



PARC ÉOLIEN MONTÉRÉGIE
Suivi des sols agricoles 2019

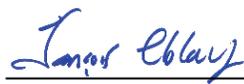
PRÉSENTÉ À
Kruger Énergie
Montréal S.E.C.

N/Réf. : E1940-01/13067
Janvier 2020

Signatures

Rapport préparé par : 
Étienne Foucher, agronome M. Sc.
(Membre de l'OAQ #7049)
Chargé de projet

Le 27 janvier 2020

Rapport vérifié par : 
François Tremblay, aménagiste
Directeur de projet

Le 27 janvier 2020

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Directeur de projet

François Tremblay | Aménagiste

Chargé de projet

Étienne Foucher | Agronome

Inventaires de terrain et saisie des données

Étienne Foucher | Agronome

Recherche et rédaction

Étienne Foucher | Agronome

Révision linguistique et mise en page

Johanie Babin | Adjointe administrative

Référence à citer :

Activa Environnement inc., 2020. *Suivi des sols agricoles 2019 – Parc éolien Montérégie*, rapport préparé pour Kruger Énergie Montérégie S.E.C., 17 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
3.2 Nature des travaux réalisés	3
3.2.1 Construction des chemins d'accès	3
3.2.2 Construction des éoliennes	4
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. Méthodologie	6
5. Synthèse des travaux réalisés depuis 2013	8
5.2 Analyse des sols agricoles (ASA)	9
5.3 Analyses quantitatives des rendements (AQR)	9
6. Suivi des travaux complémentaires recommandés	9
6.2 Sites E16, E17 et E18	10
6.3 Site E13.....	14
6.4 Site C19a	15
7. État des sols à la fin du programme de suivi	17
8. Conclusion	17

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Nombre de sites d'observation et dimensions par type d'infrastructure	6
Tableau 2. Recommandations – Site E3	10
Tableau 3. Recommandations – Sites E16, E17 et E18	11
Tableau 4. Recommandations – Site E13	14
Tableau 5. Recommandations – Site C19a	16

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Soya semé à proximité du chemin au-dessus du réseau collecteur (22 juillet 2019).....	5
Figure 2.	Soya semé à proximité d'une éolienne (22 juillet 2019)	5
Figure 3.	Entreposage de biosolides municipaux à l'éolienne 16 (23 juillet 2019)	7
Figure 4.	Effet de bordure léger en marge du chemin d'accès menant à l'éolienne 8 (22 juillet 2019)...	7
Figure 5.	Effet de bordure autour de l'éolienne 22 (aire de contournement) (23 juillet 2019)	8
Figure 6.	Cuvette derrière l'éolienne 3 (22 juillet 2019)	10
Figure 7.	Terrain de part et d'autre de l'éolienne 16 (23 juillet 2019)	12
Figure 8.	Terrain de part et d'autre de l'éolienne 17 (23 juillet 2019)	13
Figure 9.	Culture de maïs à gauche de l'éolienne 18 (23 juillet 2019).....	13
Figure 10.	Terrain de part et d'autre de l'éolienne 13 (22 juillet 2019)	15
Figure 11.	Cuvette aux angles du chemin d'accès de l'éolienne 19 (23 juillet 2019)	16

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.	État des cultures à la fin du programme de suivi de sols

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 2019, 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 septième et dernière 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 une synthèse des travaux réalisés et des résultats obtenus au cours des sept années de suivi agronomique;
- Présenter les résultats du suivi des sols agricoles de 2019;
- Faire le suivi des travaux recommandés au cours de la dernière année;
- Dresser un portrait de l'état des cultures à la fin du programme de suivi des sols.

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 aux annexes 2 et 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 septième année de suivi (2019), 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 terme des sept années de suivi agronomique réalisées, d'atteindre les objectifs suivants :

- Confirmer que 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. En effet, à chaque année depuis 2013, environ 75 % des sites faisant l'objet d'un suivi agronomique ont été cultivés en maïs ou en soya. Le reste des sites étaient cultivés soit en prairies, en petites céréales ou en cultures maraîchères de la famille des crucifères (choux, brocolis, etc.), des cucurbitacées (courgettes, concombres, etc.) ou des solanacées (tomates, poivrons et pommes de terre).

3.2 NATURE DES TRAVAUX RÉALISÉS

Les impacts de la construction d'un parc éolien sur les sols et les cultures varient en fonction du type d'infrastructure et de la nature des travaux réalisés. Ces éléments ont été pris en considération tout au long du suivi agronomique afin d'émettre des diagnostics et des recommandations les plus adaptées possible à la situation. Les sections suivantes dressent 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.

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'empiétement sur les terres agricoles et la compaction du sol. KÉMONT a également réduit l'empiétement 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.

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 prélevé de ces emplacements 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 réglage 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 (22 juillet 2019)



Figure 2. Soya semé à proximité d'une éolienne (22 juillet 2019)

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. MÉTHODOLOGIE

4.1 SITE 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

Au total, les superficies affectées par ce projet et ayant fait l'objet d'un suivi se chiffrent à environ 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 CAUSE ET ORIGINE DES PERTES DE RENDEMENT

L'objectif du suivi agronomique a toujours été de déterminer, pour chaque site à l'étude, si la construction ou l'exploitation du parc éolien avait eu un impact sur les rendements des cultures. Pour répondre à cette question, il importe d'abord de déterminer du mieux possible la cause et l'origine des pertes de rendement observées. Seules les problématiques liées directement ou indirectement à l'aménagement ou l'exploitation du parc éolien ont fait l'objet de recommandations de travaux correctifs dans le cadre du suivi des sols agricoles. En contrepartie, lorsque nos observations nous permettaient de conclure qu'une problématique était clairement associée à des pratiques culturales ou à des actions posées par les producteurs, aucun travail correctif n'était recommandé. C'est le cas notamment lorsque des travaux agricoles entraînent de la compaction sur l'ensemble d'une parcelle, ou lorsqu'une partie de la superficie restaurée est utilisée pour un autre usage par son propriétaire, tel que l'entreposage de matières résiduelles fertilisantes (figure 3).

Des pertes de rendement peuvent également être liées à un effet de bordure qui est indépendant de la construction ou l'exploitation du parc éolien. Dans le cadre du suivi des sols, nous avons constaté que l'effet

de bordure se limite généralement à une bande d'environ 3 m au bord des chemins (figure 4). Autour des éoliennes, l'effet de bordure a tendance à être plus important et couvre souvent une pleine largeur de passage de machinerie agricole (figure 5). Lorsque les pertes de rendements observées étaient associées à un effet de bordure jugé normal, aucun travail correctif n'était recommandé dans le cadre du suivi des sols.



Figure 3. Entreposage de biosolides municipaux à l'éolienne 16 (23 juillet 2019)



Figure 4. Effet de bordure léger en marge du chemin d'accès menant à l'éolienne 8 (22 juillet 2019)



Figure 5. Effet de bordure autour de l'éolienne 22 (aire de contournement) (23 juillet 2019)

5. SYNTHÈSE DES TRAVAUX RÉALISÉS DEPUIS 2013

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.

Les résultats des premières années de suivi agronomique 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. En 2013, la plupart des recommandations concernaient l'amélioration de l'égouttement de surface. En 2014 et 2015, les recommandations visaient plutôt à corriger la compaction légère sur les sites où elle persistait malgré les travaux de sols réalisés par les producteurs. Des travaux ont été réalisés sur la plupart de ces sites entre 2014 et 2016 et les campagnes de suivi des sols suivantes ont permis de s'assurer de l'efficacité des travaux réalisés.

5.1 ANALYSE VISUELLE DES RENDEMENTS (AVR)

Des AVR ont été réalisés sur l'ensemble du parc éolien durant chaque saison de culture depuis 2013. De 2013 à 2015, trois séries d'AVR ont été réalisées chaque année, soit après les semis, en mi-saison et avant les récoltes. Ces visites ont permis d'établir un diagnostic complet de chaque site en tenant compte de l'état du sol et des cultures tout au long de la saison de croissance. Entre 2016 et 2019, une seule AVR par année a été réalisée au milieu de la saison de culture. Ces AVR visaient à confirmer les diagnostics établis lors des années précédentes et à évaluer le résultat des travaux correctifs mis en oeuvre par KÉMONT et les producteurs.

En 2019, des AVR ont été réalisées lors d'une visite qui a eu lieu du 22 au 24 juillet 2019. De façon globale, l'état des cultures sur le parc éolien Montérégie était très similaire à ce qui a été observé en 2017 et 2018. 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 2019 n'ont révélé aucune problématique nouvelle.

5.2 ANALYSE DES SOLS AGRICOLES (ASA)

Des profils de sols et des analyses de sols ont été réalisés tout au long du suivi agronomique pour valider ou compléter des diagnostics établis lors des AVR. Les analyses de sols ont permis de comparer les caractéristiques physico-chimiques du sol des superficies restaurées avec celles des superficies adjacentes, notamment en ce qui a trait au pH et au pourcentage de matière organique des sols.

5.3 ANALYSES QUANTITATIVES DES RENDEMENTS (AQR)

Un total de 67 AQR a été réalisé au cours de sept années de suivi agronomique, soit 20 en 2013, 21 en 2014, 17 en 2015 et 9 en 2017. Bien que peu de résultats individuels soient statistiquement significatifs¹, les résultats obtenus illustrent bien l'évolution des rendements sur les parcelles restaurées.

Les AQR réalisées en 2013 et 2014 visaient à évaluer les rendements sur l'ensemble du parc éolien, immédiatement après la remise en culture. En 2013, les résultats des AQR laissaient entrevoir une baisse de rendement de l'ordre de 12 à 18 % selon la culture. Une perte de rendement moyenne d'environ 18 % a été également observée en 2014, mais seulement pour les sites faisant l'objet de recommandations de travaux correctifs. Sur les autres sites, là où aucune baisse de rendement n'avait été observée pendant les AVR de 2014, l'écart de rendement moyen n'était que de -4,7 %.

L'objectif des AQR réalisées en 2015 et 2017 était de valider l'efficacité des travaux correctifs réalisés par KÉMONT et les producteurs. Ainsi, les AQR n'ont été réalisées que sur des sites où des problématiques avaient été observées au cours des années précédentes. Les résultats des AQR de 2015 et de 2017 ont démontré que les problématiques observées avaient été corrigées de façon satisfaisante, et que les rendements sur les sites touchés étaient maintenant comparables à ceux des superficies adjacentes. En effet, les écarts de rendements moyens observés sur ces sites étaient non significatifs, soit -4,4 % en 2015 et de +2,2 % en 2017.

Depuis 2017, les seules recommandations de travaux correctifs formulées dans le cadre du suivi des sols visaient à corriger des problématiques résiduelles ayant un effet très limité sur les rendements. Une évaluation de l'état des sites visés par de telles recommandations au cours de la saison 2019 est présentée à la section suivante du présent rapport.

6. SUIVI DES TRAVAUX COMPLÉMENTAIRES RECOMMANDÉS

La réalisation de travaux additionnels a été recommandée au cours de la dernière année aux sites suivants : E03, E13, E16, E17, E18 et C19a. Les superficies visées par ces recommandations touchent un peu moins de 5 % de l'ensemble des superficies visées par le suivi des sols. Ces travaux complémentaires ont été proposés dans le but de corriger des problématiques mineures dont les impacts sur les rendements ne sont pas assez importants pour être détectés à l'aide des AQR. Le suivi des sols agricoles de 2019 a permis de faire le point sur l'état des parcelles visées par ces recommandations.

¹ Selon un test de *Student* unilatéral à un niveau de probabilité de 95 %

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). Depuis 2017, cette cuvette, bien que toujours visible, a eu peu de conséquences sur le développement des cultures (figure 6). Malgré que l'impact sur les rendements soit très limité, nous avons tout de même recommandé de remplir cette cuvette avec du sol arable afin de corriger la dépression et d'assurer un bon égouttement dans ce secteur (recommandations 17-01 et 18-01). Un résumé des travaux recommandés est présenté au tableau 2.

Tableau 2. Recommandations – Site E3

Superficie concernée	
Une cuvette d'environ 900 m ² située derrière l'éolienne 3.	
Diagnostic	Recommandation
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 d'assurer un bon nivellement et un bon égouttement dans ce secteur.

Au moment de la rédaction du présent rapport, le propriétaire de la parcelle n'avait pas encore jugé utile de réaliser les travaux recommandés. Toutefois, en raison de l'impact très limité de cette problématique sur les rendements, nous considérons que la restauration de la parcelle a été complétée de façon satisfaisante.



Figure 6. Cuvette derrière l'éolienne 3 (22 juillet 2019)

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 autour de 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 ou sur les côtés des éoliennes afin de profiter de la présence des chemins d'accès et de respecter la distance séparatrice de 100 m qui doit être maintenue entre ces amas et les cours d'eau. Cette activité génère beaucoup de compaction autour des éoliennes à cause de la circulation des camions de livraison. Il importe de noter que les amas ne sont pas aménagés toujours au même endroit. Il en résulte que, au fil des ans, une grande proportion des superficies restaurées autour des éoliennes a été utilisée à un moment ou un autre pour l'entreposage de biosolides. C'est le cas notamment de l'éolienne 16 autour de laquelle des biosolides ont été entreposés derrière l'éolienne en 2017, à gauche en 2018 et à droite en 2019 (figure 7). Dans cette situation, il apparaît que la compaction que l'on retrouve aujourd'hui à proximité de cette éolienne est principalement due à la circulation des camions de livraison de biosolides.

Les observations effectuées en 2019 confirment le diagnostic posé en 2017 et 2018 sur ces parcelles. 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 des propriétaires. Bien que les cultures soient parfois un peu moins homogènes que dans les superficies adjacentes, elles demeurent toujours comparables à d'autres secteurs situés à proximité (figures 8 et 9). 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 ils sont en mesure d'offrir des rendements comparables à ce que l'on retrouve sur les superficies adjacentes. De la compaction est toujours observée, mais principalement en surface, dans la couche du travail de sol primaire. Le sol des superficies restaurées demeure toutefois plus sensible à la compaction en raison d'une moins bonne structure de sol associée à un pourcentage de matière organique moins élevé. 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 (recommandations 17-02 et 18-02). Les travaux qui ont été recommandés sont présentés au tableau 3.

Tableau 3. Recommandations – Sites E16, E17 et E18

Superficies concernées	
Environ 2,15 ha, incluant la totalité des espaces de travail temporaire des éoliennes 16, 17 et 18 et une bande de 10 m en bordure du chemin d'accès entre les éoliennes 16 et 18 qui a été utilisé comme espace d'entreposage de matériaux durant la construction.	
Diagnostic	Recommandation
<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.

Les travaux recommandés seront réalisés au cours des prochaines saisons. En effet, KÉMONT et les propriétaires des parcelles visées se sont entendus pour implanter des engrais verts dans les secteurs touchés pour une période de deux à trois ans à partir de 2020. Ces travaux permettront assurément d'améliorer les propriétés des sols. Toutefois, ces travaux auront peu d'effet sur les rendements à long terme si les producteurs ne modifient pas leurs pratiques d'entreposage de biosolides. Pour limiter la compaction, les biosolides pourraient être toujours entreposés au même endroit.



Figure 7. Terrain de part et d'autre de l'éolienne 16 (23 juillet 2019)



Figure 8. Terrain de part et d'autre de l'éolienne 17 (23 juillet 2019)



Figure 9. Culture de maïs à gauche de l'éolienne 18 (23 juillet 2019)

6.3 SITE E13

Le site E13 fait également partie d'un secteur sur lequel des travaux d'excavation ont dû être réalisés au printemps 2013. Tout comme les éoliennes 16, 17 et 18, le sol y a été remanié deux fois plutôt qu'une.

Lors de la visite sur le terrain réalisée en juillet 2019, le propriétaire de la parcelle agricole a été rencontré et a fait mention d'une baisse des rendements de ses cultures dans le secteur restauré autour de l'éolienne.

Selon les informations recueillies dans le cadre des suivis des sols, ce site est cultivé en semi-direct en maïs-grain ou en soya depuis sa remise en culture en 2014. Un sous-solage a été effectué en 2014. En 2014 et 2015, la levée des cultures dans l'aire de travail a été difficile en raison de la formation d'une croûte de battance plus importante que dans le reste de la parcelle. Les analyses de rendements ont montré une baisse de rendements de 17,4 % en 2014 et de 10,3 % en 2015. L'écart mesuré en 2015 n'était toutefois pas significatif selon le test statistique réalisé. L'état des cultures s'est par la suite amélioré au cours des saisons 2016 à 2018, bien que les cultures y soient demeurées un peu plus hétérogènes que dans le reste de la parcelle. Lors de la visite sur le terrain de juillet 2019, il a été constaté que la culture de maïs était particulièrement hétérogène sur les superficies restaurées (figure 10), et il a été convenu avec le propriétaire d'établir un plan correctif afin d'améliorer les conditions de croissance des plantes dans ce secteur.

De la compaction a été observée à une profondeur de 5 à 14 pouces dans le profil de sol. Étant donné que la parcelle est en semi-direct, il y a eu peu d'interventions à cette profondeur depuis le sous-solage effectué en 2014. De plus, la présence de limon rend le sol particulièrement sensible à la battance. L'ajout de matière organique dans le sol permettrait d'améliorer la structure du sol et favoriserait une implantation et une croissance plus uniformes des cultures. Les travaux recommandés sont présentés au tableau 4.

Tableau 4. Recommandations – Site E13

Superficies concernées	
Environ 0,5 ha situé autour de l'éolienne 13.	
Diagnostic	Recommandation
<ul style="list-style-type: none">- Sols particulièrement sensibles à la compaction (loam sableux argileux).- Compaction du sol observée en surface seulement (5 à 14 pouces de profondeur).- Texture de sol déficiente en surface.- Les cultures tendent à être plus hétérogènes dans ce secteur du champ.	<p>Décompacter le sol à une profondeur d'au moins 18 pouces</p> <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.

Les travaux recommandés seront réalisés au cours des prochaines saisons. En effet, KÉMONT et le propriétaire de la parcelle visée se sont entendus pour planter des engrais verts dans les secteurs touchés pour une période de deux à trois ans à partir de 2020. Il n'a pas été possible d'effectuer le sous-solage recommandé à l'automne 2019 après la récolte du maïs grains en raison des conditions météorologiques qui prévalaient. Le sous-solage recommandé sera donc également effectué en 2020. Ces travaux devraient permettre d'améliorer les propriétés des sols et d'assurer une meilleure uniformité des cultures à cet endroit.



Figure 10. Terrain de part et d'autre de l'éolienne 13 (22 juillet 2019)

6.4 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, depuis 2017, on observe toujours deux petites cuvettes aux angles du chemin d'accès où la culture est affectée par l'accumulation d'eau (figure 11). Bien que l'impact sur les rendements soit très limité, nous avons recommandé de remplir ces cuvettes avec du sol arable importé afin de corriger les dépressions et d'assurer un bon nivellement et un bon égouttement dans ce secteur (recommandations 17-03 et 18-03). Le résumé des travaux recommandés est présenté au tableau 5.

Tableau 5. Recommandations – Site C19a

Superficies concernées	
Environ 400 m ² à l'angle du chemin vers l'éolienne 19.	
Diagnostic	Recommandation
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 d'assurer un bon nivellement et un bon égouttement dans ce secteur.

Au moment de la rédaction du présent rapport, le propriétaire de la parcelle n'avait toujours pas réalisé les travaux recommandés. Nos suggérons à KÉMONT de poursuivre ses démarches avec les propriétaires afin que les travaux recommandés soient éventuellement réalisés. Toutefois, en raison de l'impact très limité de la problématique observée sur les rendements, nous considérons que la restauration de la parcelle a été complétée de façon satisfaisante.



Figure 11. Cuvette aux angles du chemin d'accès de l'éolienne 19 (23 juillet 2019)

7. ÉTAT DES SOLS À LA FIN DU PROGRAMME DE SUIVI

À la fin des sept années de suivi des sols, nous constatons que l'ensemble des superficies touchées par la construction du parc éolien sont en mesure de soutenir les cultures que les producteurs choisissent d'y implanter et de générer des rendements similaires à ce que les producteurs obtiennent à proximité. En effet, les seules recommandations toujours en vigueur visent à corriger des problématiques mineures très localisées qui ont un impact limité sur les rendements. Ces recommandations touchent des sites à proximité de seulement 6 des 44 éoliennes du parc éolien. Ces sites ont été amplement décrits et illustrés dans ce rapport et dans le rapport précédent. Un survol rapide du reste du parc éolien, à travers une quarantaine d'images prises à proximité des éoliennes en 2019, est présenté en annexe 6 du présent rapport. Ce survol permet de bien illustrer l'état des sols et des cultures à la fin des sept années de suivis des sols, et ce, sur l'ensemble du parc éolien. On peut y constater qu'en dehors des bordures immédiates des chemins et des aires de contournement des éoliennes, les cultures se développent généralement très bien sur les sols restaurés.

8. CONCLUSION

La dernière année de suivi des sols a permis de confirmer à nouveau que les sols restaurés sur le parc éolien de Montérégie ont retrouvé des niveaux de rendement comparables aux superficies adjacentes grâce aux bonnes pratiques des agriculteurs et à la mise en œuvre de travaux correctifs appropriés. Les travaux prévus au cours des prochaines années aux éoliennes 13, 16, 17 et 18 démontrent la volonté de KÉMONT de travailler avec les producteurs pour s'assurer que l'état des sols répond le mieux possible à leurs attentes.

La construction d'un parc éolien en milieu agricole implique des risques importants pour la santé des sols. Notre expérience à travers les sept années de suivi agronomique au parc éolien de Montérégie démontre qu'il est possible de limiter grandement ces impacts, notamment par une bonne planification des travaux, par la réduction des superficies nécessaires à la construction et à l'exploitation du parc éolien et par la mise en oeuvre de mesures correctives et de pratiques agricoles appropriées.

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>	12
5.1.2	<i>La couleur du sol</i>	12
5.1.3	<i>La disposition du système racinaire</i>	13
5.1.4	<i>L'odeur du sol</i>	13
5.1.5	<i>La résistance à l'enfoncement</i>	13
5.1.6	<i>La structure du sol</i>	13
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.

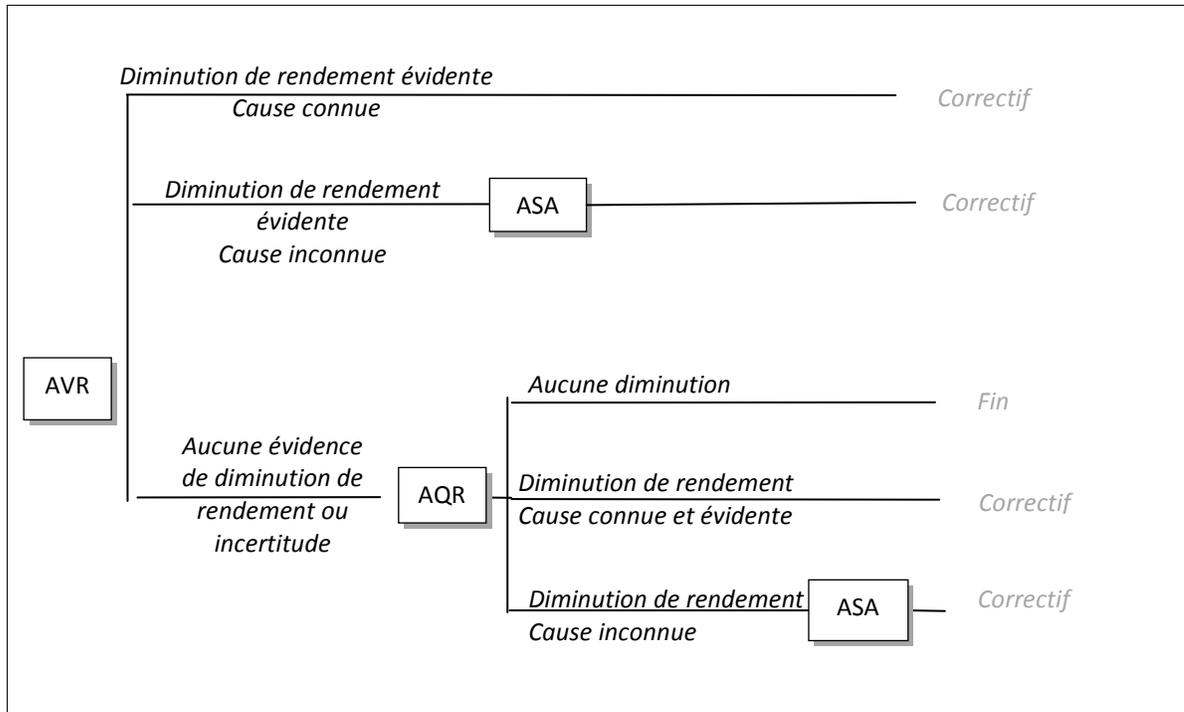


Figure 2.1 Schéma des différentes étapes (première année ou lorsqu'un site a fait l'objet de correctifs l'année antérieure).

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.

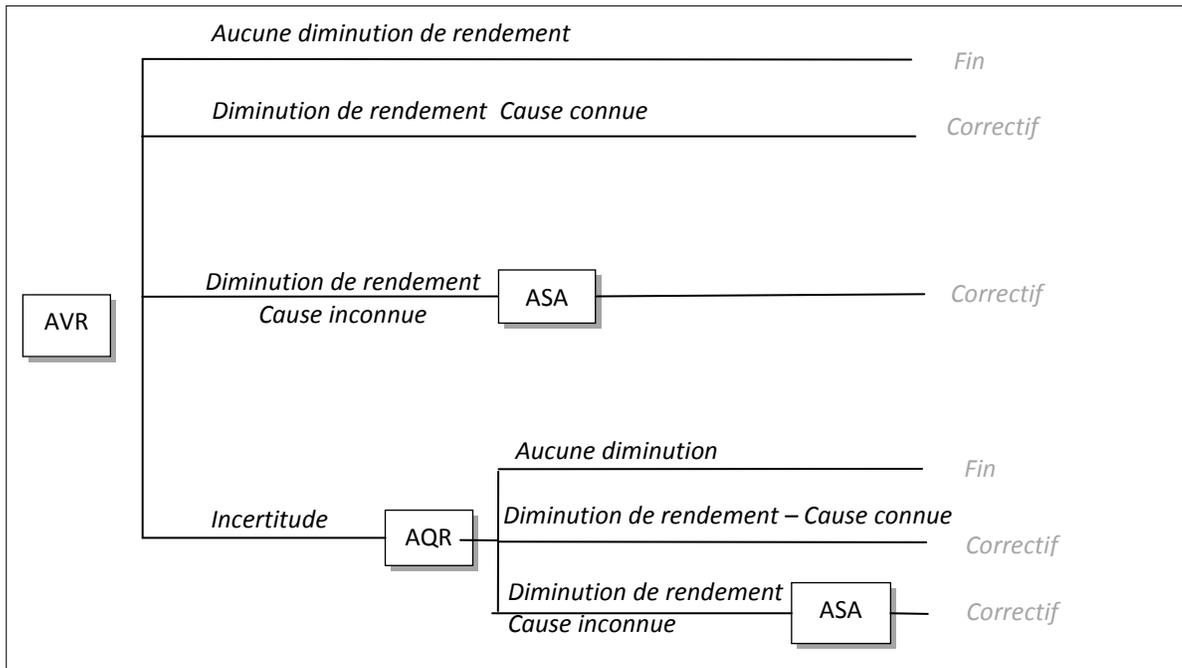


Figure 2.2 Schéma des différentes étapes après que l'AQR ait démontré qu'il n'y a pas d'écart de rendement

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.

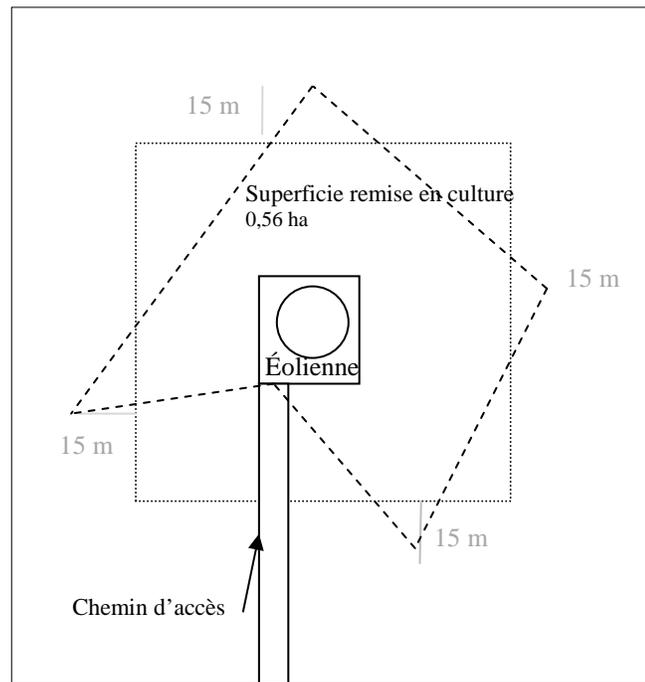


Figure 3.1 Tracé proposé pour l'AVR - Sites des éoliennes -

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).

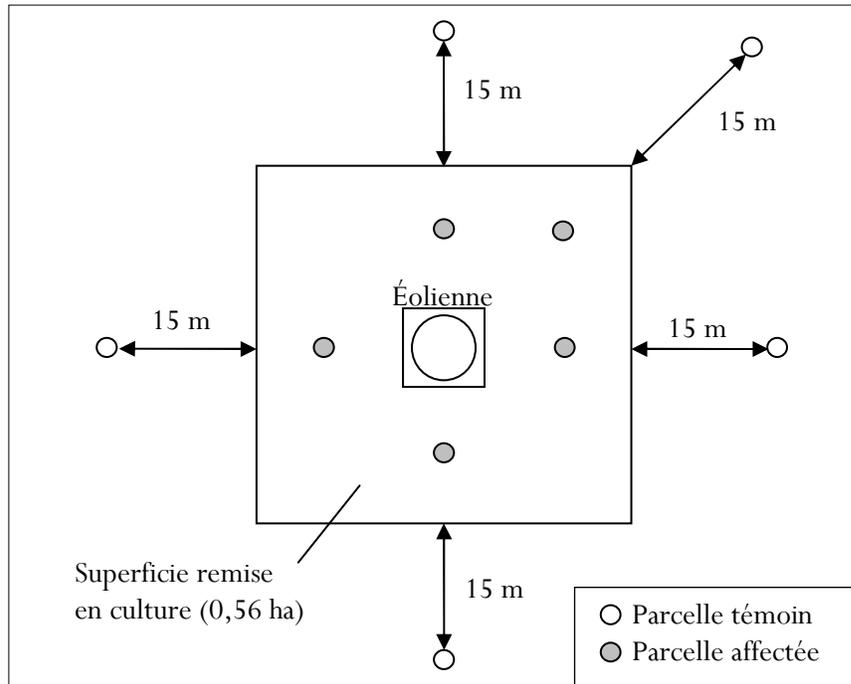


Figure 4.1 Détermination des parcelles pour les sites d'éoliennes

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.

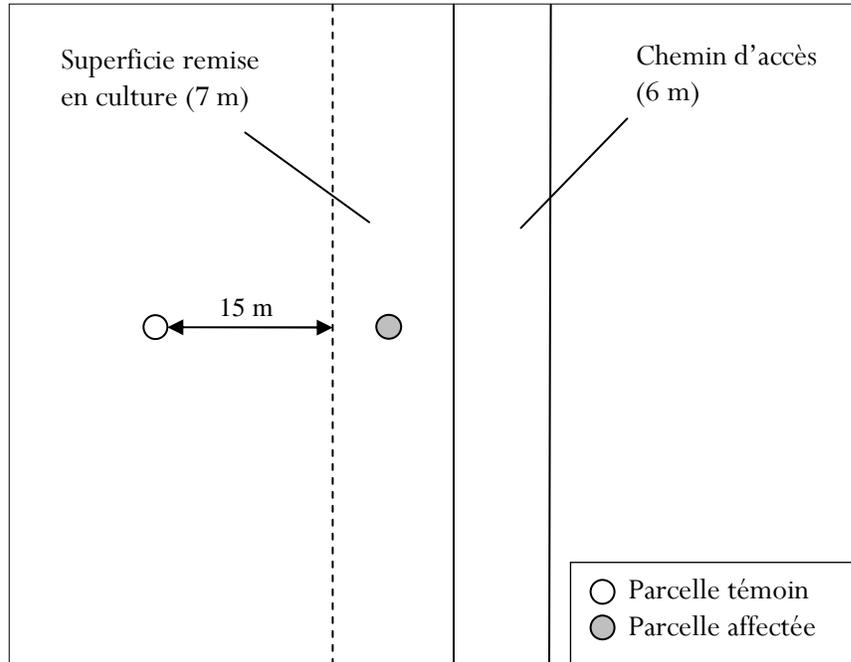


Figure 4.2 Détermination des parcelles pour les chemins d'accès

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 VÉGÉTALES 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
Télééc. : 418 392-5080
Courriel : info@activaenviro.ca

Rimouski

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

Campbellton

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

Sans frais : 1 866 392-5088

A photograph of a rural landscape. In the foreground, a large, vibrant green evergreen branch hangs down, partially obscuring the view. Below it, a golden-brown field is filled with several cylindrical hay bales. In the background, a line of green trees stretches across the horizon under a clear sky.

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 :

M. Fernand Turcotte, répondant du MAPAQ dans ce dossier
M. Mouloud Merbouche, coordonnateur en environnement, Kruger Énergie
M. Martin Thibodeau, directeur des opérations, Kruger Énergie
M. Michel Vermette, agent de liaison, Parc Éolien de Montérégie
M. Jean-François Hudon, ing.f., directeur général, Activa Environnement
Mme Lucie Beaulieu, agr. et biol., chargée de projet, Activa Environnement
M. Étienne Foucher, agr., chargé de projet, Activa Environnement

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 généraient 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

Étaient présents :

- M. Mouloud Merbouche, coordonnateur en environnement, Kruger Énergie
- M. Mamadou Abdoulaye Diallo, échantillonneur terrain, Activa Environnement
- M. Michel Vermette, agent de liaison, Parc Éolien de Montérégie, Kruger Énergie
- M. Étienne Foucher, agronome, chargé de projet, Activa Environnement
- M. Fernand Turcotte, 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
Télec. : 450 427-0407
Courriel : fernand.turcotte@mapaq.gouv.qc.ca

Date de mise à jour : le 26 juillet 2013

Annexe 4

Cartes de localisation

SUIVI DES SOLS 2019

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

Carte 1 Vue générale

PROJET

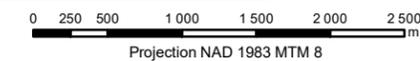
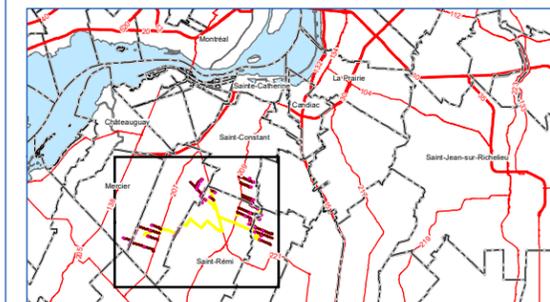
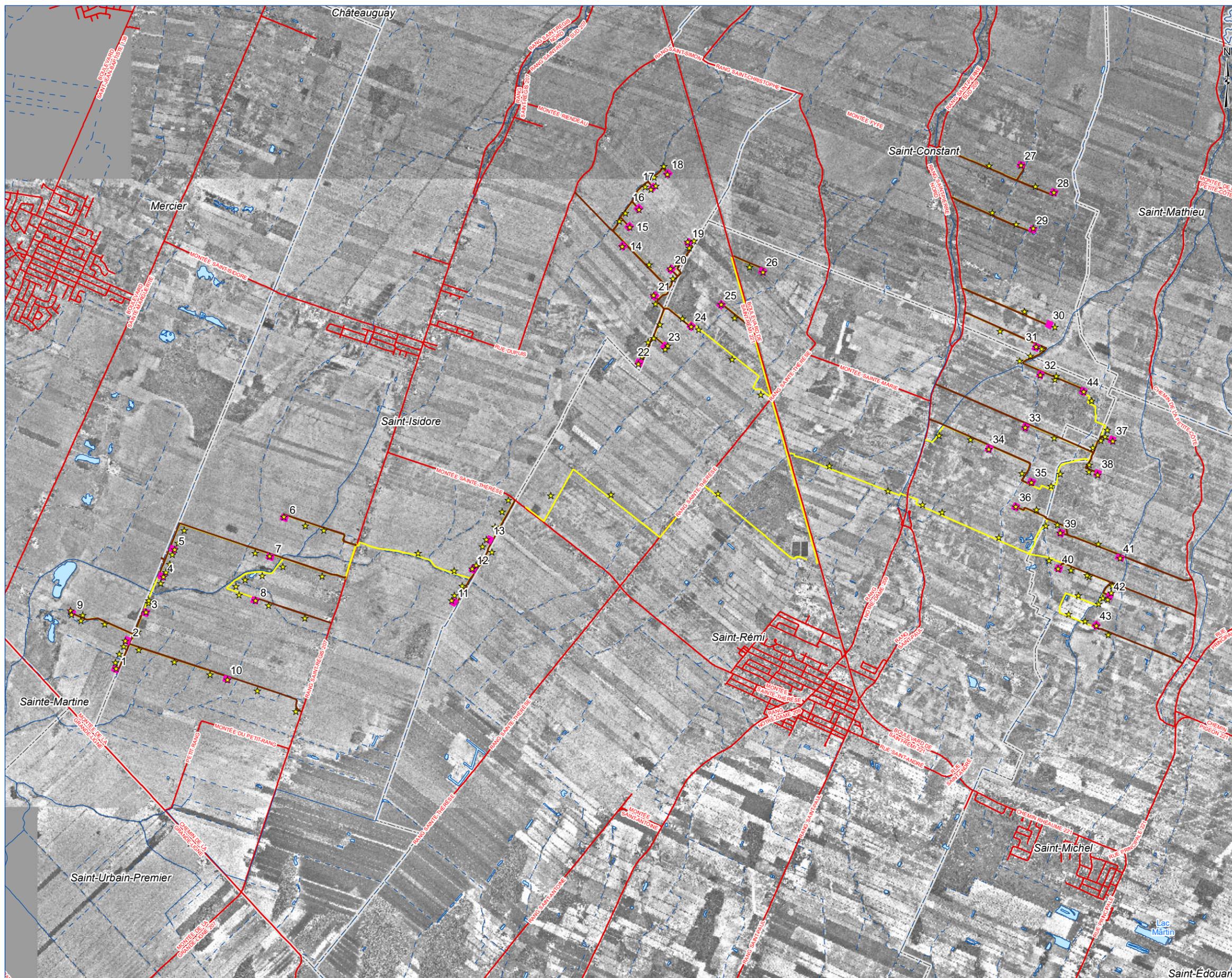
- ★ Site d'observation
- Réseau collecteur
- Chemin d'accès
- Aire d'assemblage des éoliennes

TERRITOIRE

- Route
- Limite municipale

MILIEU NATUREL

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



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

Carte préparée par :

Etienne Foucher agr.
Etienne Foucher, agronome
Projet : E1940-01/13067
20 décembre 2019



SUIVI DES SOLS 2019

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

Carte 2 Vue rapprochée - Éoliennes 1 à 10

PROJET

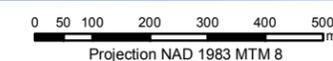
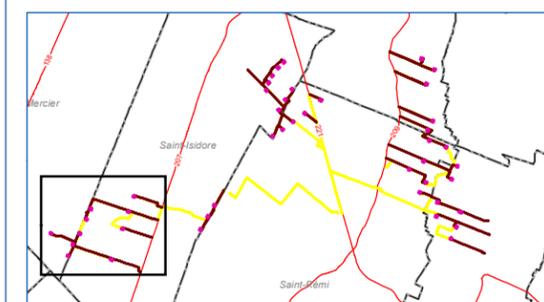
- ★ Site d'observation
- Réseau collecteur
- Chemin d'accès
- Surlargeur temporaire
- Aire de la grue
- Aire d'assemblage des éoliennes
- Recommandation 2019

TERRITOIRE

- Route
- Limite cadastrale
- Limite municipale
- Culture 2019
- 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

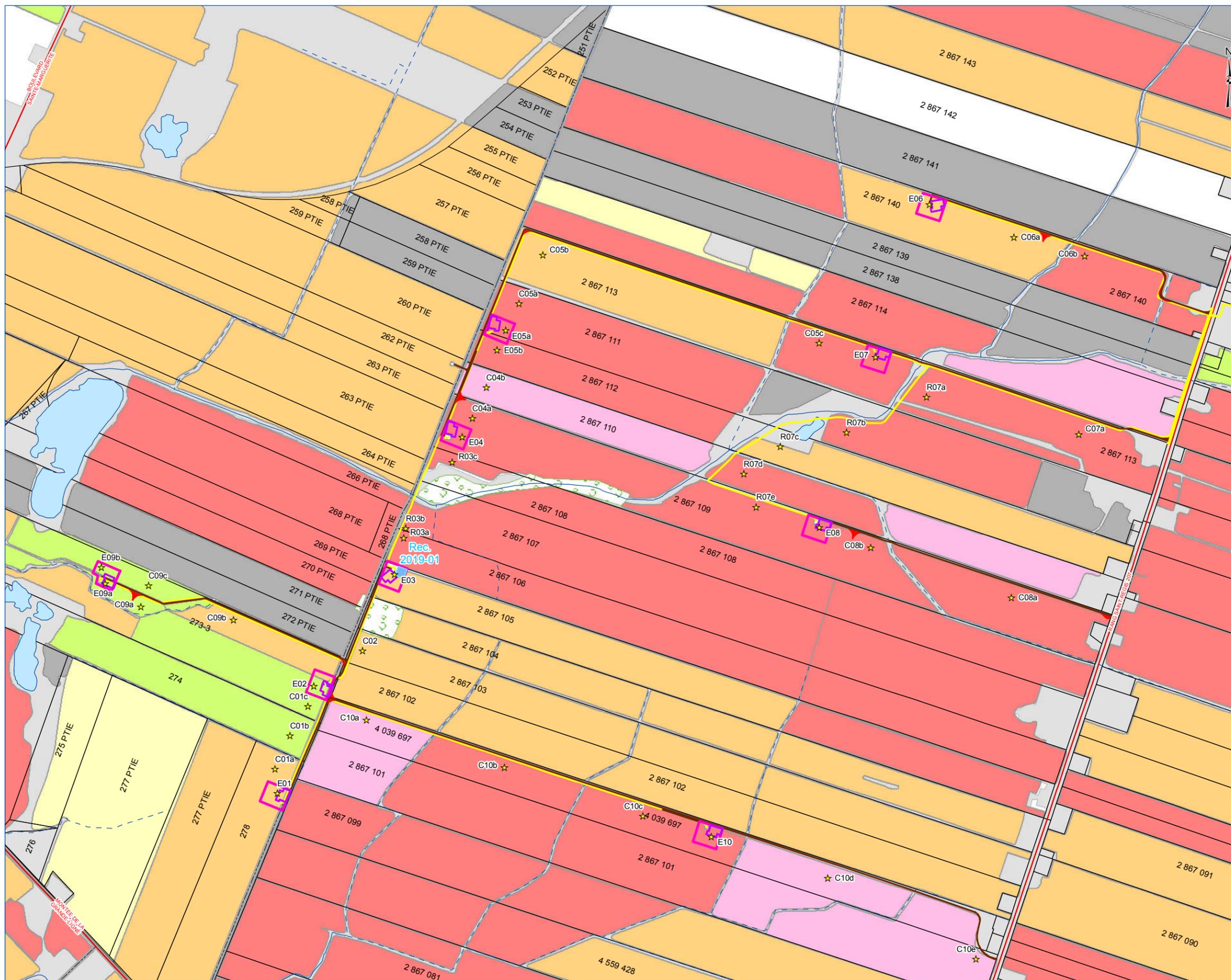
Carte préparée par :

Étienne Foucher agr.

Étienne Foucher, agronome

Projet : E1940-01/13067

20 décembre 2019



SUIVI DES SOLS 2019

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

Carte 3 Vue rapprochée - Éoliennes 11 à 13

PROJET

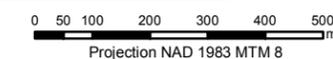
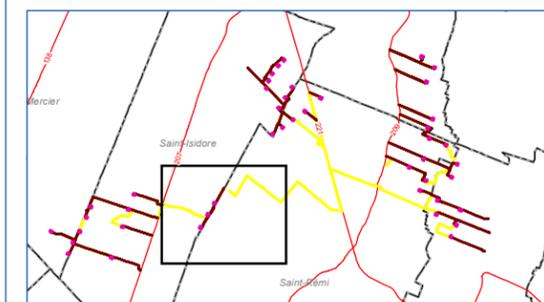
- ★ Site d'observation
- Réseau collecteur
- Chemin d'accès
- Surlargeur temporaire
- Aire de la grue
- Aire d'assemblage des éoliennes
- Recommandation 2019

TERRITOIRE

- Route
- Limite cadastrale
- Limite municipale
- Culture 2019
 - 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

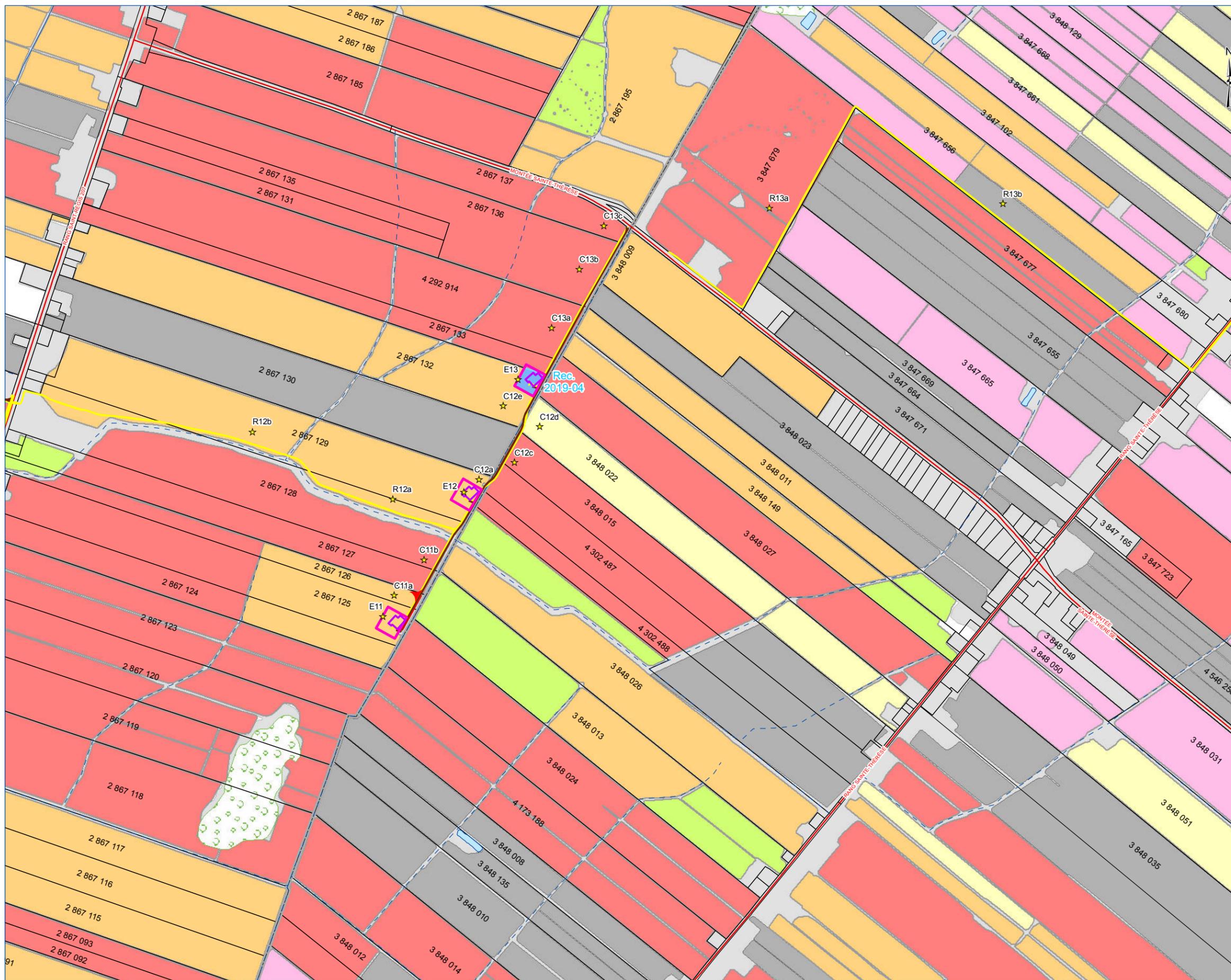
Carte préparée par :

Étienne Foucher agr.

Étienne Foucher, agronome

Projet : E1940-01/13067

20 décembre 2019



SUIVI DES SOLS 2019

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

Carte 4 Vue rapprochée - Éoliennes 14 à 26

PROJET

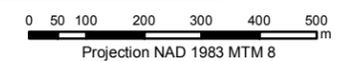
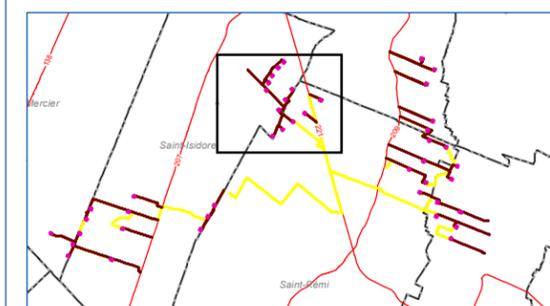
- ★ Site d'observation
- Réseau collecteur
- Chemin d'accès
- Surlargeur temporaire
- Aire de la grue
- Aire d'assemblage des éoliennes
- Recommandation 2019

TERRITOIRE

- Route
- Limite cadastrale
- Limite municipale
- Culture 2019
- 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

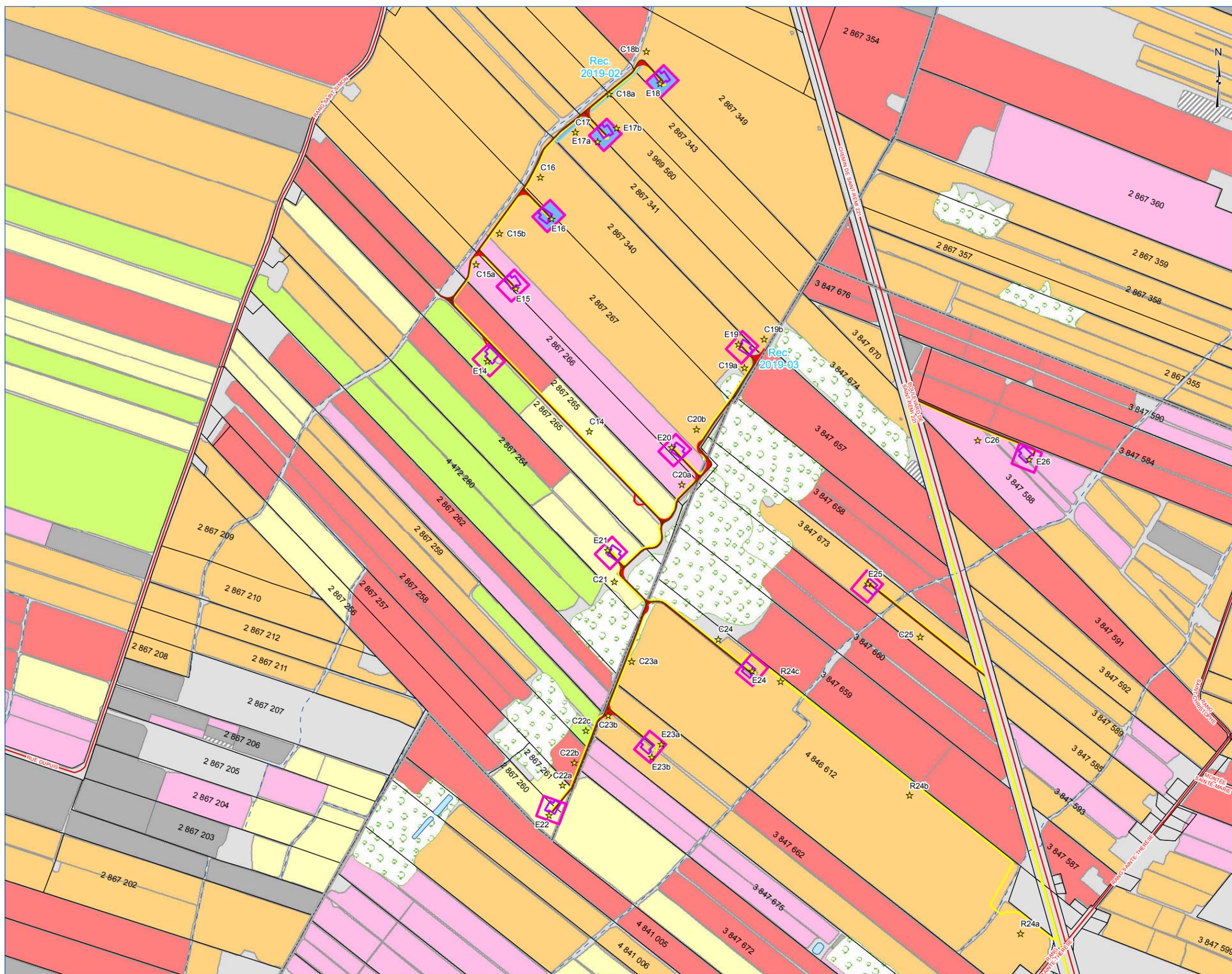
Carte préparée par :

Étienne Foucher agr.

Étienne Foucher, agronome

Projet : E1940-01/13067

20 décembre 2019



SUIVI DES SOLS 2019

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

Carte 5 Vue rapprochée - Éoliennes 27 à 32 et 44

PROJET

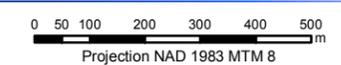
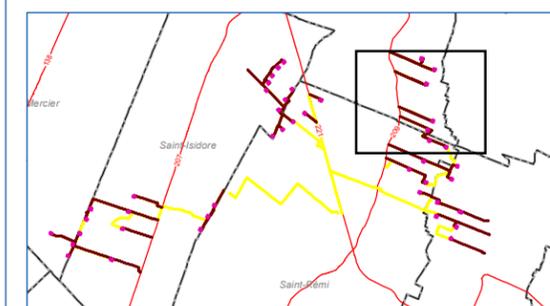
- ★ Site d'observation
- Réseau collecteur
- Chemin d'accès
- Surlargeur temporaire
- Aire de la grue
- Aire d'assemblage des éoliennes
- Recommandation 2019

TERRITOIRE

- Route
- Limite cadastrale
- Limite municipale
- Culture 2019
 - 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 : E1940-01/13067
20 décembre 2019



SUIVI DES SOLS 2019

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 2019

- TERRITOIRE**
- Route
 - Limite cadastrale
 - Limite municipale
 - Culture 2019
 - 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 Environment inc., Kruger Énergie Montérégie S.E.C.,
Gouvernement du Québec

Carte préparée par :

Etienne Foucher agr.

Etienne Foucher, agronome

Projet : E1940-01/13067

20 décembre 2019

ACTIVA
ENVIRONNEMENT



SUIVI DES SOLS 2019

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

Carte 7 Vue rapprochée - Réseau collecteur

PROJET

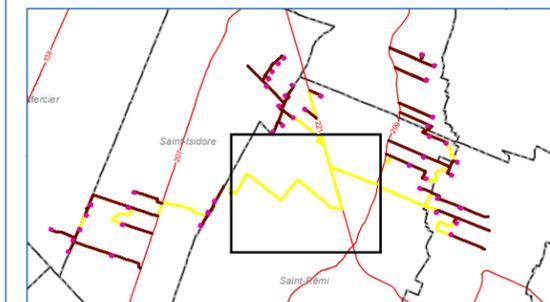
- ★ Site d'observation
- Réseau collecteur
- Chemin d'accès
- Surlargeur temporaire
- Aire de la grue
- Aire d'assemblage des éoliennes
- Recommandation 2019

TERRITOIRE

- Route
- Limite cadastrale
- Limite municipale
- Culture 2019
 - 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 : E1940-01/13067
20 décembre 2019



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

État des cultures à la fin du programme de suivi des sols

État des cultures à la fin du programme de suivi des sols



Figure 1. État des cultures au site E01



Figure 2. État des cultures au site E02a

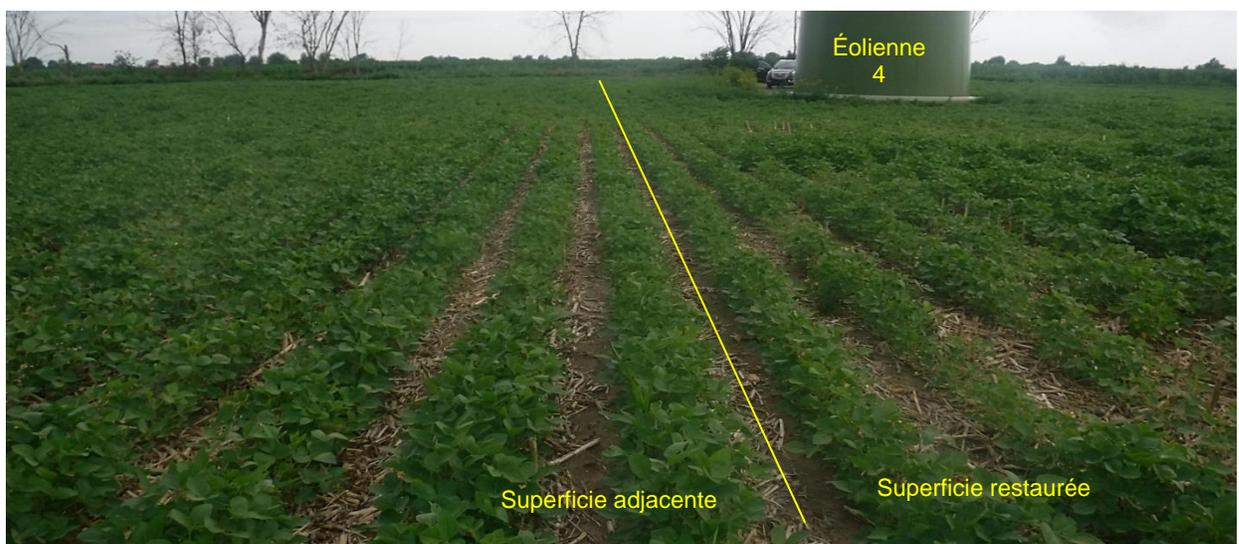


Figure 3. État des cultures au site E04



Figure 4. État des cultures au site E05



Figure 5. État des cultures au site E06



Figure 6. État des cultures au site E07

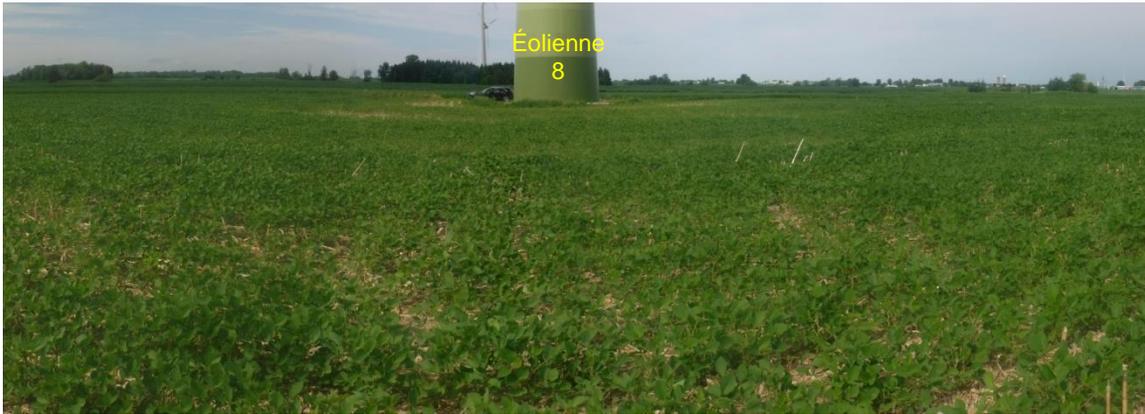


Figure 7. État des cultures au site E08



Figure 8. État des cultures au site E09



Figure 9. État des cultures au site E10



Figure 10. État des cultures au site E11



Figure 11. État des cultures au site E12



Figure 12. État des cultures au site E14



Figure 13. État des cultures au site E15



Figure 14. État des cultures au site E19



Figure 15. État des cultures au site E20



Figure 16. État des cultures au site E21



Figure 17. État des cultures au site E22



Figure 18. État des cultures au site E23



Figure 19. État des cultures au site E24



Figure 20. État des cultures au site E25



Figure 21. État des cultures au site E26



Figure 22. État des cultures au site E27



Figure 23. État des cultures au site E28



Figure 24. État des cultures au site E29



Figure 25. État des cultures au site E30



Figure 26. État des cultures au site E31



Figure 27. État des cultures au site E32



Figure 28. État des cultures au site E33



Figure 29. État des cultures au site E34



Figure 30. État des cultures au site E35



Figure 31. État des cultures au site E36



Figure 32. État des cultures au site E37



Figure 33. État des cultures au site E38



Figure 34. État des cultures au site E39



Figure 35. État des cultures au site E40



Figure 36. État des cultures au site E41



Figure 37. État des cultures au site E42



Figure 38. État des cultures au site E43



Figure 39. État des cultures au site E44

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