





PARC ÉOLIEN MONTÉRÉGIE
Suivi des sols agricoles 2018

PRÉSENTÉ À
Kruger Énergie
Montréal S.E.C.

N/Réf. : E1840-04/13064
Janvier 2019

Signatures

Rapport préparé par :	 Étienne Foucher, agronome M. Sc. (Membre de l'OAQ #7049) Chargé de projet	Le 25 janvier 2019
Rapport vérifié par :	 François Tremblay, aménagiste Directeur de projet	Le 25 janvier 2019

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Directeur de projet

Jean-François Hudon | Ingénieur forestier

Chargé de projet

Étienne Foucher | Agronome

Inventaires de terrain et saisie des données

Étienne Foucher | Agronome

Recherche et rédaction

Étienne Foucher | Agronome

Vérification du rapport

François Tremblay | Aménagiste

Révision linguistique et mise en page

Johanie Babin | Adjointe administrative

Référence à citer :

Activa Environnement inc., 2019. *Suivi des sols agricoles 2018 – Parc éolien Montérégie*, rapport préparé pour Kruger Énergie Montérégie S.E.C., 21 p. + annexes

TABLE DES MATIÈRES

1. Mise en contexte	1
2. Protocole de suivi des sols	1
3. Description du territoire à l'étude	2
3.1 Description du milieu	2
3.2 Nature des travaux de construction et de remise en état réalisés	3
3.2.1 Construction des chemins d'accès	3
3.2.2 Construction des éoliennes	3
3.2.3 Construction du réseau collecteur	4
3.2.4 Travaux de restauration du sol	4
3.2.5 Travaux de remise en culture	5
4. Campagne de terrain de 2018.....	6
4.1 Sites d'observation	6
4.2 Types de cultures	7
4.3 Conditions climatiques	7
4.4 Analyses visuelles des rendements	9
4.5 Analyses quantitatives des rendements	10
5. Résultats	11
6. Travaux complémentaires recommandés	11
6.1 Site E03.....	12
6.2 Sites E16, E17 et E18	13
6.2.1 État des cultures en 2018.....	13
6.2.2 État des sols en 2018	15
6.2.3 Recommandations et suivis pour 2019	16
6.3 Site C19a	17
6.4 Site E35.....	18
7. Conclusion	21
8. Références.....	21

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Nombre de sites d'observation et dimensions par type d'infrastructure	6
Tableau 2. Nombre de sites d'observation par type de culture et d'infrastructure	7
Tableau 3. Recommandation 18-01	12
Tableau 4. Recommandation 18-02	17
Tableau 5. Recommandation 18-03	18

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Soya semé à proximité du chemin au-dessus du réseau collecteur (8 juillet 2016).....	5
Figure 2. Maïs semé à proximité d'une éolienne (7 juillet 2016).....	5
Figure 3. Culture de maïs affectée par la sécheresse à l'éolienne 23 (16 juillet 2018)	8
Figure 4. Culture de soya affectée par la sécheresse à l'éolienne 22 (16 juillet 2018)	8
Figure 5. Entreposage de biosolides municipaux à l'éolienne 18 (18 juillet 2018)	9
Figure 6. Effet de bordure léger en marge du chemin d'accès menant à l'éolienne 7 (17 juillet 2018)	10
Figure 7. Culture de maïs dans l'aire de contournement de l'éolienne 8 (17 juillet 2018)	10
Figure 8. Cuvette derrière l'éolienne 3 (4 octobre 2017).....	12
Figure 9. Cuvette derrière l'éolienne 3 (17 juillet 2018)	13
Figure 10. Culture de soya à droite de l'éolienne 16 (16 juillet 2018).....	14
Figure 11. Culture de maïs à droite de l'éolienne 17 (18 juillet 2018).....	14
Figure 12. Culture de soya à droite de l'éolienne 18 (18 juillet 2018).....	14
Figure 13. État de la culture sur les superficies adjacentes à l'éolienne 18 (16 juillet 2018).....	15
Figure 14. Cuvette à gauche du chemin d'accès (16 juillet 2018)	18
Figure 15. Photo aérienne de 2010 (Google Earth)	19
Figure 16. Photo aérienne de 2017 (Google Earth)	19
Figure 17. État général de la parcelle E35 (17 juillet 2018)	20
Figure 18. Cuvette compacte derrière l'éolienne 35 (17 juillet 2018).....	20

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1.	Protocole de suivi des sols
Annexe 2.	Résumé de la conférence téléphonique du 10 juillet 2013
Annexe 3.	Recommandations du MAPAQ concernant le suivi des sols pour la saison 2013 et les suivantes
Annexe 4.	Cartes de localisation
Annexe 5.	Système de numérotation des sites d'observation
Annexe 6.	Modèles de formulaires utilisés durant la campagne de terrain 2018

DÉFINITIONS

Site d'observation : Site sur lequel des observations sont effectuées dans le cadre du suivi des sols. Chaque site d'observation est composé d'une superficie restaurée et d'une superficie adjacente, toutes deux situées dans la même parcelle agricole, à proximité d'une même infrastructure, et cultivées de la même manière.

Superficie affectée : Section de champ cultivé utilisée de façon temporaire lors de la construction du parc éolien, et qui doit faire l'objet de travaux de restauration et de remise en culture à la suite de la mise en exploitation du parc éolien.

Superficie restaurée : Section d'un champ utilisée de façon temporaire lors de la construction du parc éolien et sur laquelle ont été effectués les travaux de restauration nécessaires pour permettre sa remise en culture, soit la remise à niveau du drainage souterrain, le nettoyage de la surface, la remise en place du sol minéral, et finalement la remise en place et le régalaage du sol arable.

Superficie adjacente : Section de champ adjacente à une superficie restaurée qui n'a pas été touchée par les travaux de construction du parc éolien et qui sert de comparatif lors de l'évaluation des rendements sur les superficies restaurées.

Remise en culture : Reprise d'une superficie restaurée par son propriétaire dans l'objectif de générer un produit agricole. La remise en culture comprend l'ensemble des travaux nécessaires à l'établissement d'une culture, soit par exemple le sous-solage, la fertilisation, le chaulage, le travail primaire du sol, le travail secondaire du sol, les semis, l'épandage de produits phytosanitaires, etc.

Réseau collecteur : Réseau de câbles souterrain comprenant un réseau de distribution électrique et un réseau de communication.

Analyse visuelle des rendements (AVR) : Méthode consistant à évaluer l'état d'une culture de façon à déceler des problématiques pouvant mener à une baisse des rendements.

Analyse quantitative des rendements (AQR) : Évaluation des rendements par l'échantillonnage de la culture à maturité physiologique.

Analyse des sols agricoles (ASA) : Ensemble de méthodes permettant d'établir un diagnostic et d'émettre des recommandations pour corriger des problèmes de sol.

Bonnes pratiques agricoles : Ensemble de règles à respecter dans l'implantation et la conduite des cultures de façon à optimiser la production agricole, tout en réduisant le plus possible les risques liés à ces pratiques, tant vis-à-vis de l'homme que de l'environnement.

1. MISE EN CONTEXTE

Le parc éolien Montérégie, exploité par Kruger Énergie Montérégie S.E.C. (KÉMONT), comprend 44 éoliennes et près de 40 km de chemins d'accès dans les municipalités de Saint-Rémi, Saint-Constant, Saint-Michel, Mercier et Saint-Isidore. Activa Environnement a reçu le mandat d'effectuer le suivi des sols agricoles pour la saison 2018, tel qu'exigé à la condition 9 du décret 689 2011 émis par le gouvernement du Québec. Cette condition stipule que :

« Kruger Énergie Montérégie S.E.C. doit élaborer et appliquer un programme de suivi des sols agricoles pour les sept années suivant la mise en exploitation et la phase de démantèlement, et ce, sur toutes les superficies affectées par le projet afin de s'assurer que les rendements des surfaces concernées ne sont pas inférieurs à ceux des surfaces adjacentes. Le cas échéant, l'initiateur du projet sera tenu d'apporter les correctifs nécessaires. Le programme de suivi des sols agricoles doit être déposé auprès du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) au moment de la demande visant l'obtention du certificat d'autorisation prévu à l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*. Un rapport annuel de suivi doit être déposé auprès du MELCC dans un délai de trois mois suivant l'évaluation des rendements. »

Le suivi des sols agricoles a débuté en 2013. Le présent rapport constitue donc le rapport de la sixième année de suivi des sols pour le parc éolien Montérégie. Les objectifs de ce rapport sont les suivants :

- Présenter la méthodologie employée pour effectuer le suivi des sols;
- Présenter les résultats du suivi des sols agricoles de 2018;
- Faire le suivi des travaux recommandés dans les rapports précédents;
- Proposer des mesures correctives additionnelles, si nécessaire.

2. PROTOCOLE DE SUIVI DES SOLS

Tel qu'exigé par le décret gouvernemental, un protocole de suivi des sols a été élaboré en 2011 et déposé au MELCC. Ce protocole a été conçu de façon à pouvoir comparer les rendements des superficies affectées à ceux des superficies adjacentes et, au besoin, déterminer les mesures correctives nécessaires. Lors de la rédaction de ce protocole, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) a été consulté et plusieurs recommandations de cette instance y ont été intégrées. Le protocole, tel que présenté à l'annexe 1, a été analysé et approuvé par le MAPAQ préalablement à son dépôt au MELCC. Certains éléments du protocole ont toutefois été modifiés ou clarifiés au début de la saison de terrain 2013, en collaboration avec le MAPAQ. Les documents décrivant les modifications proposées et les recommandations du MAPAQ sont présentés à l'annexe 3.

La méthodologie mise de l'avant comprend trois principaux éléments, soit :

- L'analyse visuelle des rendements (AVR);
- L'analyse quantitative des rendements (AQR);
- L'analyse des sols agricoles (ASA).

Les deux premières étapes (AVR et AQR) servent à comparer les rendements des superficies affectées avec ceux des superficies adjacentes. L'analyse des sols agricoles (ASA), quant à elle, est constituée d'un ensemble de méthodes de diagnostic pouvant être utilisées par l'agronome au besoin pour déterminer les causes d'une perte de rendement, établir un diagnostic détaillé ou élaborer des recommandations précises.

Les principales méthodes de diagnostic utilisées dans l'ASA sont le profil de sol et l'analyse physico-chimique des sols.

Selon le protocole modifié, pour la sixième année de suivi (2018), les analyses suivantes devaient être réalisées :

- Des AVR sur l'ensemble des superficies restaurées;
- Des ASA au besoin, lorsque les résultats des AVR ne permettent pas de poser un diagnostic suffisamment précis;
- Des AQR au besoin, lorsque les résultats d'une AVR indiquent une baisse de rendement qui n'aurait pas été observée lors des années précédentes.

L'application du protocole modifié a permis, au cours des six premières années de suivi, d'atteindre les objectifs suivants :

- Valider si les travaux de construction et de restauration ont été exécutés selon les règles de l'art;
- Évaluer globalement l'impact de la construction du parc sur les rendements des superficies restaurées;
- Déceler les problématiques pouvant avoir une incidence sur le rendement des cultures et pour lesquelles il est possible de formuler une recommandation agronomique;
- Corriger les problématiques observées de façon satisfaisante.

3. DESCRIPTION DU TERRITOIRE À L'ÉTUDE

3.1 DESCRIPTION DU MILIEU

Le parc éolien Montérégie a été implanté dans un secteur où l'agriculture domine largement le territoire. La richesse du sol, la topographie généralement plane du territoire et la clémence des conditions climatiques en font une région agricole de premier plan. Les territoires des MRC concernées font partie de la région du Québec où le nombre d'unités thermiques maïs (UTM) est le plus élevé, allant de 2 800 à 2 900 UTM. Les principales productions en termes de revenu agricole des MRC concernées sont la culture de légumes, les céréales et protéagineux, la production laitière, la production de volaille et d'œufs, ainsi que la production de cultures abritées. Comparativement à certains secteurs situés à proximité, la zone d'implantation du parc éolien présente peu de terre noire et, par le fait même, peu des cultures maraîchères qui y sont associées. Les sols rencontrés sur le terrain sont généralement de texture loam sablonneux à loam argileux. Le terrain y est essentiellement plat. Cependant, on y observe souvent de légers vallons à l'intérieur des champs.

Plus de 75 % de la zone d'implantation du parc éolien correspond à des sols de classe 2 selon l'Inventaire des terres du Canada. Il s'agit de sols présentant des limitations modérées qui réduisent la gamme des cultures possibles ou qui exigent l'application de mesures ordinaires de conservation. La culture dans les sols de classe 2 est plutôt facile et le rendement des cultures varie de moyennement élevé à élevé, et ce, pour une assez vaste gamme de cultures bien adaptées aux conditions climatiques de la région. Entre 80 % et 90 % des superficies cultivées de la région sont drainées souterrainement. On dénote également dans cette zone la présence de nombreux fossés agricoles, mais de peu d'avaloirs ou de rigoles d'interception.

Les infrastructures du parc éolien sont situées dans un secteur largement dominé par les grandes cultures. On y trouve néanmoins quelques cultures maraîchères en champs, principalement de la famille des crucifères (choux, brocolis, etc.), des cucurbitacées (courgettes, concombres, etc.) et des solanacées (tomates, poivrons et pommes de terre).

3.2 NATURE DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION ET DE REMISE EN ÉTAT RÉALISÉS

Plusieurs mesures ont été prises par KÉMONT afin de limiter l'impact de la construction du parc éolien sur les terres agricoles. Parmi ces mesures, mentionnons entre autres la limitation de la superficie permanente des éoliennes à 145 m², ce qui est bien en deçà des superficies habituellement utilisées dans la construction de parcs éoliens au Québec. Une autre mesure importante a consisté à mettre en place des chemins d'accès très étroits (5 à 6 m) en période de construction, évitant ainsi d'avoir à les rétrécir lors de la mise en exploitation du site. De tels chemins ne permettaient pas la circulation à double sens durant la construction, mais limitent énormément l'empiètement sur les terres agricoles et la compaction du sol. KÉMONT a également réduit l'empiètement sur les terres agricoles en évitant de construire systématiquement des fossés en marge des chemins d'accès. La compagnie a plutôt fait installer des ponceaux et des puits d'infiltration aux endroits nécessaires par un entrepreneur spécialisé en drainage afin d'améliorer l'égouttement de surface en bordure des chemins d'accès. Enfin, beaucoup de précautions ont été prises afin d'éviter la perte de sol arable ou son mélange avec le sol minéral durant la construction.

Au total, les superficies affectées par ce projet et faisant l'objet du suivi se chiffrent à environ 60,8 ha.

Il s'avère important, avant d'évaluer le rendement ou d'émettre un diagnostic et des recommandations, de connaître la nature des travaux qui ont été effectués. La présente section dresse un bref portrait des travaux de construction et de remise en état qui ont eu lieu depuis la construction du parc éolien Montérégie, et ce, pour chaque type d'infrastructure. La localisation des différentes infrastructures est présentée à la carte 1 de l'annexe 4.

3.2.1 CONSTRUCTION DES CHEMINS D'ACCÈS

Tel que mentionné précédemment, les chemins d'accès construits ou améliorés pour le parc éolien étaient très étroits et n'ont, de ce fait, pas nécessité de réduction lors de la mise en exploitation du parc. La principale perturbation en marge des chemins d'accès a été l'enfouissement du réseau collecteur à l'intérieur d'une tranchée d'environ 4 m de largeur, ainsi que l'utilisation d'une largeur additionnelle de 5 m pour entreposer temporairement le sol arable et le sol minéral. À la suite des travaux de construction, le sol minéral a été replacé dans la tranchée et le sol arable a été remis en place afin de permettre la remise en culture de ces superficies.

À certains endroits, des superficies additionnelles ont été utilisées de façon temporaire afin d'adoucir les courbures des chemins et de permettre le retournement des camions. On retrouve dans le parc environ 55 emplacements de ce type couvrant en moyenne une superficie d'environ 300 m² chacun. À la suite des travaux de construction, les matériaux constituant la chaussée du chemin ont été retirés et le sol arable a été remis en place afin de permettre la remise en culture de ces superficies.

3.2.2 CONSTRUCTION DES ÉOLIENNES

Une superficie d'environ 0,56 ha a été utilisée pour la construction de chaque éolienne du parc éolien Montérégie. Il s'agit des sites ayant subi le plus de perturbation durant la construction du parc. Le sol arable y a été retiré et a été entreposé séparément du sol minéral excavé. Une plateforme de grue couvrant une superficie d'environ 1 300 m² a été mise en place à l'intérieur de l'aire de travail. Afin de supporter le poids

de la grue et de limiter la compaction du sol, cette plateforme a été renforcée à l'aide d'un matelas de gravier et d'une géogrille.

À la suite de la construction du parc, les matériaux composant la plateforme de la grue ont été retirés du site, le sol minéral a été remis en place et l'ensemble de l'aire de travail a été restauré à l'exception d'une superficie d'environ 145 m², qui correspond au diamètre de la tour au niveau du sol, ainsi que la partie affleurante de la fondation et les infrastructures d'accès à l'éolienne (allées, portiques et escalier).

Lorsque nécessaire, KÉMONT a fait réparer les drains endommagés lors de la construction par un entrepreneur spécialisé en drainage. Certains ouvrages de drainage ont également été effectués par la suite, et ce, en réponse à des demandes des propriétaires ou à des recommandations de l'agronome responsable du suivi des sols agricoles.

3.2.3 CONSTRUCTION DU RÉSEAU COLLECTEUR

À quelques endroits dans le parc éolien, le réseau collecteur quitte la bordure des chemins pour passer au travers des champs. Dans ces situations, le réseau collecteur suit généralement un fossé agricole ou un bord de champ. Les travaux qui y ont été effectués sont sensiblement les mêmes que ceux pour les sites associés aux chemins d'accès.

3.2.4 TRAVAUX DE RESTAURATION DU SOL

Les travaux de restauration ont été pris en charge par KÉMONT sur l'ensemble des superficies affectées. Ces travaux comprennent le nettoyage du site, la remise en place du sol minéral et du sol arable ainsi que le régalinge de la surface. En prenant en charge ces étapes cruciales, KÉMONT visait à assurer l'homogénéité et la qualité de leur exécution de façon à éviter l'apparition de problématiques majeures telles que la compaction profonde du sol ou la perte de sol arable. Les sites ont été restaurés de façon à ce que les cultures puissent être semées le plus près possible des infrastructures (figures 1 et 2).

La grande majorité des superficies affectées a été restaurée à l'automne 2012, soit l'automne précédant la mise en service du parc. Cependant, la restauration des superficies associées à 12 éoliennes et à quelques segments de chemins d'accès n'a été complétée qu'au printemps 2013. Étant donné que ces travaux de restauration ont été réalisés après la période des semis, la plupart de ces superficies ont été remises en culture un an plus tard que les autres sites.



Figure 1. Soya semé à proximité du chemin au-dessus du réseau collecteur (8 juillet 2016)



Figure 2. Maïs semé à proximité d'une éolienne (7 juillet 2016)

3.2.5 TRAVAUX DE REMISE EN CULTURE

Les travaux de remise en culture ont été pris en charge par les producteurs, qui ont été indemnisés par KÉMONT pour effectuer les travaux nécessaires, tels que le nivellement du sol, le sous-solage, le chaulage, la fertilisation ou le semis.

4. CAMPAGNE DE TERRAIN DE 2018

4.1 SITES D'OBSERVATION

Afin de faciliter le suivi des surfaces visées, des sites d'observation ont été délimités de façon à être associés à une seule infrastructure, une seule parcelle et une seule culture. Au cours des premières saisons de suivi agricole, 158 sites d'observation ont été délimités et numérotés de façon systématique sur l'ensemble du parc éolien selon le système d'identification présenté en détail à l'annexe 5. La localisation de chaque site est présentée sur les cartes 2 à 7 de l'annexe 4.

Chaque site d'observation est constitué d'une superficie restaurée et d'une superficie adjacente qui sert de parcelle témoin lors de l'évaluation des rendements sur la superficie restaurée. Le tableau 1 présente le nombre de sites et leurs dimensions en fonction du type d'infrastructure qu'on y trouve. On y remarque que près de la moitié de ces sites sont situés en bordure des chemins d'accès, et que les plus grandes surfaces sont celles qui correspondent aux aires de montage des éoliennes (0,56 ha).

Tableau 1. Nombre de sites d'observation et dimensions par type d'infrastructure

Infrastructure	Nombre de sites	Dimensions de la superficie restaurée	Superficie totale affectée
Chemin d'accès	78	Une bande de 9 m en marge du chemin d'accès	21,6 ha
Éolienne	47	Un carré d'un maximum de 70 m x 80 m (0,56 ha)	24,6 ha
Réseau collecteur	33	Une bande de 9 m	14,6 ha
Total	158		60,8 ha

Quelques sites d'éoliennes sont situés à cheval entre deux lots différents ou deux cultures différentes. C'est ce qui explique qu'il y ait 47 sites d'éoliennes pour les 44 éoliennes en place. Les 47 sites ont fait l'objet d'une AVR. Cependant, le cas échéant, seul le site ayant la plus grande superficie a été retenu lors de la réalisation d'une AQR.

La distinction entre les sites en fonction du type d'infrastructure est importante, puisque les impacts potentiels sur les sols dépendent grandement de la nature des travaux qui y ont été effectués.

4.2 TYPES DE CULTURES

Le tableau 2 présente le nombre de sites d'observation par culture. Tout comme les années précédentes, plus de 75 % des sites étaient cultivés en maïs ou en soya.

Tableau 2. Nombre de sites d'observation par type de culture et d'infrastructure

Culture	Nombre de sites d'observation			Total
	Éolienne	Chemin d'accès	Réseau collecteur	
Soya	17	28	10	55
Maïs	20	33	14	67
Plante fourragère	5	7	1	13
Pomme de terre	1	1	1	3
Culture maraîchère	1	4	3	8
Petite céréale	3	4	1	8
Non disponible			4	4
Total	47	77	34	158

4.3 CONDITIONS CLIMATIQUES

La saison 2018 a été caractérisée par un printemps frais, un été sec et chaud et un automne humide. Les conditions du début du printemps ont retardé le début des semis, mais les conditions favorables qui ont suivi ont permis de réaliser les travaux d'ensemencement dans la période habituelle. Un manque de précipitations et un excès de chaleur ont par la suite affecté la plupart des régions du Québec jusqu'à la fin de l'été. Bien que les conditions pluvieuses du début de l'automne aient retardé les récoltes, les rendements obtenus pour le soya sont dans la normale ou légèrement supérieurs et les producteurs anticipent de bons rendements et une qualité dans la moyenne pour le maïs-grain (FADQ 2018).

Sur le parc éolien, la sécheresse a affecté les cultures au cours de l'été 2018, sans toutefois avoir un impact trop important sur le développement des plantes (figures 3 et 4).



Figure 3. Culture de maïs affectée par la sécheresse à l'éolienne 23 (16 juillet 2018)



Figure 4. Culture de soya affectée par la sécheresse à l'éolienne 22 (16 juillet 2018)

4.4 ANALYSES VISUELLES DES RENDEMENTS

Comme prévu au protocole de suivi des sols, chaque site d'observation a fait l'objet d'une AVR lors d'une visite du parc éolien qui a eu lieu du 15 au 17 juillet 2018. Au besoin et afin de compléter les observations, des analyses des sols agricoles (ASA) ont été effectuées en utilisant les méthodes appropriées, telles que celles présentées dans le livre « Les profils de sol agronomiques » publié par le CRAAQ (Weill, 2009). Les modèles de formulaires utilisés lors des relevés de terrain sont présentés à l'annexe 6 de ce document.

Avec le temps, en accumulant des informations sur les pratiques des producteurs et sur l'état du sol et des cultures, il devient de plus en plus aisé de distinguer les problématiques occasionnées par les pratiques des producteurs de celles associées à la construction ou à l'exploitation du parc éolien. Tout comme les années précédentes, aucun travail correctif n'a été recommandé lorsqu'une AVR permet de conclure qu'une problématique est clairement associée à des pratiques culturales ou à des actions posées par le producteur. C'est le cas notamment lorsque les travaux d'un agriculteur entraînent de la compaction sur l'ensemble d'une parcelle ou lorsqu'une partie de la superficie restaurée est utilisée comme aire de travail ou comme aire d'entreposage de matière résiduelle fertilisante (figure 5).

Les effets de bordure ont également été pris en compte lors de la réalisation des AVR. Tout comme les années précédentes, un effet de bordure a été considéré comme normal si la culture atteint sa pleine grandeur à moins de 3 m de distance du bord du chemin (figure 6). L'effet de bordure autour des éoliennes a tendance à être plus important et couvre généralement une pleine largeur de passage de machinerie agricole, soit par exemple 9 m pour un semoir de maïs à 12 rangs (figure 7).



Figure 5. Entreposage de biosolides municipaux à l'éolienne 18 (18 juillet 2018)



Figure 6. Effet de bordure léger en marge du chemin d'accès menant à l'éolienne 7 (17 juillet 2018)



Figure 7. Culture de maïs dans l'aire de contournement de l'éolienne 8 (17 juillet 2018)

4.5 ANALYSES QUANTITATIVES DES RENDEMENTS

Les résultats des AQR réalisés en 2017 ont démontré que les problématiques observées au cours des années précédentes avaient été corrigées de façon satisfaisante et que les rendements y sont maintenant comparables à ceux des superficies adjacentes. Dans ce contexte, le protocole ne prévoyait pas la réalisation d'AQR additionnelle pour la saison 2018 et aucune nouvelle AQR n'a été donc réalisée.

5. RÉSULTATS

Selon notre expérience, les impacts de la construction d'un parc éolien sur les sols agricoles peuvent prendre les formes suivantes :

- Compaction du sol;
- Problème d'égouttement de surface;
- Bris de drain souterrain;
- Mélange du sol arable et du sol minéral;
- Apport de mauvaises herbes;
- Apport de gravier et de roches dans le profil de sol.

De façon globale, l'état des cultures sur le parc éolien Montérégie était très similaire à ce qui a été observé en 2017. Les cultures se développaient généralement bien sur les superficies restaurées et étaient comparables aux cultures que l'on retrouvait sur les superficies adjacentes. Les AVR réalisées en 2018 n'ont révélé aucune problématique nouvelle.

Les résultats des années précédentes ont démontré que les baisses de rendements observées sur le terrain étaient généralement occasionnées soit par de la compaction, soit par des problèmes ponctuels d'égouttement de surface. Les travaux réalisés en 2013 et 2014 ont permis de corriger la majeure partie des problématiques observées. En 2015, 14 recommandations de travaux correctifs ont été formulées afin de corriger les problématiques toujours présentes. Ces recommandations touchaient environ 10 % des sites faisant l'objet d'un suivi. Des travaux ont été réalisés sur la plupart de ces sites en 2016 et la campagne de suivi des sols 2017 a permis de s'assurer de l'efficacité des travaux réalisés. Les AVR de 2017 ont toutefois mis en lumière certaines problématiques résiduelles dont les impacts sur les rendements ne sont pas assez importants pour être détectés à l'aide des AQR. Dans le rapport de suivi des sols agricoles 2017, nous proposons certains travaux complémentaires dans le but de corriger ces problématiques mineures. En effet, même si leur impact sur les rendements est peu significatif, sans interventions, ces problématiques sont susceptibles de perdurer dans le temps. Le suivi de ces recommandations est présenté à la section 6 du présent document.

6. TRAVAUX COMPLÉMENTAIRES RECOMMANDÉS

Un total de quatre recommandations ont été formulées concernant des problématiques mineures observées durant la campagne sur le terrain de 2017. Ces recommandations ont été transmises par KÉMONT aux propriétaires concernés afin qu'ils puissent planifier les travaux au cours de la saison 2018. Malgré les suivis réalisés par KÉMONT au cours de l'année, la plupart de ces travaux n'ont pas encore été réalisés par les propriétaires. Il s'agit de travaux mineurs qui ne sont pas nécessairement prioritaires pour les entreprises concernées. Le suivi des sols agricoles de 2018 a permis de faire le point sur l'état de ces parcelles.

6.1 SITE E03

Depuis 2013, une cuvette de dimensions restreintes est présente derrière l'éolienne 3. Les rendements sur le reste de la superficie restaurée ont été mesurés lors des AQR de 2014 et 2015, et ne présentaient pas d'écart significatif par rapport aux superficies adjacentes. Nous jugions toutefois qu'un sous-solage et un nivellement étaient toujours nécessaires dans une zone d'environ 30 m sur 30 m derrière l'éolienne (recommandation 15-01). En 2017, cette cuvette, bien que toujours visible, a eu peu de conséquences sur le développement de la culture (figure 8), et ce, malgré les conditions froides et pluvieuses du printemps et de l'été 2017. Même si l'impact sur les rendements était très limité, nous avons recommandé le remplissage de cette cuvette avec du sol arable afin de corriger la dépression et assurer un bon égouttement dans ce secteur (recommandation 17-01). Le propriétaire de la parcelle n'a toutefois pas donné suite à la recommandation et les travaux recommandés n'ont pas été réalisés. En 2018, la baissière était toujours visible et son impact sur les rendements était toujours très limité (figure 9). En dehors de ce secteur, les cultures étaient similaires aux superficies adjacentes et nous pouvons considérer que la restauration de la parcelle y a été complétée de façon satisfaisante. Nous considérons tout de même que les travaux recommandés en 2017 sont toujours indiqués afin d'éliminer la cuvette située derrière l'éolienne 3. Toutefois, il importe d'obtenir la collaboration du propriétaire de la parcelle pour effectuer ces travaux, ce qui ne semble pas avoir été le cas malgré les multiples communications entre KÉMONT et le propriétaire. Le cas échéant, les travaux réalisés seront présentés au rapport de suivi des sols agricoles final qui sera réalisé à la fin de la saison 2019.

Le tableau 3 présente le résumé du diagnostic, des travaux recommandés et des suivis prévus pour ce site.

Tableau 3. Recommandation 18-01

Superficie concernée :		
Une cuvette d'environ 900 m ² située derrière l'éolienne 3.		
Diagnostic	Recommandation	Suivi prévu en 2019
La cuvette derrière l'éolienne est toujours présente, mais a un impact limité sur la culture.	Remplir la cuvette située derrière l'éolienne avec du sol arable importé afin de corriger la dépression et assurer un bon nivellement et un bon égouttement dans ce secteur.	Assurer un suivi avec le propriétaire. Évaluer l'efficacité des travaux réalisés (le cas échéant).



Figure 8. Cuvette derrière l'éolienne 3 (4 octobre 2017)



Figure 9. Cuvette derrière l'éolienne 3 (17 juillet 2018)

6.2 SITES E16, E17 ET E18

Les sites E16, E17 et E18 font partie d'un secteur sur lequel des travaux d'excavation ont dû être réalisés au printemps 2013. Le sol y a donc été remanié deux fois plutôt qu'une. Il s'agit également d'un secteur présentant des sols particulièrement sensibles à la compaction (loam sableux argileux) qui sont cultivés de façon très intensive par les propriétaires. Les producteurs réussissent à contrôler la compaction sur la majeure partie de leurs parcelles en effectuant des sous-solages fréquents, soit environ aux deux ans. Il importe également de mentionner que le terrain derrière ces éoliennes est utilisé par les propriétaires pour entreposer des biosolides municipaux. En effet, chaque année, des biosolides sont entreposés sur ces sites, en rotation d'une année à l'autre, sur une superficie touchant jusqu'à 20 % de la superficie restaurée. Les biosolides sont toujours entreposés derrière les éoliennes afin de profiter de la présence des chemins d'accès aux éoliennes et de respecter la distance séparatrice de 100 m qui doit être maintenue avec les cours d'eau. Puisque cette activité génère beaucoup de compaction à cause de la circulation des camions, les superficies utilisées à cette fin en 2018 ou au cours des années antérieures n'ont pas été prises en compte lors des AVR.

En 2017, aucune différence de rendement significative n'a été mesurée sur ces parcelles et la compaction était observée principalement en surface, dans la couche du travail de sol primaire. Le sol des superficies restaurées demeurerait toutefois plus sensible à la compaction en raison d'une moins bonne structure de sol associée à une diminution du pourcentage de matière organique du sol. Afin de corriger cette situation, nous avons fait des recommandations visant à augmenter le niveau de matière organique du sol de façon à améliorer sa structure (recommandation 17-02). Le propriétaire de la parcelle n'a toutefois pas donné suite à la recommandation et les travaux recommandés n'ont pas encore été réalisés.

6.2.1 ÉTAT DES CULTURES EN 2018

Les observations effectuées en 2018 confirment le diagnostic posé en 2017 sur ces parcelles. Les cultures se portaient bien, y compris dans les secteurs plus touchés par les travaux de construction tels que les superficies immédiatement à droite de ces éoliennes (figures 10, 11 et 12). De la compaction était toujours visible en surface, tant dans les secteurs restaurés que sur les superficies adjacentes. Bien que les cultures étaient parfois un peu moins homogènes que dans le reste des parcelles, elles demeuraient comparables à d'autres secteurs situés à proximité (figure 13).



Figure 10. Culture de soya à droite de l'éolienne 16 (16 juillet 2018)



Figure 11. Culture de maïs à droite de l'éolienne 17 (18 juillet 2018)



Figure 12. Culture de soya à droite de l'éolienne 18 (18 juillet 2018)



Figure 13. État de la culture sur les superficies adjacentes à l'éolienne 18 (16 juillet 2018)

6.2.2 ÉTAT DES SOLS EN 2018

De nouveaux échantillons de sols ont été prélevés afin de mieux comprendre les variations des propriétés physico-chimiques des sols sur ces parcelles et de valider le diagnostic posé en 2017. Un total de huit échantillons composites ont été prélevés aux sites E16 et E18, soit deux dans les secteurs restaurés et deux dans les secteurs adjacents pour chaque éolienne. Ces échantillons s'ajoutent aux quatre échantillons prélevés en 2017 sur ces mêmes parcelles. On observe toujours de légères différences dans les propriétés des sols, notamment au niveau du pourcentage de matière organique et du pH, mais ces différences demeurent minimes.

Matière organique

Une baisse de la matière organique est inévitable lors de la manipulation d'un sol. En effet, en manipulant des sols, on y ajoute de l'oxygène, ce qui permet aux micro-organismes du sol de dégrader rapidement la matière organique qui s'y trouve. Les analyses effectuées montrent que les sols restaurés contiennent un niveau de matière organique de 3,3 % contre 4,2 % sur les superficies adjacentes. Il s'agit d'un niveau acceptable pour un sol minéral québécois qui est comparable au niveau de matière organique que l'on retrouve dans d'autres sols sur le parc éolien.

Potentiel hydrogène (pH)

Les analyses de sol montrent une augmentation moyenne de 1,65 unité de pH, ce qui porte le pH des superficies restaurées à 7,9 contre 6,7 pour les superficies adjacentes. On observe également une augmentation de la capacité d'échange ionique (CEC) et du calcium disponible, qui sont reliés à l'augmentation du pH. Ces changements sont liés à la manipulation des sols et résultent soit de la libération de cations tels que le calcium et le potassium, soit du mélange de l'horizon de surface avec un horizon calcaire sous-jacent.

Un pH de 7,9 peut occasionner des déficiences pour certains éléments tels que le cuivre, le manganèse, le zinc et le bore, mais ne constitue pas une situation exceptionnelle pour la région. En effet, les sols de ce secteur ont tendance à être près de la neutralité ou légèrement alcalins.

Phosphore

Au sujet de la fertilité des sols, on remarque une légère baisse du phosphore disponible de l'ordre d'environ 50 kg/ha. Cette diminution peut être liée à la perte de matière organique ou au mélange de l'horizon de surface avec l'horizon sous-jacent moins fertile. Le phosphore demeure toutefois à un niveau acceptable

dans les superficies restaurées. De plus, l'écart au niveau du phosphore disponible n'est pas suffisant pour se traduire par un plus grand besoin en fertilisant. En effet, selon les résultats d'analyses, les besoins en phosphore sont les mêmes pour les superficies restaurées que pour les superficies adjacentes, tant pour une culture de soya que pour du maïs-grain (CRAAQ 2010).

Texture du sol

On n'observe aucun changement important de la texture des sols au niveau de leur granulométrie. Il s'agit de sol de texture « Loam-sableux-argileux ». La présence importante de limon rend ces sols plus sensibles à la battance, surtout dans le contexte où ils présentent une structure déficiente.

6.2.3 RECOMMANDATIONS ET SUIVIS POUR 2019

Il nous apparaît que les sols des superficies restaurées, même si leurs caractéristiques actuelles diffèrent quelque peu de leurs caractéristiques originales, ne présentent pas de contraintes significatives pour l'agriculture et qu'ils sont en mesure d'offrir des rendements comparables à ce que l'on retrouve sur les superficies adjacentes. Nos observations nous indiquent que la difficulté pour ces sols à se replacer pleinement résulte de la combinaison de nombreux facteurs, dont plusieurs dépendent directement des pratiques agricoles intensives des propriétaires. En effet, les pratiques des agriculteurs, si elles sont adéquates à l'échelle des parcelles, ne sont pas nécessairement réalisées dans des conditions optimales pour les superficies restaurées.

À long terme, les propriétaires de ces parcelles pourraient trouver un bénéfice à modifier leurs pratiques agricoles, par exemple en intégrant une petite céréale dans leur rotation ou en semant une culture de trèfle intercalaire. Cependant, à court terme, les travaux recommandés en 2017 permettraient d'améliorer la texture du sol sur les superficies restaurées et de rendre les sols plus résistants à la compaction et à la battance. Toutefois, il importe d'obtenir la collaboration des propriétaires de la parcelle pour effectuer les travaux recommandés, ce qui ne semble pas avoir été le cas malgré les multiples communications de KÉMONT avec les propriétaires. Le cas échéant, les travaux réalisés seront présentés au rapport de suivi des sols agricoles de la dernière saison 2019.

Le tableau 4 présente le résumé du diagnostic, des travaux recommandés et des suivis prévus pour ces sites.

Tableau 4. Recommandation 18-02

Superficies concernées :		
Environ 2,15 ha, incluant la totalité des espaces de travail temporaires des éoliennes 16, 17 et 18 et une bande de 10 m en bordure du chemin d'accès entre les éoliennes 16 et 18, utilisés comme espace d'entreposage de matériaux durant la construction.		
Diagnostic	Recommandation	Suivis prévus en 2019
<ul style="list-style-type: none"> - Sols particulièrement sensibles à la compaction (loam sableux argileux). - Compaction du sol observée en surface seulement (20 cm de profondeur). - Texture de sol déficiente en surface. - Quantité de matière organique inférieure aux superficies adjacentes d'environ 15 %. - Les pratiques des agriculteurs sont bonnes, mais intensives. 	<p>Améliorer la structure du sol de façon à le rendre plus résilient et résistant à la compaction en effectuant l'une ou l'autre des actions suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Planter une culture qui permettra d'incorporer de la matière organique au sol, telle qu'une prairie ou un engrais vert. 2- Augmenter la quantité de matière organique du sol en l'amendant avec un compost mature à une dose d'au moins 45 m³/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> - Continuer de faire le suivi avec les propriétaires. - Évaluer l'efficacité des travaux réalisés (le cas échéant).

6.3 SITE C19A

Depuis 2013, plusieurs travaux ont été effectués dans le but d'améliorer le drainage et d'éliminer la compaction en bordure du chemin d'accès menant à l'éolienne 19. Quatre puits d'infiltration ont été installés en 2014 et le sol a été décompacté, comme suggéré dans la recommandation 15-08. Toutefois, en 2017, on observait toujours deux petites cuvettes aux angles du chemin d'accès où la culture était affectée par l'accumulation d'eau. Bien que l'impact sur les rendements était très limité, nous avons recommandé de remplir ces cuvettes avec du sol arable importé afin de corriger les dépressions et assurer un bon nivellement et un bon égouttement dans ce secteur (recommandation 17-03). Le propriétaire de la parcelle n'a toutefois pas donné suite à la recommandation et les travaux recommandés n'ont pas été réalisés. En 2018, les cuvettes étaient toujours visibles à proximité du chemin d'accès (figure 15). Leur effet était moins important qu'en 2017 et était comparable aux conditions observées en bordure des champs dans ce secteur. Cette problématique serait facilement corrigée en aménageant un fossé de drainage au bout du champ. Toutefois, la plupart des propriétaires ont préféré ne pas aménager de fossé en marge des chemins afin de maximiser les superficies en culture et de faciliter l'accès à leurs parcelles. À certains endroits, ce choix occasionne cependant des problèmes mineurs de drainage auxquels doivent faire face les propriétaires, notamment aux angles des chemins. Nous considérons donc qu'une intervention afin d'améliorer le drainage aux angles du chemin C19a est toujours indiquée, mais qu'elle relève essentiellement de la responsabilité du propriétaire. Le cas échéant, les travaux réalisés seront présentés au rapport de suivi des sols agricoles final qui sera préparé à la fin de la saison 2019.

Le tableau 5 présente le résumé du diagnostic, des travaux recommandés et des suivis prévus pour ce site.

Tableau 5. Recommandation 18-03

Superficies concernées :		
Environ 400 m ² à l'angle du chemin vers l'éolienne 19.		
Diagnostic	Recommandation	Suivis prévus en 2019
On retrouve toujours deux petites cuvettes de part et d'autre du chemin d'accès menant à l'éolienne 19 sur lesquelles la culture a de la difficulté à se développer en raison de l'accumulation récurrente d'eau.	Remplir les cuvettes avec du sol arable importé afin de corriger la dépression et assurer un bon nivellement et un bon égouttement dans ce secteur.	<ul style="list-style-type: none">- Assurer un suivi avec le propriétaire.- Évaluer l'efficacité des travaux réalisés (le cas échéant).



Figure 14. Cuvette à gauche du chemin d'accès (16 juillet 2018)

6.4 SITE E35

L'éolienne E35 est située dans un secteur où le drainage est particulièrement difficile. Il s'agit d'un site qui a été grandement amélioré par le propriétaire depuis la construction du parc éolien, comme le montrent les photographies aériennes disponibles sur Google Earth (figures 15 et 16). À chaque année depuis 2013, les cultures sur cette parcelle sont toujours particulièrement hétérogènes et l'on observe souvent des différences importantes d'un rang à l'autre et d'une section de champ à l'autre.

Le site étant cultivé en semi-direct, il a d'abord été recommandé d'y effectuer un travail de sol. Ces travaux, réalisés en 2015, n'ont pas permis d'éliminer la compaction sur l'ensemble de la parcelle. Un sous-solage a donc été recommandé (recommandation 15-11). L'état du sol et de la culture s'est grandement amélioré au cours des saisons 2016 et 2017, mais la culture demeurait affectée par la compaction à l'intérieur d'une cuvette d'une superficie d'environ 1 250 m² située derrière l'éolienne. Des travaux de décompaction ont donc été recommandés de nouveau en 2017, mais uniquement dans cette cuvette (recommandation 17-04).

À l'été 2018, la culture de soya était très homogène sur l'ensemble de la parcelle, à l'exception de la cuvette derrière l'éolienne, qui était toujours visible (figures 17 et 18).

À l'automne 2018, le propriétaire a entrepris des travaux de drainage souterrain et de nivellement qui modifieront considérablement les caractéristiques de cette parcelle. Ces travaux majeurs vont permettre, à court ou moyen terme, d'atteindre les objectifs de la recommandation 17-04 en améliorant le drainage et le nivellement du secteur visé. Les résultats de ces travaux seront présentés au rapport de suivi de la saison 2019.

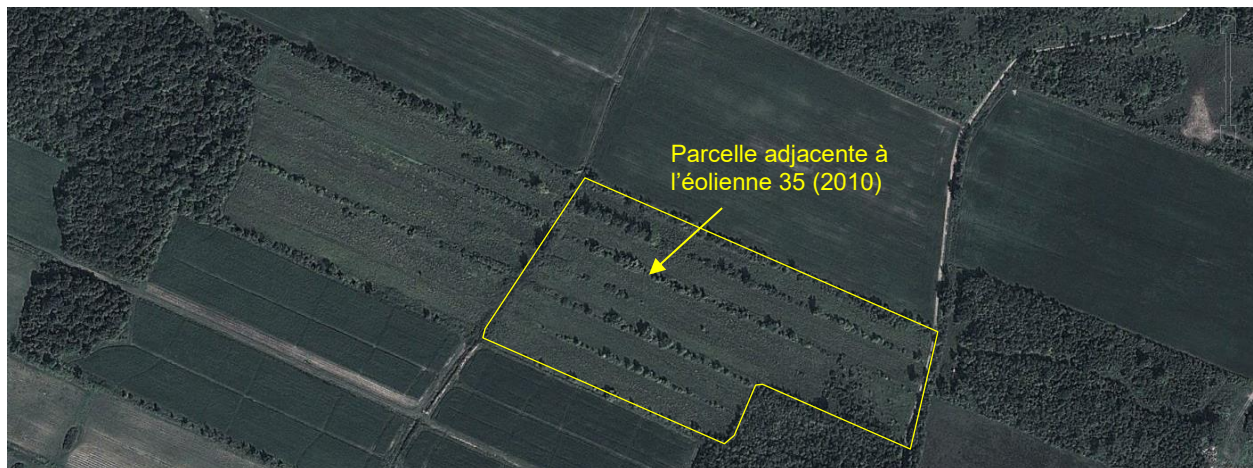


Figure 15. Photo aérienne de 2010 (Google Earth)

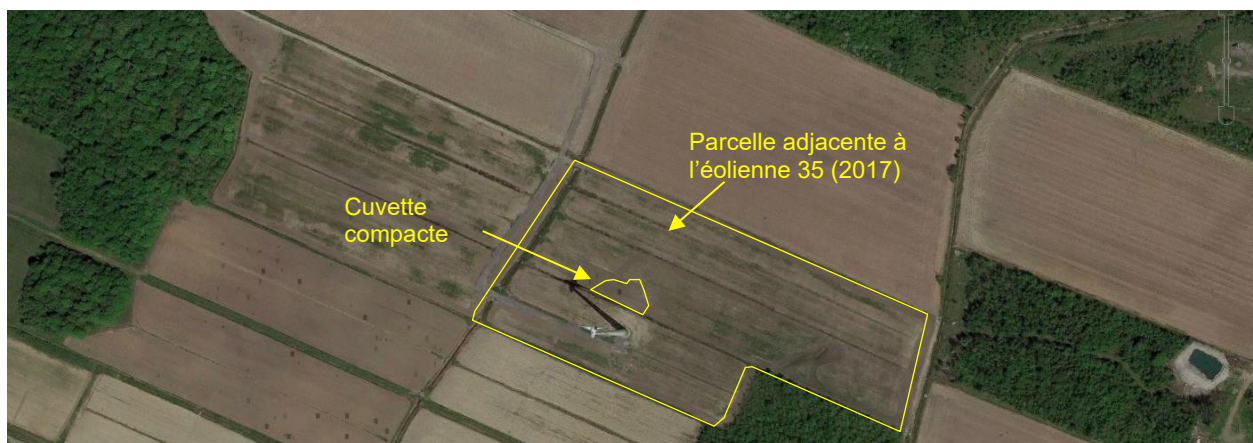


Figure 16. Photo aérienne de 2017 (Google Earth)



Figure 17. État général de la parcelle E35 (17 juillet 2018)



Figure 18. Cuvette compacte derrière l'éolienne 35 (17 juillet 2018)

7. CONCLUSION

Tout comme en 2017, nous constatons que les sols ont maintenant retrouvé des niveaux de rendement comparables aux superficies adjacentes sur l'ensemble du parc éolien, à l'aide des bonnes pratiques des agriculteurs et de la mise en œuvre de travaux correctifs appropriés. Il ne reste que quelques problématiques résiduelles mineures pour lesquelles des travaux ont été recommandés en 2017, et dont le suivi a été réalisé en 2018. Les recommandations ont été transmises par KÉMONT aux propriétaires concernés et un suivi régulier a été effectué au cours de la saison 2018. Malgré cela, plusieurs de ces travaux n'ont pas encore été réalisés par les propriétaires. La réalisation de ces travaux pourrait toutefois permettre de donner le coup de pouce nécessaire pour permettre aux sols de se replacer complètement et permettrait d'obtenir des gains de rendements additionnels sur les superficies visées. C'est pourquoi, dans certains cas, nous maintenons nos recommandations tout en étant conscients que leur réalisation nécessite la collaboration des propriétaires qui sont, ultimement, les seuls à pouvoir prendre les décisions concernant la gestion des parcelles concernées. Les résultats des actions entreprises par KÉMONT et par les producteurs concernés seront présentés dans le rapport de suivi des sols agricoles final qui sera préparé à la fin de la saison 2019.

8. RÉFÉRENCES

FADQ, 2018. *L'état des cultures au Québec*, [En ligne], [<http://www.fadq.qc.ca/salle-de-presse/bulletins-dinformation/etat-des-cultures/>], (consulté le 22 novembre 2018).

Weill, A., 2009. *Les profils de sol agronomiques*, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, 139 p.

CRAAQ, 2010. *Guide de référence en fertilisation*, 2^e édition, Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, 473 p.

ANNEXES

Annexe 1

Protocole de suivi des sols



PROTOCOLE DE SUIVI DES
SOLS AGRICOLES POUR LE
PROJET EOLIEN MONTEREGIE

NUMERO DE REFERENCE.: 10503





Actif au cœur du développement!

Protocole de suivi des sols agricoles
pour le projet éolien Montérégie

Numéro de référence 10503

PRÉPARÉ POUR
KRUGER ÉNERGIE MONTÉRÉGIE S.E.C.

27 Mars 2012

Équipe de réalisation

Activa Environnement inc.

Supervision et contrôle de la qualité
Jean-François Hudon | Ingénieur forestier
Directeur général

Chargée de projet
Lucie Beaulieu | Biologiste et agronome

Rédaction du rapport
Lucie Beaulieu | Biologiste et agronome
Nancie Bélanger | Agronome
Jean-François Hudon | Ingénieur forestier
Johanie Babin | Secrétaire administrative

Table des matières

1	INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE	1
2	DESCRIPTION DE LA MÉTHODOLOGIE	2
3	ANALYSE VISUELLE QUALITATIVE DU RENDEMENT (AVR)	5
3.1	Hauteur des plants	6
3.2	Densité des plants	6
3.3	Stade de développement	6
3.4	Quantité des grains et/ou des fruits et légumes.....	7
4	ANALYSE QUANTITATIVE DU RENDEMENT (AQR).....	7
5	ANALYSE DES SOLS AGRICOLES (ASA)	11
5.1	Profil du sol	12
5.1.1	<i>La couche de sol arable.....</i>	<i>12</i>
5.1.2	<i>La couleur du sol</i>	<i>12</i>
5.1.3	<i>La disposition du système racinaire</i>	<i>13</i>
5.1.4	<i>L'odeur du sol.....</i>	<i>13</i>
5.1.5	<i>La résistance à l'enfoncement</i>	<i>13</i>
5.1.6	<i>La structure du sol.....</i>	<i>13</i>
5.2	Résistance mécanique.....	13
5.3	Analyse de fertilité du sol.....	14
6	CONCLUSION	14
7	RÉFÉRENCES.....	15

Liste des tableaux

Tableau 3.1 Description des pourcentages pour les cultures fourragères	7
Tableau 3.2 Description des pourcentages pour les cultures en rangées ou annuelles (maraîcher, céréale, maïs et soya)	7
Tableau 5.1 Paramètres évalués lors de l'analyse de fertilité du sol (Méthode du CPVQ, 1989)	14

Liste des figures

Figure 2.1 Schéma des différentes étapes.....	3
Figure 2.2 Schéma des différentes étapes après que l'AQR ait démontré qu'il n'y a pas d'écart de rendement.....	4
Figure 3.1 Tracé proposé pour l'AVR – Sites des éoliennes.....	5
Figure 4.1 Détermination des parcelles pour les sites d'éoliennes	10
Figure 4.2 Détermination des parcelles pour les chemins d'accès	11

I INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE

Dans le cadre de l'implantation du projet éolien Montérégie sur le territoire des municipalités de Mercier, Saint-Rémi, Saint-Isidore, Saint-Michel et Saint-Constant par Kruger Énergie inc., Activa Environnement a été mandatée afin d'élaborer une méthode de suivi des sols agricoles remis en culture suite aux travaux de construction et de démantèlement du projet.

Cette méthode a été élaborée afin de répondre à la condition 9 du décret 689-2011 émis par le Gouvernement du Québec concernant la délivrance d'un certificat d'autorisation en faveur du projet éolien Montérégie. La condition 9 stipule que :

« Kruger Énergie Montérégie S.E.C. doit élaborer et appliquer un programme de suivi des sols agricoles pour les sept années suivant la mise en exploitation et suivant la phase de démantèlement, et ce, sur toutes les superficies affectées par le projet afin de s'assurer que les rendements des surfaces concernées ne soient pas inférieurs à ceux des surfaces adjacentes. Le cas échéant, l'initiateur de projet sera tenu d'apporter les correctifs nécessaires. Le programme de suivi des sols agricoles doit être déposé auprès du ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs au moment de la demande visant l'obtention du certificat d'autorisation prévu à l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement.

Un rapport annuel de suivi doit être déposé auprès du ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs dans un délai de trois mois suivant l'évaluation des rendements. »

Le projet éolien Montérégie comporte 44 éoliennes situées en terres agricoles dans cinq municipalités. Ce projet éolien est autorisé par des ententes légales, prévoyant, entre autres, la compensation versée aux propriétaires terriens qui est basée sur le Cadre de référence relatif à l'aménagement de parcs éoliens en milieux agricole et forestier, produit par le Groupe Affaires corporatives et secrétariat général d'Hydro-Québec (4 novembre 2005, révisé le 20 juillet 2007). Ces ententes comprennent aussi un montant alloué à la restauration du sol suite aux travaux effectués. La remise en état du sol est, au choix du propriétaire, sous sa responsabilité ou celle de Kruger.

De plus, tout au long de la durée de l'exploitation du parc, les propriétaires ont la possibilité de contacter un agent de liaison, permettant ainsi une communication rapide avec le promoteur pour toutes problématiques directes ou indirectes qu'ils auront constatées.

Le présent protocole répond à la condition neuf citée plus haut. Il n'est pas conçu de façon à quantifier les pertes de rendement afin de compenser financièrement les producteurs agricoles, mais pour s'assurer que les rendements des surfaces concernées ne soient pas inférieurs à ceux des surfaces adjacentes, en y apportant les correctifs nécessaires au besoin.

2 DESCRIPTION DE LA MÉTHODOLOGIE

Nous préconisons une méthode ayant comme premier objectif la comparaison des rendements entre les superficies affectées par les travaux et les superficies adjacentes n'ayant subi aucune perturbation durant les travaux de construction du projet. Si des différences de rendements sont constatées, le second objectif sera d'identifier les causes provoquant la différence de rendement. Pour ce faire, la méthode proposée se divise en trois étapes distinctes, soit :

- Analyse visuelle qualitative du rendement (AVR) ;
- Analyse quantitative du rendement (AQR) ;
- Analyse des sols agricoles (ASA).

Les deux premières étapes servent à comparer les rendements des superficies affectées par les travaux avec ceux des superficies non affectées, alors que la troisième étape sert à définir les causes de la différence de rendement qui aurait pu être constatée au cours de l'une des deux premières étapes.

L'analyse visuelle qualitative du rendement (AVR) est l'étape préliminaire au cours de laquelle l'agronome ou le technicien sous la supervision de l'agronome couvre une grande partie du territoire en marchant afin d'identifier rapidement et de façon qualitative la présence d'une problématique. Dans l'éventualité où l'agronome ou le technicien considère que l'AVR révèle un écart de rendement évident, et que la problématique en cause semble également être évidente, les correctifs seront apportés en fonction de cette dernière. Cependant, si l'origine de la problématique constatée lors de l'AVR n'est pas connue et doit être définie, l'agronome procèdera à une analyse des sols agricoles (ASA) afin de déterminer les correctifs appropriés.

L'analyse quantitative du rendement (AQR) survient dans les cas où l'AVR ne fournit pas d'indices clairs sur la présence d'une différence de rendement. Cette étape permet à l'agronome de comparer les rendements à l'aide de données précises prises sur des parcelles sélectionnées afin de déterminer s'il est nécessaire de poursuivre les investigations ou non. Les liens entre les trois étapes de la méthode proposée sont schématisés à la figure suivante.

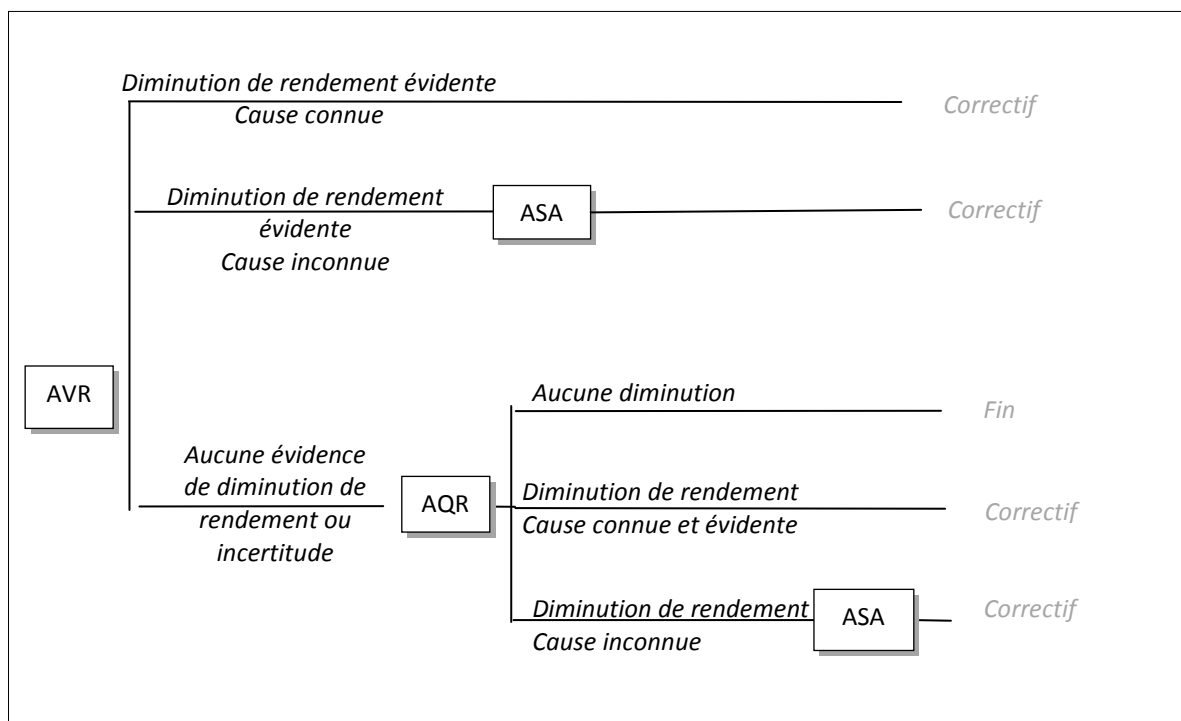


Figure 2.1 Schéma des différentes étapes (première année ou lorsqu'un site a fait l'objet de correctifs l'année antérieure).

Un suivi systématique et approfondi pour identifier les impacts potentiels, comprenant une analyse qualitative de rendement (AQR), pour tous les sites où il ne semble pas y avoir d'écart de rendement évident sera effectué durant la première année. Si le site présente un écart de rendement, il fera l'objet d'une analyse de sol (ASA) et/ou de correctifs et d'une nouvelle AQR l'année suivante pour s'assurer que les correctifs apportés ont bel et bien permis de corriger la situation.

Durant la deuxième année, une AQR sera effectuée systématiquement sur 20% des sites (éoliennes et chemins) ne démontrant pas de différence visuelle de rendement, en plus des cas nécessitant un suivi par une AQR suite aux mesures de correction appliquées l'année précédente. Si aucun ou très peu des 20% de sites échantillonnés par AQR lors de la 2e année de suivi présentent des écarts de rendements significatifs, il sera conclu que les 80% restants ne présentent pas d'écart de rendement significatif non plus. Toutefois, si une quantité significative de sites sur les 20% échantillonnés présentaient une baisse de rendement, alors Kruger procèdera à une 2e AQR sur les 80% restants pour valider chacun des sites.

Dans tous les cas, lorsque des écarts de rendement auront été détectés et que des correctifs auront été apportés, Kruger effectuera une autre AQR sur le site concerné

(éolienne ou chemin) l'année suivante afin de valider que les mesures de correction mises en place l'année précédente sont efficaces.

À l'inverse, lorsque qu'aucun écart de rendement n'est détecté par l'AQR sur un site donné après avoir appliqué le cheminement présenté précédemment, ce dernier fera l'objet d'AVR les années subséquentes pour valider qu'il n'y ait toujours pas d'écart de rendement perceptible (Figure 2.2). En tout temps, s'il y a un doute ou un écart de rendement observé à l'AVR lors des années subséquentes, une AQR devra être effectuée et des correctifs apportés au besoin.

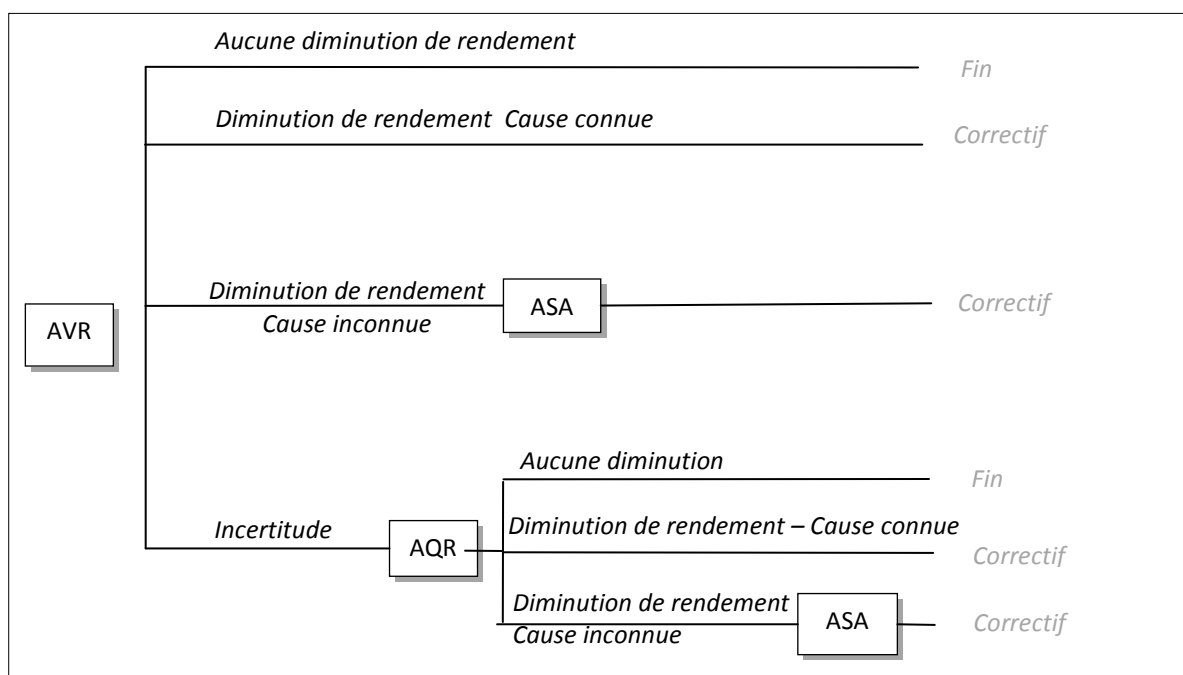


Figure 2.2 Schéma des différentes étapes après que l'AQR ait démontré qu'il n'y a pas d'écart de rendement

Dans tous les cas, les visites sur chaque site seront effectuées à l'automne avant la récolte.

Le protocole doit être appliqué sous la supervision d'un agronome membre en règle de l'Ordre des agronomes du Québec. Avant que les travaux de suivi ne soient entrepris, l'emplacement des superficies qui ont été remises en cultures doit être connu et identifiable sur le terrain.

3 ANALYSE VISUELLE QUALITATIVE DU RENDEMENT (AVR)

L'analyse visuelle qualitative du rendement (AVR) permet de poser un diagnostic rapide au champ et consiste à vérifier l'état des cultures de façon comparative en se basant sur cinq critères de rendement. Cette étape peut mener aux conclusions suivantes :

- Aucune perte de rendement n'est constatée ;
- Une perte de rendement est constatée dont la cause est connue ;
- Une perte de rendement est constatée sans que la cause ne soit connue ;
- L'incertitude quant à la présence d'une perte de rendement.

En tout temps, l'évaluation des cultures doit être faite par comparaison entre les superficies ayant été affectées par les travaux et les superficies adjacentes non affectées. Afin de compléter l'AVR, l'agronome doit couvrir la majorité du territoire. Il sera ainsi en mesure, en plus de vérifier les différences de rendement, d'identifier si des endroits précis présentent des problématiques particulières.

Pour les sites d'implantation d'éoliennes, un tracé en diagonale sera marché par l'agronome. Le tracé proposé (figure 3.1) permet de vérifier en plusieurs points la transition entre les superficies affectées et celles non affectées, tout en vérifiant l'état des cultures près de l'éolienne. La figure 3.1 schématise la configuration de la superficie remise en culture, cette dernière peut légèrement différer de la réalité autant par sa forme que par sa superficie.

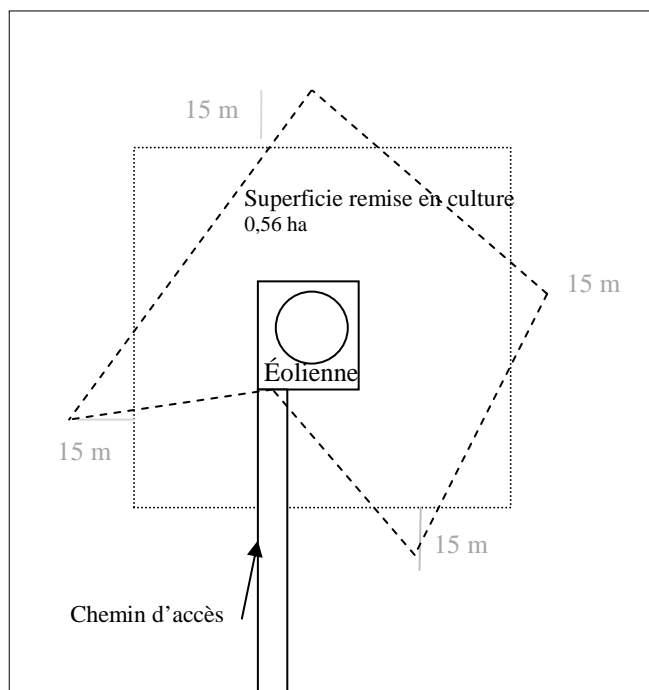


Figure 3.1 Tracé proposé pour l'AVR - Sites des éoliennes -

Dans le cas des chemins d'accès, une circulation en véhicule permettra la réalisation de l'AVR pour les superficies bordant tous les chemins d'accès. Si nécessaire (en cas de suspicion d'une différence visuelle), les zones de transition entre les superficies affectées et celles non affectées seront marchées. De plus, afin d'obtenir une vue d'ensemble, il sera en tout temps possible d'arrêter le véhicule et de s'en servir comme plateforme d'observation afin d'avoir une vue en hauteur de la zone de transition. Des photos pourront accompagner les résultats des analyses qualitative et quantitative. Advenant la prise de photo, l'emplacement de ces dernières devra être géoréférencé.

L'analyse visuelle qualitative du rendement se base sur les cinq critères suivants. En tout temps, et en cas d'incertitude, les données pour chacun des critères peuvent être quantifiées (voir section quatre).

3.1 Hauteur des plants

La hauteur des plants est vérifiée de façon visuelle à la zone de transition entre les superficies affectées et les superficies non affectées par les travaux. En cas d'incertitude quant à la présence ou l'absence d'une différence de la hauteur des plans, la méthode quantitative sera utilisée (section 4.1). La hauteur des plants est une mesure souvent effectuée lors d'essais au champ. (Claude et Giroux, 2006; Martel et Perron, 2008; CÉROM, 2011) et consiste simplement à mesurer la hauteur du plan avec un ruban gradué.

3.2 Densité des plants

La densité des plants est estimée de façon visuelle selon la culture pratiquée, plus particulièrement pour les cultures pérennes. En ce qui concerne les cultures annuelles, le stade de développement devra être préconisé. Par exemple, pour les plantes fourragères, la grille d'évaluation pour l'amélioration et le renouvellement des prairies québécoises sera utilisée en se basant sur la représentation des densités selon les photos présentées à l'annexe 1.

3.3 Stade de développement

L'agronome évalue l'atteinte d'un stade de développement selon le pourcentage des plants chez lesquels les caractéristiques déterminantes du stade sont visibles. Le pourcentage indiquant l'atteinte d'un stade diffère selon le type de culture pratiqué (tableaux 3.1 et 3.2). Quelques exemples de culture pour les légumineuses, les graminées et les céréales sont présentés en annexe 2 (Guide de champ sur les tables de croissance des céréales et Grille d'évaluation pour l'amélioration et le renouvellement des prairies québécoises).

Tableau 3.1 Description des pourcentages pour les cultures fourragères.

<i>Description</i>	<i>Pourcentage</i>
Début du stade de développement	25 % de la couverture
Stade de développement atteint	50 % de la couverture
Fin du stade de développement	75 % de la couverture

Tableau 3.2. Description des pourcentages pour les cultures en rangées ou annuelles (maraîcher, céréale, maïs et soya)

<i>Description</i>	<i>Pourcentage</i>
Début du stade de développement	10 % des plants visibles
Stade de développement atteint	50 % des plants visibles
Fin du stade de développement	90 % des plants visibles

3.4 Quantité des grains et/ou des fruits et légumes

Les rendements sont évalués visuellement par comparaison entre les superficies affectées par les travaux et celles n'ayant subi aucune perturbation. L'évaluation se base sur le jugement de l'agronome. Si un doute persiste, ou lorsque les rendements sont difficilement comparables de façon visuelle, tel que pour la culture du maïs, la méthode quantitative est privilégiée (section 4).

4 ANALYSE QUANTITATIVE DU RENDEMENT (AQR)

L'analyse quantitative du rendement (AQR) permet de confirmer précisément si le rendement est équivalent dans les superficies perturbées comparativement aux superficies adjacentes. Pour ce faire, des mesures précises et quantitatives seront prises au champ. L'AQR peut mener aux conclusions suivantes :

- Aucune perte de rendement n'est constatée ;
- Une perte de rendement est constatée dont la cause est connue ;
- Une perte de rendement est constatée dont la cause est inconnue.

Tout comme dans le cas de l'AVR, l'évaluation des cultures doit se faire en tout temps par comparaison entre les superficies ayant été affectées par les travaux et celles adjacentes non affectées.

En fonction de la faisabilité technique et de la disponibilité du matériel, une des trois méthodes suivantes pourrait être sélectionnée par l'agronome :

1- Mesure des rendements lors du battage avec un capteur de rendement préalablement calibré. Un échantillon de grain dans la zone non perturbée et un autre dans la zone perturbée devra être prélevé afin de déterminer le taux d'humidité du grain et le poids à l'hectolitre ;

2- Mesure des rendements avec une balance commerciale (de type voiture à grains) calibrée. Une superficie d'au moins 2000 m² par zone devra être récoltée. Un échantillon de grain dans la zone non perturbée et un autre dans la zone perturbée devront être prélevés afin de déterminer le taux d'humidité du grain et le poids à l'hectolitre ;

3- Mesure des rendements basée sur la méthode de la Financière agricole du Québec en fonction de la culture concernée (Annexe 21-XXI-Cultures maraîchères-Méthodes d'échantillonnage, Expertise-Échantillonnage céréales et protéagineuses, Expertise-Échantillonnage maïs-grain (2011)). La méthodologie pourra être ajustée au besoin par l'agronome afin d'être simple et efficace, bien adaptée au contexte du protocole, et de manière à atteindre les objectifs visés qui sont de constater ou non un écart de rendement. Voici néanmoins l'application prévue dans un premier temps de ces protocoles :

La méthode appliquée sur le terrain pour le calcul du rendement maraîcher (exemple du brocoli qui sera adapté pour les autres cultures maraîchères) :

- Prendre les données sur dix mètres de long ;
- Dénombrer le nombre de brocolis ayant été récolté ;
- Dénombrer le nombre de brocolis non commercialisable ;
- Vérifier les brocolis ayant été laissés au champ (rejets) ;
- Prendre le poids de cinq à six brocolis dans le caisson de récolte si c'est la même variété et le même champ.

La méthode appliquée sur le terrain pour le calcul du rendement du maïs-grain ;

- Prendre les données sur trois mètres de long (lorsque l'espacement entre les rangs est de 76 cm) ;
- Casser tous les épis sur le trois mètres ;
- Éplucher les épis ;
- Compter le nombre de tiges et le nombre d'épis et vérifier le nombre de plants en verse (ne pas peser l'épi si la tige est cassée au-dessous) ;
- Ramener les épis épluchés et les peser au champ (balance à ressort avec chaudière) ;

- Prendre au moins cinq épis (un minimum de 250 g au total) et les acheminer au laboratoire, dans un sac hermétique ;
- Dans le cas où seulement une partie des épis est envoyée au laboratoire, il faut enlever la perte de la « rafle » pour calculer le rendement. Le laboratoire fournira le taux d'humidité, l'égrenage, le battage et la pesée ;
- Dans le cas où tous les épis sont envoyés au laboratoire, ce dernier fournira le taux d'humidité et le poids (égrenage, battage, pesée). Il ne sera donc pas nécessaire d'enlever la « rafle » (17%) pour l'estimation du rendement.

La méthode appliquée sur le terrain pour le calcul du rendement du maïs d'ensilage :

- Prendre les données sur trois mètres de long (lorsque l'espacement entre les rangs est de 76 cm) ;
- Récolter trois plants entiers pris au hasard (le premier, celui du centre et le dernier). Couper à quatre pouces du sol ;
- Peser les trois plants au champ (balance avec crochet) ;
- Conserver un ou deux plants et l'acheminer au laboratoire. Envoyer les échantillons dans un sac hermétique. Le laboratoire fournira le poids humide et le poids sec. En ayant le poids sec et humide pour les trois plants, il n'est pas nécessaire d'effectuer la pesée au champ puisque le poids sera fourni par le laboratoire.

La méthode appliquée sur le terrain pour le calcul du rendement du soya :

- Prendre toute la récolte pour un mètre carré. Le mètre carré est calculé en fonction de l'espacement entre les rangs. Par exemple, pour des rangs de 76 cm d'espacement, les plants seront récoltés sur une longueur de 1,32 m d'un seul et même rang ($0.76 \text{ m} \times 1.32 \text{ m} = 1 \text{ m}^2$) ;
- Acheminer le tout au laboratoire ;
- Le laboratoire fournira l'égrenage, le battage, le criblage et la pesée.

Pour les éoliennes, dix parcelles seront évaluées, soit cinq (5) parcelles situées à l'intérieur des superficies affectées et cinq (5) parcelles témoins situées à 15 mètres de distance à partir du bord des superficies affectées (figure 4.1).

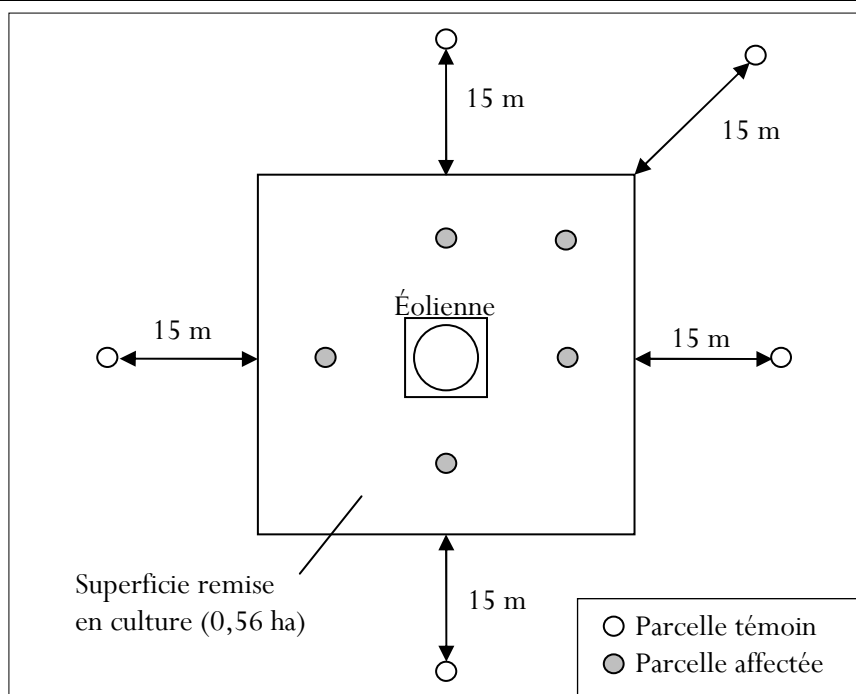


Figure 4.1 Détermination des parcelles pour les sites d'éoliennes

Dans le cas d'un chemin d'accès deux parcelles d'un mètre carré chacune seront évaluées à tous les 300 m linéaires de chemin (figure 4.2). La première parcelle est établie à l'intérieur de la superficie affectée par les travaux, et la seconde parcelle (témoin) est établie à 15 mètres à l'extérieur de la bordure de la superficie affectée. Les premières et dernières parcelles devront se situer à au moins 15 m du début et de la fin du chemin d'accès afin d'éliminer l'effet de bordure. Pour les chemins d'accès d'une longueur comprise entre 300 m et 900 m, un minimum de six parcelles situées à équidistance (trois parcelles affectées et trois parcelles témoins) seront évaluées. Pour les chemins d'accès d'une longueur de moins de 300 m, il est conseillé d'ajouter deux parcelles dans la prise d'échantillonnage de l'éolienne, soit une parcelle affectée par les travaux du chemin d'accès et une parcelle témoin. En tout temps, l'agronome pourra définir le nombre de parcelles qu'il juge approprié tout en justifiant sa décision en fonction des problématiques rencontrées sur le terrain.

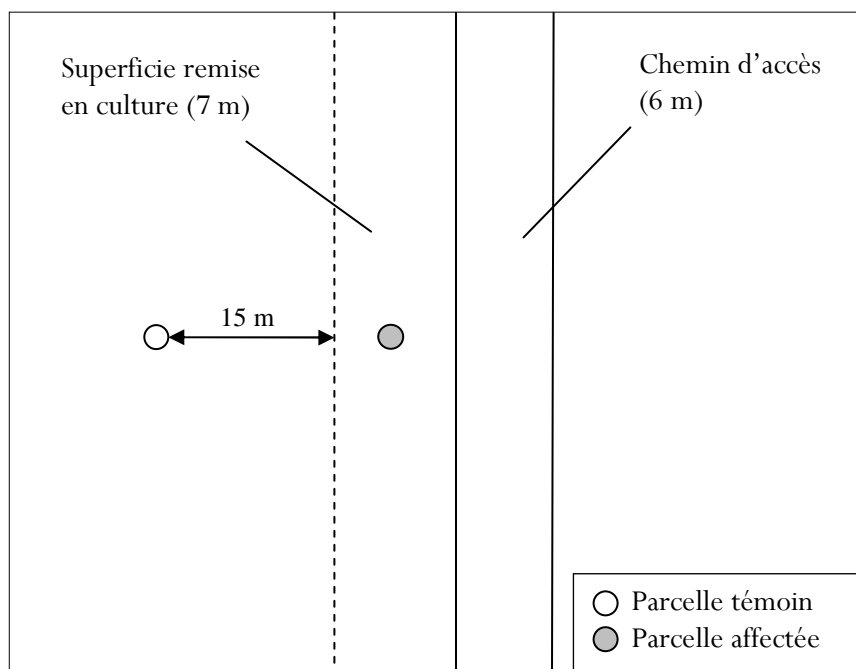


Figure 4.2 Détermination des parcelles pour les chemins d'accès

5 ANALYSE DES SOLS AGRICOLES (ASA)

L'analyse des sols agricoles (ASA) décrite ci-après permet de déterminer les causes de la perte de rendement constatée sur la base des critères établis précédemment. Cette étape n'est effectuée que lorsqu'une diminution du rendement est constatée lors de l'AVR ou de l'AQR, et que les causes de cette perte sont inconnues. La conclusion résultant de l'ASA est la suivante :

- Détermination des causes de la perte de rendement.

Tel que pour les étapes précédentes, l'évaluation effectuée au cours de l'ASA doit se faire en tout temps par comparaison entre les superficies ayant été affectées par les travaux et les superficies adjacentes non affectées. L'échantillon de la superficie non affectée doit être prélevé à un minimum de 15 m des superficies affectées afin de pallier aux effets de bordure.

Les emplacements choisis pour les prélèvements seront en relation directe avec les problématiques trouvées sur le terrain, et ce, en fonction du jugement de l'agronome responsable et basé sur les règles de l'art.

L'ASA comporte trois différents tests décrits ci-après. Il n'est pas nécessaire d'effectuer tous les tests pour une même situation ; le choix des tests à effectuer étant en relation avec les problématiques trouvées sur le terrain.

5.1 Profil du sol

L'analyse du profil du sol consiste à creuser des trous dans le sol à une profondeur de 60 à 90 cm aux endroits stratégiques. Le profil du sol permet de vérifier l'état des divers horizons du sol.

L'horizon A est la couche de sol arable qui comprend la couche originale de matière organique que le labour a contribué à mélanger avec les couches immédiatement dessous pour former un tout relativement homogène. Cette couche correspond à la couche de sol mise de côté et replacée à la surface lors de l'exécution des travaux. L'horizon B est habituellement enrichi de différentes façons par l'apport de l'horizon A situé juste au-dessus. À défaut d'enrichissement, l'horizon B se distingue de l'horizon C par un développement de structure et un changement de couleur. Finalement, l'horizon C s'avère peu affecté par les processus de formation de sol.

Le profil du sol permet de définir les points suivants :

5.1.1 La couche de sol arable

La profondeur et la qualité de l'horizon A (couche de sol arable) pourront être caractérisées par l'examen visuel du profil du sol. Effectivement, les profils comparatifs permettront de vérifier le niveau de conservation du sol arable pour les superficies ayant été affectées par les travaux comparativement aux superficies non affectées. La conservation s'évalue par la présence ou non du sol arable, son épaisseur et son niveau de mélange avec les autres horizons.

5.1.2 La couleur du sol

La couleur sera évaluée d'après le Code de couleurs Munsell selon les principes mentionnés dans le Guide des pratiques de conservation en grandes cultures.

La couleur reflète habituellement le degré d'aération du sol, proportionnel à la rapidité avec laquelle l'eau peut être évacuée du profil. Les teintes brunes et rougeâtres expriment une bonne aération du sol ainsi qu'un bon drainage. Les teintes grisâtres ou bleuâtres, quant à elles, décrivent un sol dont l'aération est déficiente, et donc un drainage qui est déficient. Toutefois, certains sols sableux podzoliques peuvent avoir des teintes brunes et rougeâtres malgré un mauvais drainage.

Une attention particulière sera portée à la présence de marbrures dans le profil du sol, soit des taches ferrugineuses de couleur rouille. Ces marbrures indiquent une ou des

zones qui sont alternativement saturées d'eau et sèches au cours de l'année et correspondent à l'emplacement des fluctuations de la nappe phréatique ou de nappes perchées résultant habituellement de compaction du sol. Ces marbrures peuvent aussi être le résultat de phénomènes depuis longtemps terminés (correction du niveau de la nappe d'eau par le drainage souterrain).

5.1.3 La disposition du système racinaire

La disposition du système racinaire peut refléter la présence de compaction. Effectivement, des racines déformées ou restreintes et concentrées près de la surface du sol indiquent un sol compact.

5.1.4 L'odeur du sol

Le sol ayant une odeur de gaz sulfureux (œufs pourris) est caractérisé par la décomposition de la matière organique fraîche dans un milieu pauvre en oxygène. La cause est souvent la présence d'une nappe perchée.

5.1.5 La résistance à l'enfoncement

L'enfoncement d'une lame de couteau permet de vérifier la compaction du sol par la force de résistance à l'enfoncement. La lame doit être enfoncée avec un angle d'environ 30° par rapport à la verticale. La couche dense est détectée selon le niveau de difficulté à insérer la pointe du couteau.

5.1.6 La structure du sol

L'évaluation de la structure du sol sur l'ensemble du profil sera effectuée selon la procédure proposée par Anne Weill, 2009 qui consiste à l'observation de l'aération, de l'activité biologique, du développement des racines et de la structure du sol. Ce guide complète le guide des pratiques de conservation en grandes cultures (CRAAQ, 2000), afin d'effectuer un profil de sol complet.

5.2 **Résistance mécanique**

Le test de la résistance mécanique consiste à enfoncer une sonde ou un pénétromètre sur environ 60 cm, et ce de façon constante et lente. Cette technique permet d'établir la présence d'une compaction au sein des superficies affectées en comparaison avec les superficies non affectées par les travaux.

La présence de gravier et de pierres dans les sols pouvant biaiser les résultats, le test de la résistance mécanique doit donc être accompagné d'un profil de sol et doit être utilisé avec discernement selon la texture du sol.

5.3 Analyse de fertilité du sol

Le niveau de fertilité du sol influence directement le rendement des cultures. La superficie à couvrir par l'échantillon sera en fonction de la problématique rencontrée sur le terrain et l'évaluation devra se faire, comme pour toutes les analyses, en comparaison avec un échantillon témoin.

L'analyse de fertilité du sol se fait à l'aide d'un échantillon multiple composé de 10 à 15 prises de terre, selon le Guide de référence en fertilisation de 2010. Idéalement, la prise d'échantillon de sol devrait se faire à l'automne.

L'utilisation de sacs en papier brun comme contenant pour les échantillons de sol est déconseillée, car ils contiennent du bore pouvant fausser les résultats d'analyse. La liste des analyses effectuées sur les échantillons prélevés est présentée au tableau 5.1.

Tableau 5.1 Paramètres évalués lors de l'analyse de fertilité du sol (Méthode du CPVQ, 1989).

Paramètres recherchés	Méthode d'analyse
Acidité (pH)	À l'eau
Besoin en chaux	Tampon SMP à pH 7,5
Indice de disponibilité (P, Ca, K, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, B) et CEC	Melich-3
Matière organique	Walky-Black
Saturation en P (P/AL)	Melich-3

Divers autres outils ou méthodes peuvent être utilisés dans l'analyse du sol, comme par exemple l'infiltromètre à pression de Côté qui permet de mesurer l'infiltration de l'eau dans le sol. L'utilisation de toute autre méthode ou outil sera déterminée par l'agronome.

6 CONCLUSION

Les résultats obtenus suite à l'application du protocole permettront à l'agronome en charge d'effectuer un constat de la situation et, si nécessaire, de faire des recommandations agronomiques afin de corriger la situation ou de spécifier les mesures qui devront être prises impliquant d'autres professionnels, tel que le recours à un spécialiste pour la conception d'un plan de drainage. L'agronome sera aussi tenu de confirmer si des évaluations supplémentaires peuvent s'avérer nécessaire sur un site donné ou sur une portion du parc et de proposer les suivis supplémentaires nécessaires au besoin.

7 RÉFÉRENCES

- CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC. *Guide de référence en fertilisation*, 2e édition, 2010, 473 p.
- CONSEIL DES PRODUCTIONS VÉGÉTILES DU QUÉBEC (CPVQ). *Guide des pratiques de conservation en grandes cultures*, 2000.
- DOUVILLE, Yvon. *Prévention des mauvaises herbes - Grandes Cultures*, Technaflora, 2002, 23 p.
- FINANCIÈRE AGRICOLE DU QUÉBEC. *Annexe 21- XXI – Culture maraîchère – Méthodes d'échantillonnage*, En ligne, 2010, <http://www.fadq.qc.ca/>.
- FINANCIÈRE AGRICOLE DU QUÉBEC. *Section 4,45 – Indemnité – Baisse de rendement*, En ligne, 2011, <http://www.fadq.qc.ca/>.
- GUERTIN I. et PÉLOQUIN, J-F. *Grille d'Évaluation pour l'Amélioration et le Renouvellement des Prairies québécoises*, Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ), ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), 30 p.
- J.C., CHANG, T.T. & KONZAK, C.F. *Échelle de Zadoks. Zadoks, A decimal code for the growth stages of cereals*, Weed Research, 1974, 14, 415-21.
- UNIVERSITÉ DE GUELPH ET BAYER CROPS SCIENCE. *Guide de champ sur les Stades de croissance des céréales*, ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO), 27 p.



Siège social New Richmond

106, rue Industrielle
New Richmond, QC G0C 2B0
Tél. : 418 392-5088
Téléc. : 418 392-5080
Courriel : info@activaenviro.ca

Rimouski

431, rue des Artisans, bureau 200
Rimouski, QC G5M 1A4
Tél. : 418 723-1388
Téléc. : 418 725-7995

Campbellton

59, rue Water, bureau 205
Campbellton, NB E3N 1A9
Tél : 506 753-2993

Sans frais : 1 866 392-5088



www.activaenviro.ca

Annexe 2

Résumé de la conférence téléphonique du 10 juillet 2013

Suivi des sols agricoles – Parc Éolien Montérégie

Résumé de la conférence téléphonique du 10 juillet 2013

Étaient présents :

■■■■■ répondant du MAPAQ dans ce dossier
■■■■■ coordonnateur en environnement, Kruger Énergie
■■■■■ directeur des opérations, Kruger Énergie
■■■■■ agent de liaison, Parc Éolien de Montérégie
■■■■■ ing.f., directeur général, Activa Environnement
■■■■■ agr. et biol., chargée de projet, Activa Environnement
■■■■■ agr., chargé de projet, Activa Environnement

Le registraire a supprimé ces informations en vertu des articles 53 et 54 de la Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels (chapitre A-2.1)

Objectifs de la rencontre : (1) présenter au MAPAQ les différentes situations ponctuelles rencontrées sur le terrain pour lesquelles le protocole de suivi des sols ne peut être appliqué dans son intégralité et doit être adapté et (2) présenter et discuter de l'approche privilégiée pour le suivi des superficies concernées.

A - Chemins d'accès et réseau collecteur :

Situation problématique :

Fréquemment, lors de la construction d'un parc éolien, les chemins utilisés pour la construction sont rétrécis en largeur suite à la construction du parc. Ainsi, des chemins d'une largeur de 11,5 m utilisés durant la construction sont réduits à une largeur de 5 ou 6 m lors de la mise en service du parc. Une partie des surfaces affectées le long des chemins présente donc un risque de compaction important dû au passage fréquent de camions.

Durant la construction du parc éolien de Montérégie ce sont des chemins de 5 à 6 m de largeur qui ont été utilisés. Ces chemins n'ont pas été rétrécis par la suite. La principale perturbation en marge de ces chemins a été l'enfouissement du réseau collecteur à l'intérieur d'une tranchée large d'environ 4 m ainsi qu l'utilisation d'une largeur additionnelle de 5 m pour entreposer temporairement le sol de surface et le sol minéral.

De plus, à la demande de la CPTAQ, les chemins ont été généralement placés sur la ligne de lot ou en marge des parcelles cultivées. Les surfaces affectées par les chemins d'accès sont donc toujours situées en bordure ou en bout de champs, dans des secteurs qui génèrent déjà (avant les travaux de construction) des rendements inférieurs aux superficies adjacentes dues à un effet de bordure ou au passage de la machinerie agricole. L'évaluation quantitative des rendements obtenus sur ces surfaces selon le protocole ne permettrait pas de déterminer si l'écart de rendement observé est dû à la présence de l'infrastructure ou à un effet de bordure. Les données seraient difficiles à interpréter et pourraient porter vers des conclusions erronées.

Suivi proposé :

Le suivi proposé pour ces superficies est un suivi visuel des cultures à trois stades de développement, soit en post-levée, en période de croissance végétative et en période reproductive ou de maturation plutôt qu'un suivi quantitatif des rendements. Ce suivi permettra de déceler des problématiques du sol qui pourraient affecter les rendements et de proposer des mesures correctives. Les formulaires de saisie de données et les rapports d'étapes seront présentés au MAPAQ pour validation et commentaires.

B - Plateforme d'éolienne

Situation problématique :

Les travaux de remise en cultures n'étaient pas terminés sur certains des sites lors des semis de la saison 2013. Sur les surfaces affectées autour d'environ 15 éoliennes, l'une ou l'autre de ces situations est observée :

- Il n'y a pas encore de culture semée.
- La culture a été semée à une date différente du reste du champ.
- Une culture différente y a été semée.

Dans ces situations, il est impossible d'effectuer une évaluation quantitative des rendements en appliquant intégralement le protocole actuel.

Suivi proposé :

Le suivi proposé pour ces superficies est un suivi à trois moments dans la saison, soit en début de saison (pré ou post-levée), à mi-saison (en période de croissance végétative) et en fin de saison (période reproductive ou de maturation). Ce suivi permettra de déceler des problématiques qui pourraient affecter les rendements et de proposer des mesures correctives même si, dans certains cas, aucune culture de couverture n'était implantée durant la saison 2013.

Le protocole prévoit que des évaluations quantitatives de rendement soient effectuées durant les 2 premières années d'opération et que les superficies ayant fait l'objet de mesures de correction soient suivies pour une année supplémentaire. Nous proposons de maintenir cet échéancier en s'assurant toutefois que chaque site soit évalué au moins une fois, soit la première année, soit la deuxième. Seuls les sites ayant fait l'objet de travaux de correction feront l'objet d'une évaluation quantitative lors de la troisième année ou des années subséquentes.

C - Travaux mineurs de restauration non effectués lors des semis 2013

Situation problématique :

Les travaux de restauration finaux sont sous la responsabilité des producteurs qui ont été payés par Kruger pour effectuer ces travaux (ex. : nivellement final, sous-solage, chaulage, fertilisation, etc.). Or, dans plusieurs cas, certains de ces travaux mineurs pouvant avoir une conséquence sur les rendements de la saison 2013 n'ont pas été exécutés par les producteurs avant les semis 2013. Ces travaux seront généralement effectués à un point ou un autre de la rotation des cultures, en même temps que le reste du champ. Cependant, les évaluations quantitatives de rendement (AQR) pourraient montrer un écart de rendement dû à cette situation.

Suivi proposé :

Nous proposons d'effectuer le suivi de ces sites tel que prévu et de prendre en considération le fait que les travaux de remise en état n'ont pas été exécutés dans nos analyses et nos recommandations. Dans la mesure où ces écarts de rendements seront corrigés par les travaux agricoles normaux au fil de la rotation des cultures, nous estimons qu'il ne sera pas pertinent d'effectuer un suivi quantitatif des rendements pour une année supplémentaire sur ces sites, à moins qu'un problème spécifique ne requière que des travaux correctifs additionnels soient effectués.

Annexe 3

Recommandations du MAPAQ concernant le suivi des sols pour la saison 2013 et les suivantes

Suivi de la visite des sols agricoles

Parc Éolien Montérégie

Date des visites : Mardi le 23 juillet 2013 de 13 h à 16 h

Le registraire a supprimé ces informations en vertu des articles 53 et 54 de la Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels (chapitre A-2.1)

Étaient présents :

- [REDACTED] coordonnateur en environnement, Kruger Énergie
- [REDACTED] échantillonneur terrain, Activa Environnement
- [REDACTED] agent de liaison, Parc Éolien de Montérégie, Kruger Énergie
- [REDACTED] agronome, chargé de projet, Activa Environnement
- [REDACTED] agronome, répondant du MAPAQ pour le Parc Éolien Montérégie, MAPAQ Sainte-Martine

Objectifs de la visite du Parc Éolien Montérégie :

- Prendre connaissance des différentes situations ponctuelles rencontrées sur différents sites pour lesquelles le protocole de suivi des sols ne peut être appliqué dans son intégralité et doit être adapté.
- Confirmer des recommandations pour le suivi agronomique des sites concernés.

1. Recommandations du MAPAQ suite aux visites des sites d'éolienne :

Faisant suite aux situations problématiques rencontrées par Activa Environnement et leurs suivis proposés lors de la conférence téléphonique du 10 juillet 2013, le MAPAQ ayant pris connaissance sur le terrain des sites d'éolienne numéros 27, 28, 30, 34 et 22, voici les recommandations suggérées :

A. Ajout d'un élément d'investigation à l'Analyse Visuelle qualitative du Rendement (AVR)

- Ajouter un élément de suivi agronomique : **les mauvaises herbes**
 - Présence de mauvaises herbes (cote de 1 à 5) basé sur le jugement de l'agronome (1 = peu et 5 = beaucoup)
 - Identifier la mauvaise herbe qui semble la plus abondante du site évalué

- À deux stades d'observation :
 1. En post-levée des cultures (juin)
 2. En période de fin du stade de développement (soit après floraison ou maturation du grain ou pré-récolte selon la culture) (juillet ou août)

N.B. Une attention particulière devrait être portée à la présence de mauvaises herbes habituellement absentes dans le secteur, sachant que certaines **mauvaises herbes envahissantes** peuvent avoir été transportées par la circulation de camions et des véhicules lors de la construction de la plateforme d'éolienne. De plus, à certains sites, à proximité d'une plateforme, où il n'y a pas de semis, il serait opportun de connaître le degré d'infestation des mauvaises herbes et celle qui est la plus abondante.

B. Précision du suivi de l'Analyse Quantitative du Rendement (AQR)

- Pour préciser et confirmer l'AVR, le point sur la présence de mauvaises herbes devrait être défini comme suit pour l'AQR :
 - Évaluer la présence et le niveau d'infestation des mauvaises herbes (cote 1 à 5) présentes au site évalué en période de fin du stade de développement de la culture (1 = peu et 5 = beaucoup);
 - Déterminer la mauvaise herbe qui semble la plus problématique de la culture ou du site non-remis en culture à cette période.

2. Recommandations globales du MAPAQ pour les trois (3) années suivant l'implantation de l'éolienne :

- A.** Effectuer une AVR systématique à 3 stades de la culture (Post-levée hâtive, croissance végétative et reproduction / maturation) pour tous les sites pour une période de deux (2) ans : 2013 et 2014;
- B.** Effectuer une AQR soit en 2013, soit en 2014 pour tous les sites ne démontrant pas de différence visuelle de rendement (AVR);
- C.** Pour la 3^e année du suivi agronomique (2015), seuls les sites ayant démontré des différences de rendement quantitatif (AQR) et des travaux correctifs additionnels en 2013 et / ou 2014, seraient l'objet d'un suivi agronomique (AVR, AQR, ASA¹ au besoin).

¹ ASA : Analyse des sols agricoles du protocole de suivi (Activa Environnement no. réf. : 10503)

3. Travaux mineurs de restauration non-effectués lors des semis 2013 :

Le MAPAQ recommande pour les sites avec travaux non-effectués (nivellement final, sous-solage, chaulage, égouttement, fertilisation, etc.) par les producteurs, malgré le financement de Kruger, qu'il y ait un suivi agronomique pour tous ces sites, en faisant une AVR en 2013, 2014 et 2015.

Suite aux travaux de correction effectués par les producteurs en 2013 et / ou 2014, il est recommandé de faire une AQR en 2015.

Élaboré par : Fernand Turcotte, agronome
Conseiller régional en Productions animales et Plantes fourragères

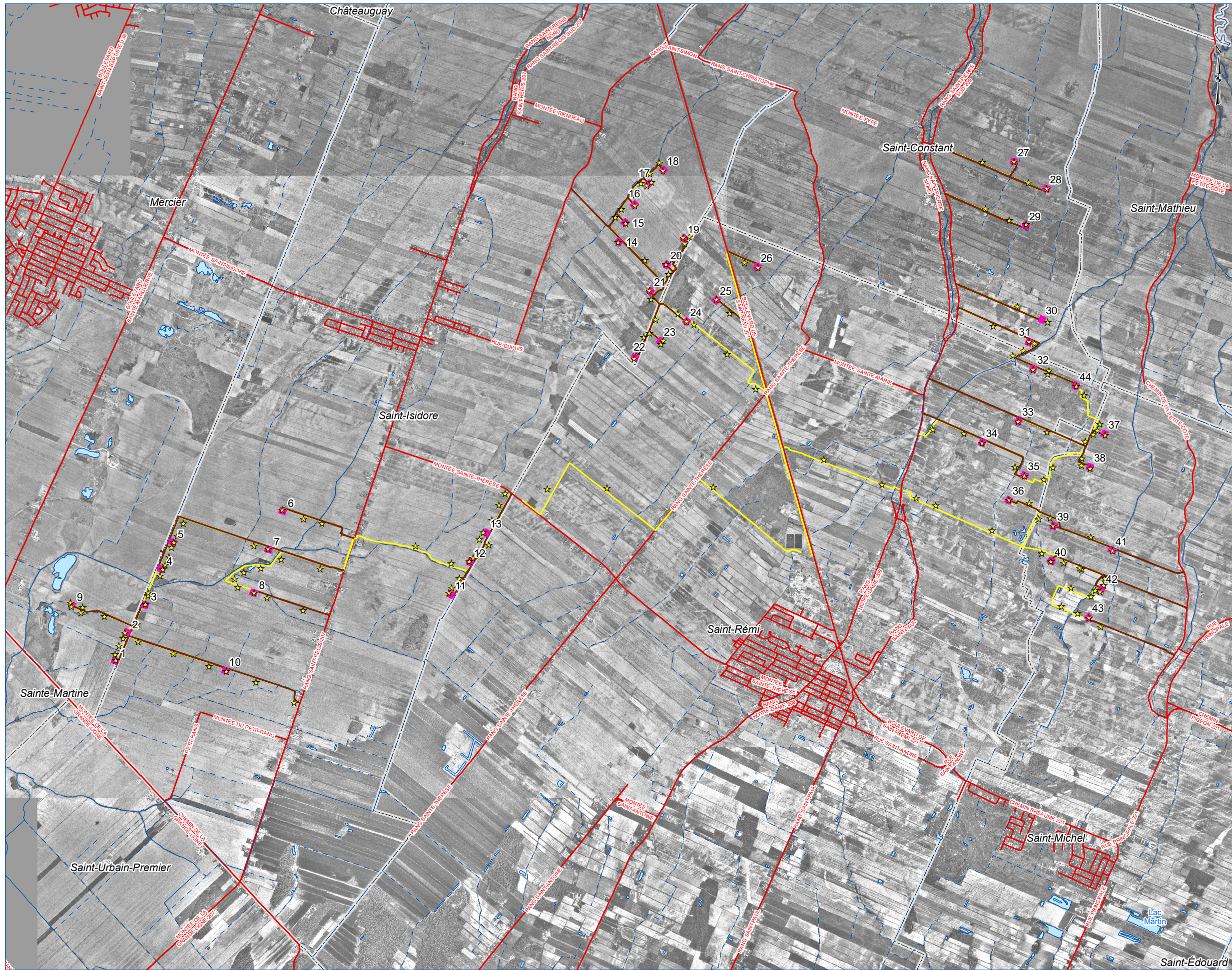
MAPAQ - Direction régionale Montérégie Ouest
177, rue Saint-Joseph (route 138), bureau 201
Sainte-Martine (Québec) J0S 1V0
Tél. : 450 427-2000 poste 5126
Téléc. : 450 427-0407
Courriel : fernand.turcotte@mapaq.gouv.qc.ca

Date de mise à jour : le 26 juillet 2013

Annexe 4

Cartes de localisation

Le registraire a supprimé certaines informations en vertu des articles 53 et 54 de la Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels (chapitre A-2.1)



SUIVI DES SOLS 2018

Parc éolien Montérégie
Kruger Énergie Montérégie S.E.C.

Carte 1 Vue générale

PROJET

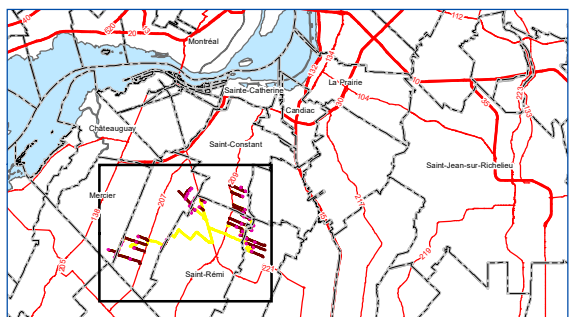
- ★ Site d'observation
- Réseau collecteur
- Chemin d'accès
- Aire d'assemblage des éoliennes

TERRITOIRE

- Route
- Limite municipale

MILIEU NATUREL

- Cours d'eau permanent
- - - Cours d'eau intermittent
- Étendue d'eau



0 250 500 1 000 1 500 2 000 2 500 m
Projection NAD 1983 MTM 8

Sources : Activa Environnement, Kruger Énergie Montérégie S.E.C.
Gouvernement du Québec

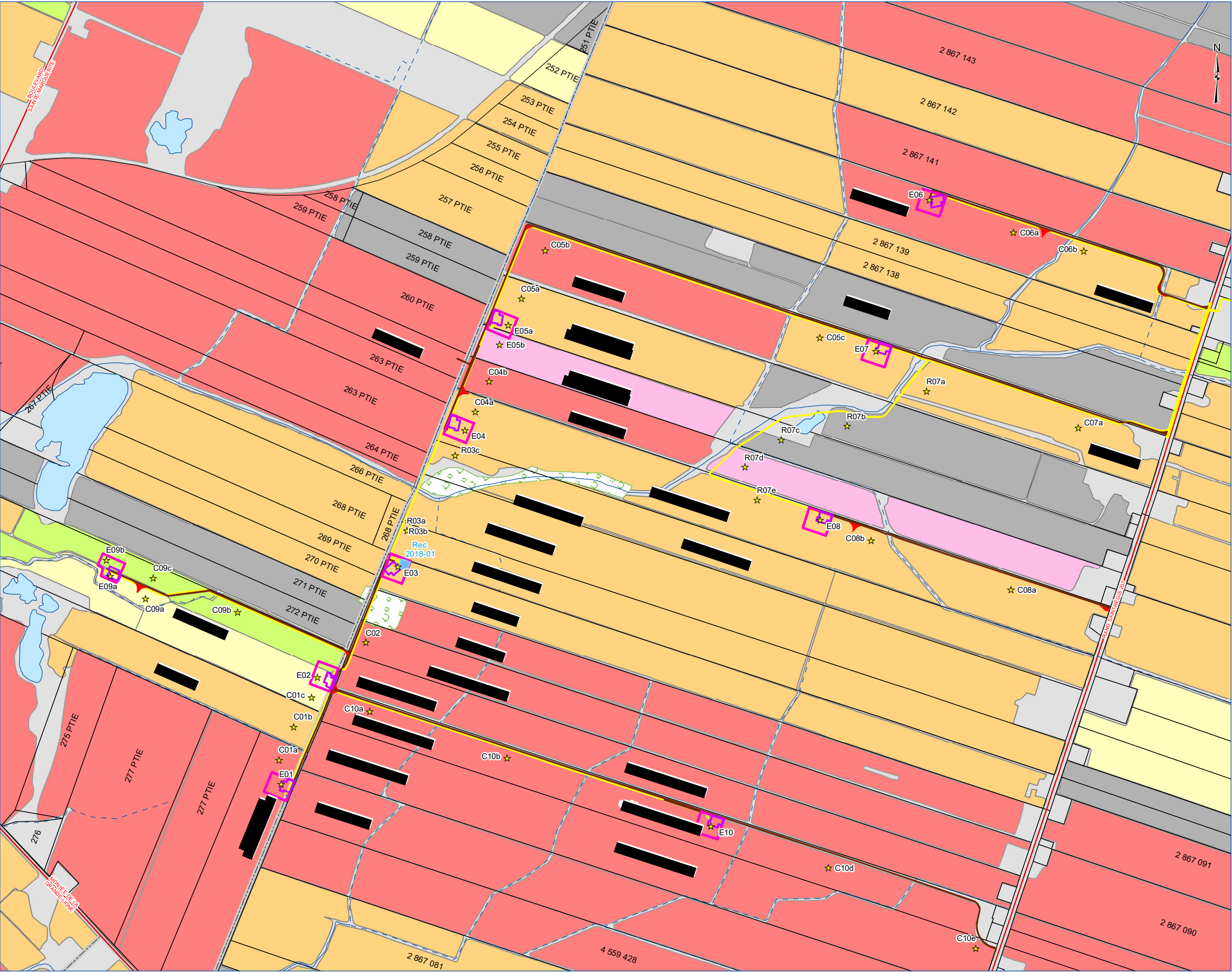
Carte préparée par :

Étienne Foucher agr.

Étienne Foucher, agronome
Projet : E1840-04/13064

13 décembre 2018

ACTIVA
ENVIRONNEMENT



SUIVI DES SOLS 2018

Parc éolien Montérégie
Kruger énergie Montérégie S.E.C.

Carte 2 Vue rapprochée - Éoliennes 1 à 10

PROJET

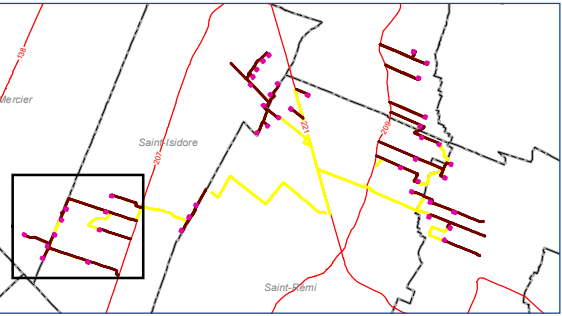
- ★ Site d'observation
- Réseau collecteur
- Chemin d'accès
- Surlargeur temporaire
- Aire de la grue
- Aire d'assemblage des éoliennes
- Recommandation 2018

TERRITOIRE

- Route
- Limite cadastrale
- Limite municipale
- Culture 2018
 - Culture non disponible
 - Maïs
 - Soya
 - Petite céréale
 - Prairie
 - Maraîcher
 - Pommes de terre
 - Non cultivé

MILIEU NATUREL

- - - Cours d'eau intermittent
- Cours d'eau permanent
- Étendue d'eau
- Terrain boisé



0 50 100 200 300 400 500 m
Projection NAD 1983 MTM 8

Sources : Activa Environnement inc., Kruger Énergie Montérégie S.E.C.
Gouvernement du Québec

Carte préparée par :

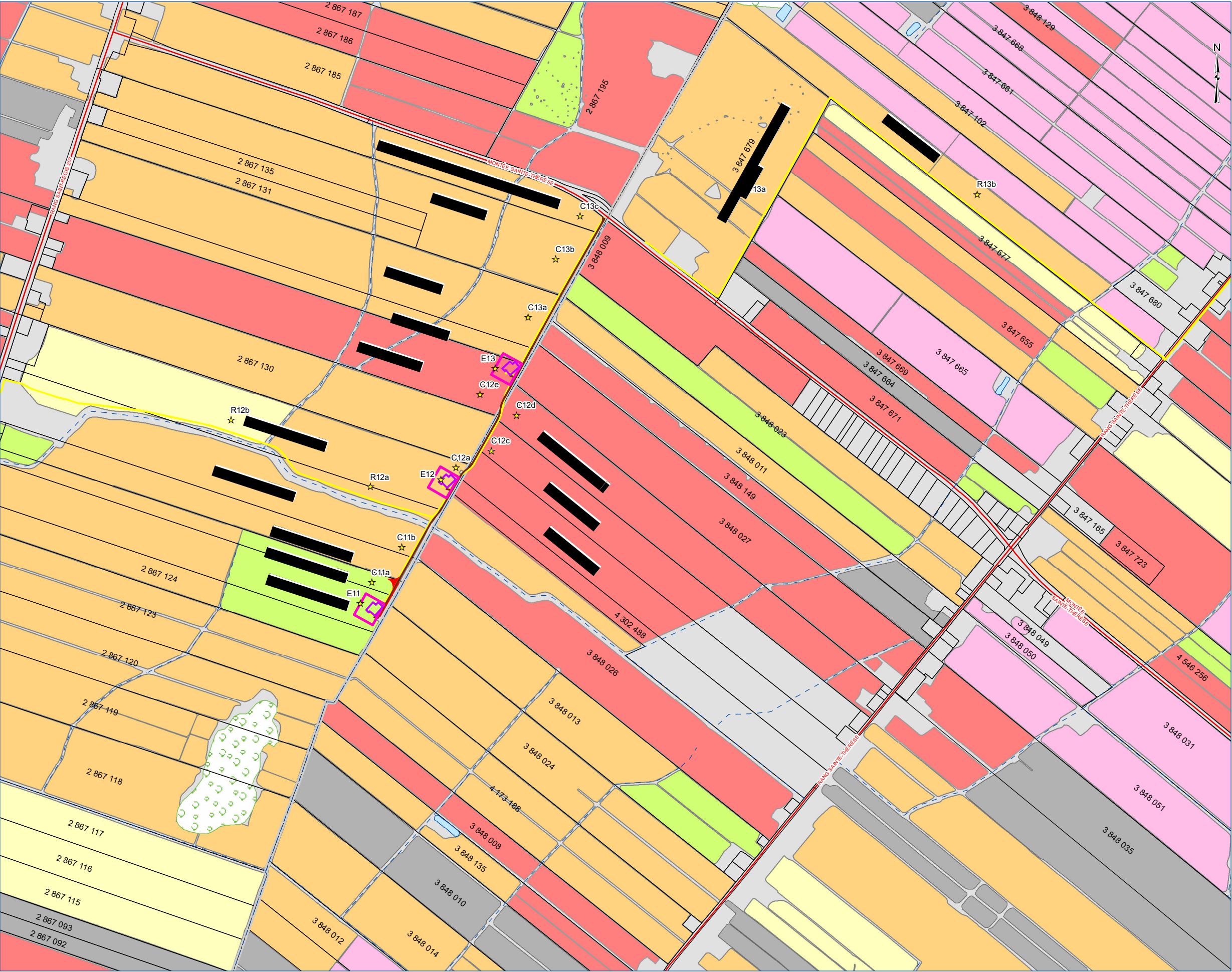
Étienne Foucher agr.

Étienne Foucher, agronome

Projet : E1840-04/13064

13 décembre 2018

ACTIVA
ENVIRONNEMENT



SUIVI DES SOLS 2018

Parc éolien Montérégie Kruger énergie Montérégie S.E.C.

Carte 3 Vue rapprochée - Éoliennes 11 à 13

PROJET

- ★ Site d'observation
- Réseau collecteur
- Chemin d'accès
- Surlargeur temporaire
- Aire de la grue
- Aire d'assemblage des éoliennes
- Recommandation 2018

TERRITOIRE

- Route
- Limite cadastrale
- Limite municipale

Culture 2018

- Culture non disponible
- Maïs
- Soya
- Petite céréale
- Prairie
- Maraîcher
- Pommes de terre
- Non cultivé

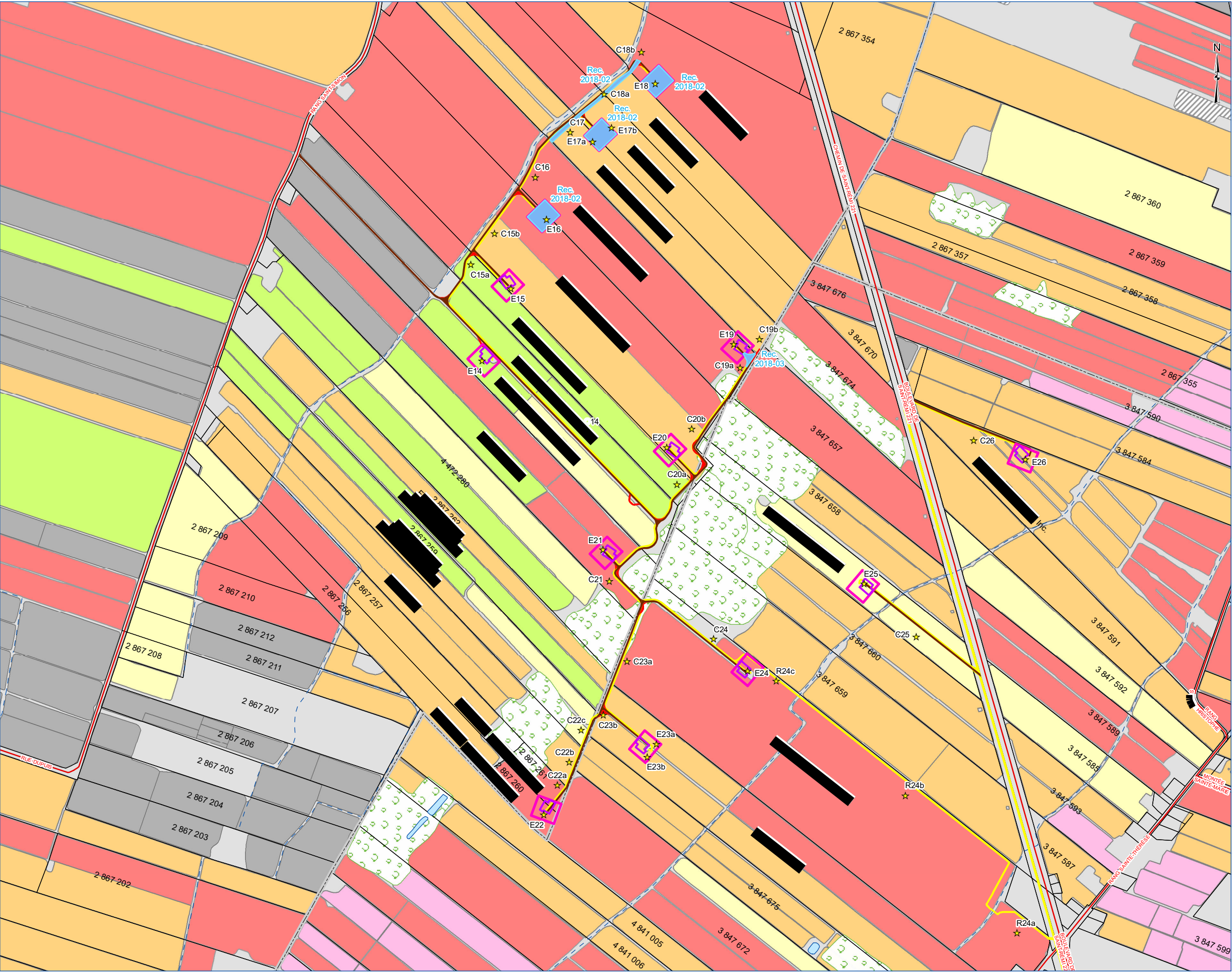
MILIEU NATUREL

- Cours d'eau intermittent
- Cours d'eau permanent
- Étendue d'eau
- Terrain boisé

0 50 100 200 300 400 500 m
Projection NAD 1983 MTM 8

Sources : Activa Environnement inc., Kruger Énergie Montérégie S.E.C.
Gouvernement du Québec

Carte préparée par :
Étienne Foucher agr.
Étienne Foucher, agronome
Projet : E1840-04/13064
13 décembre 2018



SUIVI DES SOLS 2018

Parc éolien Montérégie
Kruger énergie Montérégie S.E.C.

Carte 4 Vue rapprochée - Éoliennes 14 à 26

PROJET

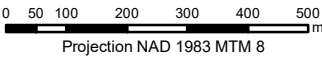
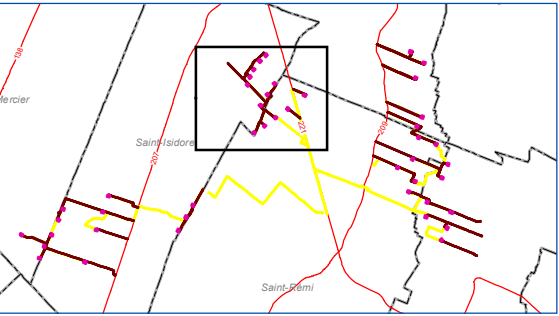
- ★ Site d'observation
- Réseau collecteur
- Chemin d'accès
- Surlargeur temporaire
- Aire de la grue
- Aire d'assemblage des éoliennes
- Recommandation 2018

TERRITOIRE

- Route
- Limite cadastrale
- Limite municipale
- Culture 2018
 - Culture non disponible
 - Maïs
 - Soya
 - Petite céréale
 - Prairie
 - Maraîcher
 - Pommes de terre
 - Non cultivé

MILIEU NATUREL

- Cours d'eau intermittent
- Cours d'eau permanent
- Étendue d'eau
- Terrain boisé



Sources : Activa Environnement inc., Kruger Énergie Montérégie S.E.C.
Gouvernement du Québec

Carte préparée par :

Étienne Foucher agr.

Étienne Foucher, agronome
Projet : E1840-04/13064
13 décembre 2018

ACTIVA
ENVIRONNEMENT



SUIVI DES SOLS 2018

Parc éolien Montérégie
Kruger énergie Montérégie S.E.C.

Carte 5 Vue rapprochée - Éoliennes 27 à 32 et 44

PROJET

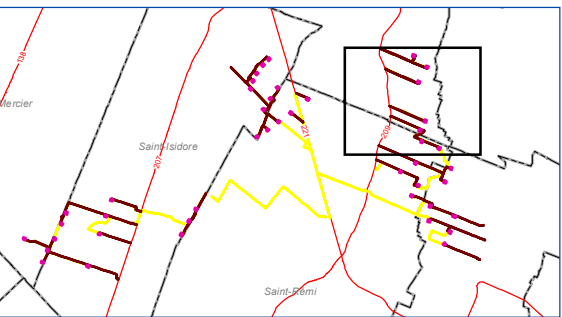
- ★ Site d'observation
- Réseau collecteur
- Chemin d'accès
- Surlargeur temporaire
- Aire de la grue
- Aire d'assemblage des éoliennes
- Recommandation 2018

TERRITOIRE

- Route
- Limite cadastrale
- Limite municipale
- Culture 2018
 - Culture non disponible
 - Maïs
 - Soya
 - Petite céréale
 - Prairie
 - Maraîcher
 - Pommes de terre
 - Non cultivé

MILIEU NATUREL

- Cours d'eau intermittent
- Cours d'eau permanent
- Étendue d'eau
- Terrain boisé



0 50 100 200 300 400 500 m
Projection NAD 1983 MTM 8

Sources : Activa Environnement inc., Kruger Énergie Montérégie S.E.C.
Gouvernement du Québec

Carte préparée par :

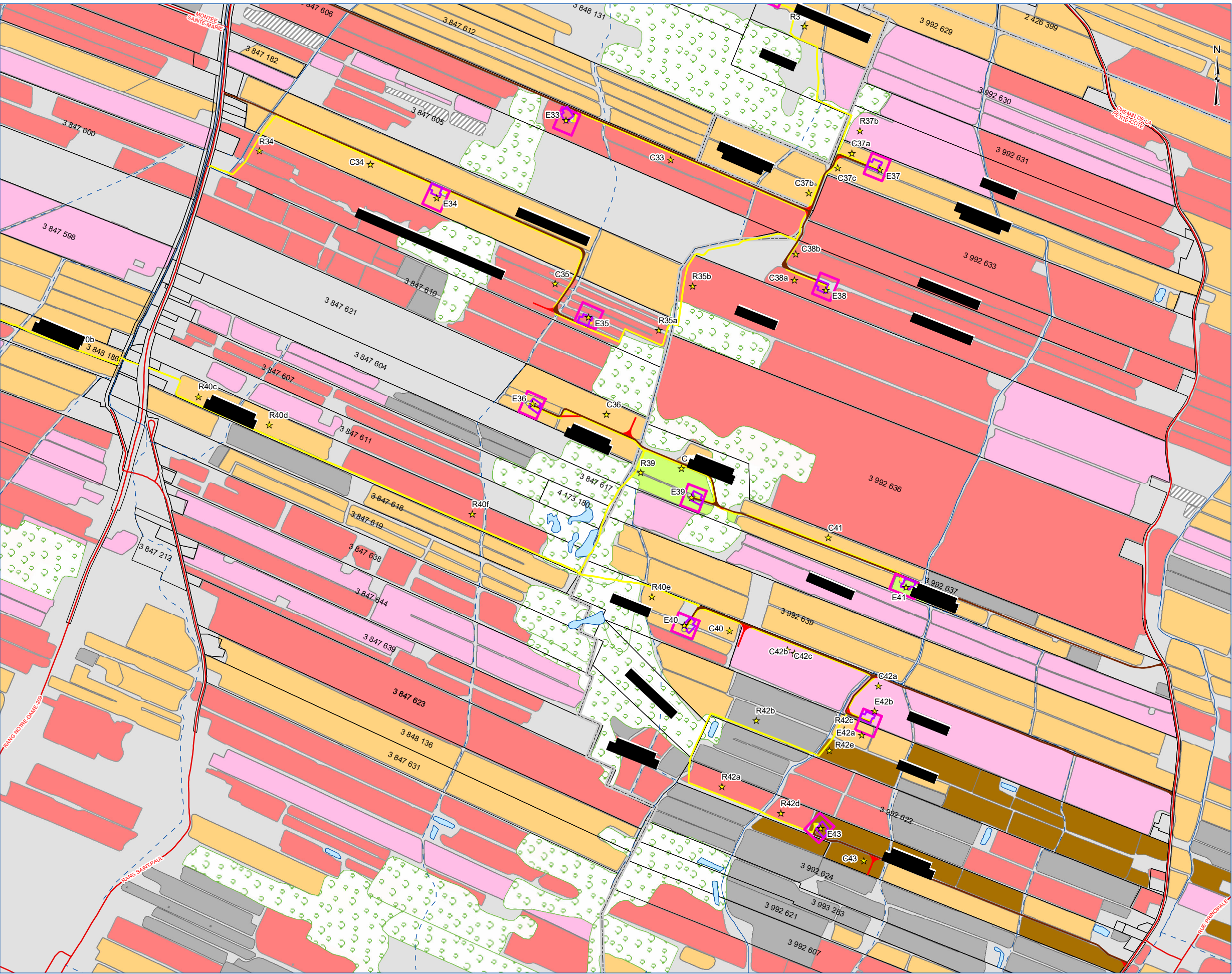
Étienne Foucher agr.

Étienne Foucher, agronome

Projet : E1840-04/13064

13 décembre 2018

ACTIVA
ENVIRONNEMENT



SUIVI DES SOLS 2018

Parc éolien Montérégie
Kruger énergie Montérégie S.E.C.

Carte 6 Vue rapprochée - Éoliennes 33 à 43

PROJET

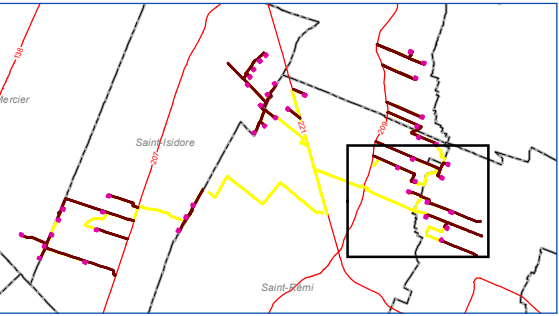
- ★ Site d'observation
- Réseau collecteur
- Chemin d'accès
- Surlargeur temporaire
- Aire de la grue
- Aire d'assemblage des éoliennes
- Recommandation 2018

TERRITOIRE

- Route
- Limite cadastrale
- Limite municipale
- Culture 2018
 - Maïs
 - Soya
 - Prairie
 - Maraicher
 - Céréale
 - Pomme de terre
 - Non cultivé
 - Culture non disponible

MILIEU NATUREL

- Cours d'eau intermittent
- Cours d'eau permanent
- Étendue d'eau
- Terrain boisé



0 50 100 200 300 400 500
Projection NAD 1983 MTM 8

Sources : Activa Environnement inc., Kruger Énergie Montérégie S.E.C.
Gouvernement du Québec

Carte préparée par :

Étienne Foucher agr.

Étienne Foucher, agronome
Projet : E1840-04/13064
6 décembre 2018

ACTIVA
ENVIRONNEMENT

SUIVI DES SOLS 2018

Parc éolien Montérégie
Kruger énergie Montérégie S.E.C.

Carte 7 Vue rapprochée - Réseau collecteur

PROJET

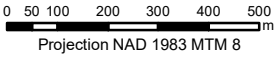
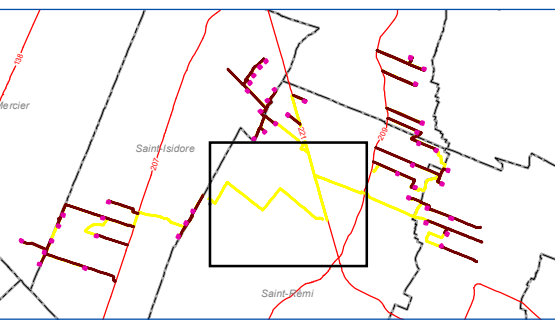
- ★ Site d'observation
- Réseau collecteur
- Chemin d'accès
- Surlargeur temporaire
- Aire de la grue
- Aire d'assemblage des éoliennes
- Recommandation 2018

TERRITOIRE

- Route
- Limite cadastrale
- Limite municipale
- Culture 2018
 - Culture non disponible
 - Maïs
 - Soya
 - Petite céréale
 - Prairie
 - Maraîcher
 - Pommes de terre
 - Non cultivé

MILIEU NATUREL

- - - Cours d'eau intermittent
- Cours d'eau permanent
- Étendue d'eau
- Terrain boisé



Projection NAD 1983 MTM 8

Sources : Activa Environnement inc., Kruger Énergie Montérégie S.E.C.
Gouvernement du Québec

Carte préparée par :

Étienne Foucher agr.

Étienne Foucher, agronome

Projet : E1840-04/13064

13 décembre 2018



Annexe 5

Système de numérotation des sites d'observation

Procédures de numérotation des sites d'observation

Les sites d'observation ont été numérotés selon la procédure suivante : une lettre majuscule pour le type d'infrastructure, suivie d'un numéro de 1 à 45 correspondant à l'éolienne la plus près et, lorsque nécessaire, d'une lettre minuscule de a à z pour chaque parcelle ou culture différente touchée par l'infrastructure.

Lettres employées pour désigner les différentes infrastructures dans le nom des sites :

Lettre	Infrastructure
E	Éolienne
C	Chemin d'accès
R	Réseau collecteur

Par exemple, les deux sites correspondant aux deux cultures différentes situées de part et d'autre de l'éolienne 22 ont été nommés E22a et E22b, alors que le site correspondant au chemin qui se rend à l'éolienne 45 a été identifié C45.

Annexe 6

Modèles de formulaires utilisés durant la campagne de terrain 2018

Kemont - Suivi agronomique des sols 2018
Analyse visuelle

Date :

No.Obs.

Initiales :

No. du site :	Pluviométrie dernier 24h :
---------------	----------------------------

Infrastructure présente :	<input type="checkbox"/> Chemin / RC (bout de champs) <input type="checkbox"/> Chemin / RC (bordure de champs) <input type="checkbox"/> Chemin seul <input type="checkbox"/> RC seul <input type="checkbox"/> Éolienne <input type="checkbox"/> Autre : _____
---------------------------	--

	Section affectée	Section adjacente
Culture en place		
Stade de développement		

Observations générales	Section affectée	Section adjacente
Présence d'eau	oui non	oui non
Présence de cuvette	oui non	oui non
Nivelage imparfait	oui non	oui non
La culture présente des symptômes de COMPACTION LÉGÈRE	oui non	oui non
La culture présente des symptômes de COMPACTION PROFONDE	oui non	oui non
Décoloration du feuillage	oui non	oui non
Ravageurs de culture	oui non	oui non
Maladies	oui non	oui non
L'infrastructure gêne l'écoulement des eaux de surfaces	oui non	
Une différence de HAUTEUR est visible	oui non	Si oui, indiquer la hauteur dans chaque section
Abondance des mauvaises herbes de 1 à 5 (1 = peu et 5 = beaucoup)		
Principales mauvaises herbes :		

Observations

Points GPS

Résumé des observations
% Superficie affectée : _____ Sévérité : _____

ENVIRONNEMENT
RESSOURCES NATURELLES
TERRITOIRE

ACTIVA
ENVIRONNEMENT

106, RUE INDUSTRIELLE
NEW RICHMOND (QUÉBEC) G0C 2B0
TÉLÉPHONE : 418 392-5088
SANS FRAIS : 1 866 392-5088
TÉLÉCOPIEUR : 418 392-5080
COURRIEL : INFO@ACTIVAENVIRO.CA
SITE WEB : WWW.ACTIVAENVIRO.CA