

**UTILISATION DU BIOCHAR POUR OPTIMISER LA PRÉPARATION DE PARCELLE
D'IMPLANTATION DE POMMIERS**

**IMPLANTATION DE LA PARCELLE ET SUIVI DE LA PLANTATION – PHASE 2 –
2022-2023**

DURÉE DU PROJET : 16 MAI 2023 – 31 JANVIER 2024

RAPPORT FINAL

Réalisé par :
Ly-Anne Hamel, agr., Agropomme



15 janvier 2024

TITRE DU PROJET : IMPLANTATION DE LA PARCELLE ET SUIVI DE LA PLANTATION – PHASE 2 – 2022-2023

NUMÉRO DU PROJET : 7172775

OBJECTIFS ET FAITS SAILLANTS DU PROJET

La fertilisation a toujours été l'un des grands défis de l'agriculture, particulièrement pour les entreprises en production biologique dont les ressources sont plus limitées. Or, depuis peu, un nouvel amendement gagne en intérêt chez les entreprises pomicoles membres du club conseil en agroenvironnement (CCAÉ) Agropomme, soit le biochar. Le biochar est le résultat de la pyrolyse, qui est la décomposition thermique de matière carbonée dans un environnement pauvre en oxygène. Il s'agit essentiellement de charbon dont le contenu en cendre est infime, résultant en une matière très concentrée en carbone. Le biochar peut être obtenu à partir de résidus ligneux ou de résidus agricoles carbonés tels que la paille. Ses bénéfices comprennent entre autres une amélioration de la structure du sol, de l'infiltration d'eau et de la rétention en élément nutritifs pouvant mener à des rendements supérieurs. À noter que son usage en régie biologique est limité aux formulations dont la matière de base n'a pas été traitée avec des substances interdites par la norme biologique.

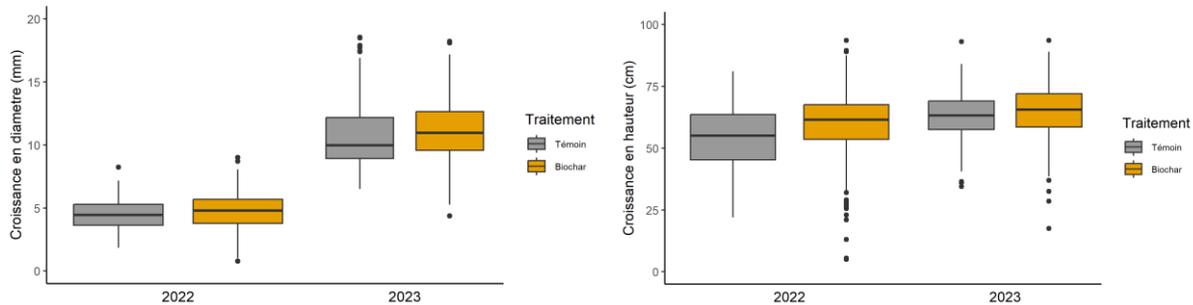
Vu l'intérêt grandissant pour le biochar, le CCAÉ a pris l'initiative de monter un projet visant à étudier son potentiel en verger, ses propriétés étant relativement peu documentées actuellement dans un contexte pomicole. De plus, considérant le coût significatif de l'amendement, il était impératif de justifier la rentabilité de l'achat par des résultats concrets. Enfin, puisque le biochar doit impérativement être enfoui pour éviter l'érosion éolienne ou le lessivage, son utilisation est limitée au moment de la préparation de parcelle, qui est la seule étape où l'absence de couvre-sol permet l'incorporation. L'objectif du projet est donc de déterminer les avantages agronomiques de l'utilisation du biochar avant l'implantation de pommiers, ainsi que la viabilité économique de cette pratique. Ce projet a été réalisé en deux phases distinctes :

- Phase 1) Acquisition de connaissances, préparation de la parcelle d'essai et application du biochar (2021-2022)
- Phase 2) Implantation de la parcelle et suivi de la plantation (2022 à 2024)

Le présent rapport concerne la seconde phase du projet, soit l'implantation de la parcelle et le suivi de la plantation. La parcelle d'essai consiste en 6 rangs : 4 sont composés de la variété Spartan et 2, de la variété Marshall pour un total de 401 arbres. Chaque variété comporte 1 rang témoin dont le sol a été préparé selon le même protocole que les rangs de biochar (fumure de fond, compost, irrigation). Le biochar avait lui-même été humidifié et mélangé au compost avant d'être incorporé. Le suivi de la plantation consistait à collecter des données de croissance à 3 reprises sur 2 ans afin de comparer l'évolution des pommiers dans les rangs de biochar à ceux des rangs témoins. Une analyse de sol et une analyse foliaire ont également été prises pour chacune des deux années du projet afin de mesurer les concentrations en éléments nutritifs et d'analyser leur dynamique dans le sol et la plante. Enfin, une évaluation de la santé globale des sols a été réalisée en 2023 dans le but de comparer l'état du sol 2 ans après l'incorporation de biochar à son état initial.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR LE SECTEUR OU L'INDUSTRIE

Concernant d'abord les données de croissance, celles-ci ont été mesurées en mai 2022, en octobre 2022 et en octobre 2023. À chaque occasion, le diamètre du tronc à 30cm du sol ainsi que la hauteur de l'arbre ont été mesurés pour chaque arbre de la parcelle d'essai. Les figures ci-dessous représentent la variation (soit la croissance) en diamètre (mm) et en hauteur (cm) pour chaque année.



Un premier test statistique réalisé en amont de la journée technique annuelle d'Agropomme n'a rapporté aucune différence significative entre la croissance des rangs biochar et celle des rangs témoins en analysant chaque année individuellement. Ce résultat concernait autant le diamètre du tronc à 30cm du sol que la hauteur de l'arbre. Une analyse de la croissance par variété n'a pas rapporté d'effet significatif non plus : les arbres Spartan traités au biochar n'avaient pas de gain par rapport aux Spartan non traités, tout comme les Marshall ayant reçu du biochar n'avait pas d'avantage sur les Marshall témoins. Toutefois, à la lecture des résultats (représentés dans la figure ci-dessus), une légère amélioration en faveur du biochar semblait se dessiner, encourageant à pousser plus loin la réflexion.

Un deuxième test statistique a donc été réalisé après la journée technique en analysant plutôt la croissance sur la durée entière de l'expérience. Le diamètre et la hauteur des arbres ont donc été évalués en fonction de l'âge des arbres (en nombre de jours) afin d'obtenir un taux de croissance par jour. À l'aide d'un modèle mixte, ce taux a pu être analysé en interaction avec le traitement appliqué (biochar ou témoin) ainsi que la variété (Spartan ou Marshall). L'objectif était d'ainsi déterminer si le biochar avait un effet significatif sur la croissance des arbres, et si cette différence était particulièrement notable pour chaque variété. Ce faisant, l'identité du pommier ainsi que du rang ont été ajoutés au modèle afin de contrôler pour la non-indépendance.

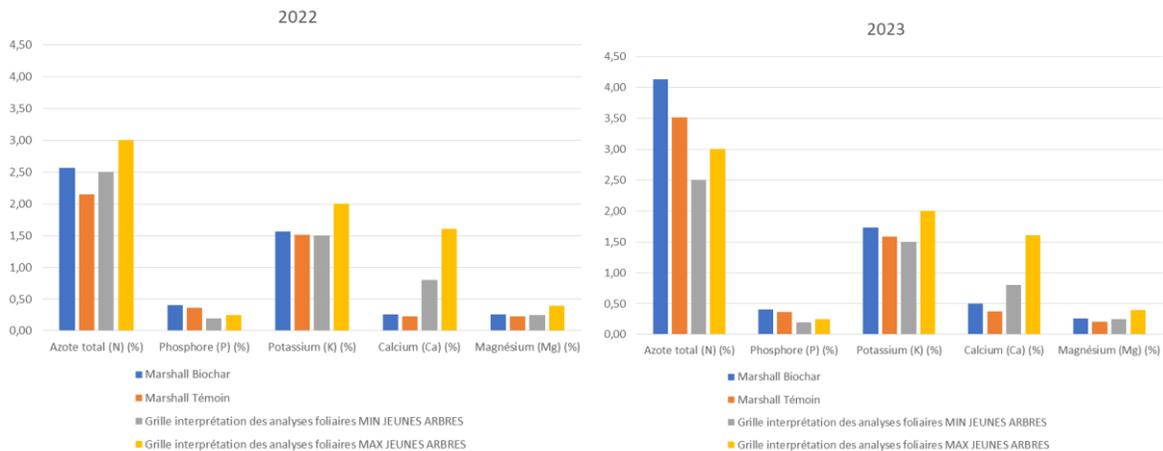
Ce test s'est avéré statistiquement significatif dans le cas de la hauteur : alors que les rangs témoins avaient une croissance de 0,24 cm/jour, ceux de biochar avaient une croissance de 0,26 cm/jour ($p = 0,021$). En d'autres termes, après 484 jours de croissance, la différence de hauteur était d'environ 10cm en faveur des rangs de biochar. Il est donc possible de confirmer l'hypothèse que le biochar accélère la croissance en hauteur de l'arbre et ce, dès la deuxième année. Dans le cas du diamètre, un faible effet a pu être rapporté significatif à l'analyse des rangs de Spartan, dont le diamètre s'élargissait légèrement plus vite dans les rangs biochar que dans les rangs témoins. Bien que minces, ces différences permettent d'affirmer qu'un amendement de biochar a un effet non négligeable sur la croissance. Sachant que cet effet est rarement observable sur une période de moins de 2 ans selon les connaissances rapportées dans le volet 1 du projet, un suivi continu serait nécessaire afin de

valider l'avantage agronomique du biochar et son effet potentiel sur le rendement à long terme.

Concernant les analyses de sol, celles-ci ont été réalisées à l'automne 2022 et à l'automne 2023 afin d'évaluer si une différence pourrait s'être creusée entre les rangs biochar et les rangs témoins. Elles ont été comparées à la dernière analyse à jour, c'est-à-dire celle de 2019.

À la lecture des résultats (disponibles à l'Annexe 1), la concentration des éléments nutritifs ne semble pas avoir été significativement modifiée par l'amendement en biochar. En effet, certains indicateurs tels que la capacité d'échange cationique (CEC) et le pourcentage de matière organique (M.O.) ont moins d'un point d'écart avec la parcelle témoin en 2023. Or, ceux-ci devraient avoir bénéficié d'un apport en biochar dont les propriétés favorisent une présence accrue des microorganismes et de la rétention des nutriments. Certains éléments comme le calcium et le magnésium se retrouvent même en plus grande concentration dans le sol de la parcelle témoin. Toutefois, la différence entre les échantillons est si minime qu'un suivi à plus long terme serait nécessaire afin de dégager une véritable tendance. À noter que si le projet devait se poursuivre, une analyse de l'azote total serait pertinente afin de déterminer si l'amendement de biochar permet une meilleure rétention de l'azote disponible pour les plantes.

Une piste d'explication potentielle à la légère différence entre les échantillons pourrait se dégager à l'étude des analyses foliaires effectuées dans la variété Marshall en août 2022 et 2023 (disponibles à l'Annexe 2). Ci-dessous sont illustrées les concentrations foliaires par année pour l'azote, le phosphore, le potassium, le calcium et le magnésium pour chaque traitement. À titre de référence, les minima et maxima recommandés pour de jeunes arbres selon le guide de production fruitière intégrée sont également représentés.



Pour chaque année, la concentration d'éléments nutritifs semble légèrement supérieure dans le rang biochar que dans le rang témoin. Cela pourrait laisser penser que les éléments sont plus disponibles pour l'arbre suivant un amendement en biochar, améliorant leur absorption. Dans le même ordre d'idée, si le prélèvement est meilleur dans la parcelle biochar, cela pourrait potentiellement expliquer pourquoi la concentration en phosphore, calcium et magnésium est plus grande dans le sol de la parcelle témoin. Dans tous les cas, ces analyses sont trop ponctuelles pour en tirer des conclusions définitives. Il est néanmoins intéressant de noter que l'écart semble s'être creusé entre les deux traitements 2023. Bien que cette différence soit minime, elle souligne de nouveau l'intérêt de poursuivre l'étude à plus long terme pour dégager des résultats significatifs.

Le dernier résultat analysé, enfin, correspond à l'évaluation de la santé globale des sols, qui a été d'abord réalisée en 2021 pour l'ensemble de la parcelle d'essai, puis en 2023 pour la parcelle biochar et la parcelle témoin séparément (disponibles à l'Annexe 3). Le sommaire des 3 évaluations est présenté ci-dessous.

Indicateur		Évaluation /100		
		2021	2023 Biochar	2023 Témoin
Physique	Stabilité des agrégats	91	68	70
	Proportion d'agrégats	72	66	67
Biologique	Respiration C-CO2	70	52	54
	Azote labile N-NH3	61	57	55
	Matière organique	88	92	89
	Carbone actif	83	84	64
Chimique	pH	95	100	83
	Phosphore	60	29	5
	Potassium	79	94	100
	Magnésium	74	76	73
	Calcium	56	75	69
Évaluation globale		80	73	69
		Sol en santé	Sol en santé	Bon sol avec quelques problèmes à solutionner

Alors que la note globale du sol était « en santé » en 2021, celle-ci s'est détériorée légèrement en 2023, particulièrement dans la parcelle témoin dont l'évaluation a rapporté « quelques problèmes à solutionner ». La dégradation vient entre autres d'une perte de stabilité des agrégats, probablement due à l'été très pluvieux de 2023 qui favorisait la compaction des sols lors du passage de la machinerie. Certaines étapes de préparation de la parcelle peuvent également avoir contribué considérablement à cette perte de stabilité, notamment l'installation de paillis de plastique et le désherbage des rangs, puisque l'absence de couvre-sol diminue la densité racinaire essentielle à la structure des agrégats. En comparatif, les analyses de sol de 2021 avaient été prises suivant un fauchage de millet perlé ; les racines étaient donc nombreuses dans le sol. La compaction a également limité elle-même la porosité, nuisant à l'activité des microorganismes (tel que rapporté par la diminution de la respiration C-CO2) autant dans la parcelle biochar que la parcelle témoin. Cette diminution de l'activité microbienne peut également avoir été causée par la diminution de la quantité de racines dans le sol près des pommiers, puisque celles-ci servent à l'alimentation des microorganismes. La différence de traitement s'inscrit particulièrement dans le carbone actif, qui correspond à la portion disponible de la matière organique pour la communauté microbienne comme source d'énergie. Celui-ci est demeuré stable dans la parcelle biochar, mais a chuté dans la parcelle témoin, ce qui concorde avec la théorie puisqu'un amendement de biochar est très riche en carbone. La concentration de phosphore du sol a diminué dans les deux parcelles, ce qui n'est pas surprenant pour une parcelle en implantation. La concentration en calcium, finalement, a augmenté dans les deux parcelles, mais davantage dans la parcelle biochar. Or, les résultats de l'analyse de sol témoignaient d'une plus forte concentration dans la parcelle témoin que dans la parcelle biochar. Cela confirme le caractère ponctuel des analyses et la nécessité d'un suivi à plus long terme.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

À la fin de ce projet, il n'est pas possible de tirer de conclusions définitives sur les bénéfices d'un apport de biochar en incorporation avant l'implantation d'une parcelle de pommiers. Bien qu'un léger bénéfice semble se dégager des résultats quant à la croissance de l'arbre et à la concentration foliaire en éléments nutritifs, un suivi serait nécessaire pour confirmer cette tendance. Il est également trop tôt pour conclure si ces bénéfices auront une influence positive sur le rendement de la parcelle et donc, si l'achat plutôt onéreux de biochar s'avère rentable. En effet, incluant le transport et les taxes, le prix du biochar s'élève à 3281,89\$ pour 0,36ha, ce qui est considérable.

Il est cependant possible d'affirmer qu'un amendement en biochar ne semble pas avoir un effet appréciable après 2 ans sur une parcelle dont la préparation a été effectuée dans les règles de l'art. En effet, après 2 engrais verts, une fumure de fond, un apport de compost et un travail du sol adéquat, la qualité du sol était déjà excellente. Il serait néanmoins intéressant de poursuivre la prise de données et de mesurer les effets sur le rendement à long terme.

RAYONNEMENT DU PROJET

Le projet a été présenté à la Journée technique annuelle d'Agropomme par Ly-Anne Hamel, agr. (Agropomme). L'événement s'est déroulé le 14 décembre dernier en formule présentielle à la Cabane à sucre Constantin située à Saint-Eustache. Les conférences étaient également accessibles via la plateforme Zoom pour une formule virtuelle. Au total, près de 70 personnes ont assisté à la présentation. Celle-ci est disponible à tous sur la plateforme web du CCAE Agropomme au lien suivant :

https://www.agropomme.ca/Documentation_publicue/JOURNEE_TECHNIQUE_2023/01%20Biochar_L-A%20Hamel_Agropomme.pdf

POINT DE CONTACT POUR INFORMATIONS

Ly-Anne Hamel, agr., conseillère Agropomme, lyanne.agropomme@videotron.ca
Bureau : (450) 623-0889

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé en collaboration avec Caroline Turcotte du MAPAQ Estrie, Suzanne Allaire de GECA Environnement et Gaétan Gilbert du Verger le Gros Pierre.

Ce projet a été financé par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans le cadre du Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région.

ANNEXES

ANNEXE 1 : Analyses de sol 2022 et 2023 des parcelles biochar et témoins



74, rue Dansereau
St-Ours, Qc, J0G 1P0
T 450.785.2013
info@agriquanta.com
www.agriquanta.com

RAPPORT D'ANALYSES
FINAL
SOL

IDENTIFICATION					
Provenance		Echantillons		Numéro du rapport : SOL-18231	
CCAE Agropomme 1986-A rang du Domaine St-Joseph-du-Lac, QC J0N 1M0 Nadeau, Vanessa		Verger le Gros Pierre inc. 6335 route Louis St-Laurent Compton, QC J0B1L0 Gaétan Gilbert		Date du rapport : 2022-11-10	
Id échantillon :		Témoïn-S		Témoïn-SS	
No laboratoire :		2022_19162		2022_19163	
Date de prélèvement :		2022-10-19		2022-10-19	
Biochar-S		2022_19164		2022_19165	
Biochar-SS		2022-10-19		2022-10-19	
Paramètre (méthode)					
* pH eau (1)		6,62	6,60	6,53	6,26
* pH tampon (1)		7,02	7,00	6,60	6,68
1 CEC meq/100 g		15,3	12,8	16,7	14,7
* Matière organique (2)	%	4,57	2,60	3,48	2,44
* Phosphore (P) (3)	kg / ha	123	74,9	202	24,1
* Potassium (K) (3)	kg / ha	345	261	573	161
* Aluminium (Al) (3)	ppm	837	853	1 062	1 209
2 ISP1		6,58	3,92	8,49	0,89
3 ISP2		4,94	3,02	6,77	0,72
4 ISP3		3,19	2,06	5,05	0,56
* Calcium (Ca) (3)	kg / ha	4 108	3 152	3 143	2 799
* Magnésium (Mg) (3)	kg / ha	376	272	238	251
Cuivre (Cu)	ppm	23,5	9,70	14,2	5,51
Manganèse (Mn)	ppm	149	166	127	142
Zinc (Zn)	ppm	14,5	6,11	10,6	4,31
Fer (Fe)	ppm	276	232	205	190
Bore (B)	ppm	1,07	0,65	0,66	0,58
Soufre (S)	ppm	18,5	13,4	18,4	16,1
Sodium (Na)	ppm				
Saturation des bases					
Potassium (K)	%	2,58	2,33	3,94	1,25
Calcium (Ca)	%	60,0	54,8	42,1	42,4
Magnésium (Mg)	%	9,14	7,88	5,32	6,33
Total	%	71,7	65,0	51,4	49,9
Rapport entre éléments					
Potassium / Magnésium (K/Mg)		0,28	0,30	0,74	0,20
Potassium / Calcium (K/Ca)		0,04	0,04	0,09	0,03
Magnésium / Calcium (Mg/Ca)		0,15	0,14	0,13	0,15
5 Granulométrie					
Sable	%				
Limon	%				
Argile	%				
Classe texturale					
d ₁₅	µm				
Autres résultats					
6 Rapport C/N					
Conductivité	mScm				
Bore (eau chaude)	ppm				
Molybdène (eau chaude)	ppm				
Azote total (combustion)	g/kg				
Nitrates	ppm				
Commentaires *** : Sous la limite de quantification					
* Paramètres accrédités par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec selon le programme d'accréditation incluant la Norme ISO/CEI 17025 ** Effectué en sous-traitance. 1 : CEC = (7,5 * pH) * 9 + (K / 874) + (Ca / 448) + (Mg / 269) 2 : ISP1 = (P (kg/ha) / 2,24) / Al (ppm) * 100 3 : ISP2 = (P / 2,24 / 31) / [(Al / 27) + (Fe / 56)] * 100 4 : ISP3 = (P / 2,24 / 31) / [(Al / 27) + (S * Fe / 56)] * 100 5 : Méthode Bouyoucos officielle complète 6 : Rapport C/N = (Matière organique / 1,724) / Azote total Méthodes : (1) MET_SOL_pH eau et pH tampon, (2) MET_SOL_Matière organique, (3) MET_SOL_Métaux					

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai. Une reproduction du présent rapport est interdite, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

IDENTIFICATION			
Provenance CCAÉ Agropomme 1986-A rang du Domaine St-Joseph-du-Lac, QC J0N 1M0 Ly-Anne Hamel	Echantillons Verger Le Gros Pierre 6335, rue Louis St-Laurent Compton, QC J0B1L0 Gaetan Gilbert	Numéro du rapport :	SOL-22369
		Date du rapport :	2023-10-31
		Date de réception :	2023-10-17
Id échantillon :	GG-biochar	GG-Témoin	
No laboratoire :	2023_19706	2023_19707	
Date de prélèvement :	2023-10-12	2023-10-12	
Paramètre (méthode)			
* pH eau (1)	6,25	6,43	
* pH tampon (1)	6,78	7,03	
1 CEC meq/100 g	15,0	14,4	
* Matière organique (2) %	4,50	4,71	
* Phosphore (P) (3) kg / ha	127	148	
* Potassium (K) (3) kg / ha	373	289	
* Aluminium (Al) (3) ppm	896	903	
2 ISP1	6,34	7,33	
3 ISP2	4,94	5,78	
4 ISP3	3,47	4,19	
* Calcium (Ca) (3) kg / ha	3 114	3 833	
* Magnésium (Mg) (3) kg / ha	301	353	
Cuivre (Cu) ppm	22,4	21,3	
Manganèse (Mn) ppm	185	176	
Zinc (Zn) ppm	17,9	15,9	
Fer (Fe) ppm	219	196	
Bore (B) ppm	1,06	1,05	
Soufre (S) ppm	16,8	29,4	
Sodium (Na) ppm			
Saturation des bases			
Potassium (K) %	2,85	2,29	
Calcium (Ca) %	46,4	59,3	
Magnésium (Mg) %	7,48	9,10	
Total %	56,7	70,7	
Rapport entre éléments			
Potassium / Magnésium (K/Mg)	0,38	0,25	
Potassium / Calcium (K/Ca)	0,06	0,04	
Magnésium / Calcium (Mg/Ca)	0,16	0,15	
5 Granulométrie			
Sable %			
Limon %			
Argile %			
Classe texturale			
d ₆₅ µm			
Autres résultats			
6 Rapport C/N			
Conductivité mS/cm			
Bore (eau chaude) ppm			
Molybdène (eau chaude) ppm			
Azote total (combustion) g/kg			
Nitrates ppm			
Commentaires			
*** : Sous la limite de quantification			
* Paramètres accrédités par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec selon le programme d'accréditation incluant la Norme ISO/CEI 17025 ** Effectué en sous-traitance.			
1 : CEC = (7,5 - pH) * 9 + (K / 874) + (Ca / 448) + (Mg / 269) 2 : ISP1 = (P (kg/ha) / 2,24) / Al (ppm) * 100 3 : ISP2 = (P / 2,24 / 31) / ((Al / 27) + (Fe / 56)) * 100			
4 : ISP3 = (P / 2,24 / 31) / ((Al / 27) + (S * Fe / 56)) * 100 5 : Méthode Bouyoucos officielle complète 6 : Rapport C/N = (Matière organique / 1,724) / Azote total			
Méthodes : (1) MET_SOL_pH eau et pH tampon, (2) MET_SOL_Matière organique, (3) MET_SOL_Métaux			
Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai. Une reproduction du présent rapport est interdite, sinon en entier, sans autorisation écrite du laboratoire.			

FBraunhofer
Résultats vérifiés et approuvés
France Beaunoyer, chimiste



ANNEXE 2 : Analyses foliaires 2022 et 2023 des parcelles biochar et témoins dans la variété Marshall



74, rue Dansereau
St-Ours, Qc, J0G 1P0
T 450.785.2013
info@agriquanta.com
www.agriquanta.com

RAPPORT D'ANALYSES
FINAL
TISSUS VÉGÉTAUX

IDENTIFICATION		Numéro du rapport : FOL-16589	
Provenance	Echantillons	Date du rapport :	2022-06-01
CCAE Agropomme 1986-A rang du Domaine St-Joseph-du-Lac, QC J0N 1M0 Maude Richard	Verger Le Gros Pierre 6335, rue Louis St-Laurent Compton, QC J0B 1L0 Gaetan Gilbert	Date de réception :	2022-05-27

id échantillon :	Marshall Biocha	Marshall Témoin		
No laboratoire :	2022_60089	2022_60090		
Date de prélèvement :	2022-05-25	2022-05-25		
Paramètre				
Azote total (N)	%	2,56	2,15	
Phosphore (P)	%	0,41	0,37	
Potassium (K)	%	1,57	1,51	
Calcium (Ca)	%	0,26	0,22	
Magnésium (Mg)	%	0,26	0,23	
Cuivre (Cu)	mg/kg	17,1	17,8	
Manganèse (Mn)	mg/kg	29,5	29,6	
Zinc (Zn)	mg/kg	32,2	28,7	
Fer (Fe)	mg/kg	100,0	90,8	
Bore (B)	mg/kg	289	268	
Aluminium (Al)	mg/kg	35,3	35,0	
Soufre total (S)	%			
Molybdène (Mo)	mg/kg			
Silice (Si)	mg/kg	68,8	55,3	
Nitrates (N-NO ₃)	ppm			
Matière organique	%	95,1	95,2	
Matière sèche	%			
1 Rapport C/N		18,6	22,2	

Commentaires

1 : Rapport C/N = (Matière organique / 2) / Azote total
Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai. Liste des méthodes utilisées comme référence disponible sur demande. Une reproduction du présent rapport est interdite, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

France Beaunoyer
Résultats vérifiés et approuvés par
France Beaunoyer, chimiste

IDENTIFICATION		Numéro du rapport : FOL-20275	
Provenance	Echantillons	Date du rapport :	2023-05-18
CCAE Agropomme 1986-A rang du Domaine St-Joseph-du-Lac, QC J0N 1M0	Verger Le Gros Pierre 6335, rue Louis St-Laurent Compton, QC J0B1L0 Gaetan Gilbert	Date de réception :	2023-05-16

Id échantillon :	Marshall Biocha	Marshall Témoin			
No laboratoire :	2023_60443	2023_60444			
Date de prélèvement :	ND	ND			

Paramètre		Marshall Biocha	Marshall Témoin			
Azote total (N)	%	4,13	3,51			
Phosphore (P)	%	0,41	0,36			
Potassium (K)	%	1,73	1,58			
Calcium (Ca)	%	0,50	0,38			
Magnésium (Mg)	%	0,26	0,21			
Cuivre (Cu)	mg/kg	17,6	15,1			
Manganèse (Mn)	mg/kg	56,1	54,6			
Zinc (Zn)	mg/kg	32,3	27,1			
Fer (Fe)	mg/kg	152	144			
Bore (B)	mg/kg	64,9	73,8			
Aluminium (Al)	mg/kg	73,8	71,8			
Soufre total (S)	%					
Molybdène (Mo)	mg/kg					
Silice (Si)	mg/kg	82,3	89,0			
Nitrates (N-NO₃)	ppm					
Matière organique	%	94,4	94,9			
Matière sèche	%					
1 Rapport C/N		11,4	13,5			

Commentaires

1 : Rapport C/N = (Matière organique / 2) / Azote total
Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai. Liste des méthodes utilisées comme référence disponible sur demande. Une reproduction du présent rapport est interdite, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

Elizabeth Guertin-Pelletier
Résultats vérifiés et approuvés par
Elizabeth Guertin-Pelletier, chimiste



ANNEXE 3 : Résultats des évaluations de la santé globale des sols



Évaluation de la Santé Globale des Sols

Número du champ:	Rang 4à9	<i>Provenance</i>	<i>Échantillons</i>
Número du lab:	SG-0675464-R	MAPAQ Estrie	Verger Gros Pierre
Date de réception:	19 août 2021	5527, rue Frontenac, bureau 308	
Date du rapport:	17 septembre 2021	Lac-Mégantic	
Échantillonné le:	17 août 2021	G6B1H6	
Par:	Caroline Turcotte	Aline Vigneault	Caroline Turcotte

Texture en laboratoire	Sable %		Classe texturale	Groupe textural	Humidité du sol échantillonnage (%)	20,2
	Limon %				Série de sol	
	Argile %		Loam sableux	G3		

Indicateur	Valeur	Évaluation /100	Problèmes possibles (mots clés)
------------	--------	-----------------	---------------------------------

Physique	Stabilité des agrégats (%) <small>agrégats stables / ag. totaux, 25 à 2 mm</small>	62,2	91	
	Proportion d'agrégats (%) <small>agrégats totaux / sol total, 25 à 2 mm</small>	77,9	72	
	Réserve en eau utile (%) <small>estimée</small>			

Biologique	SOLVITA® Respiration C-CO ₂ <small>(ppm)</small>	89	70	
	Azote labile N-NH ₃ <small>(kg/ha)</small>	353	61	Risque de difficulté du sol à fournir l'azote aux cultures et aux microorganismes
	Azote minéralisable <small>(ppm N-NH₄⁺ / sem)</small>			
	Matière organique (%)	5,0	88	
	Carbone actif (ppm) <small>Matière organique labile</small>	821	83	

Chimique	pH	6,4	95	
	Phosphore (kg/ha)	121	60	Risque de difficulté d'enracinement des cultures et de la formation des fruits
	Potassium (kg/ha)	271	79	
	Magnésium (kg/ha)	318	74	
	Calcium (kg/ha)	3077	56	Risque détérioration de la structure du sol, résistance et soutien des tiges, développement du réseau racinaire

Évaluation globale (%)	80	Soil en santé
------------------------	----	---------------

N.B. La couleur du paramètre Valeur /100 est donnée selon les valeurs suivantes: 0 à 30 % = Rouge, 30 à 70 % = Jaune, > 70 % = Vert



Véronique Michaud

Véronique Michaud-Tapin, Agronome, B.sc

Katy Beaulieu

Katy Beaulieu, Chimiste, B.sc



Numéro du champ:	Biochar	<i>Provenance</i>	<i>Échantillons</i>
Numéro du lab:	SG-0772382		Agropomme
Date de réception:	21 September 2023		1986, Rang du Domaine
Date du rapport:	23 October 2023		Saint-Joseph-du-Lac
Échantillonné le:	24 August 2023		JON1M0
Par:	Caroline Turcotte		Maude Richard

Texture en laboratoire	Sable %		Classe texturale	Groupe textural	Humidité du sol échantillonnage (%)	33.8
	Limon %					Série de sol
	Argile %		Loam sableux	G3		

Indicateur	Valeur	Évaluation /100	Problèmes possibles (mots clés)
------------	--------	-----------------	---------------------------------

Physique	Stabilité des agrégats (%) agrégats stables / ag. totaux >25 à 2 mm	44.2	68	Détérioration de la structure: mouvement de l'eau rapide (sécheresse) et érosion
	Proportion d'agrégats (%) agrégats totaux / sol total >25 à 2 mm	74.7	66	Détérioration de la structure: mouvement de l'eau rapide (sécheresse) et érosion
	Réserve en eau utile (%) estimée			

Biologique	SOLVITA® Respiration C-CO ₂ (ppm)	57	52	Faible activité microbienne et diminution de la disponibilité des éléments nutritifs pour les cultures
	Azote labile N-NH ₃ (kg/ha)	325	57	Risque de difficulté du sol à fournir l'azote aux cultures et aux microorganismes
	Azote minéralisable (ppm N-NH ₄ ⁺ / sem)			
	Matière organique (%)	5.3	92	
	Carbone actif (ppm) Matière organique labile	832	84	

Chimique	pH	6.8	100	
	Phosphore (kg/ha)	702	29	Difficulté d'enracinement des cultures et de la formation des fruits
	Potassium (kg/ha)	483	94	
	Magnésium (kg/ha)	328	76	
	Calcium (kg/ha)	4690	75	

Évaluation globale (%)	73	Soil en santé
------------------------	----	---------------

N.B. La couleur du paramètre Valeur /100 est donnée selon les valeurs suivantes: 0 à 30 % = Rouge, 30 à 70 % = Jaune, > 70 % = Vert

Évaluation de la Santé Globale des Sols

Numéro du champ:	Témoi	<i>Provenance</i>	<i>Échantillons</i>
Numéro du lab:	SG-0772383		Agropomme
Date de réception:	21 September 2023		1986, Rang du Domaine
Date du rapport:	23 October 2023		Saint-Joseph-du-Lac
Échantillonné le:	24 August 2023		JON1M0
Par:	Caroline Turcotte		Maude Richard

Texture en laboratoire	Sable %		Classe texturale	Groupe textural	Humidité du sol échantillonnage (%)	29.0
	Limon %				Série de sol	
	Argile %		Loam sableux	G3		

Indicateur	Valeur	Évaluation /100	Problèmes possibles (mots clés)
------------	--------	-----------------	---------------------------------

Physique	Stabilité des agrégats (%) agrégats stables / ag. totaux, 25 à 2 mm	45.2	70	Détérioration de la structure: mouvement de l'eau rapide (sécheresse) et érosion
	Proportion d'agrégats (%) agrégats totaux / sol total, 25 à 2 mm	75.6	67	Détérioration de la structure: mouvement de l'eau rapide (sécheresse) et érosion
	Réserve en eau utile (%) estimée			

Biologique	SOLVITA®	Respiration C-CO ₂ (ppm)	59	54	Faible activité microbienne et diminution de la disponibilité des éléments nutritifs pour les cultures
		Azote labile N-NH ₃ (kg/ha)	308	55	Risque de difficulté du sol à fournir l'azote aux cultures et aux microorganismes
		Azote minéralisable (ppm N-NH ₄ ⁺ / sem)			
		Matière organique (%)	5.0	89	
		Carbone actif (ppm) Matière organique labile	674	64	Source d'énergie (nourriture) peu élevée pour les microorganismes

Chimique	pH	6.2	83	
	Phosphore (kg/ha)	1139	5	Difficulté d'enracinement des cultures et de la formation des fruits
	Potassium (kg/ha)	945	100	
	Magnésium (kg/ha)	305	73	
	Calcium (kg/ha)	4158	69	Risque détérioration de la structure du sol, résistance et soutien des tiges, développement du réseau racinaire

Évaluation globale (%)	68	Bon sol avec quelques problèmes à solutionner
------------------------	----	---

N.B. La couleur du paramètre Valeur /100 est donnée selon les valeurs suivantes: 0 à 30 % = Rouge, 30 à 70 % = Jaune, > 70 % = Vert