

La fertilisation biologique en serre en cultures plein sol

Colloque maraîcher en serre (2021)
CRAAQ

Jacques Thériault agr. M. Sc.
Climax Conseils



Guide de bonnes pratiques en fertilisation dans les serres (en plein sol)



Pourquoi un Guide de bonnes pratiques?

Bonnes Pratiques : Dans un secteur professionnel donné, un ensemble de comportements qui sont **consensuellement** considérés comme indispensables par la plupart des professionnels du domaine, pour des raisons de qualité, d'hygiène et sécurité, de respect de la législation ou éthiques. (Source : Wikipedia, 2021)

- ▶ Consensus dans notre cas
 - ▶ Droit de produire
 - ▶ Respect de l'environnement



Pourquoi un Guide de bonnes pratiques ?

Printemps 2020

- ▶ Tentative de recommandation de fertilisation pour une culture de tomates de serre assujettie au PAEF :
 - ▶ Besoin de la culture : 200kg P₂O₅
 - ▶ Obligation réglementaire maximale : 20 kg P₂O₅
 - ▶ Raison : Le sol de champ est trop riche en phosphore

On vient de frapper le mur de la réglementation



Cadre Légal : REA

Règlement sur les Exploitations Agricoles (REA)

- ▶ Découle de la loi sur la qualité de l'environnement (LQE)
- ▶ Le présent règlement a pour objet d'assurer la protection de l'environnement, particulièrement celle de l'eau et du sol, contre la pollution causée par certaines activités agricoles.



Cadre Légal : PAEF

Plan Agroenvironnemental de Fertilisation (PAEF) :

- ▶ Découle du REA
- ▶ Plan qui détermine, pour chaque parcelle d'une exploitation agricole et pour chaque campagne annuelle de culture (maximum de 5 années), la culture pratiquée et la limitation de l'épandage des matières fertilisantes;



Cadre Légal : PAEF

PAEF pour qui :

- ▶ 2° les exploitants de lieux d'épandage dont la superficie cumulative est supérieure à 15 ha, exclusion faite des superficies en pâturage ou en prairie. **Dans les cas de productions maraîchères ou de fruits, la superficie cumulative est réduite à 5 ha;**



Cadre Légal : PAEF

- ▶ 29. *L'exploitant d'une parcelle cultivée visée par un plan agroenvironnemental doit en faire analyser la richesse et le pourcentage de saturation en phosphore par un laboratoire accrédité par le ministre en vertu de l'article 118.6 de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2).*
- ▶ L'analyse doit porter sur tous les paramètres nécessaires à l'utilisation de la parcelle et obligatoirement sur les paramètres suivants :
 - ▶ Aluminium, calcium, phosphore, potassium, magnésium
 - ▶ Matière organique
 - ▶ pH (eau) et pH (tampon)



Cadre Légal : PAEF

Les valeurs de dépôts maximums ne sont pas des recommandations de fertilisation.

- ▶ Un agronome peut, dans un plan agroenvironnemental de fertilisation, recommander une fertilisation pour une parcelle donnée supérieure à la valeur apparaissant à la présente annexe.
- ▶ Cependant, si le dépôt total recommandé par l'agronome pour l'ensemble des parcelles et les années visées par le plan agroenvironnemental de fertilisation est supérieur au dépôt calculé à partir de la présente annexe, l'agronome qui conçoit ce plan devra préciser dans celui-ci les raisons agronomiques et environnementales qui justifient ce dépassement et en informer le directeur de la Direction de l'analyse et de l'expertise de la région où est situé le lieu d'élevage ou le lieu d'épandage par écrit.
- ▶ L'agronome doit, par ses recommandations de fertilisation, faire en sorte que le niveau de saturation du sol en phosphore (P/Al) soit abaissé à une valeur inférieure à 7,6% pour un sol avec une teneur en argile supérieure à 30% et à 13,1% pour un sol avec une teneur en argile égale ou inférieure à 30% et qu'il soit maintenu sous cette valeur.

Interdépendance
légale des activités
serres et champ



Cadre Légal : PAEF Exemple analyse standard

Résultats d'analyses				
Numéro				
Identification champ				
Culture prévue				
AEL-SOL-006	pH	6.3 "		
AEL-SOL-007	pH tampon	6.3 "		
AEL-SOL-005	Mat. Org. %	5.9 "		
AEL-SOL-028	Kg/ha	P	361 "	
		K	393 "	
		Ca	2 870 "	
		Mg	157 "	
		Al	1 197 "	
	ppm	P/Al*	13.5 "	
		Mn	27.8 "	
		Cu	1.71 "	
		Zn	4.84 "	
		B	0.44 "	
ppm	S			
	Fe	121 122 260		
%	N total	0.35 0.43 0.21		
	C / N	14.7 16.7 14.9		
ppm	N-NH ₄	11.0 12.0 11.0		
ppm	N-NO ₃	25.00 87.00 11.00		

Objectif en légumes
tuteurs : 300 kg/ha

Limite maximale : 13,1%



Cadre Légal : PAEF Problématique serre

TOMATE

pH adéquat : 6,5

AZOTE (N)	
Temps et mode d'apport	Recommandation ¹ (kg N/ha)
A la voile avant la plantation	100
Lorsque les fruits ont 2,5cm de diamètre	35

PHOSPHORE (P)	
Analyse (kg P ₂ O ₅ /ha)	Recommandation (kg P ₂ O ₅ /ha)
0-50	240
51-100	215
101-150	190
151-200	165
201-300	125
301-400	70
401 et +	20

POTASSIUM (K)	
Analyse (kg K ₂ O/ha)	Recommandation (kg K ₂ O/ha)
0-100	240
101-200	200
201-300	160
301-400	100
401-500	80
501-600	40
601 et +	20

¹ Pour les plants à croissance déterminée, ne pas fractionner l'azote.

CRAAQ (2010)

5.2 Appendix B: Summary table of crop nutrient demand

Crop	N (g/kg yield)					P (g/kg yield)				
	Source: 1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Tomato	2.3 - 3.2	3.3	3.5 (2-7.4)	2.5	1.3	0.4	0.5	0.4 (0.3-0.9)	0.4	0.2
Pepper	5.1 - 4.4	4.4	4.5 (3.0-8.0)	3.9	2.7	0.6		0.6 (0.3-1.1)	0.4	0.4
Eggplant			5.0 (3.0-7.0)	5.1	2.2			0.7 (0.1-1)	0.9	0.5
Cucumber	1.4 - 1.7	1.5	2.1 (1.5-3.0)	1.6	1.2	0.4	0.4	0.5 (0-1.4)	0.3	0.3

Koller et al. 2016

Si rendement = 300 t/ha de tomate
 Selon Koller : = P : 0,4g/kg*300 000kg = 120 kg/ha P
 ou 272 kg/ha P₂O₅
 Selon CRAAQ = 120 kg/ha P₂O₅
 Imaginez 600 t/ha de tomate : 544 vs 120



Cadre Légal : PAEF Problématique serre

Si rendement = 300 t/ha de tomate
 Selon Koller : = P : 0,4g/kg*300 000 kg = 120 kg/ha P
 ou 272 kg/ha P₂O₅
 Selon CRAAQ = 120 kg/ha P₂O₅
 Imaginez 600 t/ha de tomate : 544 vs 70

La morale de cette histoire
 Faire une recommandation en serre justifiée sur
 les paramètres agronomiques
Faut aimer le risque



Cadre Légal : PAEF Problématique serre

Pourquoi est-ce si risqué?

- ▶ Méconnaissance du secteur serre
 - ▶ Pas de discrimination serre vs champ
 - ▶ Absence de communications efficaces avec les officiers de la réglementation
 - ▶ La serre est un domaine méconnu
 - ▶ Les concepts de gestion en serre sont peu représentés dans les cursus de formation des officiers de la réglementation; même des agronomes
 - ▶ Dire 544 kg au lieu de 120 kg; es-tu tombé sur la tête?



Cadre Légal : PAEF Problématique serre

Pourquoi rien avant le printemps 2020

- ▶ Historique : Compétences en silo
 - ▶ Les entreprises maraîchères diversifiées utilisent normalement 2 compétences
 - ▶ Un agronome pour les légumes de serre (toutes les superficies en légumes de serre en sol sont de moins de 5 ha)
 - ▶ Peu familier avec le REA et aucun PAEF à réaliser
 - ▶ Petit secteur = faible encadrement par les organismes de réglementation
 - ▶ Un agronome pour les cultures en champ
 - ▶ Familier avec le REA et le PAEF; mais pas de clients en serre



Cadre Légal : PAEF Problématique serre

Pourquoi rien avant le printemps 2020

- ▶ Les entreprises grandissent
 - ▶ Quelques unes viennent de passer le cap des 5 ha
 - ▶ Exigence du PAEF
- ▶ Développement de compétences hybrides en 2019 par Climax Conseils



Il fallait faire le pont

Printemps 2020

Climax Conseils avise le MAPAQ des problématiques rencontrées.

MAPAQ en collaboration avec l'Ordre des agronomes du Québec.

- ▶ Mise en place d'un comité pour :
 - ▶ Fixer un cadre réglementaire tenant compte de la réalité serre.
 - ▶ Fournir des références en fertilisation pour les principales cultures de légumes tuteurées en sol de serre.
 - ▶ Proposer une démarche professionnelle pour guider l'agronome dans l'élaboration des recommandations de fertilisation.
 - ▶ Identifier les bonnes pratiques pour limiter les risques de lessivages de certains éléments.



Composition du comité

OAQ

- ▶ Secrétaire du comité : Raymond Leblanc, agronome
- ▶ Représentant du comité d'inspection professionnelle : Abdenour Boukalfa, agronome

MAPAQ

- ▶ Direction des pratiques agroenvironnementale : Pascale Cantin
- ▶ Conseillers régionaux
 - ▶ Philippe-Antoine Taillon agr. (Capitale Nationale)
 - ▶ Geneviève Legault agr. (Estrie)
 - ▶ Mahmoud Ramadan agr. (Montréal)



Composition du comité (suite)

Conseillers Privés

- ▶ Yveline Martin agr., conseillère en agriculture biologique pour le Club Bio-Action (serres et champ)
- ▶ Gilles Turcotte agr., conseiller en serres maraîchères
- ▶ Jacques Thériault agr., conseiller en serres maraîchères pour Climax Conseils

MELCC

- ▶ Karine Labrecque



Plan de travail

Comprendre la serre vs champ

- ▶ Durée de production élargie = rendements élargis
 - ▶ Et nous sommes loin des 50 t/ha en tomates de champ
- ▶ Segmentation des productions
- ▶ Petites entreprises : rendements pas toujours connus



Rendements optimaux attendus par culture selon la saison			
Culture	Unités	Durée de production	
		12 mois	Avril - octobre
Tomate beef	t/ha	650	320
Tomate cerise	t/ha	357,5	176
Concombre anglais	Munité/ha	2200	1000
Concombre libanais	t/ha	780	300
Poivron carré	t/ha	320	120
Poivron conique	t/ha	300	100
Aubergine	t/ha	450	20



Plan de travail

Comprendre la serre vs champ

- ▶ Cinétique des processus agronomiques - rendements : Serre = Grand V, champ = petit v
 - ▶ Champ : 50 T/ha/saison
 - ▶ Serre : jusqu'à 20 T/ha/semaine en été
 - ▶ C'est comme faire une saison aux 2.5 semaines



Plan de travail

Comprendre la serre vs champ

- ▶ Cinétique des processus agronomiques - Fertilisation :
 - ▶ En serre
 - ▶ Travailler en prévention (Accélérer sur la bretelle de l'autoroute)
 - ▶ Fertiliser puis réajuster
 - ▶ En champ
 - ▶ Fertilisation basée sur une analyse de début de saison (méthode arrêt obligatoire)



Plan de travail

Comprendre la serre vs champ

- ▶ Cinétique des processus agronomiques - Fertilisation :
 - ▶ Taux de disponibilité des fertilisants :
 - ▶ En serre
 - ▶ % de disponibilité des minéraux pour la culture, 100% ???
 - ▶ Effet durée de culture et sol chaud
 - ▶ En champ
 - ▶ Valeur de référence connue



Plan de travail

Comprendre la serre vs champ

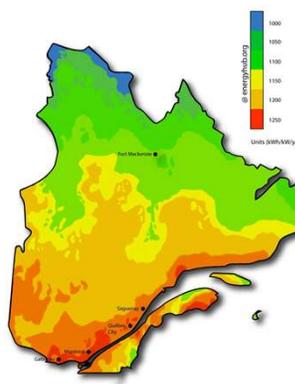
- ▶ Niveaux technologiques climatiques très variables : Les rendements ne peuvent être prévus sur la simple base de la saison ou de la durée de la culture.
 - ▶ Serres individuelles ou jumelées
 - ▶ Luminosité
 - ▶ Éclairage artificiel
 - ▶ CO₂
 - ▶ Contrôleurs climatiques



Plan de travail

Comprendre la serre vs champ

- ▶ On peut mettre des serres partout : Les rendements varient d'une région à l'autre.
 - ▶ Luminosités régionales
 - ▶ Impact de la canicule
 - ▶ CO₂



Plan de travail

Comprendre la serre vs champ

- ▶ On peut mettre des serres partout :
Les rendements varient d'un site à l'autre.
 - ▶ Facteurs d'ombrage
 - ▶ Drainage de l'air
 - ▶ Type de sol



Plan de travail

Comprendre la serre vs champ

- ▶ On peut cultiver n'importe quand en serre
 - ▶ Départ été, automne, hiver, printemps
 - ▶ Les différents stades de culture peuvent se retrouver n'importe quand?



Plan de travail

Comprendre la serre vs champ

- ▶ Risque environnemental de la serre
 - ▶ Pas de pluies ou de fonte des neiges = jamais de remise à zéro
 - ▶ pas de lessivages non commandés
 - ▶ pH élevé : risque faible du lessivage du P et impact sur la minéralisation du N
 - ▶ Sol nivelé
 - ▶ Faible mouvement latéral : moins de risques de zones trempées (lessivantes)
 - ▶ Changer les mentalités : Pas juste un risque de pollueur, mais un potentiel de dépollution rapide grâce à la vitesse de prélèvement.



Plan de travail

Comprendre la serre vs champ

- ▶ Outils d'analyses et fréquence en serre
 - ▶ Standard (réserve du sol): Ok en serre pour des cultures très courtes seulement
 - ▶ Faut partir avec un sol riche; mais ça veut dire quoi pour une culture longue?
 - ▶ SSE (eau du sol) : Souvent mal adapté à la vitesse serre (laboratoires non spécialisés)
 - ▶ Minéralisation rapide; même dans l'échantillon envoyé !!!
 - ▶ En serre, il faut : Standard + SSE + mesure maison avant l'ajout de fertilisants (conductivité électrique = CE)
 - ▶ Manque de consistance de la CE vs résultats de laboratoires mais bon indicateur dans les extrêmes



Plan de travail

Comprendre la serre vs champ

- ▶ Qualité de l'eau
 - ▶ Champ : Peu d'impact en général (pluie + fonte des neiges)
 - ▶ Serre : Tout ce qui entre aura un impact à long terme
 - ▶ RAS : rapport d'absorption du sodium
 - ▶ Mg, Calcium, certains éléments mineurs
 - ▶ Métaux lourds
 - ▶ Alcalinité



Plan de travail

Développer un même langage de type serre et comprendre les outils

- ▶ Fertilisation : N-P-K
 - ▶ Champ : N-P2O5-K2O
 - ▶ Serre : N-P-K

	K ₂ O	P ₂ O ₅	MgO
K	0, 83		
P		0, 44	
Mg			0, 60



Plan de travail

Développer un même langage de type serre et comprendre les outils

- ▶ 1- Les analyses standard (réserve du sol)
 - ▶ Champ : aux 5 ans
 - ▶ Serre : Devrait être annuel?

Interprétation des analyses de sol standard en serre

	Exemple d'analyse de sol	Idéal à rechercher
pH	6,1	6 à 12
C. É. (mmhos/cm)	0,67	0,5 à 1,25
Mat.org (%)	?	6 et plus
P (kg/ha)	415	280
K (kg/ha)	1196	450
Ca (kg/ha)	6850	
Mg (kg/ha)	1014	225



Plan de travail

Développer un même langage de type serre et comprendre les outils

- ▶ 1- Les analyses standard
 - ▶ Protocole de mesurage :
 - ▶ Champ vs plate bande serre
 - ▶ Champ :
 - ▶ Kg/ha (superficie de sol)
 - ▶ 100% de la superficie
 - ▶ 17.5 cm de profondeur
 - ▶ Serre :
 - ▶ Kg/ha (superficie d'ensoleillement) X 60cm/160cm ? = kg/ha X 37,5%
 - ▶ 20 cm de profondeur ? = $20/17,5 = 1,14$
 - ▶ Comparable : $37,5 \times 1,14 = 42,75 \%$



Prélèvement d'un échantillon de sol



Plan de travail

Développer un même langage de type serre et comprendre les outils

- ▶ 1- Les analyses standards : Vision actuelle
 - ▶ 300kg/ha P
 - ▶ Pour l'environnement = 300 kg/ha de risque
 - ▶ Pour le producteur = $300 \text{ kg/ha} \times 42,75\% = 128,25 \text{ Kg}$ de disponible pour la culture et de risque environnemental
 - ▶ Comment se parler pour bien se comprendre et fixer les vrais objectifs de part et d'autre ?

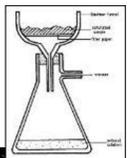


Plan de travail

Développer un même langage de type serre et comprendre les outils

- ▶ 2- Les analyses SSE
 - ▶ Champ : rare
 - ▶ Serre : chaque mois dans les entreprises de grande envergure, aux 4 mois dans les plus petites entreprises

"Saturated Paste" or Soil:Water mixture
Extracts



Plan de travail

Développer un même langage de type serre et comprendre les outils

- ▶ 3- Mesure de la CE
 - ▶ Champ : Absent
 - ▶ Serre : Avant chaque fertilisation solide



Développement du guide

Mise en contexte

- ▶ Problématiques soulevées en serre relativement à l'application du REA
- ▶ Exposition des différences de concepts entre la fertilisation en champ et en serre
 - ▶ Référents différents
 - ▶ Risques environnementaux différents



Développement du guide

Objectifs du guide

- ▶ Qui doit faire un PAEF
- ▶ Approche agronomique en serre pour déterminer et justifier les apports en P_2O_5 pour l'élaboration du PAEF
- ▶ Identifier les règles de l'art pour minimiser les risques de lessivage de certains éléments (N et P)



Développement du guide

Planification du programme de fertilisation

- ▶ Le rendement : La base de calcul des prélèvements de la culture
 - ▶ Trois types :
 - ▶ Historique : Reflète le passé de l'entreprise
 - ▶ Potentiel : Suppose un rendement si toutes les conditions de croissances sont optimisées
 - ▶ Rendement attendu : Suppose que l'agronome tient compte de l'ensemble des facteurs pouvant agir sur le rendement. Le plus fiable mais demande une très bonne expertise du conseiller.



Développement du guide

Planification du programme de fertilisation

- ▶ Les analyses
 - ▶ Sol : Standard, SSE, CE
 - ▶ Eau
 - ▶ Quand les utiliser ? Fréquence ?
 - ▶ Comment analyser les résultats des paramètres physico-chimiques et faire des recommandations



Développement du guide

Planification des apports annuels globaux

- ▶ 1- Classification de la fertilité du sol
- ▶ 2- Détermination du rendement
- ▶ 3- Détermination des besoins en minéraux de la plante en fonction du rendement

5.2 Appendix B: Summary table of crop nutrient demand

Crop	N (g/kg yield)					P (g/kg yield)					
	Source	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Tomato		2.3 - 3.2	3.3	3.5 (2-7.4)	2.5	1.3	0.4	0.5	0.4 (0.3-0.9)	0.4	0.2
Pepper		5.1- 4.4	4.4	4.5 (3.0-8.0)	3.9	2.7	0.6		0.6 (0.3-1.1)	0.4	0.4
Eggplant				5.0 (3.0-7.0)	5.4	2.2			0.7 (0.1-1)	0.9	0.5
Cucumber		1.4 - 1.7	1.5	2.1 (1.5-3.6)	1.6	1.2	0.4	0.4	0.5 (0-1.4)	0.3	0.3

Koller, Martin & Rayns, Francis & Cubison, Stella & Schmutz, Ulrich. (2016). Guidelines for Experimental Practice in Organic Greenhouse Horticulture. 10.18174/373581.



Développement du guide

Planification des apports annuels globaux

- ▶ 4- Taux de disponibilité des différents éléments fertilisants
- ▶ 5- Facteurs de risque de lessivage
- ▶ 6- Calcul des apports prévisionnels globaux des éléments fertilisants
- ▶ 7- Fractionnement des apports en fonction des stades et de la luminosité
 - ▶ Correction en fonction de l'analyse standard
 - ▶ Ajustements en fonction des analyses (SSE, CE)
- ▶ 8- Justifier les apports annuels totaux en P_2O_5 par culture



Développement du guide

Bonnes pratiques pour minimiser les risques de lessivage :

- ▶ L'irrigation
 - ▶ Diagnostic
 - ▶ Gestion avec des sondes d'humidité du sol
 - ▶ Qualité de l'eau
- ▶ Autres



Comment est-ce que l'on travaillait avant?

Prélèvements basés sur une culture productive ajustée à la luminosité mais **sans distinction de rendement**

Estimation de la consommation hebdomadaire en minéraux de la culture de tomate de serre¹

Superficie (m2)	10000	Nb plate-bande		1			
Semaine du calendrier	g/plate-bande						
Sem	N	P	K	Ca	Mg	Fe	
9 à 12	37480,202	8858,957	59968,323	21727,653	7995,776	124440,196	



Comment est-ce que l'on travaillait avant?

Analyses standards de plates-bandes considérées à **100% de superficie** de sol en début de saison avec ajustement de la fertilisation

	pH tampon	kg/ha			CEC	P (kg/ha)
		Ca	Mg	K		
Calcul CEC/100g	7,1	10460	833	1284	31,5169528	995
% Saturation	11%	74%	10%	5%		
Objectif (kg/ha)		9531	1058,97	1101		300
À corriger (kg/ha)			225,97	-182,67		-695,00



Comment est-ce que l'on travaillait avant?

Corrections **en fonction du stade et du % de croissance** (% de lumière captée)

Sem	Tomate		
	% Crois ^a	Stade	K/N
1	30	F1	1,3
2	45	F1,6	1,3
3	60	F2,3	1,3
4	70	F3	1,3
5	80	F4	1,5
6	90	F5	1,5
7	100	F6	1,6
8	100	F7	1,6
9	100	Rec	1,6
10			1,6
11			1,6
12			1,6
13			1,6
14			1,6



Comment est-ce que l'on travaillait avant?

Planification du programme de fertilisation

	Semaine du calendrier	g/plate-bande				
	Sem	N	P	K	Ca	Mg
Besoin tomate	9 à 12	37480,202	8858,957	59968,323	21727,653	7995,776
Correction K/N				1,300		
Correct analyse standard		1,000	0,500	0,800	1,000	1,100
Correct %croiss		0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Recommandation de base		24737	2923	25726	14340	5805



Comment est-ce que l'on travaillait avant?

Taux de disponibilité : 100 %; Ça ne peut pas être plus environnemental

- ▶ Données in situ absentes
- ▶ Présomption de continuité avec les années
 - ▶ Si ce n'est pas absorbé aujourd'hui, ce le sera plus tard



Comment est-ce que l'on travaillait avant?

- ▶ Suivi en cours de la culture
 - ▶ Suivi de la CE
 - ▶ Analyses SSE pour les cultures assez longues
- ▶ Les analyses en cours de culture viennent corriger les manques ou les excès prévisionnels
- ▶ En champ, on planifie un programme de fertilisation (durée limitée)
- ▶ En serre, on planifie un programme de fertilisation et on le valide sur une base régulière (durée infinie)



Comment est-ce que l'on travaillait avant?

- ▶ Nous avions des plus et des moins mais suivions une route; pas une recette
 - ▶ Planification (prélèvements + analyses standards)
 - ▶ Validation (SSE et CE)
 - ▶ Correction



Alors pourquoi un Guide de Bonnes Pratiques

- ▶ Créer un consensus auprès des différents intervenants du secteur
 - ▶ Sécuriser le droit de produire du producteur
 - ▶ Sécuriser le droit au respect de l'environnement
- ▶ Assurer un outil de communication simple, efficace et reconnu entre les différents intervenants des secteurs concernés.
- ▶ Créer un Momentum de l'évaluation des besoins de développement des connaissances pour supporter une R et D structurée dans une approche globale.



Conclusion

- ▶ Le secteur avait déjà une discipline de travail; mais elle demande à être raffinée.
- ▶ La transparence va favoriser la continuité et la croissance des entreprises et du secteur



Merci

Jacques Thériault agr. M. Sc.
Climax Conseils
jacques.climaxconseils@gmail.com
Cell. 418-802-4316

