflamme *et al.*, 1989). De plus, leur position à proximité des cours d'eau et des pentes importantes que l'on y observe permettent de croire en la possibilité de la contamination des eaux de surfaces par effet d'exfiltration. Enfin, il s'agit également de sols fortement susceptibles à

l'érosion (Laflamme *et al.*, 1989). L'épandage de lisier sur ce type de sol risque d'augmenter de façon importante le ruissellement et l'érosion, transportant ainsi des MES et des éléments nutritifs jusqu'au cours d'eau à proximité (Gangbazo *et al.*, 2002; Gangbazo *et al.*, 1996).

On considère également comme zone à risque toute la partie en amont des puits d'eau potable de la municipalité (photo 2). Cette zone est donc exclue du calcul de la superficie épandable tel que souhaité par le ministère de l'Environnement depuis plus de vingt ans.

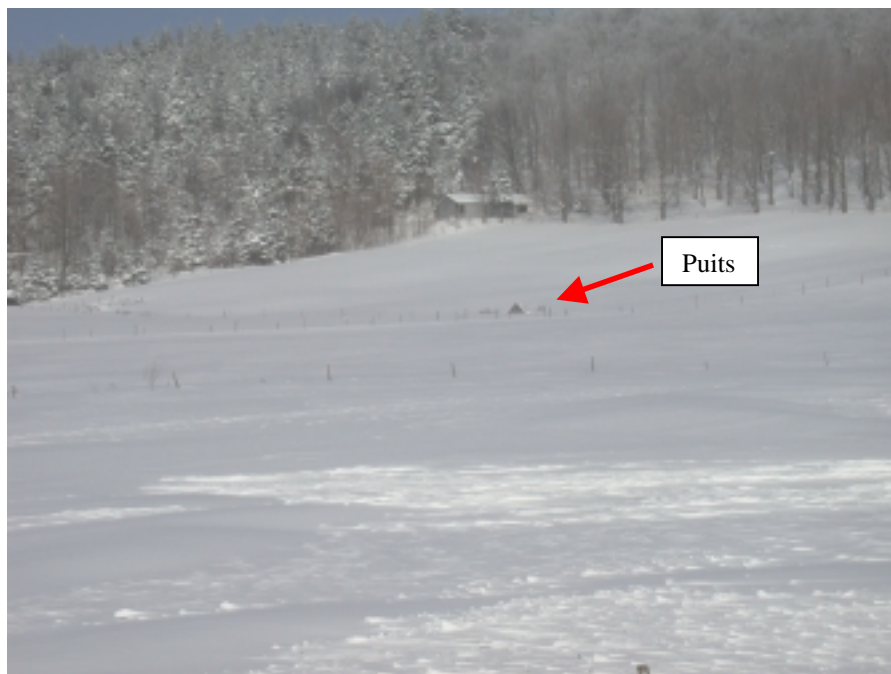


Photo 2 : Photographie d'un des puits de la municipalité.

Enfin, on a enlevé de la superficie épandable au lisier toutes les zones où l'inclinaison de la pente est supérieure à 9 %. Cette valeur correspond à la valeur à partir de laquelle le ruissellement devient important (Wischmeier and Smith, 1978; Guertin *et al.*, 2000). Alors, si l'on ajoute du lisier qui a pour effet d'augmenter le ruissellement, on obtient des zones à fort potentiel de ruissellement et d'érosion. D'autant plus que le territoire est presque essentiellement composé de till dont la perméabilité est faible. Par contre, les secteurs où l'inclinaison de la pente est supérieure à 9 % mais inférieure à 17 %, il est

possible d'épandre du fumier. Nous avons donc, pour le calcul de la superficie épandable, considéré tous le territoire dont la pente est inférieure à 17 %. Mais il faut absolument éviter d'épandre du lisier dans les pentes supérieures à 9 %.

Dans le but de protéger les érablières en zone agricole et parce que certaines d'entre elles sont en exploitation, nous n'avons pas considéré les érablières comme étant des superficies épandables.

Les résultats obtenus sont présentés au tableau 2. Actuellement, l'agriculture occupe 2 700 hectares (ha) à Saint-Adrien d'Irlande. Si l'on retranche à cette superficie les zones à risque et les pentes sont supérieures à 17 %, on obtient 2 245 ha (figure 11). Par contre, si l'on exclut les pentes comprises entre 9 et 17 %, on n'a que 1491 ha d'épandable (figure 12). Dans le but d'évaluer toutes les possibilités, nous avons également effectué les mêmes opérations, mais en ajoutant les surfaces occupées par les forêts de résineux et celles ne contenant pas d'érables. On obtient alors des superficies d'épandage légèrement supérieures. Par contre, cela suppose que l'on doive couper les forêts, et ainsi créer des impacts importants sur l'environnement.

Tableau 2 – Surface épandable à Saint-Adrien d'Irlande

	Aire (ha)	Aire (ha)	Aire (ha)	Aire (ha)	Aire (ha)	Aire (ha)
Occupation du sol	Actuel	1*	2*	3*	4*	5*
Agriculture	2700	2245	1491	3334	3193	2118
Érablière	1144	679	343	830	679	343
Total possible	3844	2924	1834	4165	3873	2461

1* - Surface agricole moins les zones à risque (pentes limites de 17 %)

2* - Surface agricole moins les zones à risque (pentes limites de 9 %)

3* - Surface agricole combinée aux forêts (ne tient pas compte des zones à risque)

4* - Surface agricole combinée aux forêts moins les zones à risque (pentes limites de 17 %)

5* - Surface agricole combinée aux forêts moins les zones à risque (pentes limites de 9 %)

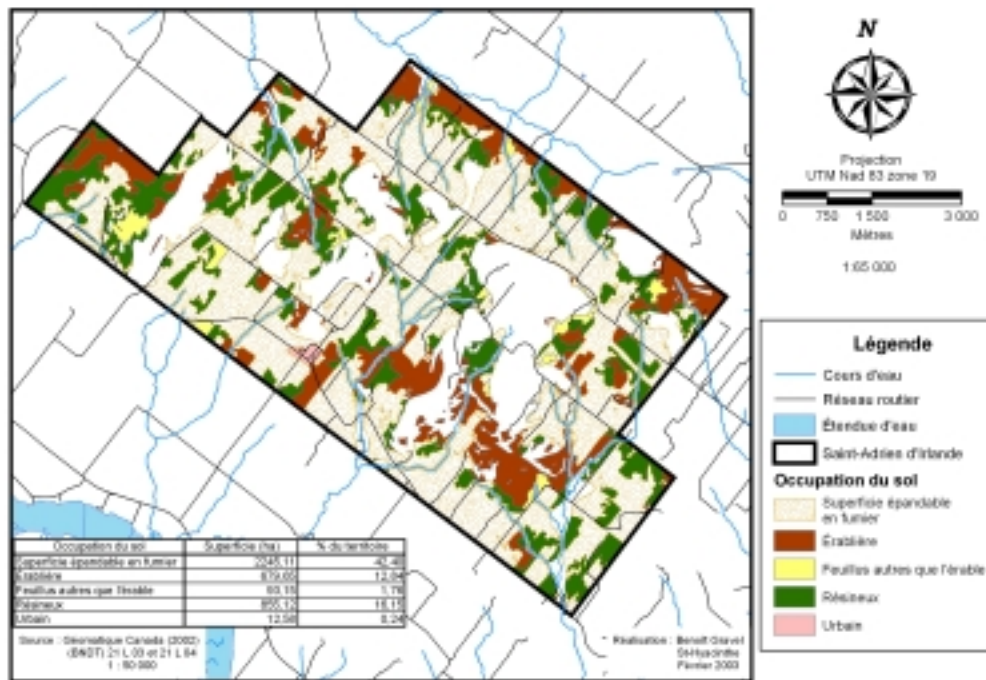


Figure 11 - Superficie épandable au fumier

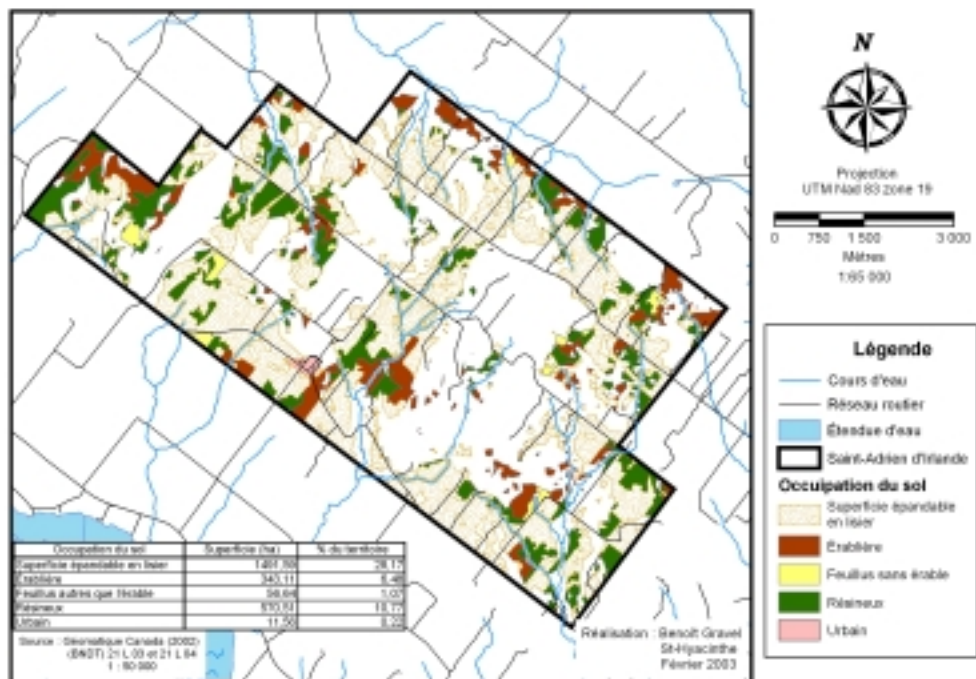


Figure 12 - Superficie épandable au lisier

Dans le cadre de cette étude, nous avons voulu évaluer approximativement la quantité de phosphore produit par le cheptel sur le territoire de la municipalité. Saint-Adrien d'Irlande compte 1 134 unités animales. Pour être en mesure d'épandre les déjections animales conformément aux normes environnementales pour des sols dont la teneur en P est légèrement supérieure à 150 kg/ha et pour une saturation de Al/P entre 7,5 et 10 %, nous devons avoir au moins 1 545 ha de maïs ou 4 367 ha d'orge. Comme à Saint-Adrien d'Irlande il n'y a pas que de la monoculture de maïs, on peut facilement conclure, tout comme le ministère de l'Environnement, que la municipalité produit déjà plus de déjection animale qu'elle ne peut en épandre actuellement. De plus, elle produit plus de déjections qu'elle ne peut en épandre sur la totalité du territoire agricole, alors que l'on sait très bien que ce territoire est surévalué puisque les terres en friches et les superficies des bâtisses y sont comprises. Les zones à risque n'ont pas été déduite du 2 700 ha. On parle donc plutôt de 2 245 ha. Ce qui représente pratiquement la moitié de la superficie nécessaire en culture d'orge.

Malgré les évidences de surplus, nous avons tout de même calculé les superficies nécessaires pour l'épandage des déjections animales avec la présence de deux porcheries supplémentaires. Pour la porcherie du rang X (2 360 truies et 20 verrats), nous avons besoin de 1 560 ha de maïs ou 4 679 ha d'orge. Pour la seconde porcherie (1 200 truies), nous avons besoin de 898 ha de maïs ou de 2 693 ha d'orge. Si l'on fait le calcul, cela signifie que nous avons besoin de 4 003 ha de maïs ou de 11 739 ha d'orge. On peut remplacer les superficies en orge par les prairies, car ces deux cultures ont des besoins similaire en P (Lefebvre, 2003).

Les superficies nécessaires à l'épandage obtenues sont tellement importantes que même si l'on procédait à la coupe totale de toutes les forêts de Saint-Adrien d'Irlande, il serait impossible d'y épandre, sous monoculture de maïs, toutes les déjections animales produites avec deux porcheries. Ces calculs ne considèrent aucun apport minéral de P aux cultures. L'implantation de porcheries implique donc nécessairement une déforestation importante ainsi qu'une exportation des déjections animales. Cependant, une très grande proportion des municipalités de Chaudières-Appalaches sont déjà en surplus.

L'exportation de lisier à l'extérieur de la municipalité n'est donc pas une solution envisageable.

Selon la Politique nationale de l'eau (2002), pour tout nouvel établissement agricole ou augmentation du cheptel, l'équilibre des sols devra être atteint immédiatement. Il est donc évident qu'avec l'ajout de porcheries sur son territoire, la municipalité de Saint-Adrien d'Irlande ne pourra respecter le nouveau règlement sur les exploitations agricoles, car elle ne pourra rencontrer le principal objectif de ce règlement, soit d'assurer une fertilisation équilibrée qui tienne compte du besoin des plantes (MENV, 2002).

Il semble que la seule solution qui permettrait l'établissement de porcheries sur le territoire de Saint-Adrien d'Irlande est l'implantation d'un système de traitement complet du lisier pour chaque porcherie, de façon à séparer les éléments chimiques, les coliformes et autres substances de l'eau. Malheureusement, pour l'instant, ces techniques sont onéreuses, car elles coûtent entre 5,00 \$ et 25,00 \$ du m³ de lisier à traiter (GTTTPAPP, 2001). Chaque porc élevé produit entre 2 et 5 m³ de lisier par an, il serait alors très dispendieux de traiter les effluents mais il s'agit de la seule façon de préserver l'environnement.

7.3. Odeurs

Comme il a été discuté à la section précédente, l'entreposage et l'épandage du lisier de porc laissent échapper des gaz ammoniacaux qui dégagent une forte odeur nauséabonde. De plus, ces odeurs peuvent être accablantes sur le plan de la santé humaine et animale. Alors, il convient de vérifier l'impact de l'emplacement des porcheries sur le milieu avoisinant en fonction de la propagation des odeurs. Voici un tableau qui illustre la répartition de la provenance des vents à Saint-Adrien d'Irlande.

Tableau 3 – Direction des vents

Thetford Mines

Station : 7026441

	Nord	NE	Est	SE	Sud	SO	Ouest	NO	Calme
Hiver	5,7	4,3	10,7	3,7	7,5	7,92	52,2	3,7	4,4
Printemps	8,8	5,8	15,1	5,5	11,4	7,15	39,0	4,6	2,6
Été	6,1	1,9	10,1	5,3	20,7	10,75	35,2	5,9	4,2
Automne	6,3	4,6	11,8	5,2	14,6	9,81	38,9	5,3	3,5
Annuel	6,7	4,1	11,9	4,9	13,6	8,91	41,3	4,7	3,7

Saint-Ferdinand

Station : 7027246

	Nord	NE	Est	SE	Sud	SO	Ouest	NO	Calme
Hiver	9,5	0,1	14,1	0,6	19,1	1,24	52,8	2,2	0,3
Printemps	12,7	1,1	14,5	0,7	21,8	1,09	45,9	0,9	1,3
Été	7,5	0,4	18,4	0,8	15,6	1,01	52,8	1,3	2,1
Automne	5,6	0,2	17,5	1,0	18,9	1,40	51,1	2,2	1,1
Annuel	9,1	0,4	16,1	0,8	18,9	1,18	50,67	1,7	1,3

Moyenne	7,9	2,3	14,0	2,9	16,2	5,05	46,0	3,2	2,5
---------	-----	-----	------	-----	------	------	------	-----	-----

Sources : Direction des réseaux atmosphériques, ministère de l'Environnement du Québec, 2003

La direction des vents dans la région est majoritairement de l'ouest. Le vent souffle de l'est et du sud dans environ 15 % du temps chacun. L'emplacement de la porcherie du rang X ne pose pas vraiment de problème puisqu'aucune agglomération ne se situe à proximité et dans la direction du vent dominant. Le principal problème d'odeurs relié à cette porcherie sera pour les endroits avoisinants les lieux d'épandage (figure 13).

L'emplacement de la porcherie du rang VII pourrait causer plus de désagréments. Le village de Saint-Adrien d'Irlande est situé à deux kilomètres à l'est de la porcherie (photo 3) (figure 13). Le vent dominant souffle dans 50 % du temps, en direction du village et l'absence de barrière physique au vent risque d'augmenter le désagrément provoqué par l'odeur de la fosse, sans compter les risques pour la santé humaine. Dans ce cas-ci, la zone d'épandage sera également importante. S'il y a épandage entre la

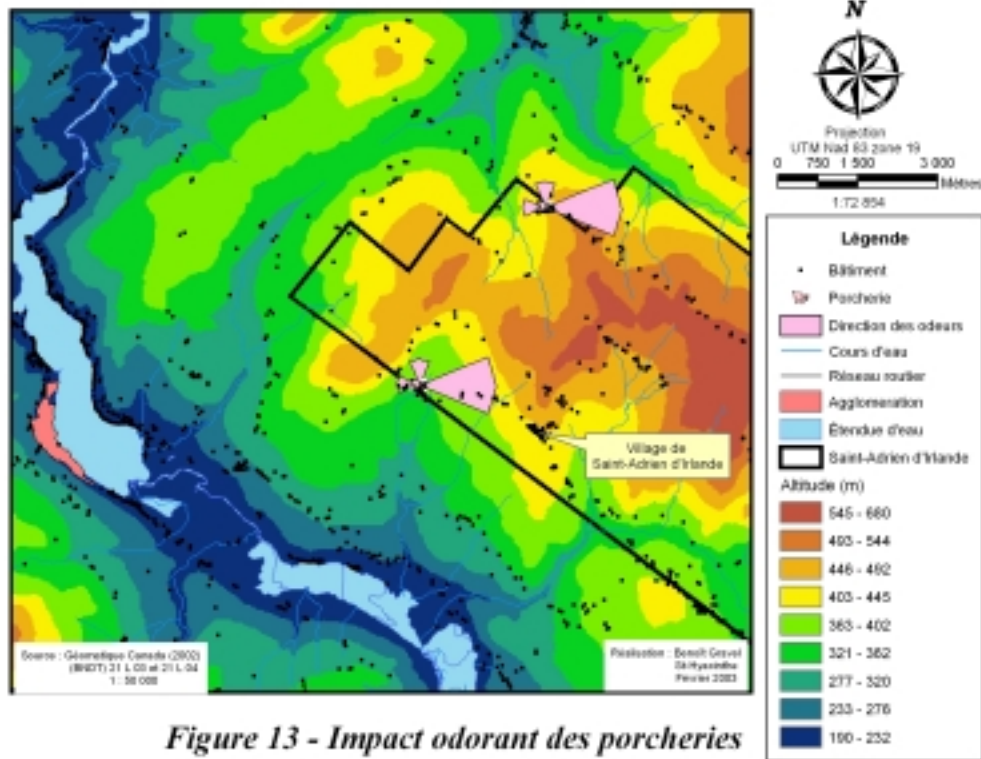


Figure 13 - Impact odorant des porcheries

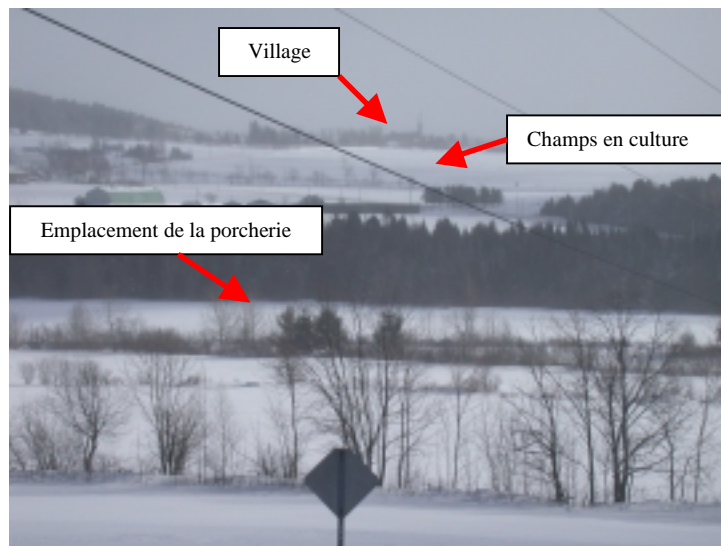


Photo 3 – Photo démontrant la proximité du village au sud de la future porcherie du rang VII

porcherie et le village, et ce sera une forte probabilité puisqu'il y a plusieurs champs en culture entre les deux, les risques pour la santé humaine seront alors augmentés tout comme les désagréments causés par les odeurs. De plus, on observe que le village de Bernierville ainsi qu'une bonne partie des résidences et chalets du lac Williams se situent dans la zone touchée par le vent de l'est. La distance, de 5 à 7 kilomètres, devrait toutefois diminuer l'impact des odeurs.

8. Conclusion

Saint-Adrien d'Irlande est situé dans la région de Chaudière-Appalaches, l'une des plus touchée par la production porcine. Lorsqu'on analyse la carte du MENV à propos des surplus d'épandage de la région de Chaudière-Appalaches (MENV, 2003 b), on s'aperçoit que les surplus d'épandage de la MRC La Nouvelle-Beauce, grosse productrice de porcs, tendent à déborder de ce territoire vers les MRC voisines, dont la MRC de l'Amiante. Saint-Adrien d'Irlande est donc une des municipalités cibles des producteurs porcins pour accroître leur production. Malheureusement, ces MRC sont situées dans des lieux moins favorables à l'agriculture intensive à cause de leur sol et de la topographie. La municipalité de Saint-Adrien d'Irlande ne fait pas exception à cette tendance.

Deux porcheries ont déposé une demande d'exploitation sur le territoire de la municipalité. La première serait une maternité de 1 200 truies située sur le rang VII alors que la seconde serait une maternité de 2 360 truies et 20 verrats située sur le rang X.

L'étude des caractéristiques physiques du territoire de Saint-Adrien d'Irlande nous a permis de dégager quatre types de zones à risque où l'épandage de fertilisants biologiques ou minéraux devrait être proscrit. Premièrement, tous les secteurs où l'épaisseur des dépôts meubles est inférieure à un mètre. Ensuite, tous les secteurs où la pente est supérieure à 17 %. Troisièmement, tous les endroits où l'on retrouve des dépôts très perméables et à proximité d'un cours d'eau. Tout le secteur en amont des puits d'eau potable de la municipalité a également été considéré à risque. Enfin, les érablières n'ont pas été comptabilisées.

Une réglementation de la municipalité devrait être mise en place pour faire respecter ces zones à risques d'épandage, et ce, dès maintenant. Par contre, une étude plus précise sur le terrain est recommandée afin de délimiter plus précisément ces zones à risque.

La municipalité de Saint-Adrien d'Irlande comporte déjà plusieurs exploitations agricoles. Il s'agit surtout de fermes laitières ou de bovins de boucherie. Saint-Adrien d'Irlande compte présentement 1 134 unités animales. La superficie consacrée à l'agriculture est de 2 700 ha si l'on tient compte des bâtiments et des terres en friches. Cette superficie consacrée à l'agriculture est déjà insuffisante pour épandre la totalité des déjections animales produites sur son territoire selon les nouvelles normes basées sur les besoins en P des cultures. L'implantation de deux porcheries ne ferait qu'aggraver la situation. Même si l'on coupe toutes les forêts, il n'y aurait pas assez de terres pour absorber tout le lisier produit par les exploitations agricoles.

Le surplus d'épandage produit des pressions très importantes sur l'environnement, de telle sorte qu'il est inacceptable pour une municipalité de s'y contraindre. La porcherie du rang VII risque de créer des impacts importants. Son emplacement favorise la propagation des odeurs dans la direction du village de Saint-Adrien d'Irlande et, dans une moindre mesure, jusqu'au village de Bernierville et des résidences et chalets du lac Williams. De plus, la position de la porcherie à proximité d'un cours d'eau augmente les risques de contamination des eaux de surface et souterraines. La porcherie du rang X crée, pour sa part, peu d'impact, mais c'est celle qui produira le plus de lisier.

Il semble évident que la venue de porcheries sur le territoire de Saint-Adrien d'Irlande est à proscrire, tant et aussi longtemps que les porcheries ne seront pas en mesure de transformer le lisier en engrais minéral exportable. De plus, compte tenu des risques d'impact sur les eaux de surfaces et souterraines ainsi que les risques de propagation des odeurs, la porcherie du rang VII ne devrait pas être autorisée à s'implanter à l'endroit où elle le désire même si elle est en mesure de transformer ses déjections animales en engrais exportable (granules ou compost). Elle devra être localisée à un autre endroit.

Il est également important de considérer le problème de concentration des élevages dans la région Beauce-Appalaches. Il est primordial de régler le problème de surplus de déjections animales en Beauce-Appalaches avant d'octroyer la permission à de nouvelles productions animales sans sols de s'établir sur le territoire. Il faut commencer par diminuer la surproduction, car on doit produire en équilibre avec le milieu, c'est ça le développement durable ! En Beauce-Appalaches, on est déjà au-dessus de la capacité du milieu. Les agriculteurs ont fait d'importants efforts pour améliorer l'environnement, il serait alors important de continuer dans la même veine.

N'est-ce pas le voeu de nos gouvernements de doter leur société d'un développement durable ? Si oui, il est évident que la municipalité de Saint-Adrien d'Irlande ainsi que toutes celles qui sont en surplus devraient être soumises à une interdiction du développement de la production porcine pour une période permettant à la nature de reprendre le dessus sur la surproduction. L'implantation de nouvelles productions animales sans sols ne respecteraient pas le développement durable !

Enfin, les caractéristiques physiques de la municipalité de Saint-Adrien d'Irlande nous portent aussi à redouter le ruissellement et l'érosion des sols. Pour contrer ce phénomène, les producteurs agricoles peuvent appliquer plusieurs méthodes dont le travail réduit du sol, le labour dans le sens des courbes de niveau, la culture en rangs intercalaires, la semence de cultures couvrantes à l'automne, la semence de culture couvrantes entre les rangs durant la période de culture et la semence d'engrais verts.

9. Recommandations

9.1. *Saint-Adrien d'Irlande*

- Interdire l'implantation de productions animales sans sols qui n'ont pas de système de traitements complet des effluents (production d'engrais ou de compost exportable) ;

- Relocaliser la production porcine du rang VII si elle respecte les autres conditions ;

- Interdire l'épandage de déjections animales sur des pentes supérieures à 17 % ;
- Interdire l'épandage de lisier sur des pentes supérieures à 9 % ;
- Interdire l'épandage de déjections animales sur les dépôts perméables à proximité des cours d'eau (zones d'exfiltration) ;
- Interdire l'épandage et la culture sur la zone en amont des puits de la municipalité ;
- Interdire l'épandage à l'automne ;
- Obliger les labours dans le sens des courbes de niveau sur les terrains à forte pente ;
- Obliger la couverture des fosses ;
- Favoriser l'orientation des rangs parallèlement aux courbes de niveau ;
- Favoriser le travail réduit du sol ;
- Récompenser les producteurs agricoles « verts » .

9.2. Audience sur le développement durable de la production porcine au Québec

- Interdire l'implantation de productions animales dans les municipalité en surplus d'épandage sauf si elles traitent leurs déjections animales de façon à produire des engrais ou du compost exportable ;
- Interdire l'épandage de déjections animales sur des pentes supérieures à 17 % ;
- Interdire l'épandage de lisier sur des pentes supérieures à 9 % ;

- Interdire l'épandage de déjections animales sur les dépôts perméables à proximité des cours d'eau (zones d'exfiltration) ;
- Interdire l'épandage à l'automne ;
- Obliger les labours dans le sens des courbes de niveau pour les terrains en forte pente à l'aide d'un règlement ;
- Couvrir les fosses ;
- Favoriser le retour au fumier ;
- Favoriser l'écoconditionnalité.

10. Références

Baril, P. (2003) Impacts de la production porcine sur le milieu naturel, séance thématique : les impacts écologiques et les solutions techniques et technologiques. Présentation PowerPoint, tournée d'information du BAPE sur le développement durable de la production porcine au Québec, 24 p.

Beudet, P. (2002) Impact des normes de fertilisation sur les entreprises porcines. Présentation PowerPoint, tournée d'information du BAPE sur le développement durable de la production porcine au Québec, 21 p.

Berrouard, A., Giroux, M. et Blackburn, M. (2001) Effets comparatifs de différentes cultures et modes de fertilisation sur la teneur en nitrates dans les sols en fin de culture et dans les eaux de drainage souterrain à l'automne. *Agrosol*, Vol. 12, No. 2, p. 64-73.

Champoux, A. et Toutant, C. (1988) *Éléments d'hydrologie*. Le Griffon d'argile. Québec, 262 p.

Cosandey, C. et Robinson, M. (2000) *Hydrologie continentale*. Armand Colin, Paris, 360 p.

Edwin Gaucher & Ass. (1984) *Compilation de la géologie du Quaternaire*, 21 L/03 et 21 L/04. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, Service de la géoinformation, 1 : 50 000.

Foucault, A. et Raoult, J.-F. (1995) *Dictionnaire de géologie*. Masson, 4^e édition, Paris, 324 p.

Gangbazo, G. (2000) Relations empiriques entre les utilisations du territoire agricole et la qualité de l'eau des rivières. Vecteur environnement, Vol. 33, No. 2, p. 42-49.

Gangbazo, G., Cluis, D. et Buon, E. (2002) Transport des sédiments en suspension et du phosphore dans un bassin versant agricole. Vecteur environnement, Vol. 35, No. 1, p. 44-53.

Gangbazo, G., Bernard, C. et Côté, D. (1996) Effets de l'épandage du lisier de porc sur les eaux de ruissellement et de drainage. Agosol, Vol. IX, p. 46-51.

Gangbazo, G., Pesant, A.R., Cluis, D. et Couillard, D. (1992) Étude en laboratoire du ruissellement et de l'infiltration de l'eau suite à l'épandage du lisier de porc. Canadian agricultural engineering, Vol. 34, No. 1, p. 17-25.

Géomatique Canada (1990) Cartes topographiques numériques de Thetford Mines (21 L/03) et Victoriaville (21 L/04). Ministère des ressources naturelles du Canada, Centre canadien de cartographie, Ottawa, 1 : 50 000 (équidistance entre les courbes de niveau de 10 m).

Gingras, B. (2001) Avis de la santé publique portant sur les risques à la santé associés aux activités de production animale en Chaudière-Appalaches. Régie régionale de la santé et des services sociaux de Chaudière-Appalaches, Direction de la santé publique, de la planification et de l'évaluation, 23 p.

Giroux, M. et Tran, T.S. (1996) Critères agronomiques et environnementaux liés à la disponibilité, la solubilité et la saturation en phosphore des sols agricoles du Québec. Agrosol, Vol. IX, No. 2, p. 51-57.

Gouvernement du Québec (2002) L'eau. La vie. L'avenir. Politique nationale de l'eau. Québec, 95 p.

Grégoire, G. (2003) Communication personnelle. Conseillé municipal, Saint-Adrien d'Irlande.

Gravel, B. et Desautels, M. (2003) Fumier ou lisier : choix selon leur influence sur le cycle terrestre de l'eau. Fédération de protection de l'environnement de l'Estrie, Sherbrooke, 21 p.

Groupe de travail «Transfert technologique» du Plan agroenvironnemental de la production porcine (2001) Rapport d'évaluation des technologies de gestion et de traitement du lisier de porc. Fédération des producteurs de porcs du Québec, Longueuil.

Guertin, S.P., Barnett, G.M., Giroux, M., Mackenzie, A.F., Pesant, A. et Parent, L.E. (2000) Effet de pratiques culturales dans la culture de maïs, en terrain vallonné, sur les risques de contamination des eaux de ruissellement et de drainage. Agrosol, Vol. 11, No. 2, p. 107-113.

Hacala, S., Dolle, J.-B., Le Gail, A. et Vallet, A. (1999) Lisier ou fumier : quelle chaîne choisir de l'étable au champs. Article journée du 26 octobre 1999, p. 1–15.

Laferrière, M. et Minville, J.-J. (1996) L'industrie porcine et les risques reliés à la santé humaine. Bulletin d'information en santé environnementale (BISE), vol. 7, No. 2, site internet : .

Laflamme, G., Rompré, M., Carrier, D. et Ouellet, L. (1989) Étude pédologique du comté de Mégantic. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Division de pédologie, Service des recherche en sols, Québec, 160 p.

Lafond, R., Cauchon, C. et Ducruc, J.-P. (1992) Pédologie forestière. Modulo, Montréal, 146 p.

Larocque, M., Patoine, M., Banton, O., Rousseau, A.N. et Lafrance, P. (2002) Quantification des pertes de phosphore en milieu agricole – Outil LoPhos. Vecteur environnement, Vol. 35, No. 5, p. 48-56.

Lefebvre, J.-M. (Équip-O-Sol 2000) (2003) Calcul de la production de P et des superficies nécessaires pour Saint-Adrien d'Irlande. Communication personnelle, Stansted.

Mailloux, A (2003) Nos sols sont-ils riches en phosphore ? Le coopérateur agricole, Coopérative fédérée du Québec, Site internet
http://www.coopfed.qc.ca/Coopérateur/contenu/janvier_2003/page62.htm

Ministère de l'agriculture, des pêche et de l'alimentation du Québec (MAPAQ) (1986) Carte pédologique, Comté de Mégantic, Partie Est et Ouest. Service de recherche en sols, Québec, 1 : 50 000.

Ministère de l'Environnement du Québec (MENV) (2003) Portrait régional de l'eau ; Chaudière-Appalaches (Région administrative 12). Site internet du MENV :

Ministère de l'Environnement du Québec (MENV) (2003b) Rôles et responsabilités du ministère de l'Environnement à l'égard de la production porcine, Chaudière – Appalaches, Région administrative 12. Sainte-Marie de Beauce, 42 p.

Ministère de l'Environnement du Québec (MENV) (2002) Politique nationale de l'eau, Québec, 94 p.

Ministère de l'Environnement du Québec (MENV) (1999) Étude d'impacts environnementaux associés aux modifications du règlement sur la réduction de la pollution d'origine agricole relatives à la fertilisation phosphatée et à l'entreposage des fumiers de bovins de boucherie. Direction des politiques des secteurs agricoles et naturels, Direction des écosystèmes aquatiques, 17 p.

Ministère de l'Environnement du Québec (MENV) (2000 a) Objet : Distribution d'eau potable, 3 p.

- Ministère de l'Environnement du Québec (MENV) (2000 b) Objet : Problème de contamination du réseau d'aqueduc municipal, 3 p.
- Ministère de l'Environnement du Québec (MENV) (2001 a) Objet : Demande d'autorisation – Alimentation en eau potable et système de désinfection – Municipalité de Saint-Adrien d'Irlande, 7 p.
- Ministère de l'Environnement du Québec (MENV) (2001 b) Objet : Alimentation en eau potable et contrôle des périmètres de protection des puits de la ferme ... et du puits Rachel, 3 p.
- Ministère des forêts du Québec (MFQ) (1993) Cartes des dépôts de surface, Document de travail, Thetford Mines (21 L/03) et Arthabaska (21 L/04). Service des inventaires forestiers, Québec, 1 : 50 000.
- Ministère des ressources naturelles du Canada (MRNC) (2000) Cartes topographiques de Thetford Mines (21 L/03) et Victoriaville (21 L/04). 8^e édition, Ottawa, 1 : 50 000 (équidistance entre les courbes de niveau de 10 m).
- MRC de l'Amiante (2002) Schéma d'aménagement. Thetford Mines, 304 p.
- MRC de l'Amiante St-Adrien d'Irlande forêt. Thetford Mines, 1 : 15 000.
- Pagé, P. (1999) Les grandes glaciations, L'histoire et la stratigraphie des glaciations continentales dans l'hémisphère Nord. 2^e Édition, Guérin, Montréal, 492 p.
- Painchaud, J. (1999) La production porcine et la culture du maïs, impacts potentiels sur la qualité de l'eau. Le naturaliste canadien, hiver 1999, p. 41- 46.
- Paré, D. (1981) Étude hydrogéologique, bassin versant de la Bécancour. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction générale des inventaires et de la recherche, Service des eaux souterraines, Québec, 73 p.
- Parent, S. (1990) Dictionnaire des sciences de l'environnement. Broquet, Ottawa, 748 p.
- Parent, G. et Pineau, M. (1985) Intégration de quelques critères géomorphologiques et géotechniques dans le processus de planification écologique des milieux urbains et périurbains. Les cahiers du CRAD (Centre de recherche en aménagement et en développement), Université Laval, vol. 9, n^o 3, 151 p.
- Radio-Canada (2002) Antibiotiques de croissance dans la production porcine au Québec. La semaine verte. X minutes.
- RAPPEL (2003) Qualité de l'eau *in* L'eau des lacs. Site internet : <http://www.rappel.qc.ca/ELqualiteeau.html>

Riordon, P.H. (1954) Geology of the Thetford Mines – Black Lake district of Québec with particular reference to the Asbestos deposits. Thèse de doctorat, Université McGill, Montréal, 205 p.

Robitaille, A. et Allard, M. (1996) Guide pratique d'identification des dépôts de surface au Québec. Les publications du Québec, Québec, 109 p

Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. (1978) Predicting Rainfall Erosion losses. USDA Agriculture Handbook 537, USDA, Washington D.C., 58 p.

ANNEXE 1 – AGENTS INFECTIEUX POUR L’HUMAIN ET MALADIES ASSOCIÉES AU LISIER DE PORC

Agents infectieux	Maladies transmises	Microorganismes	Mode de transmission
Bactéries	. Infection à streptocoques (fièvre)	. <i>Streptococcus</i> sp.	ingestion
	. Nécrabacillose (dermatite)	. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	peau et muqueuses
	. Erysipéloïde (dermatite)	. <i>Erysipelothrix rhusiopathiae</i>	peau et muqueuses
	. Entérite à vibrations (gastro-entérite)	. <i>Campylobacter</i> sp.	ingestion
	. Yersiniose (gastro-entérite)	. <i>Yersinia enterocolitica</i>	ingestion
	. Salmonellose (gastro-entérite)	. <i>Salmonella</i> sp.	ingestion
	. Leptospirose (fièvre)	. <i>Leptospira pomona</i>	peau et muqueuses
	. Charbon (fièvre)	. <i>Bacillus anthracis</i>	ingestion et inhalation
	. Tuberculose	. <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	ingestion et inhalation
	. Brucellose (fièvre)	. <i>Mycobacterium avium</i> . <i>Mycobacterium bovis</i>	ingestion et inhalation
	. Entérite nécrosante (gastro-entérite)	. <i>Brucella melitensis</i> . <i>Brucella suis</i> . <i>Clostridium perfringens</i>	muqueuses muqueuses ingestion
	Champignons	. Coccidioidomycose (fièvre)	. <i>Coccidioides immitis</i>
Protozoaires	. Giardiose (gastro-entérite)	. <i>Giardia lamblia</i>	ingestion
	. Toxoplasmose (fièvre)	. <i>Toxoplasma gondii</i>	ingestion
	. Cryptosporidiose (gastro-entérite)	. <i>Cryptosporidium</i> sp.	ingestion
Parasites	. Ascariase (infection intestinale)	. <i>Ascaris lumbricoides</i>	ingestion
	. Téniasse (infection intestinale)	. <i>Taenia solium</i>	ingestion
	. Trichinose (infection intestinale)	. <i>Trichinella spiralis</i>	ingestion
Virus	. Entérite virale (gastro-entérite)	. Rotavirus sp.	ingestion
	. Influenza	. Coronavirus sp. . Virus de l'influenza	ingestion ingestion et inhalation

* D'après A.P.H.A. (1985)¹⁴, Cluis et Couture (1987)² et Acha et Szyfres (1989)¹⁵.

Source : Laferrière et Minville, 1996