

2011

# Analyse des informations LIDAR et élaboration de scénarios de PGB pour la restauration – Bassin Versant Ruisseau Five Fingers

Présenté au



Dans le cadre du programme

**AGRICULTURE ECOLOGIQUEMENT RESPONSABLE**

Volet «PLANIFICATION DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT»

par

Centre de conservation des sols et de l'eau de l'Est du Canada

mars, 2012





## **1. INTRODUCTION**

Selon le « Conseil de Gestion du Bassin Versant de la Rivière Ristigouche (CGBVRR)», le bassin versant du ruisseau « Five Fingers » représente le sous-bassin hydrographique le plus affecté par l'activité humaine dans l'ensemble du bassin hydrographique de la rivière Restigouche. Les activités agricoles dans certains champs ont été identifiées comme étant la cause potentielle de la sédimentation du cours d'eau. Par contre, d'autres sources seraient également responsables dont l'industrie forestière, les gravières, les chemins, etc.

Suite à un projet financé par le Fond en fiducie pour l'environnement, la Fondation de conservation du Saumon Atlantique, Groupe Savoie et la ville de St-Quentin, le CGBVRR a fait l'acquisition d'imageries LIDAR à la mi-juin. L'analyse des données LIDAR permettra de fournir une très grande précision topographique nécessaire à la planification de travaux et l'implantation de Pratiques de Gestion Bénéfique (PGB) qui permettront de réduire la charge de sédiment en provenance de l'érosion des sols à l'intérieur de ce bassin versant.

La deuxième étape de ce projet est de traiter les données LIDAR, faire l'évaluation des zones sensibles sur le terrain et proposer des scénarios de PGB aux producteurs affectés. Suite à la réalisation de l'acquisition des données LIDAR, le CGBVRR a donc déposé un projet dans le cadre du programme « Promouvoir un agriculture écologiquement responsable » de l'entente fédérale provinciale « Cultivons l'avenir » pour embaucher l'équipe de le Centre de conservation des sols et de l'eau de l'Est du Canada (CCSE) pour faire l'évaluation sur le terrain, faire l'analyse des données LIDAR, développer des scénarios de PGB et communiquer avec les producteurs agricoles concernés. Ainsi, aussitôt que le projet fut approuvé, une offre de service fut proposée au CCSE par le CGBVRR.

## **2. Objectifs**

L'objectif ultime de ce projet est d'utiliser des outils appropriés afin d'identifier les risques potentiels des pratiques agricoles existantes sur la sédimentation du cours d'eau Five Fingers et de proposer des solutions durables aux producteurs agricoles concernés. Les activités ou buts spécifiques sont ;

- Traitement des données LIDAR pour applications topographique avec SIG
- Localiser les zones sensibles et évaluation sur les terrains
- Évaluation de l'information SIG de LiDAR et des données prises sur les terrains pour l'évaluation des risques et l'élaboration des scénarios de PGB
- Élaboration des scénarios de PGB de protection et présentation aux producteurs et partenaires

## **3. Acquisition des données LIDAR**

La firme « Leading Edge Geomatics » d'Oromocto a effectué le vol pour l'acquisition des données brutes « LiDAR » entre le 14 et le 22 juin, 2012. Une fois transformé en fichiers de nuage de points, « points XYZ, Bare Earth DEM ASCII » et « Points All hits LAS », la compagnie a avisé le CCSE et le CGBVRR à la mi-août que les fichiers étaient disponibles pour être téléchargé de leur site FTP. La carte suivante présente la localisation de la zone survolée pour l'acquisition des imageries LIDAR. Chaque



#### 4. Traitement et utilisation des données LiDAR

Une fois téléchargés, les 210 fichiers de données LiDAR en « nuages des points » ont été transformés au CCSE avec Arc GIS 10 à des couches de données SIG. Ce processus comprend plusieurs étapes qui doivent être exécutées en séquence bien défini. Les exemples suivants démontrent les principaux types de cartes intermédiaires et finalement celles utilisables pour fin d'évaluation et de planification.

- Points XYZ en format de fichiers Arc GIS – vector (Photo 2)
- Élévation (MNA)– raster (Photo 3)
- Topographie - Courbe de niveau de 30 cm (champs non-boisés) et 50 cm (boisé) (vector) (Photo 4)
- Topographie – « Hillshade » 3-D (Photo 5)
- Direction du ruissellement – raster (Photo 6) et vector
- Superficie d'accumulation du ruissellement – raster et vector (Photo 7)



**Photo 2:** Exemple d'une image de points XYZ en format ArcGIS.



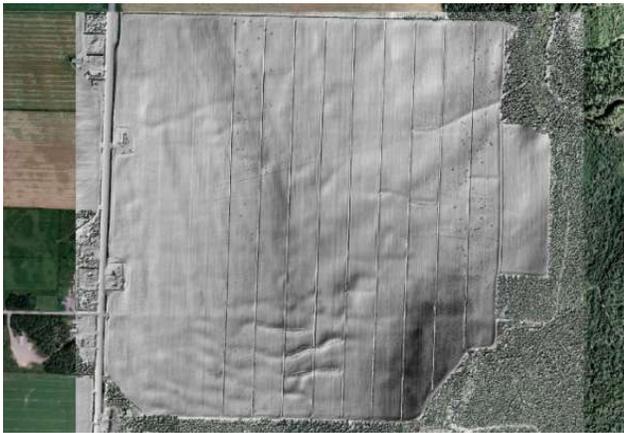
**Photo 3:** Exemple d'une image des élévations (Modèle Numériques d'Altitude)

Pour générer les modèles numériques d'altitude (MNA) (Photo 3), la méthode d'interpolation IDW (Inverse Distance Weighted), disponible dans le logiciel ArcView 10.1, a été appliquée aux nuages de points LiDAR. À partir du MNA, il est possible de produire plusieurs paramètres liés à

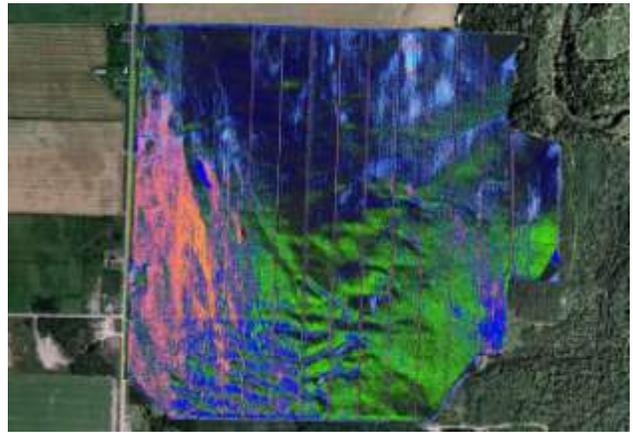


**Photo 4 :** Exemple d'une carte de micro-topographie en courbe de niveau de 50 cm d'intervalle.

l'altitude pour ainsi produire la plupart des cartes topographiques requises dont les cartes de topographie en courbes de niveau, les cartes en 3 dimensions (« Hillshade 3D ») et les cartes de ruissellement.



**Photo 5:** Image topographique en format Hillshade 3 D. (All hits data)



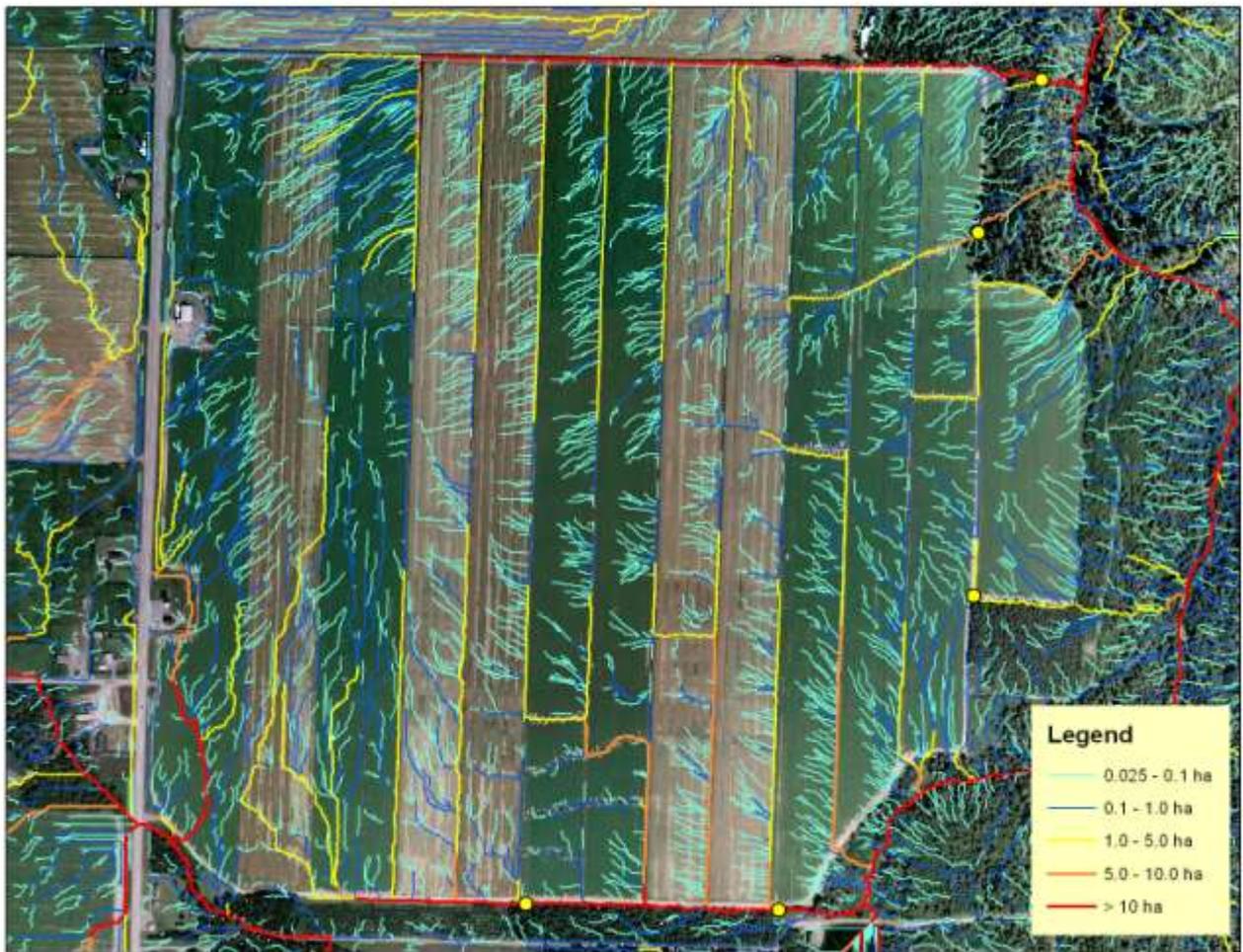
**Photo 6:** Carte « Raster » de direction du ruissellement.

Pour les champs avec des terrasses tels qu'illustré ci-haut (Photo 5), le processus a dû être répété une deuxième fois en utilisant les données LiDAR « all hits » pour mieux définir ou illustrer les terrasses et leur effet sur le contrôle du ruissellement et de l'érosion.

L'extraction des réseaux hydrologiques passe par plusieurs étapes :

- 1) Remplissage des crêtes et des cuvettes (au moyen d'une rasterisation permettant de supprimer les légères imperfections des données);
- 2) Création d'un raster de direction de flux (effectué au moyen de l'outil «Flow direction »);
- 3) Création d'un raster de flux cumulé (effectué au moyen de l'outil «Flow accumulation»);
- 4) Vectorisation de réseaux hydrographiques (effectué au moyen de l'outil «Stream to Feature »).

Les cartes « raster » de direction du ruissellement et de flux cumulé ont été développées pour mieux identifier et cibler les points critiques sur les champs agricoles et permettre une meilleure évaluation du degré et la longueur des pentes. Cette information est également utilisée dans l'évaluation des risques environnementaux et le développement de scénarios de PGB.



**Photo 7:** Carte donnant la superficie d'accumulation et direction du ruissellement.

## 5. Évaluation des champs, bandes riveraine et cours d'eau par GPS avec le Plan de Ferme Environnemental (PFE) et l'utilisation des données LiDAR

En juillet 2010, le CGBVRR a localisé des champs en culture de pommes de terre potentiellement problématiques du point de vue de l'apport de sédiment au Ruisseau Five Fingers. Parmi les 6 sites identifiés par le groupe, quatre ont été identifiés comme prioritaires nécessitant une évaluation plus approfondie au champ par l'équipe du CCSE. L'équipe, formée de Lisa Therrien et Jérôme Damboise, a évalué les quatre champs proposés par le CGBVRR en plus d'un autre champ également considéré potentiellement à risque mais pas identifié au préalable par le CGBVRR. Trois journées complètes ont été nécessaires à l'équipe pour évaluer environ 1.98 km de bandes riveraines, 6.10 km de bordures de champ et 2.4 km de structures de conservation. L'évaluation a été réalisée les

19, 24 et 27 octobre 2011. Il est à noter que la période avec le plus de visibilité pour faire l'évaluation des bandes riveraines est lorsque les feuilles sont tombées à l'automne ou tôt au printemps avant la repousse du feuillage. L'évaluation doit également être effectuée avant le travail du sol.

Le 9 novembre, une équipe du Centre (Jean-Louis Daigle et Jérôme Damboise) a visité les champs avec David Leblanc (CGBVRR) et Marc St-Jarre (MAANB). Le but de cette visite était de visiter les endroits problématiques et discuter des solutions potentielles.

L'évaluation sur le terrain a été réalisée avec l'outil d'évaluation des risques environnementaux développé par le CCSE à partir du Plan de Ferme Environnemental. Les questions répertoriées du PFE, avec l'ajout de quelques questions plus spécifiques, ont été programmées à l'aide d'un Formulaire rapide (Quickform) d'ArcPad qui peut être utilisé sur le terrain au moyen d'un système de localisation par satellite (GPS) fonctionnant sous Windows Mobile. À cette fin le CCSE utilise un GPS de type Trimble (Photo 8). Cette outil nous permet de géo-référencer les réponses aux questions d'évaluation des risques, en marchant les sites d'évaluation et transférer les résultats dans un Système d'Information Géographique (SIG) une fois arrivé au bureau. Par la suite, il est possible de produire des cartes d'évaluation des risques et évaluer l'impact potentiel de différents scénarios. Les cartes d'évaluations aux champs et les cartes d'évaluation des scénarios seront présentées pour chaque champ individuellement.



**Photo 8:** Vue de l'unité GPS et d'un formulaire Quickform.

Les questions sélectionnées du PFE et quelques questions supplémentaires ont été programmées dans ArcPad sous 5 formulaires distincts utilisés selon le besoin au champ :

- Bandes riveraines (RBZ) - (11 questions) (Annexe 1)
- Champs - (8 questions) (Annexe II)
- Sorties de drainage de surface et souterrain - (6 questions)(Annexe III)
- Traverses de cours d'eau - (2 questions) (Annexe IV)
- Pâturage - (10 questions)(Pas utilisé dans le Five Fingers)

L'évaluation sur le terrain consiste donc à marcher premièrement en bordure du champ pour évaluer la pente, les pratiques culturales et de conservation et les bandes tampons. Par la suite, s'il y a un cours d'eau longeant le champ, celui-ci est évalué en remontant le long du cours d'eau ou directement dans le cours d'eau pour évaluer la condition du cours d'eau, l'état de la berge, l'état, la largeur et la pente des bandes riveraines. Chaque fois que la situation change en marchant le terrain, une évaluation est entrée dans le GPS en utilisant le ou les formulaires appropriés. Les sorties de drainage de surface et souterrain et les fossés sont également évalués de même que les traverses de cours d'eau.

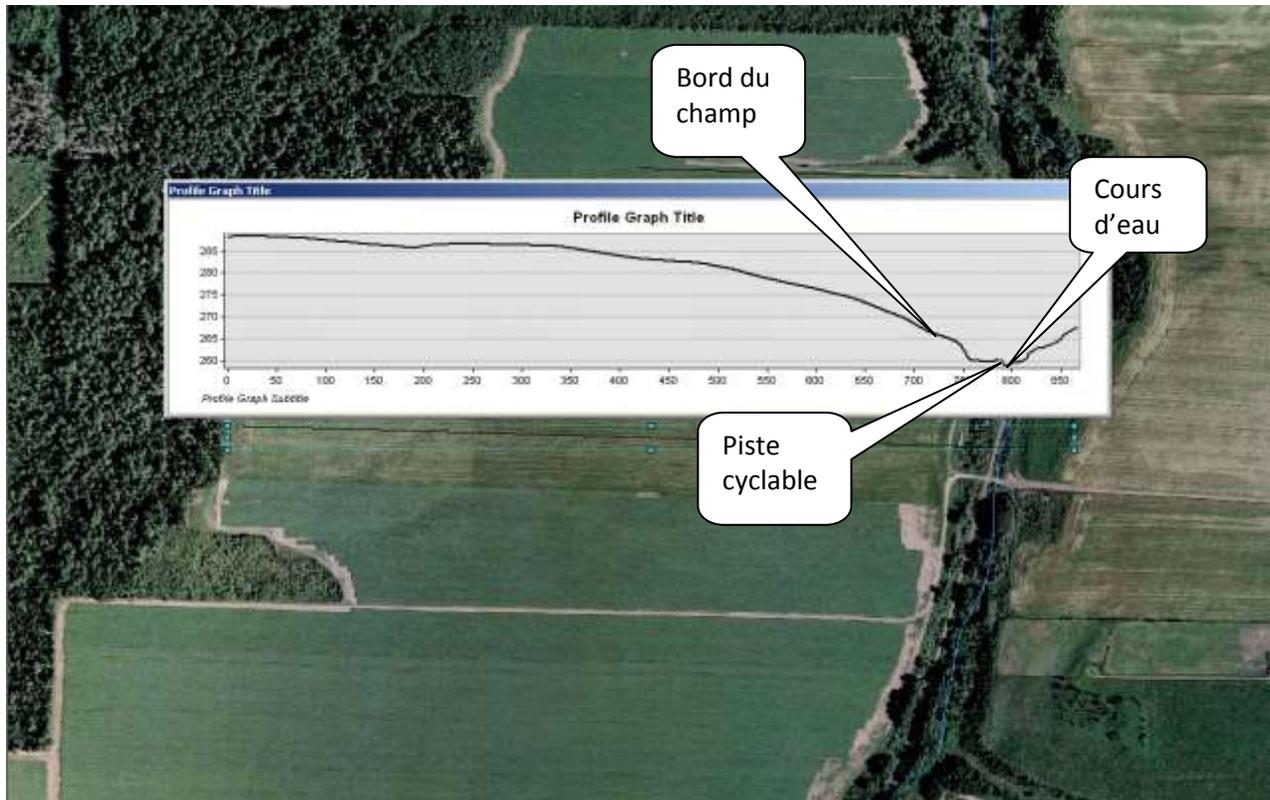


**Photo 9** : Évaluation du cours d'eau et les berges.

Les cartes de ruissellement produites à partir du LiDAR furent très utiles pour localiser les sorties d'évacuation d'eau dans les bandes riveraines. La plupart de ces entrées d'eau était identifiable par des ravins plus ou moins gros dépendamment du volume de ruissellement. Certains ravins dans les bandes riveraines n'auraient pu être localisés sans ces cartes à moins d'avoir marché tout les boisés bordant les contours des champs. Les cartes de ruissellements ont été téléchargées dans le GPS avant d'aller au champ. Avec ces cartes il a été facile de localiser les lieux potentiels de ravinement. Il faut noter que les points potentiels de sorties d'évacuation d'eau dans les bandes riveraines ne sont pas tous problématiques et observables sur le terrain.

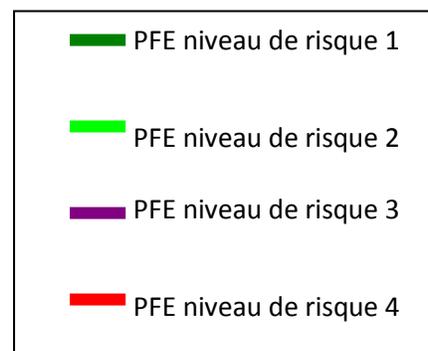
Les cartes de microtopographie en courbe de niveau dérivées du LiDAR ont été utilisées au CCSE avec le SIG pour vérifier le profil du terrain et déterminer plus précisément le pourcentage et longueur de pente des champs et des bandes riveraines. La Photo 10 illustre un exemple de profil indiquant où se situe le cours d'eau, l'ancien chemin de fer (piste cyclable), etc.

Une fois transféré dans le SIG, les données recueillies au champ nous permettent de produire des cartes de risques environnementaux basés sur le PFE. Selon le besoin, différentes cartes peuvent être produites. Dans la présente étude, nous étions particulièrement intéressés à l'évaluation du risque de ruissellement et de sédimentation du cours d'eau. Donc à partir de l'information recueillies, on peut produire des cartes d'évaluation des risques associés aux pratiques agricoles au champ, des cartes d'évaluation de la bande riveraine, des sorties d'évacuation d'eau et des traverses selon le besoins.



**Photo 10** : Exemple d'un profil de terrain.

Pour les champs où l'eau de ruissellement s'égoutte directement ou indirectement dans une bande riveraine, nous produisons une carte d'évaluation pondérée qui associe l'évaluation de questions spécifiques provenant des deux questionnaires. Ceci permet d'avoir une meilleure appréciation de l'impact global sur les risques de contamination potentiel du cours d'eau ainsi que les alternatives de contrôle. Pour toutes les cartes, les risques environnementaux sont indiqués par des lignes



**Figure 1**: Niveau de risque du PFE et couleur associée.

ou des points de couleurs différentes selon le niveau de risque. Les niveaux de risques environnementaux sont les mêmes que ceux du PFE. Le niveau 1 est le plus faible alors que le niveau 4 est un risque élevé (Figure 1). Les prochaines photos illustrent un exemple d'évaluation des risques associés aux pratiques culturelles et de conservation, une carte d'évaluation des bandes riveraines et une carte pondérée.



**Photo 11** : Carte d'évaluation des risques associés aux pratiques culturelles et de conservation.

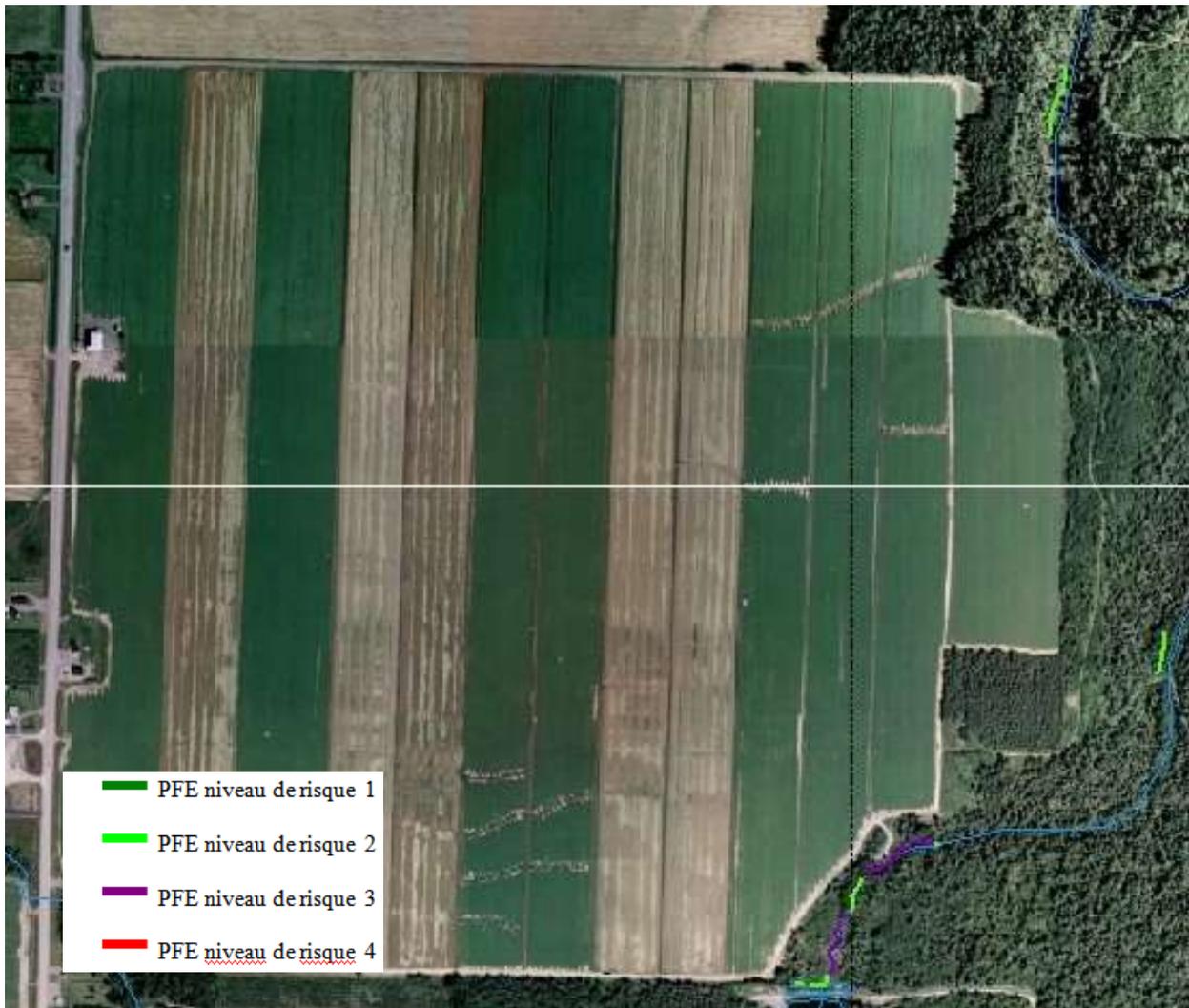


Photo 12: Carte d'évaluation des bandes riveraines.



**Photo 13:** Carte pondérée de l'évaluation du champ et bande riveraine.

## **6. Analyses des alternatives « Scénarios » de PGB pour les sites à risque.**

Toutes les cartes peuvent être utilisées pour développer et évaluer des scénarios. Lorsqu'on développe des scénarios, l'objectif est de diminuer les risques 3 et 4 à un niveau plus faible de 2 (vert pâle). Par contre, dans certains cas, cela pourrait être impossible à moins d'implanter des pratiques telles que l'implantation de cultures de couverture permanentes.

Dans la prochaine section du rapport, nous démontrerons pour chaque site étudié, les cartes des risques au champ, les cartes d'évaluation des bandes riveraines et/ou les cartes pondérées. Pour la plupart des enjeux identifiés, nous développerons différents scénarios selon l'enjeu et démontrons l'impact des PGBs proposées sur la diminution des risques environnementaux. Pour certains enjeux, il se peut que plusieurs PGBs devraient être implantées.

Une fois développés, les différents scénarios seront présentés et discutés avec les producteurs respectifs. Il est à noter que les scénarios possibles sont des recommandations qui seront faites aux producteurs. Les producteurs ont, toutefois, la décision finale d'accepter ou non nos recommandations.

Lorsque possible, les scénarios seront également évalués avec le logiciel « RUSLE II » pour évaluer leur impact potentiel sur la diminution de l'érosion des sols et de la charge de sédiment. Cela nous donne un autre outil pour convaincre les producteurs tout en nous permettant de valider la précision du PFE pour l'évaluation des risques.

Le développement de scénarios ou pistes de solution vise deux principaux objectifs soient, diminuer la charge de sédiment dans les cours d'eau et diminuer le ruissellement provenant du champ et ainsi diminuer la perte de sol à la source. La diminution des pertes de sol va également contribuer à maintenir la productivité des terres. Cela est un argument important pour convaincre les producteurs à adapter des PGBs.

## 7. Site 1 – Petit Ouest

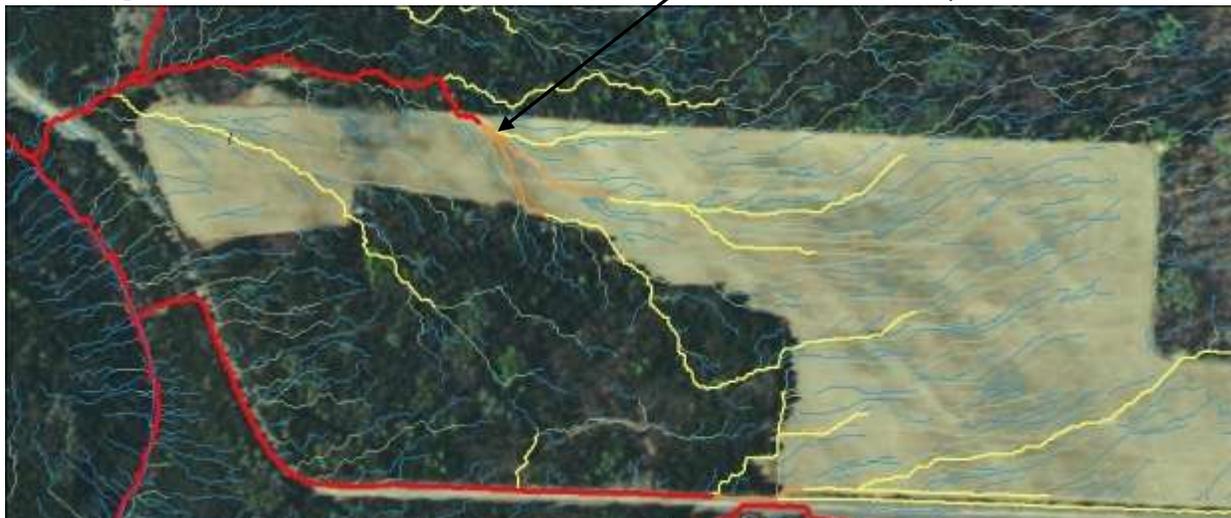


**Photo 14:** Évaluation des risques associés aux pratiques culturales.

Le Site # 1, propriété de Mme Suzanne Coulombe, est loué et cultivé par M. Daniel et Edmond Levesque de Saint-André. Le champ, d'une superficie d'environ 18 hectares, est ordinairement cultivé sous un système de rotation de 1 an en pomme de terre suivi de 1 an avec une autre culture. En 2011, le champ a été ensemencé en sarrasin. Lors de l'évaluation, une rigole traversait le champ au point indiqué sur la carte de ruissellement (Photos 15 & 16). Cependant, lors de notre évaluation, on n'a pas observé de ravins ou de rigoles là où l'eau de ruissellement entre dans le boisé. Toutefois, des rigoles ont été observés dans le boisé à la partie inférieure du champ. Celles-ci n'étaient pas récentes et ont probablement été formées en 2010 lorsque le champ était en pommes de terre.



**Photo 15:** Rigole traversant le champ.

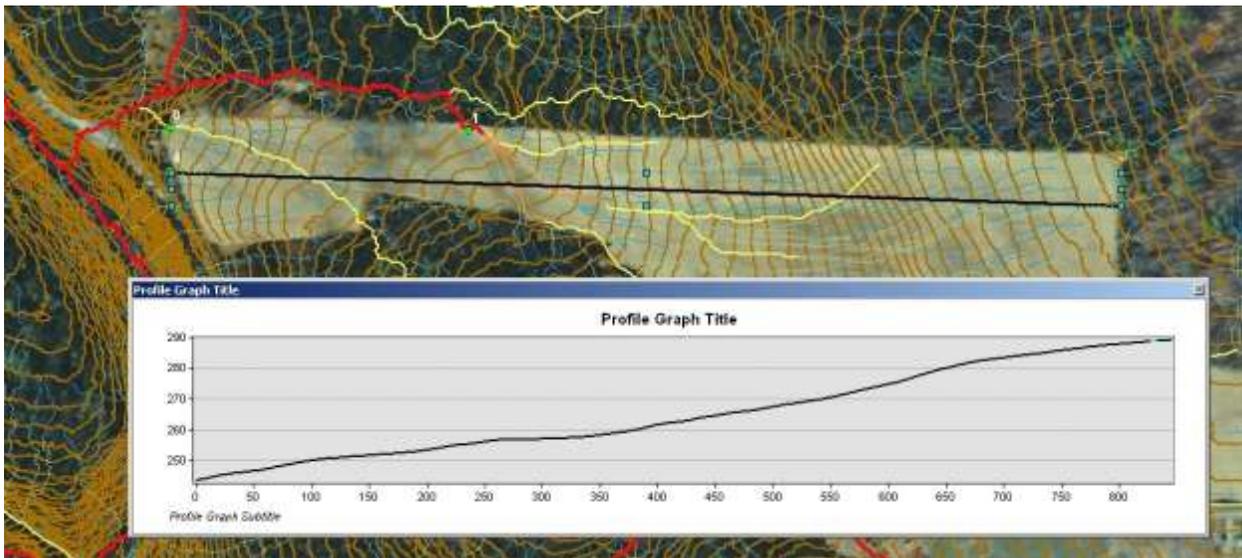


**Photo 16 :** Carte de ruissellement du Site 1.

**Enjeux :** Selon l'évaluation au champ, en utilisant le questionnaire du champ, on a constaté que le risque de ruissellement est élevé (ligne rouge, Photo 14) pour plusieurs raisons dont :

- Champ cultivé dans le sens de la pente.
- Pente très longue (825 m) et forte (5.9%) (Photo 17)
- Courte rotation : 1 an sur 2 en pommes de terre.
- Aucune structure de conservation pour diminuer l'érosion et contrôler le ruissellement.

Nous avons également noté lors de notre visite plusieurs problèmes d'érosion provenant du chemin publique soient; un problème de stabilisation d'un tuyau de fossé qui se situe en bas du champ, érosion du fossé et l'obstruction d'un ponceau suite aux opérations de nivellement du chemin effectuées par le ministère du Transport à l'automne 2011.



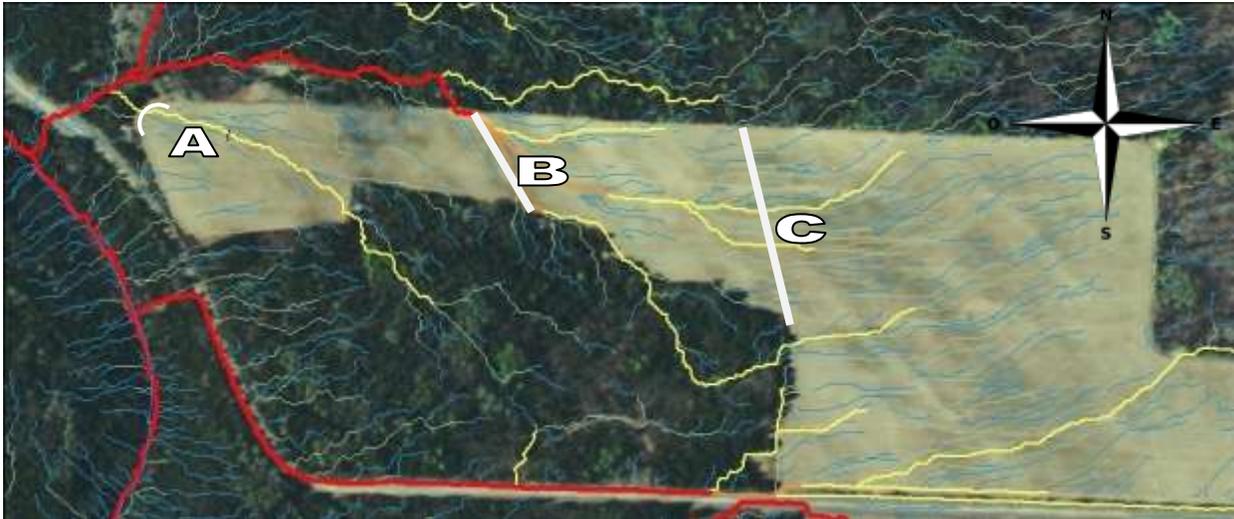
**Photo 17:** Profil topographique du champ

En utilisant le logiciel RUSLE2 pour faire une estimation de l'érosion et perte de sédiment (Tableau 1), nous avons évalué la perte potentielle de sol et de sédiment à 9 t/ha/année pour la section inférieure du champ et approximativement 15 t/ha/année pour la section supérieure du champ. Cela est de beaucoup supérieur au taux acceptable de 6t/ha/an. Il est à noter que RUSLE2 est limité à une longueur de pente maximale de 600 m et que la précision diminue à partir de 300m. Donc l'estimation pour les pentes supérieures à 600 m serait possiblement sous estimée. De plus, le logiciel RUSLE2 ne considère pas les pertes de sol et de sédiment provenant du ravinement.

### **Scénarios pour atténuer les pertes de sol et de sédiment :**

Le Tableau 1 démontre les pertes de sol et les charges de sédiment pour différents scénarios. L'établissement d'une rotation de 1 an sur 3 au lieu de 1 an sur 2 diminuerait les pertes de sol d'environ 3 t/ha/an pour la partie supérieure du champ et environ 2 t/ha/an pour la partie inférieure. Cette diminution des pertes de sol semble être négligeable, par contre, il faut noter qu'une meilleure rotation des cultures apporte aussi d'autres avantages dont le maintien et/ou l'amélioration de la qualité et productivité des sols.

À court terme, afin de diminuer la charge de sédiment, il est proposé de construire une voie d'eau engazonnée là où une rigole c'est formée en 2011 (point B, Photo 18). Une structure de captage et dérivation d'eau devrait également être aménagée en bas du champ au point A, (terrasse et/ou bassin de captage) pour capter l'eau de ruissellement provenant de la partie inférieure du champ. Cela permettrait de diminuer la quantité de sédiment pouvant atteindre le cours d'eau. Avec ces structures de contrôle (A&B), la charge estimée de



**Photo 18:** Carte de ruissellement du Site 1.

sédiment, avec une rotation de 2 ans, passerait de 15 à 5.5 t/ha/an pour la partie supérieure du champ et de 9 à .37 t/ha/an pour la partie inférieure.

Afin de diminuer davantage la charge de sédiment provenant de la partie supérieure du champ, il est proposé d'implanter par la suite une terrasse de canalisation à partir de la pointe de bois et s'égouttant vers le boisé au Nord. Cette structure devrait être accompagné d'une culture en contour à partir de la terrasse jusqu'en haut du champ. Un chemin pourrait être construit à l'endos de la terrasse de canalisation pour donner accès au champ intermédiaire. Selon le logiciel RUSLE2, cette pratique ferait passer la perte de sol et de sédiment à 2.7 et 2.2 t/ha/an respectivement. Par contre, notre évaluation au champ avec le logiciel d'évaluation des risques environnementaux demeure au niveau 3 mais assez près du niveau 2 (Photo 19).



**Photo 19:** Niveau de risque suite à l'implantation de tout les PGB.

**Tableau 1** : Perte de sol et charge de sédiment calculés avec RUSLE 2 selon différents scénarios (Site 1).

Situation	Scénario	Longueur de pente m	Pente %	Perte de sol t/ha/an	Charge de sédiment t/ha/an
<b>Situation Actuelle</b>					
Partie supérieure du champ	Aucune structure Rotation 1 : 2	535	6.0	15	15
Partie inférieure du champ	Aucune structure Rotation 1 : 2	270	4.8	9	9
<b>Situation actuelle + 2 structures</b>					
Partie supérieure du champ	Rotation 1 : 2 Voie d'eau à la partie inférieure (0.5% inclinaison)	535	6.0	15	5.5
Partie inférieure du champ	Rotation 1 :2 Structure de rétention et captage d'eau en bas du champ	270	4.8	9	.37
<b>Situation actuelle + 3 structures</b>					
Partie supérieure du champ	Rotation 1 : 2 1 terrasse (0.5% inclinaison) à 320 m du haut du champ + culture en contour	320	6.3	5	3.2
Partie intermédiaire du champ	Rotation 1 : 2 Voie d'eau à la partie inférieure (0.5% inclinaison)	215	5.8	11	4.1
Partie inférieure du champ	Rotation 1 :2 Structure de rétention et captage d'eau en bas du champ	270	4.8	9	.37
<b>Rotation 1 :3</b>					
Partie supérieure du champ	aucune structure Rotation 1 : 3	535	6.0	12	12
Partie inférieure du champ	aucune structure Rotation 1 : 3	270	4.8	7.2	7.2
<b>Rotation 1 : 3 + 2 structures</b>					
Partie supérieure du champ	Voie d'eau à la partie inférieure (0.5% inclinaison)	535	6.0	12	4.6
Partie inférieure du champ	Structure de rétention et captage d'eau en bas du champ	270	4.8	7.2	.30
<b>Rotation 1 : 3 + 3 structures</b>					
Partie supérieure du champ	1 terrasse (0.5% inclinaison) à 320 m du haut du champ + culture en contour	320	6.3	2.7	2.2
Partie intermédiaire du champ	Voie d'eau à la partie inférieure (0.5% inclinaison)	215	5.8	8.6	3.4
Partie inférieure du champ	Structure de rétention et captage d'eau en bas du champ	270	4.8	7.2	.30

Après discussion avec M. Daniel et Edmond Levesque, ceux-ci ont indiqué qu'ils seraient prêts à établir la structure de captage des sédiments (A) et la voie d'eau engazonnée (B) en autant que les coûts ne soient pas trop élevés. Par contre, ils ne sont pas prêts à investir davantage sur cette ferme puisqu'elle est louée seulement à cours terme, bail de 3 ans. La culture en contour n'est également pas une option viable pour eux, vu le degré d'inclinaison de la pente. La pente est trop forte pour permettre une opération efficace de la machinerie, particulièrement la récolteuse de pommes de terre.

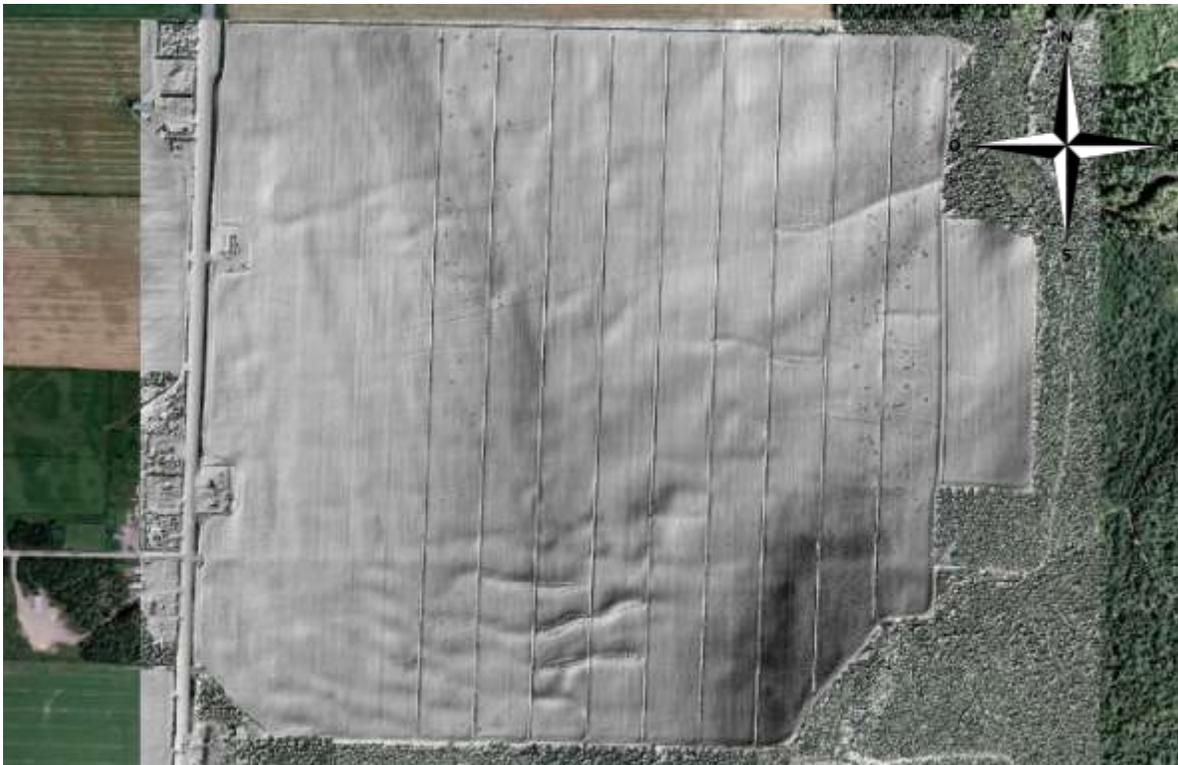


## 8. Site 2 – Michel Levesque – North West Potato Farm Ltd

Le site 2 est la propriété et cultivé par Michel Levesque. Ce site est une agglomération de ce qui était jadis probablement 4 fermes distinctes. La superficie totale cultivée de la ferme (Site 2) est environ 150 ha (375 acres). La ferme a été modifiée considérablement depuis son acquisition (Photo 20). Le producteur a implanté un système de terrassement sur une bonne partie de la ferme. Cette modification a également modifié la direction des rangs. La longueur des champs (sens des rangs) est environ 1200 mètre et la largeur entre les terrasses est de 91 m (300 pi).

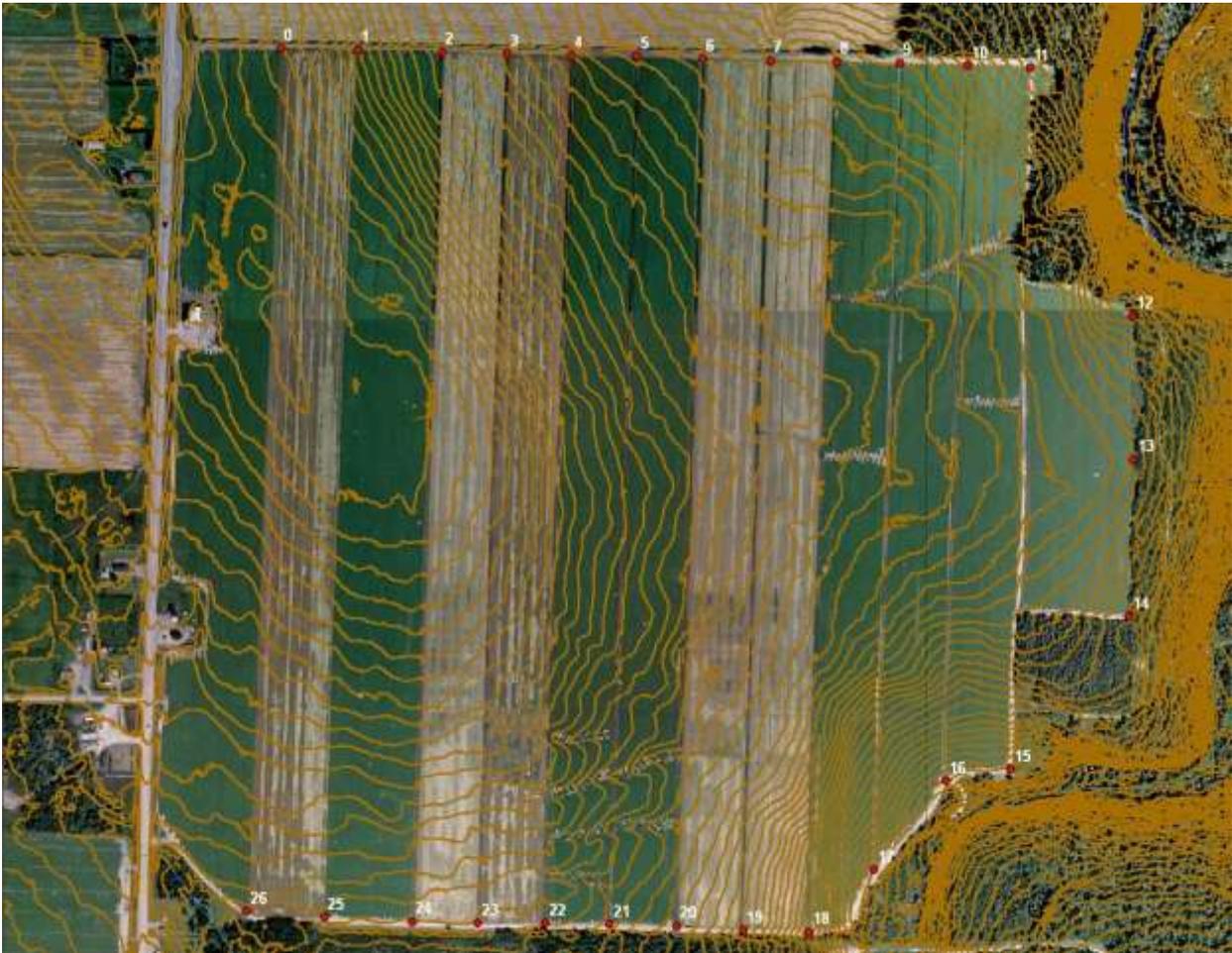


**Photo 20:** Aperçu du Site 2 avant et après l'implantation de terrasses.



**Photo 21:** Image topographique en format Hillshade 3 D.

Les photos 21 et 22 démontrent la complexité des pentes de ce site. Cela a certainement été une contrainte dans le design du système de terrassement.



**Photo 22:** Carte de micro-topographie en courbe de niveau de 1 m d'intervalle.

**Enjeux :** Pour fin de discussion, nous avons divisé le Site 2 en 26 points repères (Photo 22). Lors de notre évaluation au champ, on a pu constater quelques signes d'érosion (petites rigoles) dans le chemin de ferme à la sortie de certaines terrasses. Par contre, nous avons constaté des signes d'érosion beaucoup plus importants dans les fossés aux deux extrémités du site (Photo 23). Des problèmes de ravinement ont été notés dans la bande riveraine à l'entrée de l'eau de ruissellement au point 11 et 14 mais beaucoup plus sérieux au point 11. Ces ravins se sont creusés au cours des années. Le bassin de sédimentation situé entre les points 16 et 17 était également plein à capacité.



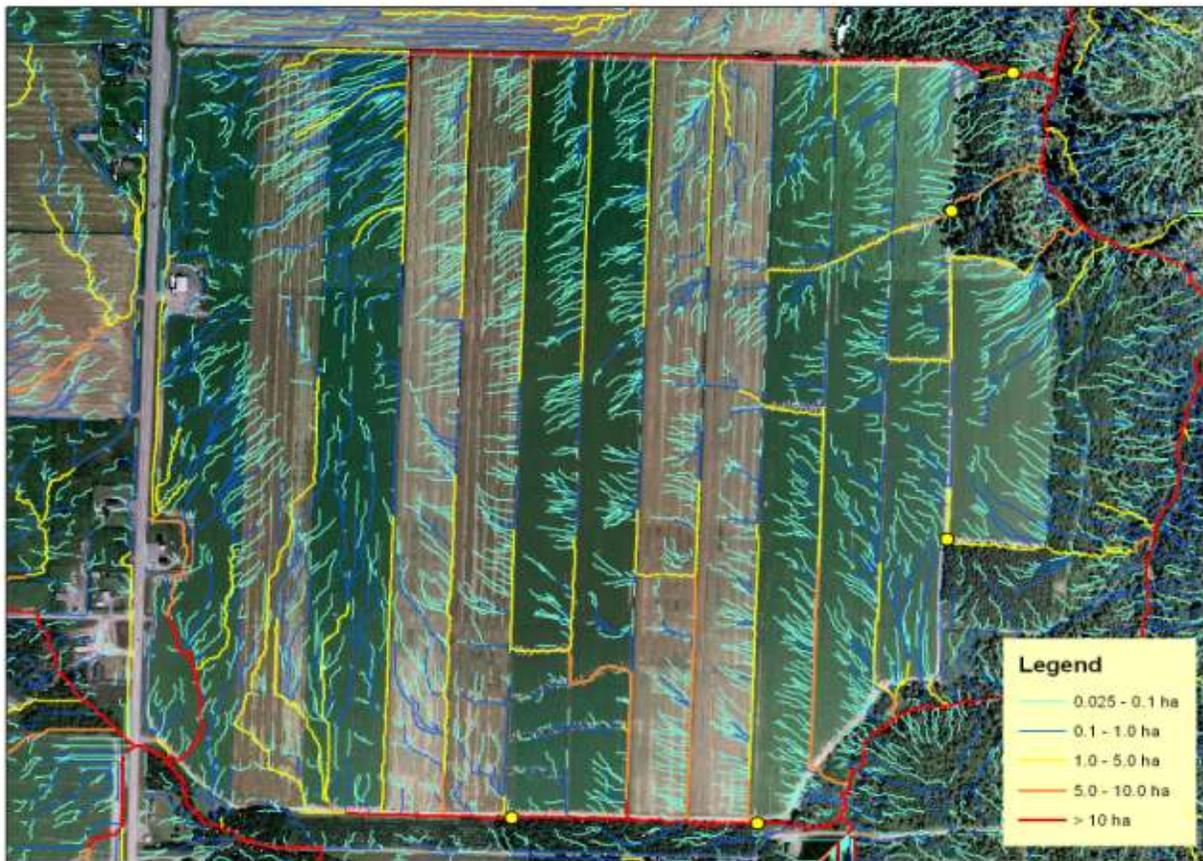
**Photo 23:** Érosion du fossé du chemin de ferme au nord du site.



**Photo 24:** Évaluation des risques environnementaux liés aux pratiques culturales et évaluation de la bande riveraine.

L'évaluation des risques liés aux pratiques culturales au champ (Photo 24) démontre des niveaux de risque élevé (niveau 3 & 4) pour l'ensemble des champs pour les raisons suivantes :

- Absence de bande filtrante pour filtrer l'eau de ruissellement provenant des champs. L'eau de ruissellement se déverse directement dans le chemin de ferme avant de se rendre à un fossé. Cela s'applique aux deux extrémités (Nord et Sud) des champs.
- La pente (versant sud) aux points repères 15 à 18 est forte ( $\pm 5\%$ ) et longue.
- Les champs sont cultivés dans le sens de la pente pour plusieurs champs.
- Très longue pente pour la plupart des champs.
- Système de culture assez intense, 1 an en pommes de terre sur 2.
- Le fossé de sortie d'évacuation d'eau aux deux extrémités de la terre s'érode là où la pente du fossé s'accroît, c'est-à-dire, entre les points repères 9 à 11 (Photo 23) et de 18 à 21.

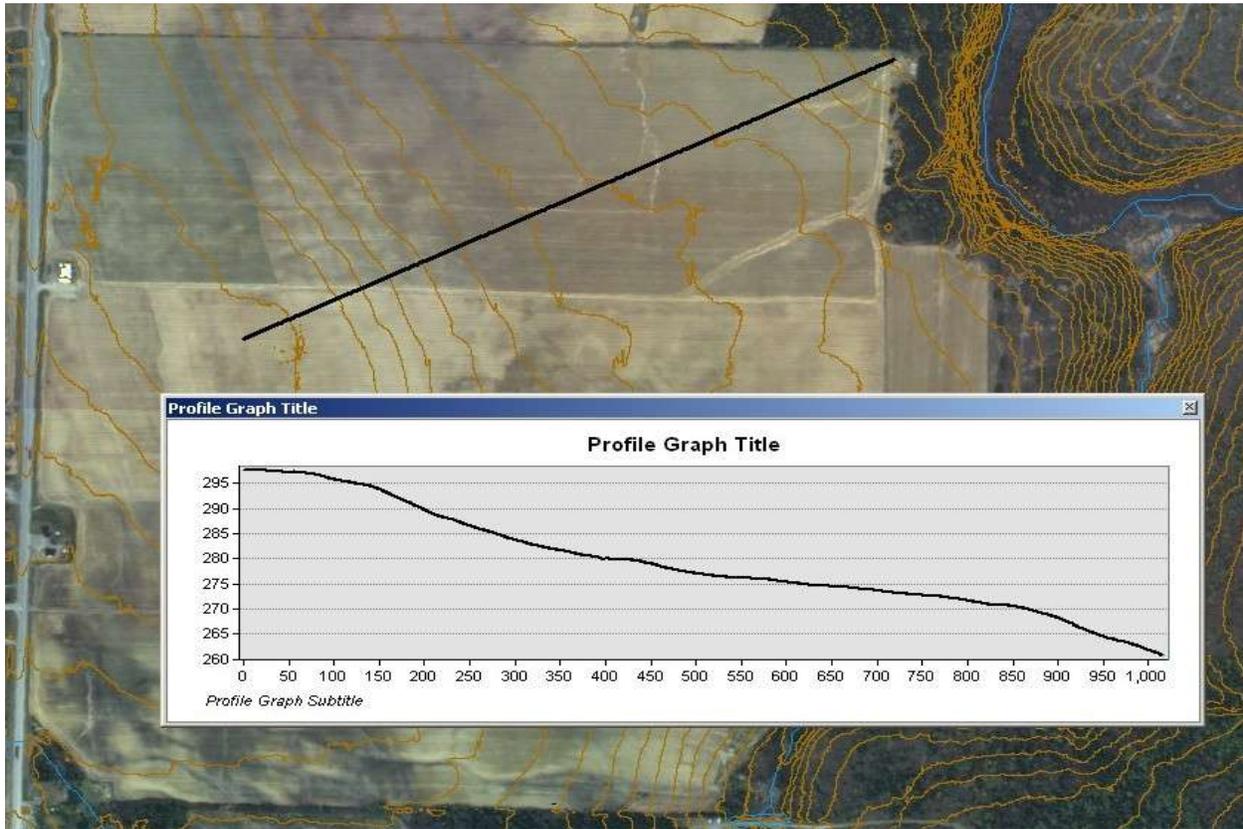


**Photo 25:** Carte de superficie d'accumulation et direction du ruissellement.

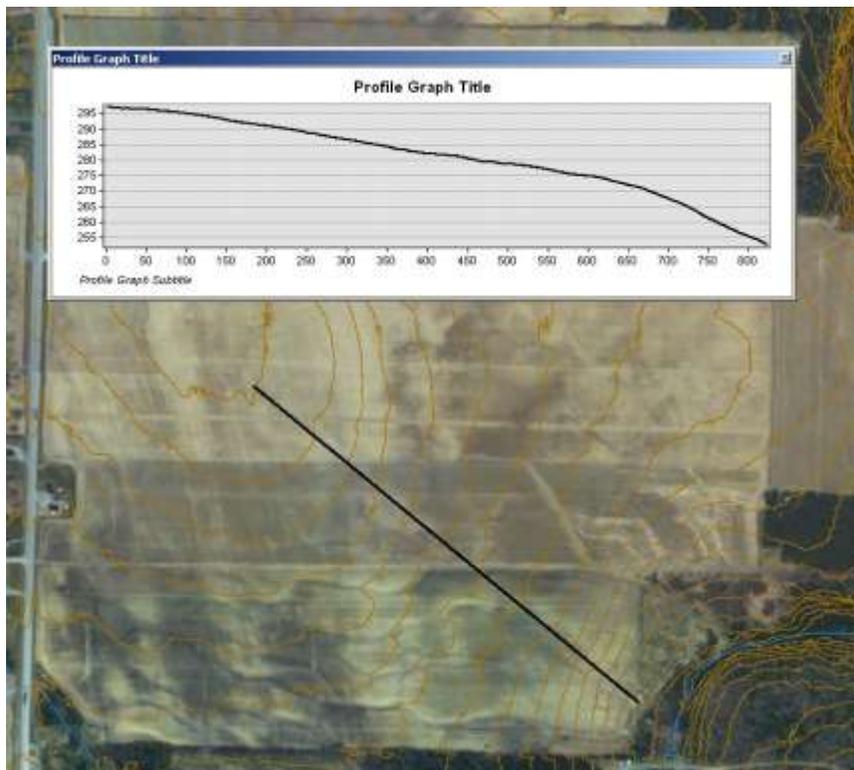
L'évaluation de la bande riveraine adjacente aux points repères champs 15 à 18 démontre quelques signes de ravinement dans la bande riveraine et dans la berge mais ces signes d'érosion ne sont pas récents.

La carte d'accumulation et direction du ruissellement nous a été très utile au champ pour identifier les sorties d'évacuation d'eau de ruissellement. Sans cette carte, il est fort probable que certains problèmes n'auraient pas été identifiés au champ. Par contre, il faut noter que les entrées d'eau ne sont pas toutes associées à des problèmes de ravinement plusieurs sont amplement enherbées et stabilisées.

Selon les calculs préliminaires effectués avec le logiciel RUSLE 2 (Tableau 2), les pertes de sol de la plupart des champs sont inférieures aux des normes acceptables. Par contre, ce n'est pas le cas pour les segments 15, 16 et 17 où les pertes de sols sont évaluées à environ 11 t/ha/an. Cette section de la ferme est la plus problématique et demandera des mesures de contrôle de l'érosion de façon plus durable. Pour les autres champs, une simple bande engazonnée établie au bout des champs devrait aider à diminuer considérablement la charge de sédiment. Avant de présenter les calculs de perte de sol et de sédiment dans la situation actuelle et avec différents scénarios, il est à noter que les pertes de sol avant l'établissement des structures de conservation étaient supérieures à la situation actuelle. Les Photos 26 et 27 démontrent deux calculs de pertes de sols et sédiment avant les structures.



**Photo 26** : Pente Nord-est sans système de conservation. Longueur d'environ 1000 m avec inclinaison de 3.7%. Les pertes de sol et sédiment sont estimés à au moins **7.7 t/ha/an** pour cette partie du champ.



**Photo 27** : Pente Sud-est sans système de conservation. Longueur d'environ 800 m avec inclinaison de 5.5%. Les pertes de sol et sédiment sont estimés à au moins **13 t/ha/an** pour cette partie du champ.

À noter que RUSLE2 ne peut estimer les pertes au-delà de 600 m donc les pertes de sol et sédiment sont certainement sous-estimées.

Le **Tableau 2** démontre donc les calculs de perte de sols et de sédiments avec le logiciel RUSLE 2 pour la situation actuelle et les différents scénarios tels qu'identifié en gris.

**Tableau 2** : Perte de sol et charge de sédiment calculés avec RUSLE2 selon différents scénarios (Site 2).

Points repères	Situation	Scénarios	Pente		Perte de sol	Charge de Sédiment
			%	Longueur (m)	t/ha/an	t/ha/an
0	Actuelle	Culture en contre-pente	2.2	300	3.5	3.5
0	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.2	300	3.5	.52
1	Actuelle	Culture en contre-pente	1.5	375	2.4	2.4
1	Actuelle +bande	Bande enherbée (3m)	1.5	375	2.4	.38
2	Actuelle	Culture en contre-pente	2.7	500	4.9	4.9
2	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.7	500	4.9	.86
3	Actuelle	Culture en contre-pente	3.2	500	6.1	6.1
3	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	3.2	500	6.1	1.1
4	Actuelle	Culture en contre-pente	2.88	520	5.5	5.5
4	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.88	520	5.5	.96
5	Actuelle	Culture en contre-pente	2.0	610	3.5	3.5
5	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.0	610	3.5	.61
6	Actuelle	Culture en contre-pente	1.7	600	3.1	3.1
6	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	1.7	600	3.1	.55
7	Actuelle	Cultivé haut en bas	1.7	300	2.7	2.7
7	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	1.7	300	2.7	.41
8	Actuelle	Cultivé haut en bas	1.6	470	2.6	2.6
8	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	1.6	470	2.6	.46
9	Actuelle	Culture en contre-pente	2.6	250	4.2	4.2
9	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.6	250	4.2	.61
10	Actuelle	Culture en contre-pente	2.5	250	4	4
10	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.5	250	4	.58
11	Actuelle	Culture en contre-pente	3.2	150	4.9	4.9
11	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	3.2	150	4.9	.61
12	Actuelle	Culture en contre-pente	2.8	230	4.5	4.5
12	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.8	230	4.5	.64
13	Actuelle	Culture en contour	2.2	148		
14	Actuelle	Culture en contre-pente	2.8	210	4.4	4.4
14	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.8	210	4.4	.61
15	Actuelle	Cultivé haut en bas	4.9	420	11	11
15	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	4.9	420	11	1.9
15	Terrasse en contour	Avec 2 terrasses en contour.	4.9	420	3.1	2.8

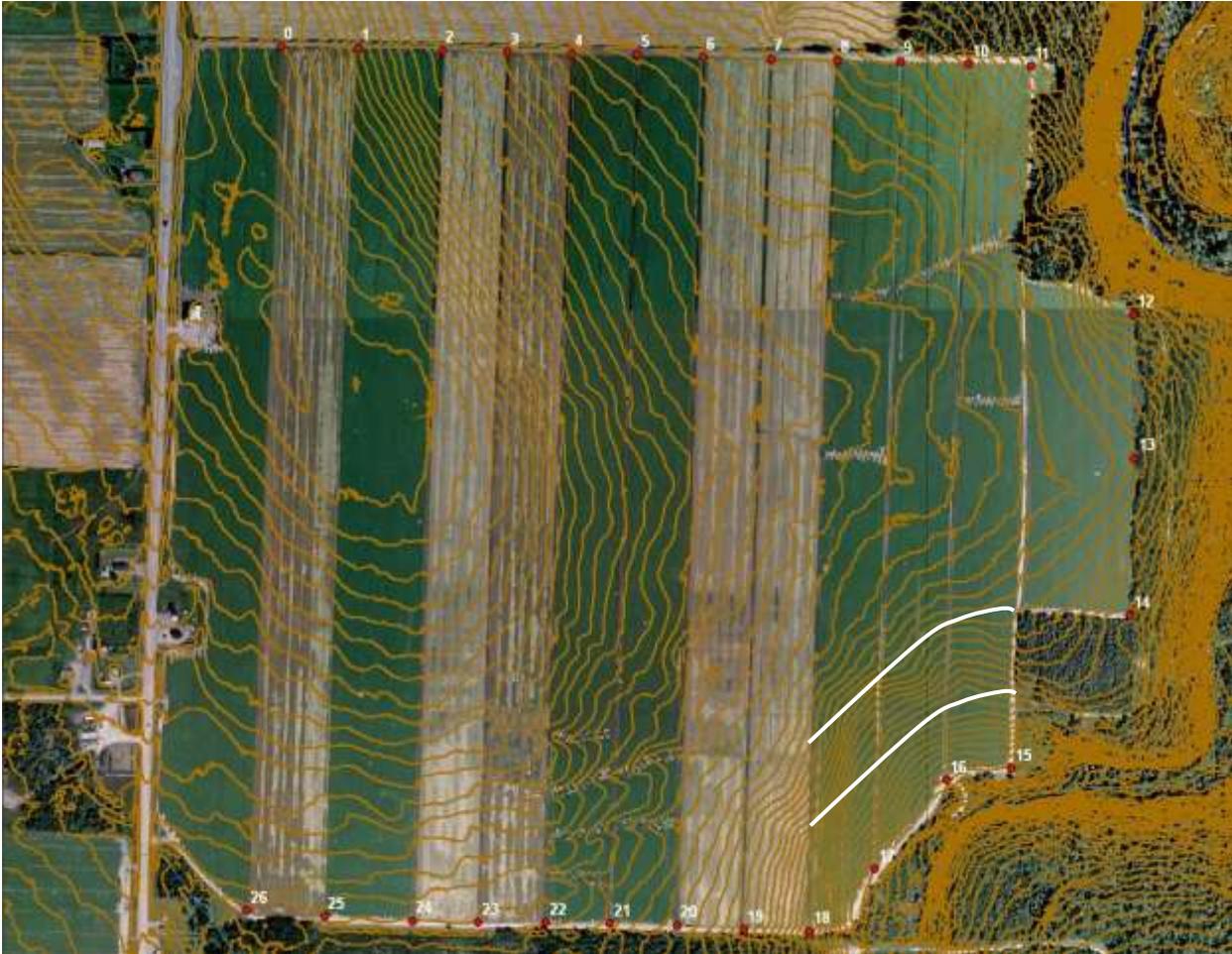
Points repères	Situation	Scénarios	Pente		Perte de sol	Charge de Sédiment
			%	Longueur (m)	t/ha/an	t/ha/an
16	Actuelle	Cultivé haut en bas	5.2	460	11	11
16	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	5.2	460	11	2.1
16	Terrasse en contour	Avec 2 terrasses en contour.	5.2	460	3.3	3.0
17	Actuelle	Cultivé haut en bas	5.3	375	11	11
17	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	5.3	375	11	1.9
17	Terrasse en contour	Avec 2 terrasses en contour.	5.3	375	3.2	2.9
18	Actuelle	Culture en contre-pente	2.2	600	4	4
18	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.2	600	4	.73
19	Actuelle	Culture en contre-pente	1.8	275	2.8	2.8
19	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	1.8	275	2.8	.42
20	Actuelle	Culture en contre-pente	2.2	125	3.1	3.1
20	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.2	125	3.1	.36
21	Actuelle	Culture en contre-pente	2.2	46	2.7	2.7
21	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.2	46	2.7	.22
22	Actuelle	Cultivé haut en bas	2.3	600	4.2	4.2
22	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.3	600	4.2	.77
23	Actuelle	Cultivé haut en bas	2.5	660	4.6 +	4.6+
23	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.5	660	4.6 +	.86
24	Actuelle	Cultivé haut en bas	2.8	600	5.4	5.4
24	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.8	600	5.4	.99
25	Actuelle	Cultivé haut en bas	2.6	700	4.9+	4.9+
25	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.6	700	4.9+	.9
26	Actuelle	Cultivé haut en bas	2.0	760	3.5+	3.5+
26	Actuel le+bande	Bande enherbée (3m)	2.0	760	3.5+	.66

### Scénarios pour atténuer les pertes de sol et la charge de sédiment :

La première étape ou scénario est d'établir une bande engazonnée permanente au bout des champs pour filtrer une partie des sédiments contenue dans l'eau de ruissellement provenant des champs. Selon les calculs effectués avec RUSLE2 (Tableau 2), la charge de sédiment serait diminuée considérablement avec une bande de 3 m. La bande engazonnée pourrait être établit directement au bout des champs ou établie entre le chemin de ferme et le fossé.

Une deuxième étape est de stabiliser les fossés par voies engazonnées au Nord et au Sud de la ferme. Les fossés devront possiblement être reconstruits aux endroits où ils s'érodent et stabilisés avec une ceinture enrochée. La sortie d'évacuation d'eau au point 11 doit également être adressée afin de diminuer la vitesse de l'eau qui entre à ce point et permettre la déposition

des sédiments. La structure de contrôle à cet endroit pourrait être tout simplement aménagée par un bassin de sédimentation et une digue de roche placée de façon à capter les sédiments et avec une sortie d'évacuation au niveau pour permettre une décharge lente et en lamelle dans la bande riveraine boisée. Le ravinement au point 14 devrait être contrôlé en grande partie par une bande engazonnée au bout du champ.



**Photo 28:** Établir deux terrasses en parallèle aux lignes de contour.

La troisième étape consiste à réaménager le bout des terrasses aux points 16, 17 et 18 afin d'établir deux terrasses qui seront parallèles aux lignes de contour du champ au lieu d'être de haut en bas (Photo 28). Cette mesure semble être drastique mais est plus permanente et plus efficace pour contrôler les pertes de sol et réduire les coûts élevés de maintenance pour nettoyer les bassins de sédimentation annuellement. L'option ultime serait d'implanter une culture permanente cette parti du champ.

Nous avons noté aussi qu'il sera nécessaire de réaménager les sorties de drainage souterrain qui été endommagées suite à la construction des bassins de sédimentation.

## 9. Site 4 – Jean-Charles Côté

Le site 4 a une superficie totale cultivée d'environ 55 ha. Le champ au nord de la ligne pointillée (Photo 29) appartient à M. Maurice Godbout alors que le champ au sud est à M. Jean-Charles Côté. Par contre, les deux terres sont présentement cultivées par M. Côté. Il est à noter que le champ au nord de la ligne pleine n'est plus cultivé ou a été abandonné depuis 2 ans. Il ne fait donc pas partie de l'évaluation des risques.

Les champs au sud de la ligne pointillée sont cultivés en pommes de terre à une fréquence de 1 an sur 4. L'année suivant la pomme de terre, les champs sont ensemencés en orge sous-ensemencé d'un mélange trèfle rouge, trèfle blanc et mil. Le foin est géré comme un engrais vert pendant 2 années, c'est-à-dire, il est coupé et laissé au champ. À l'automne de la 2<sup>ième</sup> année en engrais vert, les champs sont labourés.



**Photo 29:** Évaluation pondérée des champs et bandes riveraines (Site 4).

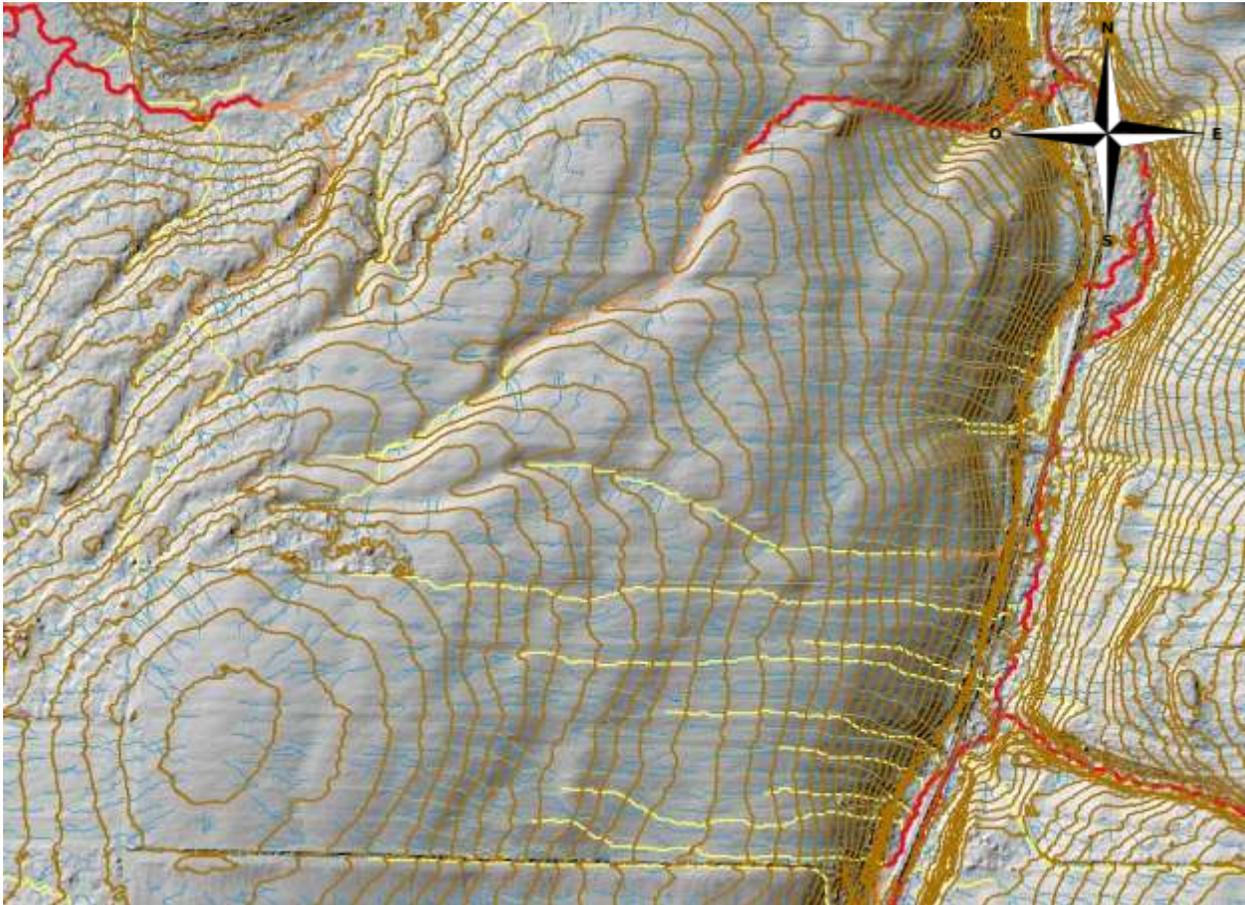
**Enjeux :** L'évaluation pondérée des champs et de la bande riveraine (Photo 29) révèle un risque élevé de perte de sol et de sédiment provenant du champ. Cela se confirme également par le fossé de l'ancienne voie ferrée (piste cyclable) qui est rempli de sédiment à plusieurs endroits au sud du chemin d'accès. À quelques endroits, la pente de la bande riveraine en bordure du champ est très forte et risque de s'affaisser. Les principaux enjeux associés à cette ferme sont:

- Les champs sont cultivés dans le sens de la pente. Cela est particulièrement problématique durant l'année de culture en pommes de terre.
- Absence ou très peu de bande filtrante engazonnée en bas des champs.
- Terrain avec de très longue et forte pente (Photo 30 et 31) à certains endroits.
- La pente moyenne du premier 100 mètres en bas des champs varie entre 7.5 et 13%. La perte moyenne de sol et de sédiment dans ce premier 100 m est estimée avec le logiciel RUSLE2 entre 27 et 56 tonnes/hectare/année dans la zone à haut risque.
- Puisque le fossé longeant la piste cyclable est rempli de sédiment, il n'a plus de capacité de rétention de l'eau de ruissellement provenant du champ.

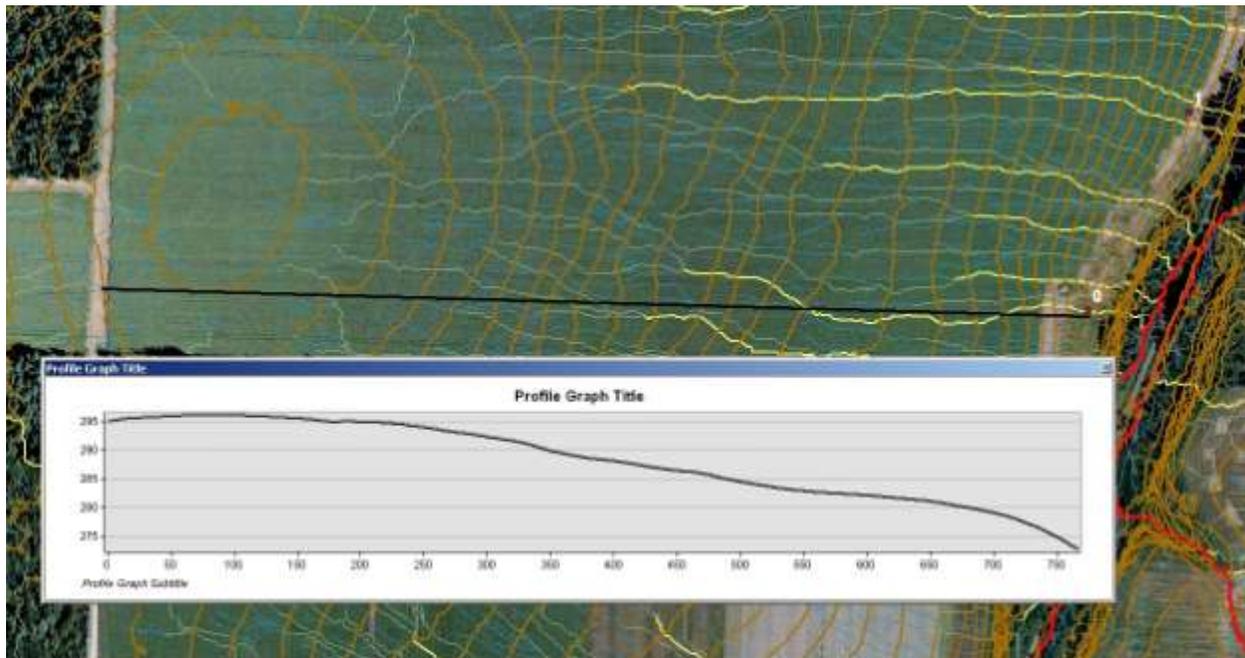


**Photo 30:** Site 4 avec les lignes topographiques, lignes d'accumulation du ruissellement et segments de mesure des pentes.

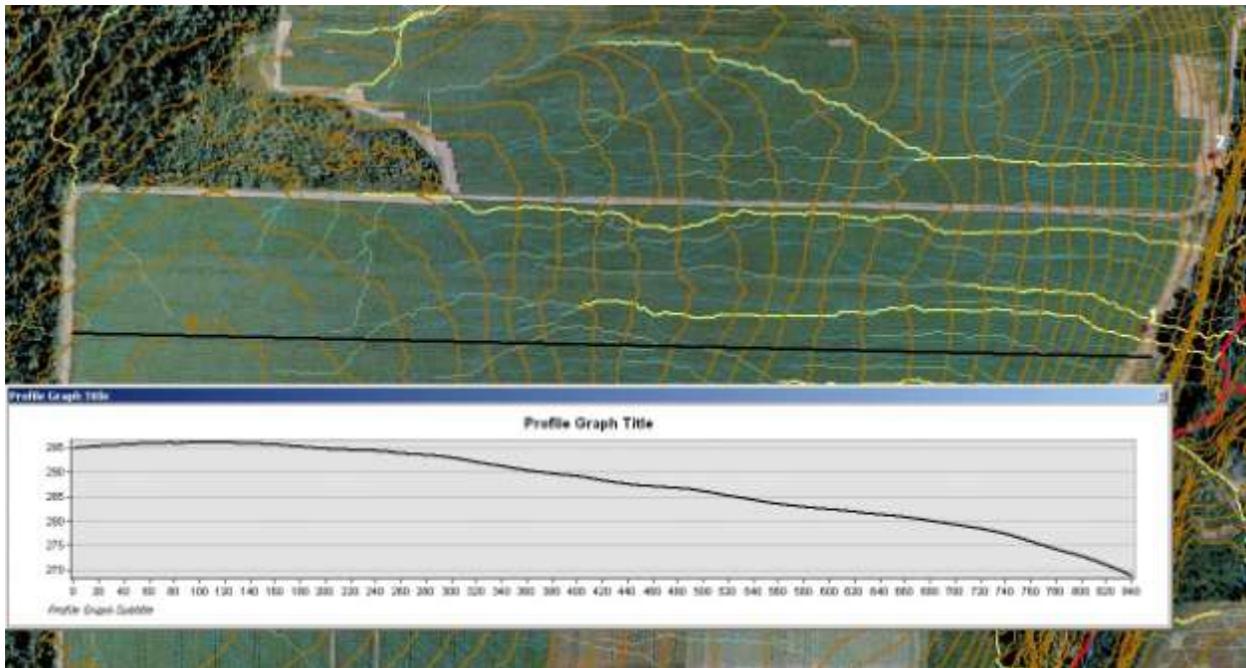
Puisque la longueur de la pente et l'inclinaison varient d'un bord du site à l'autre, nous avons divisé l'ensemble du site en 5 segments (0, 1, 2, 3, 4) de pente distincte pour le calcul des pertes de sol et de sédiment avec RUSLE2. (Photo 30, 32, 33, 34, 35 et 36).



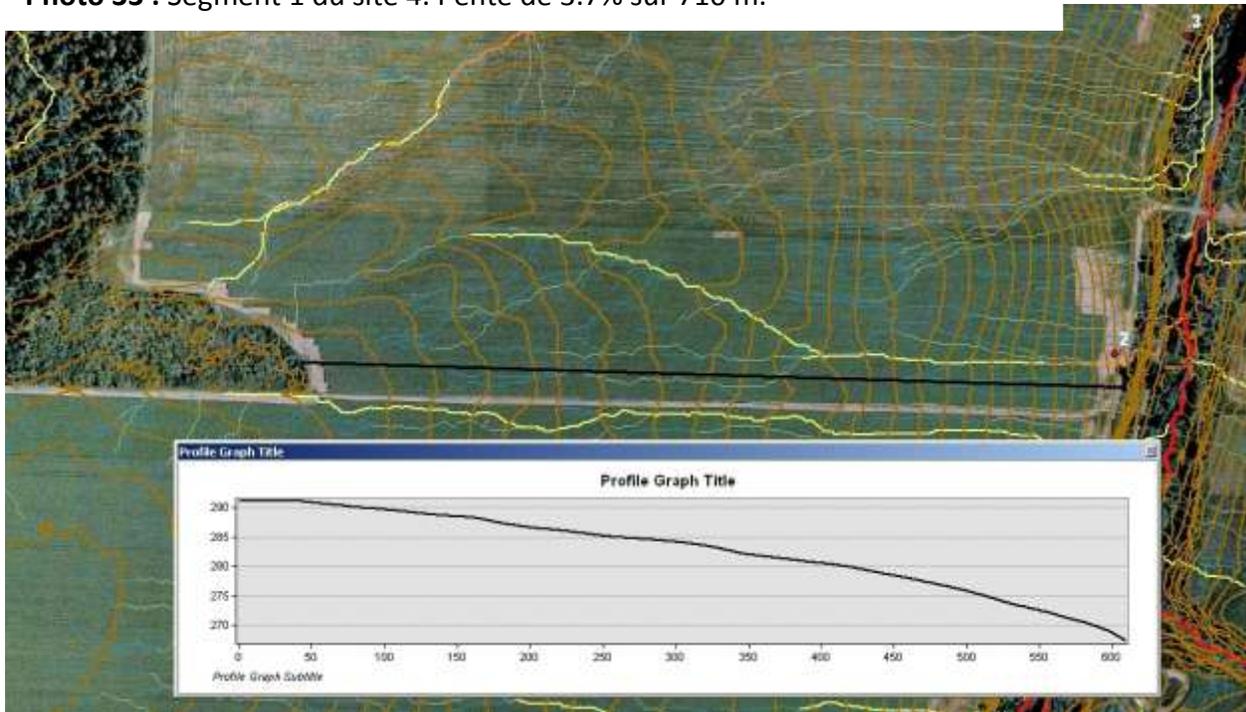
**Photo 31:** Carte superposée de la topographique de niveau de 1 cm, carte 3 dimensions et superficie d'accumulation du site 4.



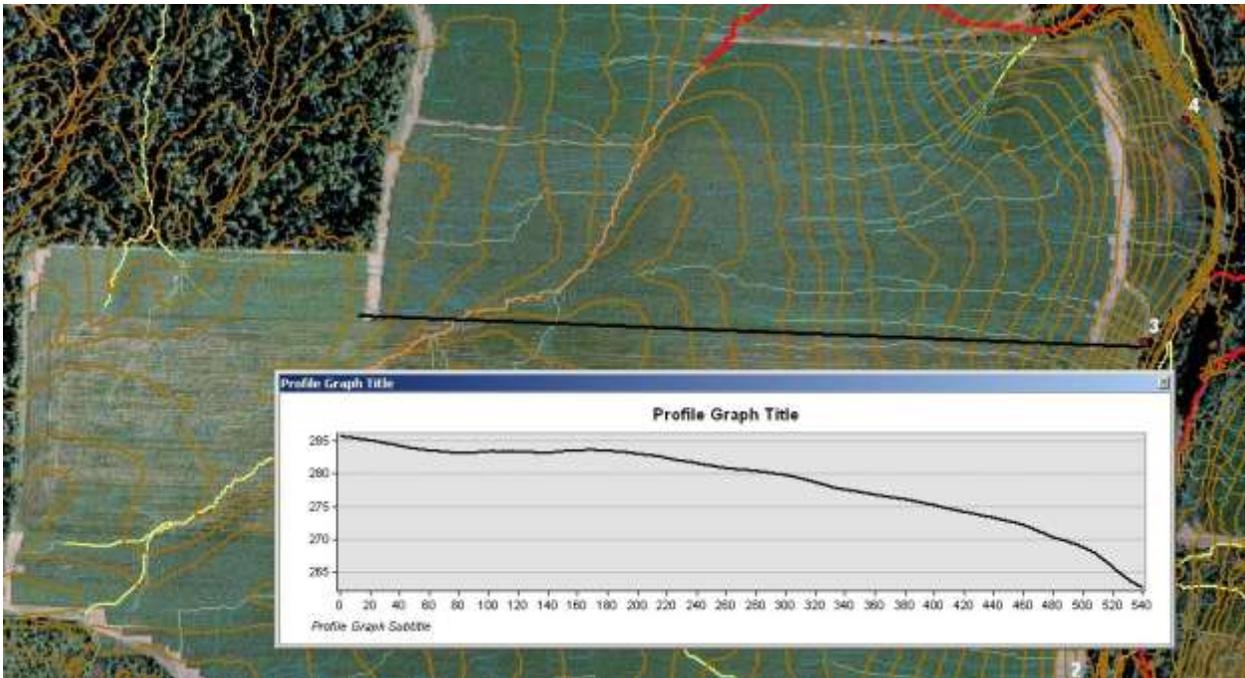
**Photo 32 :** Segment 0 du site 4. Pente moyenne de 3.9% sur 660 m.



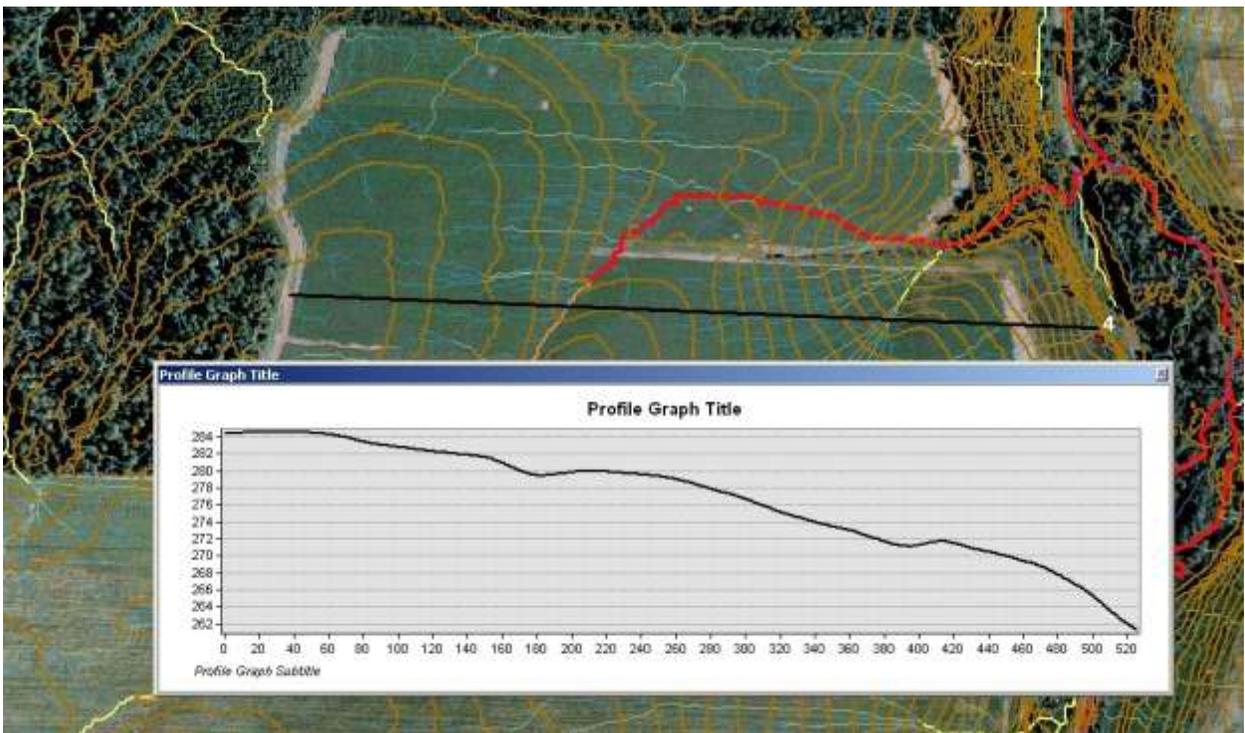
**Photo 33** : Segment 1 du site 4. Pente de 3.7% sur 710 m.



**Photo 34** : Segment 2 du site 4. Pente de 4.6% sur 560 m.



**Photo 35** : Segment 3 du site 4. Pente de 6.4% sur 375 m.



**Photo 36**: Segment 4 du site 4. Pente de 4.6% sur 480m.

**Tableau 3** : Perte de sol et charge de sédiment calculé avec RUSLE2 selon différents scénarios (Site 4).

Segment de pente	Situation	Scénarios	Pente		Perte de sol t/ha/an	Charge de Sédiment t/ha/an
			%	Longueur (m)		
0	Actuelle (total)	Cultivé de haut en bas	3.9	660*	11+	11+
0	Premier 100 m	Cultivé de haut en bas	10	100	44	11
0	De 100 à 660 m	Cultivé de haut en bas	2.7	560	4.7	4.7
0	Actuelle + bande filtrante de 15 m en bas du champ.	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 15 m en bas de la pente*	3.9	660	10+	3.6+
0	Culture permanente en bas du champ	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 100m en bas de la pente*	3.9	660	4.7+	2.2+
<hr/>						
1	Actuelle (total)	Cultivé de haut en bas	3.7	710	12+	12+
1	Premier 100 m	Cultivé de haut en bas	10	100	44	12
1	De 100 à 710 m	Cultivé de haut en bas	3.0	610	5.4+	5.4+
1	Actuelle + bande filtrante de 15 m en bas du champ.	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 5 m en bas de la pente*	3.7	710	11+	3.7+
1	Culture permanente en bas du champ.	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 100m en bas de la pente*	3.7	710	5.4+	2.3+
<hr/>						
2	Actuelle (total)	Cultivé de haut en bas	4.6	560	9.8	9.8
2	Premier 100 m	Cultivé de haut en bas	7.5	100	27	9.8
2	De 100 à 560 m	Cultivé de haut en bas	3.3	460	6.0	6.0
2	Actuelle + bande filtrante de 15 m en bas du champ.	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 15 m en bas de la pente*	4.6	560	9.3	2.6
2	Culture permanente en bas du champ.	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 100m en bas de la pente*	4.6	560	6	1.8
<hr/>						
3	Actuelle (total)	Cultivé de haut en bas	6.4	375	20	20
3	Premier 100 m	Cultivé de haut en bas	13.0	100	56	20
3	De 100 à 375 m	Cultivé de haut en bas	4.0	275	6.8	6.8
3	Actuelle + bande filtrante de 15 m en bas du champ.	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 15 m en bas de la pente*	6.4	375	18	5.2
3	Culture permanente en bas du champ.	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 100m en bas de la pente*	6.4	375	6.8	3.4

Segment de pente	Situation	Scénarios	Pente		Perte de sol	Charge de Sédiment
			%	Longueur (m)	t/ha/an	t/ha/an
4	Actuelle (total)	Cultivé de haut en bas	4.6	480	13	13
4	Premier 100 m	Cultivé de haut en bas	10	100	40	13
4	De 100 à 480 m	Cultivé de haut en bas	3.2	380	5.5	5.5
4	Actuelle + bande filtrante de 15 m en bas du champ.	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 15 m en bas de la pente*	4.6	480	12	3.6
4	Culture permanente en bas du champ	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 100m en bas de la pente*	4.6	480	5.5	2.4

**\*RUSLE2 ne peut pas calculer les pertes de sol et de sédiment pour des pentes supérieures à 600 m. Les pertes indiquées au tableau sont identifiées par un + puisqu'elles sont nécessairement supérieures à celles indiquées.**

**Calcul des pertes de sol et de sédiment avec RUSLE2:** Le calcul des pertes de sol et de sédiment avec RUSLE2 (**Tableau 3**) démontre que les pertes de sol et de sédiment excèdent les normes acceptables en terme de durabilité pour tous les segments de pente variant entre 9.8 et 20 t/ha/an et cela même avec une rotation de 1 an sur 4. Les pertes de sols sur la partie inférieure du champ, soit le premier 100 m, varie entre 27 à 56 t/ha/an. À ce taux, cette partie du champ perdra rapidement sa productivité à moyen terme. L'érosion provenant de la partie supérieure du champ, soit en haut du 100 m, est à l'intérieure des normes acceptables pour la plupart des segments de pente mais le ruissellement provenant du haut du champ doit nécessairement s'écouler à travers le premier 100 m.

### **Scénarios pour atténuer les pertes de sol et la charge de sédiment :**

Le scénario optimum sans structures de conservation pour ce site serait d'implanter une bande filtrante végétative, c'est-à-dire une culture permanente de graminée, sur les premiers 100 mètres du champ. Selon les calculs avec RUSLE2, cela ferait passer le taux de pertes de sol et de sédiment à très faible risque pour cette partie du champ en plus de filtrer plus de 80% des sédiments provenant de la section du haut du champ. Le principal enjeu lié à ce scénario est qu'environ 19 acres (7.7 ha) devront être sacrifiées par le producteur et représentent une perte de production. Par contre, cette partie du champ laissée en culture permanente peut quand même être récolté comme fourrage.

L'option préconisée par le producteur est de laisser une bande filtrante de 15 m au lieu de 100 m. Le calcul a donc été fait avec cette option pour la comparer à une bande de 100 m (**Tableau 3**). Selon RUSLE 2, une bande de 15 m aidera quand même à capter et filtrer environ 70% des sédiments par rapport à la situation actuelle mais a peu d'impact sur les pertes de sol (environ 10% de moins). Du point de vue économique, cette solution est moins coûteuse en termes de

perte de terrain, 2.9 acres (1.2 ha), mais le taux de perte de sol demeure à un niveau non durable à long terme. Il y a également un risque que la bande de 15 m devienne rapidement chargée de sédiment et nécessitera un entretien régulier pour maintenir son efficacité de filtration. De plus, il faut noter que RUSLE2 utilise des données climatologiques moyennes de plusieurs années et ne prend pas compte des risques accrus lors de forte précipitation ou orage.

Peut importe le scénario adopté, il serait recommandé que des actions soient entreprises afin de nettoyer les sédiments dans le fossé de la piste cyclable afin de lui donner une capacité de rétention des sédiments en cas de forte précipitation. Cela devra se faire avec les permis d'altération des cours d'eau nécessaires vu la proximité du cours d'eau.

## 10. Site 3a – Jean-Charles Côté

Le site 3a est également la propriété de M. Jean-Charles Côté. Le champ, d'une superficie totale d'environ 70 acres (28 ha), est aussi ensemencé en pommes de terre 1 an sur 4. De même que pour le site 4, l'année suivant la pomme de terre, le champ est ensemencé en orge sous-ensemencé d'un mélange trèfle rouge, trèfle blanc et mil. Le foin est géré comme un engrais vert pendant 2 années. À l'automne de la 2<sup>ième</sup> année en engrais vert, les champs sont labourés.

**Enjeux :** L'évaluation du champ et de la bande riveraine révèle un risque de ruissellement et contamination de l'eau dans le coin Nord-est du champ tel qu'indiqué en rouge sur la photo 35. Les autres sections du champ sont à un niveau de risque inférieur (mauve). Les principaux enjeux reliés à ce site sont donc:

- Très longues pentes et champ cultivé dans le sens de la pente (de haut en bas) (Photo 37, 39, 40).
- Cultive trop près du lac (Photo 38) dans la section Nord-est du champ.



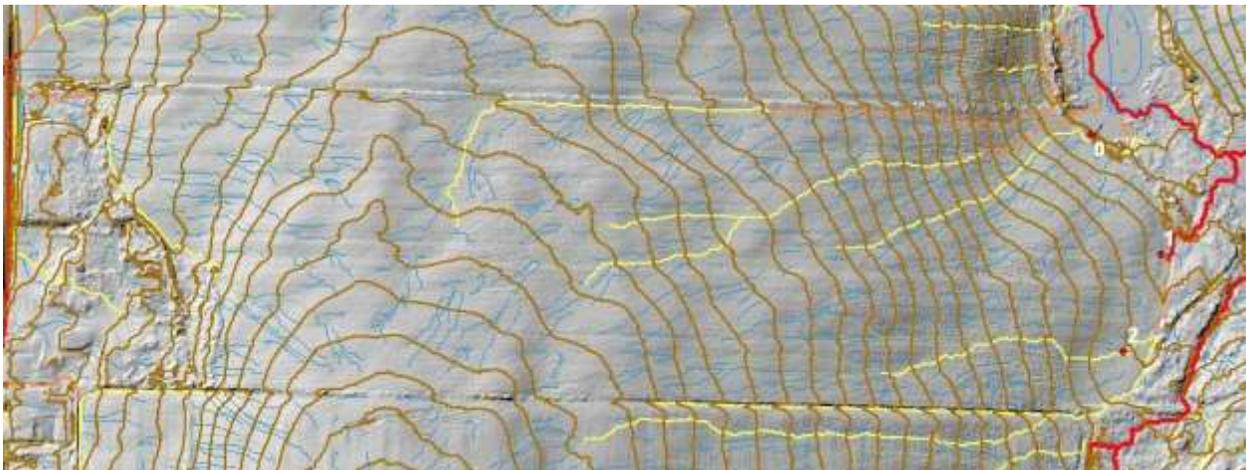
**Photo 37:** Évaluation pondérée du champ et bande riveraine (Site 3a).



**Photo 38 :** Aperçu du labour qui a été fait très près du lac.

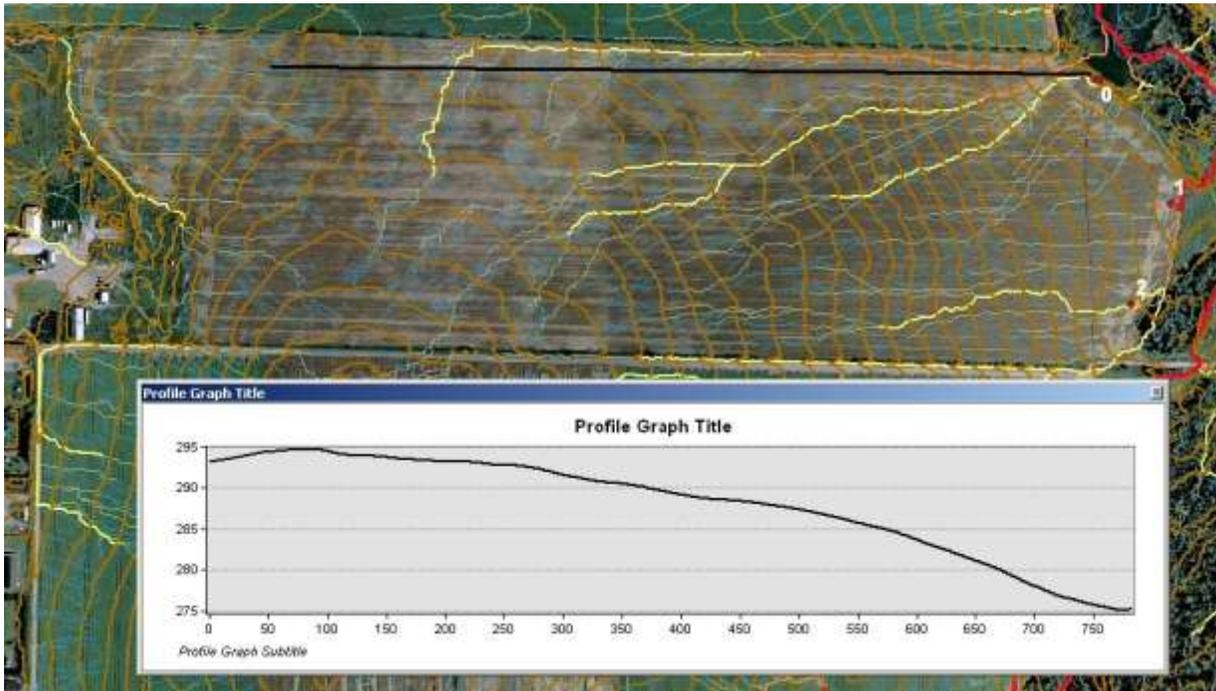


**Photo 39:** Site 3a avec les lignes topographiques, lignes d'accumulation du ruissellement et segments de mesure des pentes (0, 1 ,2)

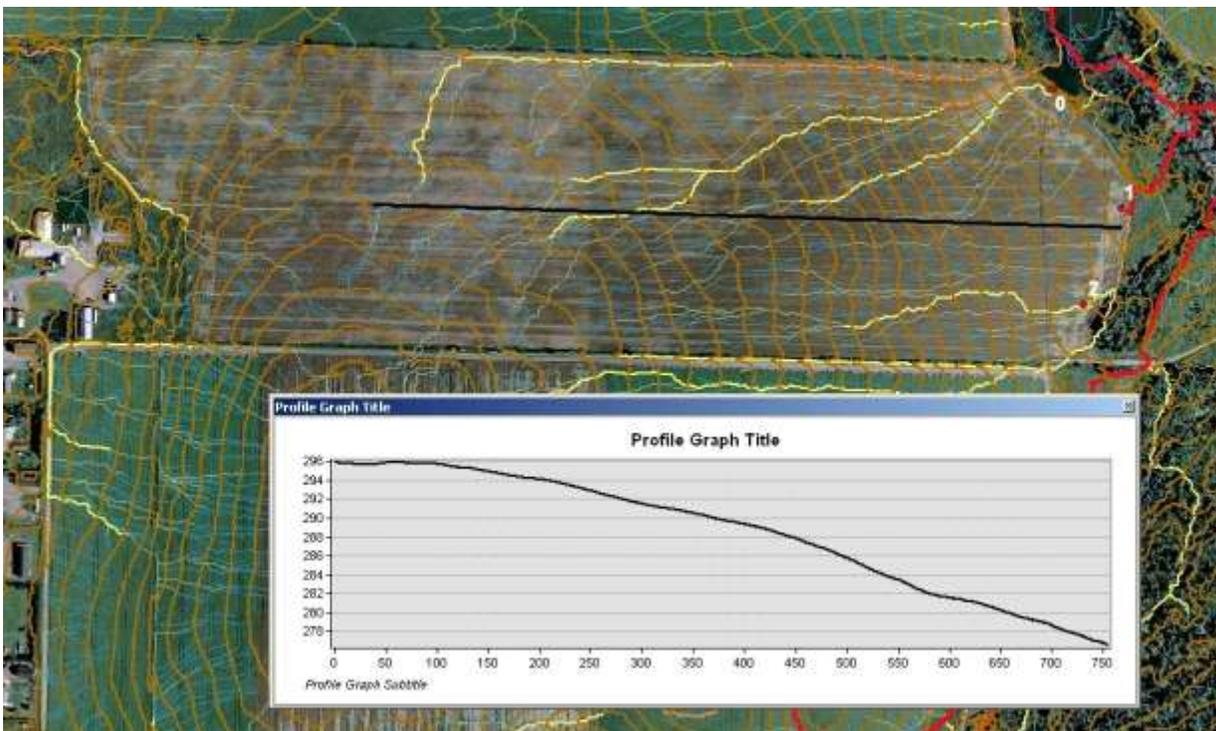


**Photo 40 :** Carte superposée de la topographie de niveau de 1 m, carte 3 dimensions et superficie d'accumulation du site 3a.

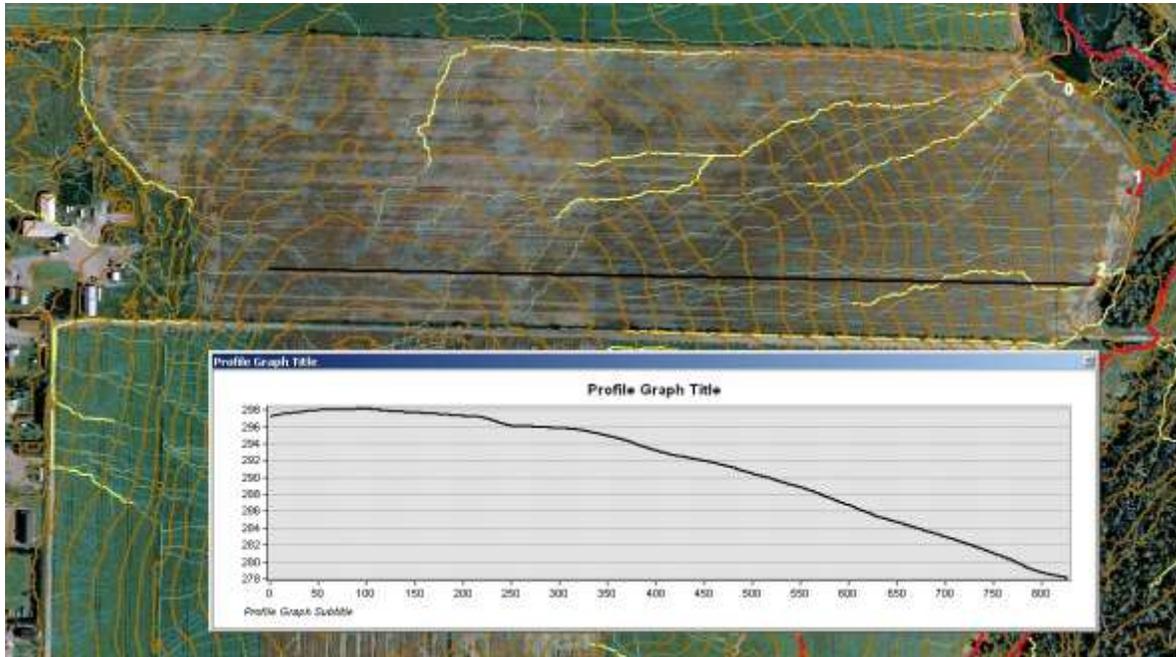
**Calcul des pertes de sol et de sédiment avec RUSLE2:** Puisque la longueur de la pente et l'inclinaison varient d'un bord du terrain à l'autre, nous avons divisé le champ en 3 segments de pente (0, 1, 2) pour effectuer le calcul des pertes de sol et de sédiment avec RUSLE2. (Photo 41, 42, 43.)



**Photo 41:** Segment 0 du site 3a. Pente de 3.0% sur 675 m.



**Photo 42:** Segment 1 du site 3a. Pente de 3.1% sur 650 m.



**Photo 43:** Segment 2 du site 3a. Pente de 4% sur 524 m.

Le **Tableau 4** démontre les résultats des calculs de perte de sol et de sédiment pour les trois segments de pente avec la situation actuelle et avec différents scénarios. Selon les calculs avec **RUSLE 2**, les pertes de sol sont plus ou moins acceptables. Par contre la charge de sédiment surtout au segment 0 est plus à risque vue la proximité du lac. Avec les segments 1 et 2, la bande riveraine existante entre le champ et le cours d'eau devrait être en mesure de filtrer une bonne partie des sédiments avant d'atteindre l'eau.

**Tableau 4 :** Perte de sol et charge de sédiment calculées avec **RUSLE2** selon différents scénarios (Site

Segment de pente	Situation	Scénarios	Pente		Perte de sol	Charge de Sédiment
			%	Longueur (m)	t/ha/an	t/ha/an
0	Actuelle	Culture haut en bas. Rotation 1 an sur 4.	3.0	675	5.7+	5.7+
1	Actuelle	Culture haut en bas. Rotation 1 an sur 4.	3.1	650	5.9+	5.9+
2	Actuelle	Culture haut en bas. Rotation 1 an sur 4.	4.0	524	8.2	8.2
<b>Scénarios pour le segment 0 près du lac.</b>						
0	Actuelle +bande tampon 15 m	Culture haut en bas. Rotation 1 an sur 4. Bande tampon de 15 m	3	675	5.6+	.97+
0	Actuelle +bande tampon 30 m	Culture haut en bas. Rotation 1 an sur 4. Bande tampon de 30 m	3	675	5.6+	.73+

**Scénarios pour atténuer les risques environnementaux :** Le scénario proposé pour diminuer les risques de contamination du cours d'eau avec des sédiments serait d'implanter une bande riveraine plus large entre le champ et le cours d'eau, c'est-à-dire le lac. Le **tableau 4** démontre l'impact de l'établissement d'une bande filtrante engazonnée de 15, et 30 mètres sur la charge de sédiment. Nous proposons qu'une bande filtrante d'au moins 15 mètres soit aménagée afin de diminuer les risques de charge de sédiment. Idéalement une bande de 30 mètres serait préférable. Cette bande de 30 mètres pourrait comprendre une bande de 15 m engazonnée vers l'intérieur du champ et plantée en arbres et arbustes vers l'extérieur. Cela permettrait de réaliser d'autres objectifs d'amélioration de la qualité de l'eau dont la diminution du risque de contamination du cours d'eau avec les dérives potentielles de pesticides lors de la pulvérisation et fournir de l'ombrage au cours d'eau. Ce projet pourrait être un très bon site de démonstration de pratique agro-forestière.

La seule façon de diminuer les pertes de sol et de sédiment à la source serait de cultiver le champ en contour. Par contre cette pratique peu ne pas être acceptable par le producteur dû à la perte d'efficacité des opérations au champ.

## 11. Site 3B – Daniel & Edmond Levesque

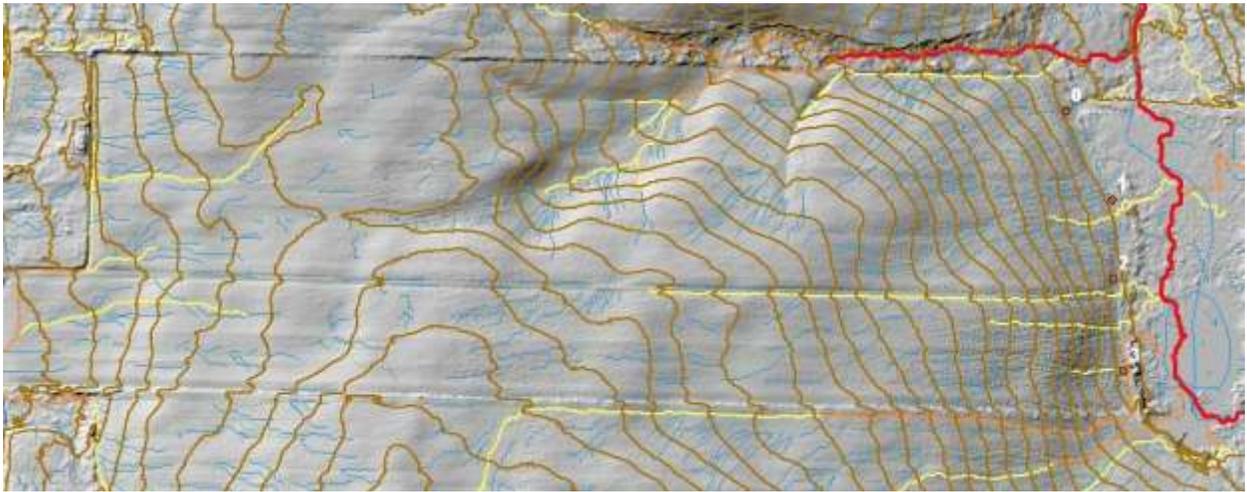
Le Site 3b est la propriété et cultivé par M. Daniel et Edmond Levesque de Saint-André. Le champ, d'une superficie d'environ 70 acres, est ordinairement cultivé sous un système de rotation de 1 an en pommes de terre suivi de 1 an d'une culture de céréale sous-ensemencée d'un mélange de trèfle rouge, trèfle blanc et mil. Quelques semaines après la récolte de céréale, soit vers la fin octobre, le champ est labouré de façon conventionnelle pour revenir en pommes de terre l'année suivante. Par contre en 2011, le champ a été ensemencé d'une culture de sarrasin.



**Photo 44:** Évaluation pondérée du champ et bande riveraine (Site 3b).

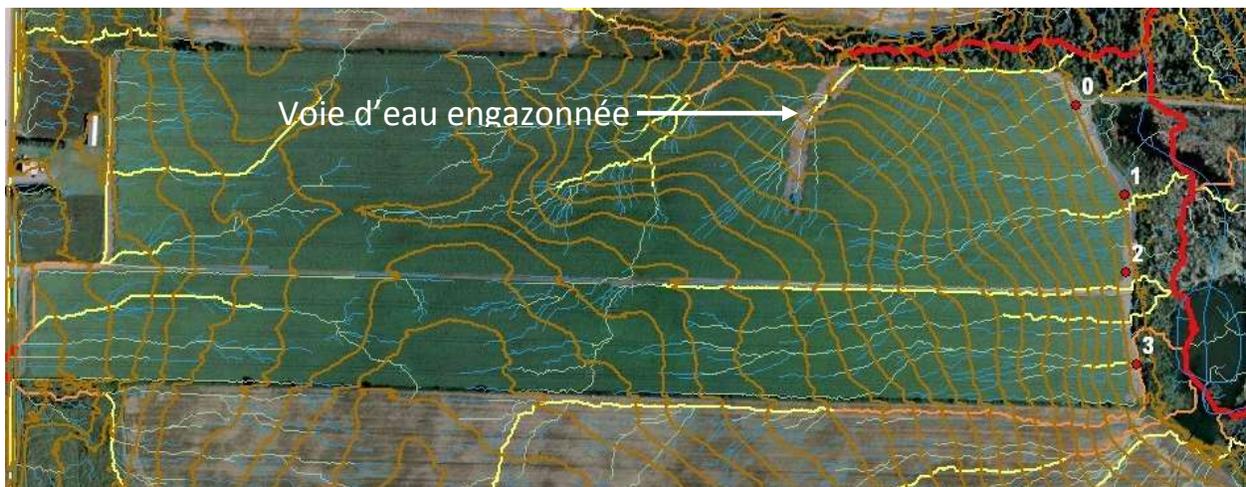
**Enjeux :** L'évaluation pondérée (Photo 44) du champ et de la bande riveraine démontre un risque environnemental potentiellement élevé. Les principaux enjeux liés à ce site sont :

- Champ cultivé dans le sens de la pente (de haut en bas).
- Pente assez longue variant de 210 à 627 m.
- Le terrain est assez ondulé, surtout la partie Nord au centre du champ.
- Le chemin de ferme est un obstacle à la culture en contour ou la construction de structure de conservation.
- Peu de bande végétative au bout du champ et peut de bande riveraine entre le champ et le lac.
- L'eau de ruissellement dans le secteur Nord-est du champ (Point 0, Photo 44 & 45) se déverse directement dans un chemin de ferme et va se déverser à la décharge du lac.
- Courte rotation des cultures. (1 an sur 2).
- La décharge du lac passe par-dessus le chemin de ferme. Un ponceau devrait être installé.

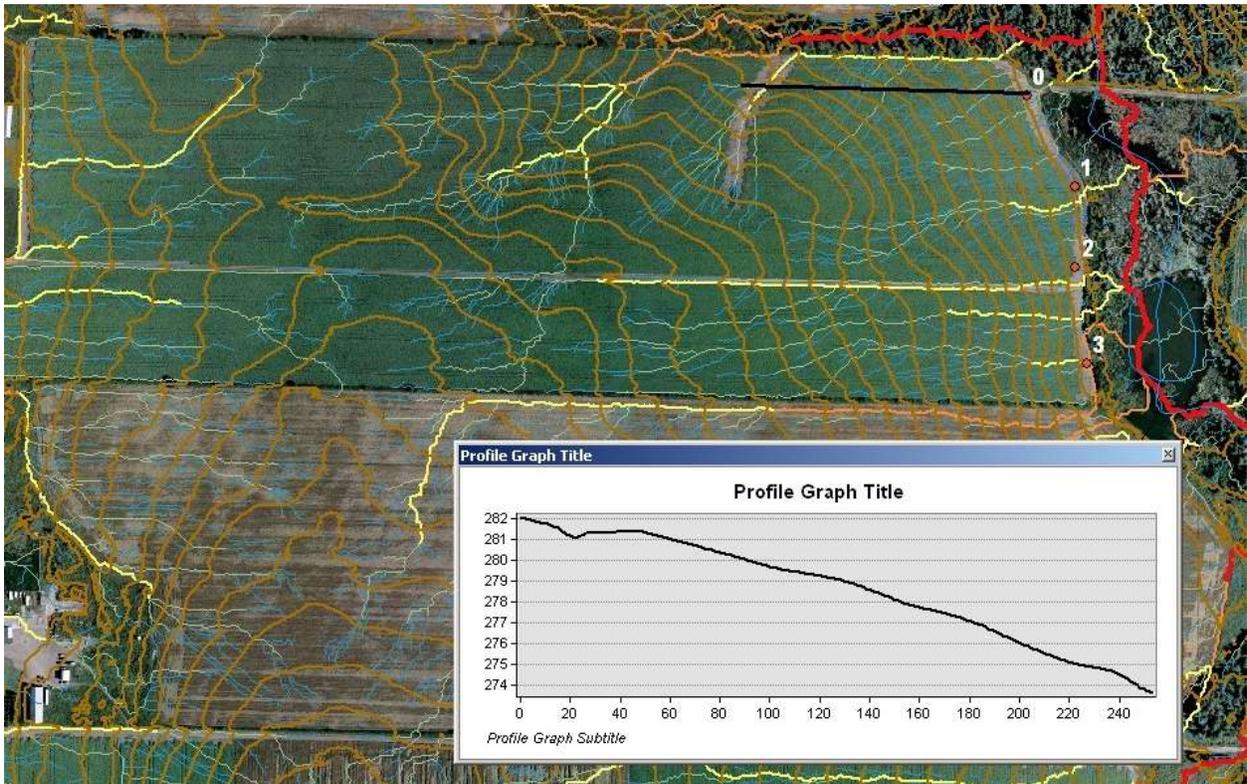


**Photo 45 :** Carte superposée de la topographie de niveau de 1 m, carte 3 dimensions et superficie d'accumulation du site 3b.

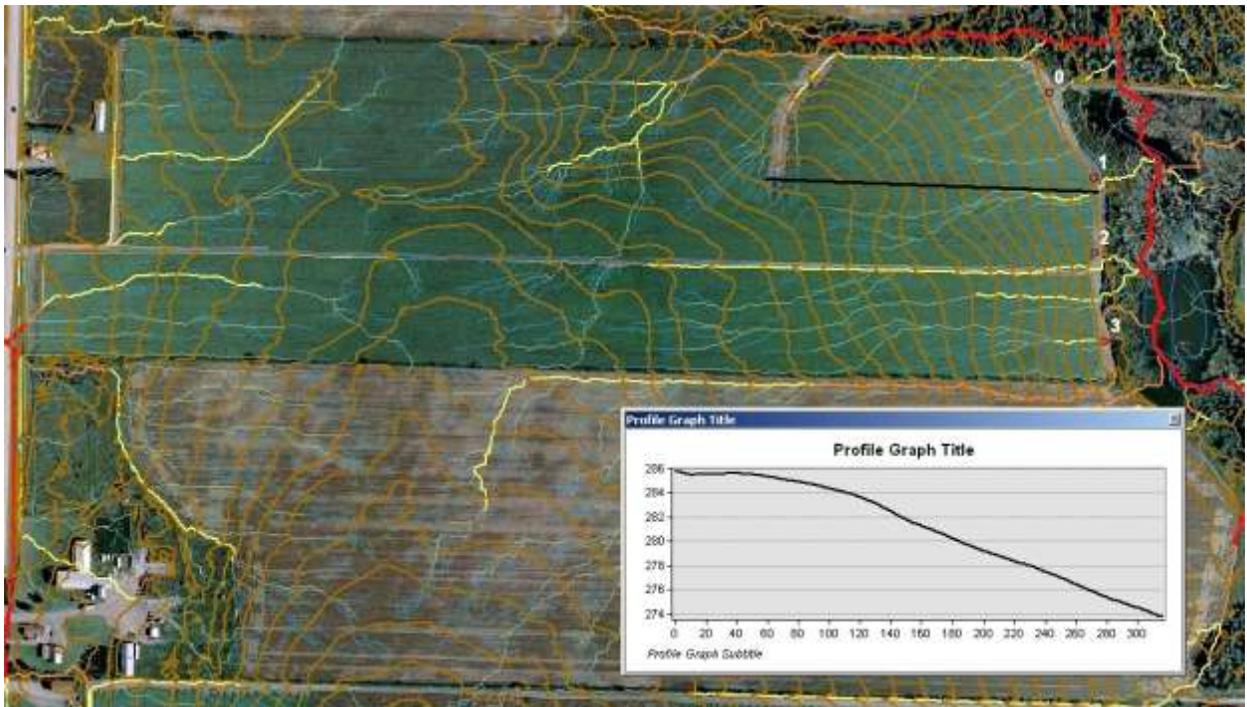
**Calcul des pertes de sol et de sédiment avec RUSLE2:** Puisque la longueur de la pente et l'inclinaison varient d'un bord du terrain à l'autre, nous avons divisé le champ en 4 segments de pente (0, 1, 2, 3) pour le calcul des pertes de sol et de sédiment avec RUSLE2 (Photo 44, 45, 46, 47, 48). Il est à noter que la longueur et inclinaison des pentes ont été mesurées en suivant le sens des rangs lorsque le champ est en pommes de terre. Pour les segments 0 et 1, la longueur de la pente a été mesurée jusqu'à la voie d'eau engazonnée qui dévie l'eau du haut vers un boisé au Nord du champ.



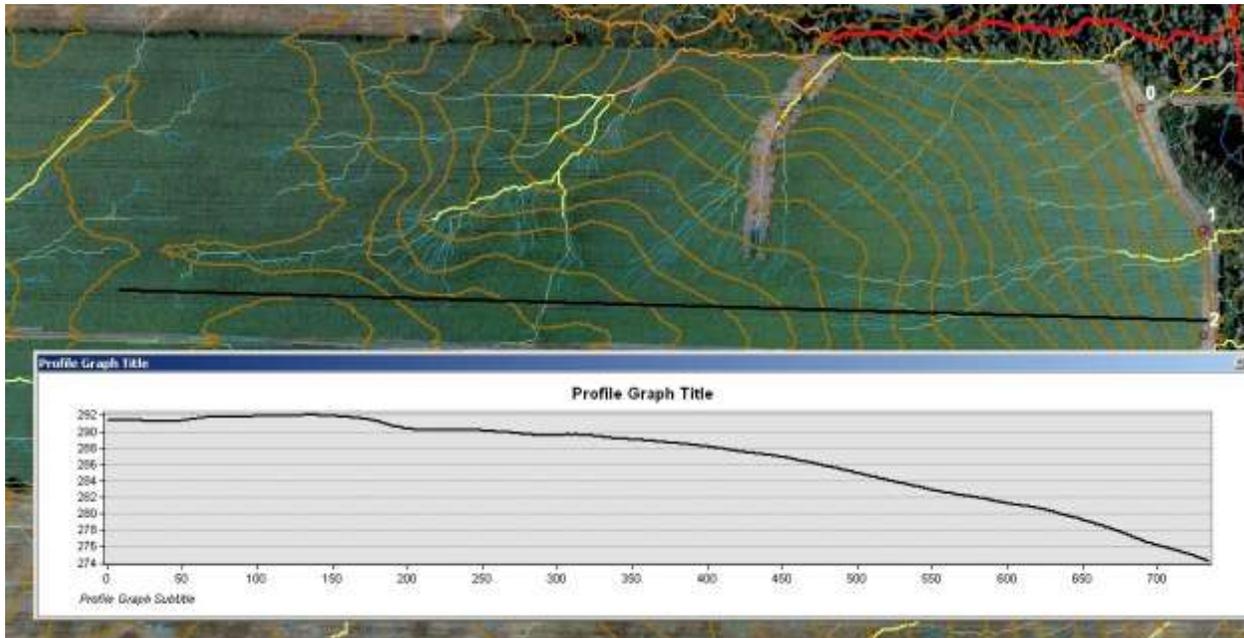
**Photo 46:** Site 3b avec les lignes topographiques, lignes d'accumulation du ruissellement et segments de mesure des pentes.



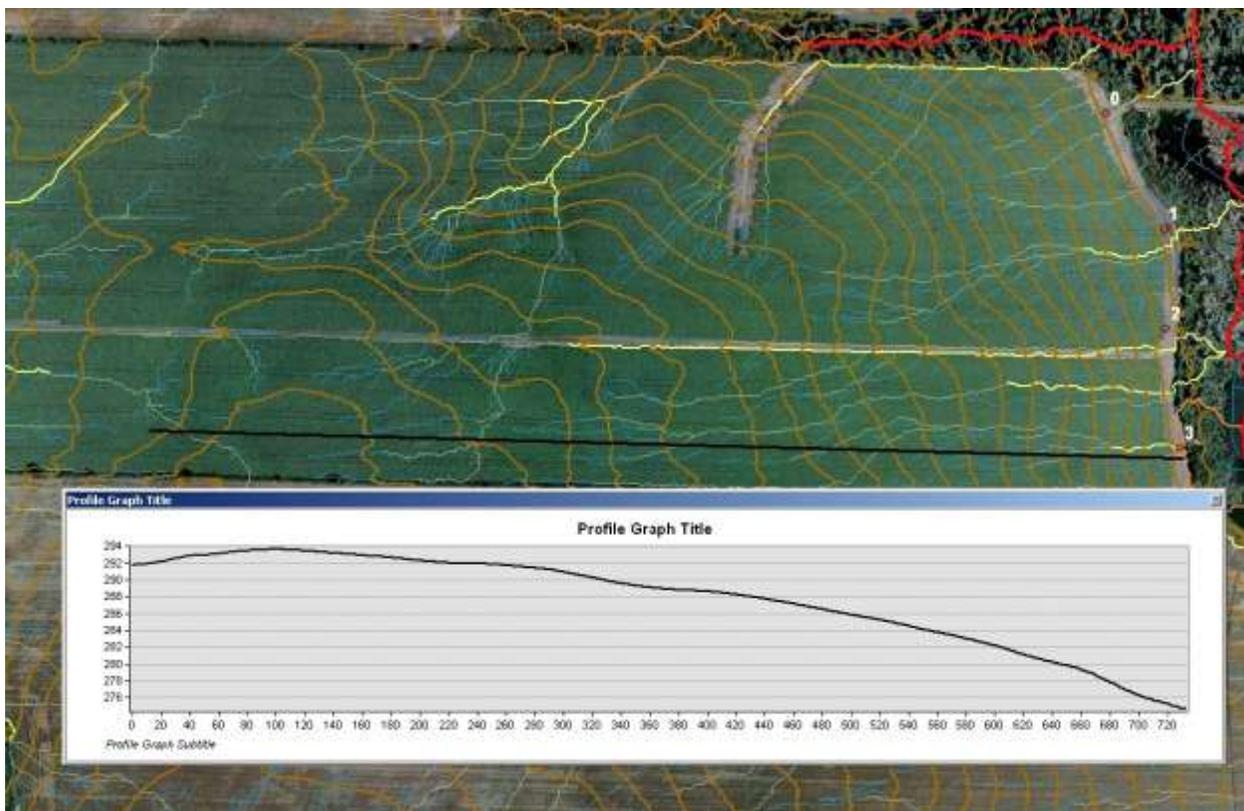
**Photo 47:** Segment 0 du site 3b. Pente de 3.8% sur 210 m.



**Photo 48:** Segment 1 du site 3b. Pente de 3.8% sur 288 m.



**Photo 49:** Segment 2 du site 3b. Pente de 3.8% sur 420 m.



**Photo 50:** Segment 3 du site 3b. Pente de 3.0% sur 627 m.

La **Tableau 5** démontre les résultats préliminaires des calculs de pertes de sol et de sédiment pour les quatre segments de pente avec la situation actuelle et avec différents scénarios. Selon les calculs avec RUSLE 2, les pertes de sol sont plus ou moins près de la norme tolérée de 6 t/ha/an. Par contre, puisqu'il n'y a pas de structure ou bande filtrante pour capter ou filtrer l'eau de ruissellement, la totalité des sédiments contenu dans l'eau de ruissellement a le potentiel d'atteindre le cours d'eau, donc la charge potentielle du cours d'eau en sédiment de moyen à élevé.

**Tableau 5** : Perte de sol et charge de sédiment calculé avec RUSLE2 selon différents scénarios (Site 3b).

Segment de pente	Situation	Scénarios	Pente		Perte de sol	Charge de Sédiment
			%	Longueur (m)	t/ha/an	t/ha/an
0	Actuelle	Culture de haut en bas.	3.8	210	6.4	6.4
1	Actuelle	Culture de haut en bas.	3.8	288	6.8	6.8
2	Actuelle	Culture de haut en bas.	3.8	420	7.4	7.4
3	Actuelle	Culture de haut en bas.	3.0	627	5.9+	5.9+
<b>Scénario 1: bande filtrante de 15 m</b>						
0	Actuelle + bande 15 m	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 15 m	3.8	210	6.3	.68
1	Actuelle + bande 15 m	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 15 m	3.8	288	6.7	.8
2	Actuelle + bande 15 m	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 15 m	3.8	420	7.3	1.0
3	Actuelle + bande 15 m	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 15 m	3.0	627	5.8+	.91+
<b>Scénario 2: bande filtrante de 30 m</b>						
0	Actuelle + bande 30 m	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 30 m	3.8	210	6.2	.54
1	Actuelle + bande 30 m	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 30 m	3.8	288	6.7	.63
2	Actuelle + bande 30 m	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 30 m	3.8	420	7.3	.78
3	Actuelle + bande 30 m	Culture de haut en bas. Bande filtrante de 30 m	3.0	627	5.8+	.71+
<b>Scénario 3: rotation 1 sur 3 + bande filtrante de 15 m</b>						
0	Actuelle + bande 15 m	Culture de haut en bas. Rotation 1 sur 3 Bande filtrante de 15 m	3.8	210	5.3	.68
1	Actuelle + bande 15 m	Culture de haut en bas. Rotation 1 sur 3 Bande filtrante de 15 m	3.8	288	5.7	.8
2	Actuelle + bande 15 m	Culture de haut en bas. Rotation 1 sur 3 Bande filtrante de 15 m	3.8	420	6.3	.99
3	Actuelle + bande 15 m	Culture de haut en bas. Rotation 1 sur 3 Bande filtrante de 15 m	3.0	627	5.0+	.91+

**Scénarios pour atténuer la charge de sédiment :** Le scénario proposé pour diminuer les risques de contamination potentielle du cours d'eau provenant des excès de sédiment serait d'implanter une bande filtrante entre le champ et le cours d'eau. Le **tableau 5** démontre l'impact positif d'une bande filtrante de 15 et 30 mètres sur la rétention des de sédiments. Selon RUSLE 2, la diminution de la charge de sédiment pour une bande engazonnée de 30 m n'est pas beaucoup inférieure à une bande de 15 m. La différence est de seulement 0.2 t/ha/an. Nous proposons donc qu'une bande filtrante d'au moins 15 mètres soit implanté entre la bande riveraine du lac et le chemin de ferme longeant le lac. Le chemin de ferme serait donc réaménagé plus haut de 15 m dans le champ, le localisant ainsi à un endroit plus sec et plus facile à maintenir. La Photo 51 démontre qu'avec ce scénario, le niveau de risque diminue à un niveau 3 (acceptable) pour la partie Sud et demeure rouge au Nord. Par contre, le niveau de risque au Nord est presque à un niveau 3 (3.1).

En améliorant la rotation de 1 an sur 2 à 1 an sur 3, les pertes de sols calculées avec RUSLE2 diminuent d'environ 1 t/ha/an. Cela peut paraître peu mais il y a d'autres bienfaits de la rotation des cultures sur la qualité des sols et de la productivité qui ne sont pas considérée ici.

La seule façon de diminuer les pertes de sol et de sédiment à la source serait de cultiver le champ en contour. Par contre, dans ce cas la culture en contour nécessiterait la relocalisation du chemin de ferme et un plan de conservation des sols.



**Photo 51:** Évaluation pondérée des risques après application du scénario d'un bande engazonné de 15

## 12. Conclusion

L'Évaluation préliminaire des champs et des bandes riveraines avec le logiciel du CCSE pour évaluer les risques de contamination des cours d'eau nous a permis d'identifier les endroits à risque et les principales raisons. L'utilisation du LiDAR a été un outil primordiale pour mieux localiser la concentration du ruissellement et les sorties d'eau. Le LiDAR a également été très utile pour calculer la longueur et l'inclinaison des pentes à partir du bureau avec le SIG. Ces données plus précis de pente nous a permis d'utiliser le logiciel RUSLE2 pour évaluer les pertes potentielles de sol et de sédiment. Le logiciel nous a également permis de vérifier les diverses scénarios et alternatives afin de discuter avec les producteurs concernés.

Il faut noter que le logiciel d'évaluation des risques et le RUSLE 2 ne sont pas des logiciels avec de haut degré de précision. Par contre, les deux logiciels nous permettent de comparer des situations réelles et scénarios. Les pertes de sol et de sédiment évaluées avec le RUSLE2 sont probablement sous-estimées surtout dans les cas où les pentes sont supérieures à 300 m. Le logiciel d'évaluation des risques développé avec le PFE semble surestimer les niveaux de risque. Les deux logiciels se complètent donc très bien afin d'effectuer les analyses.

La plupart des sites évalués ont de très longues et assez fortes pentes et nécessitent en générale des attentions particulières. Dans certains cas, des infrastructures seront nécessaires pour atténuer les pertes de sol et de sédiment alors qu'en certains endroits, les producteurs devront sacrifier du terrain pour établir des bandes filtrantes et ou cultures permanentes. Nous recommandons aux producteurs d'implanter les mesures les moins dispendieuses en premier lieu pour voir leur efficacité puis implanter des structures s'il y a lieu. Si les producteurs décident d'implanter des structures de conservation, celles-ci devraient être effectuées avec un plan de conservation des sols. Des sources potentielles de financement devront être identifiées pour encourager les producteurs à établir ces structures.

Notre évaluation de sections de cours d'eau nous a permis de constater qu'il y a des dépositions de sédiment partout où le courant est lent. L'implantation des BMPs proposées devraient diminuer la charge de sédiments aux cours d'eau mais il se peut que ça prenne plusieurs années avant que le cours d'eau se nettoie de sédiment. Il se peut aussi que d'autres sites contribuent à la charge de sédiment puisque le ruisseau Five Fingers est rechargé par une multitude de petits ruisseaux provenant de milieux développés.

## ArcPad fichier #1: "RBZ" - Évaluation des Bandes Riveraines

Question	code	Catégorie de réponses
1. État du cours d'eau - sédimentation	stream_sed	1= Aucun signe de sédimentation 2= Là où le débit est moins important 3= En plusieurs endroits 4= Partout <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
2. État du cours d'eau - condition du lit du cours d'eau	channel	1= Excellent (ie: bassins et cascades) 2= S'élargit à quelques endroits 3= S'élargit et s'aplanit (branchement) 4= Large et plat / pas de lit définitif <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
3. État du cours d'eau - érosion de la berge	stream_ero	1= Aucun signe d'érosion 2= Minimale 3= Sévère en quelques endroits 4= Sévère partout <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
4. Quelle est la pente de la berge?	bank_slope	1= <3% -relativement plat 2= 3-9% - visiblement en pente 3= 10-25% - visiblement abrupt 4= >25% - abrupt <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
5. Quelle est la hauteur de la berge?	bank_ht	1= > 2 m 2= 1-2 m 3= < 1 m 4= Plaine inondable ou pas de berge <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>

6. Habitats - (poisson & faune) -ombrage du cours d'eau	shade	1= 50-70% d'ombre 2= 25-50% d'ombre 3= <25% d'ombre 4= Pas d'ombrage <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
7. Largeur de la berge	WIDTH_STRB	1 > 5 m 2= 3-5 m 3= 1-3 m 4= < 1 m <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
8.Végétation de la berge	VEGET_STRB	1= Dense - arbres et arbustes 2= Arbres et arbustes clairsemés 3= Graminées et plantes herbacées principalement 4= Dénudé <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
9. Végétation dans la bande intermédiaire (B + C)	veget_int	1= Arbres et arbustes aménagés 2= Arbres et arbustes non aménagés 3= Graminées et plantes herbacées principalement 4= Dénudée ou pas de bande intermédiaire <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
10. Largeur de la bande intermédiaire (B + C)	WIDTH_INTBC	1= > 30 m 2= 15 - 30 m 3= 5 - 15 m 4= < 5 m ou dénudée <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
11. Quelle est la pente de la bande intermédiaire (B + C)	RIP_SLOPBC	1= <3% 2= 3-6% 3= 6-9% 4= >9% ou pas de bande intermédiaire <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>

## ArcPad fichier #2: "Champs" - Évaluation des champs

Question	code	Catégorie de réponses
1. Végétation dans la bande en bordure du champ	veget_strp	1= Bande enherbée aménagée ou paissance contrôlée 2= Bande non aménagée, mauvaises herbes ou plantation d'arbres 3= Principalement des plantes envahissantes 4= Pas de bande <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
2. Largeur de la bande enherbée	width_strp	1= > 5 m 2= 3-5 m 3= 1-3 m 4= Pas de bande <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
3. Inclinaison de la pente du champ	fld_slope	1= <3% 2= 3-4% 3= 4-5% 4= >5%, dépression ou point d'entrée d'eau de ruissellement <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
4. Longueur de la pente du champ	slope_leng	1= < 100m 2= 100-200 m 3= 200-300 m 4= > 300 m <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
5. Système de culture	crop_systm	1= Culture permanente ou forestière 2= Culture permanente (excl pâturage) 3= Culture fourragère permanente or céréale 4= Culture en rangs <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>

6. Rotation des cultures	crop_rotat	1= Culture annuelle < 1 an sur 4 2= Culture annuelle > 1 an sur 3 3= Culture annuelle > 1 an sur 2 4= Culture en rangs continuellement <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
7. Pratiques de conservation des sols	cons_pract	1=Bandes alternées en contour avec t & w ou pente < 3% 2=Culture en contour ou en contre-pente avec t & w 3=Culture en contre-pente 4=Culture de haut en bas <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
8. Condition des structures de conservation des sols	cond_struc	1=Terrasse & voie d'eau bien entretenues ou pente < 3% 2=Pas de maintenance mais en bonne condition 3=Besoins de réparation et nettoyage 4=Canal plein, fonctionne plus ou pas de structures de conservation <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>

## ArcPad fichier #3: "Sorties d'eau" - Évaluation des sorties de drainage souterrain ou drainage de surface

Question	code	Catégorie de réponses
1. Sortie de drainage de surface - lieu d'évacuation	outlet_loc	1= Bassin de captage/sédimentation ou bande tampon 2= Bande tampon avant bande riveraine 3= Bande riveraine ou dans un chemin de ferme 4= Directement dans le cours d'eau <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
2. Sortie de drainage de surface - protection contre l'érosion	outlet_ero	1=Chute enrochée ou structure d'évacuation 2= Sortie enherbée - pas d'érosion 3= Signe d'érosion en rigole ou sortie dans ch. de ferme 4=Érosion en ravin à la sortie <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
3. Band tampon des fossés de drainage ou de route - bande enherbée entre le champ et le fossé	ditch-bufr	1= > 5m 2= 3-5 m 3= 1-3 m 4= pas de bande tampon <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
4. Condition du fossé	cond_ditch	1= Fossé bien ensemencé et entretenu 2= Ensemencé et entretenu 3= Pas ensemencé, mauvaises herbes mais entretenu 4= Pas ensemencé & pas entretenu <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
5. Sortie de drain souterrain - protection	tile_eros	1= Protégée pas chute enrochée ou structure d'évacuation 2= Sortie enherbée 3= Signe d'érosion en rigole 4= Érosion en ravin à la sortie <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
6. Sortie de drain souterrain - lieu d'évacuation	tile_disch	1=Bassin de captage ou bande tampon enherbée 2=Bande enherbée avant la bande riveraine 3=Directement dans la bande riveraine 4=Drectement dans le cours d'eau <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>

## ArcPad fichier #4: "Traverses" - Évaluation des traverses de cours d'eau

Question	code	Catégorie de réponses
1. Traverse de cours d'eau - condition	cross_cond	1= Pont - bien conçu et entretenu 2= Ponceau - bien conçu et entretenu 3= Pont ou ponceau temporaire 4= Traverse directement dans le cours d'eau <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>
2. Traverse de cours d'eau - chemin d'accès	cross_appr	1= Eau du fossé entre pas directement dans le cours d'eau 3= Eau du fossée entre directement dans le cours d'eau 4= Traverse directement dans le cours d'eau <i>(plus un espace pour « commentaire » sous la réponse)</i>