

ÉTUDE SUR L'ÉTAT DE SANTÉ DES SOLS AGRICOLES DU QUÉBEC

STUDY OF AGRICULTURAL SOIL HEALTH IN QUÉBEC



Marc-Olivier Gasser, soil scientist

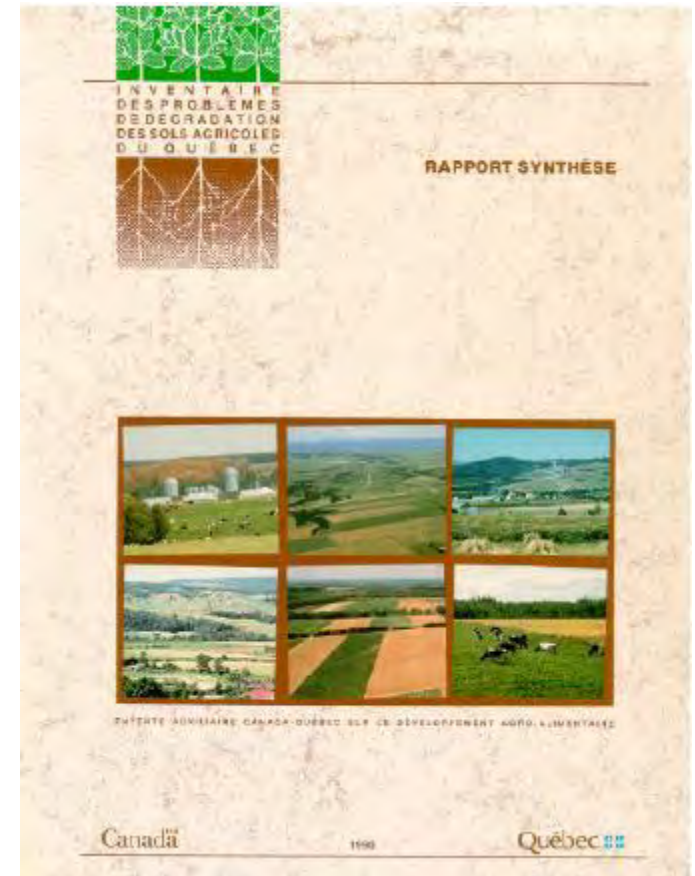


Claude Bernard, soil scientist



REASONS FOR THIS STUDY

- Several indications that Québec soils are undergoing degradation
- No overall assessment of the situation since an Inventory of soil degradation problems, published in 1990
- IRDA was mandated by MAPAQ to conduct a new study on the health status of Québec agricultural soils.
- Generate recommendations for improved soil management and conservation measures, helping MAPAQ to define a strategy to promote soil health.



COMPARISON WITH THE 1990 INVENTORY

	1990 Inventory	New study
Studied soils	<ul style="list-style-type: none"> • 164 soil series • 1 800 000 ha covered • Mineral soils 	<ul style="list-style-type: none"> • 71 soil series covering 12 pedological regions • 30 groups of series • 758 000 ha covered • Mineral and organic soils
Number of sites	<ul style="list-style-type: none"> • 978 fields - monoculture or prairie (control or benchmark) • 7 sampling points/field • Total of 6 846 sampling points 	<ul style="list-style-type: none"> • 426 fields • 4 sampling points/field • Total of 1 704 sampling points
Field method	<ul style="list-style-type: none"> • 2 to 3 soil layers sampled • Sampling over 3 growing seasons 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 to 3 soil layers sampled • Sampling over 2 growing seasons • Yields and agricultural practices documented for sampled fields

1990 INVENTORY

12 reports/administrative region + 1 general report



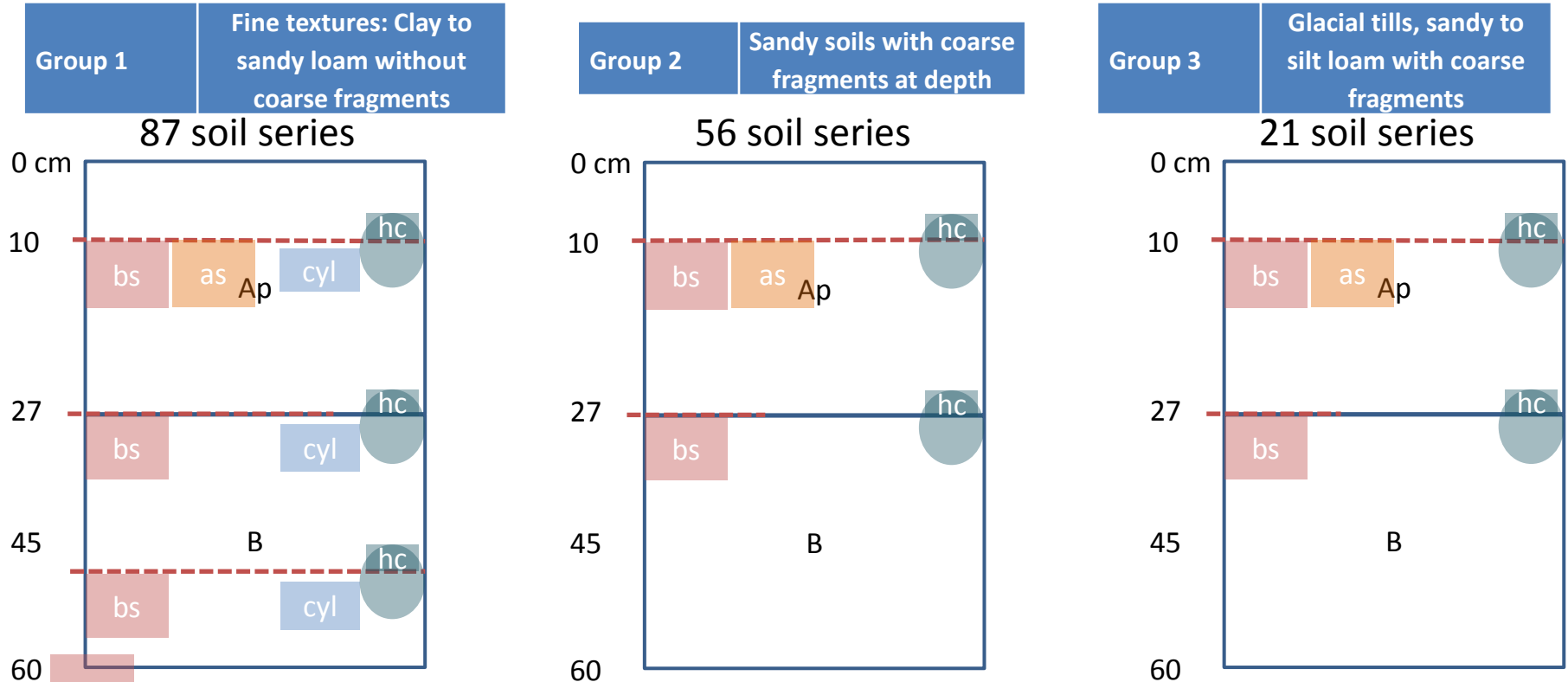
1990 INVENTORY

164 soil series divided in 3 groups

	Soil texture	Number of soils series	Number of sampled layers	n layers with cylinders (BD, macroporosity, water)
Group 1	Fine textures: Clay to sandy loam without coarse fragments	87	3	3
Group 2	Sandy soils with coarse fragments in deeper layers	56	2	0
Group 3	Glacial tills, sandy to silt loam with coarse fragments	21	2	0

1990 INVENTORY

Soil sampling depth



Bulk soil sample - 10 cm thickness

Hydraulic conductivity – Coté permeameter 10, Ap-B and 45-cm depth

Aggregate stability: 4 diameters + MWD

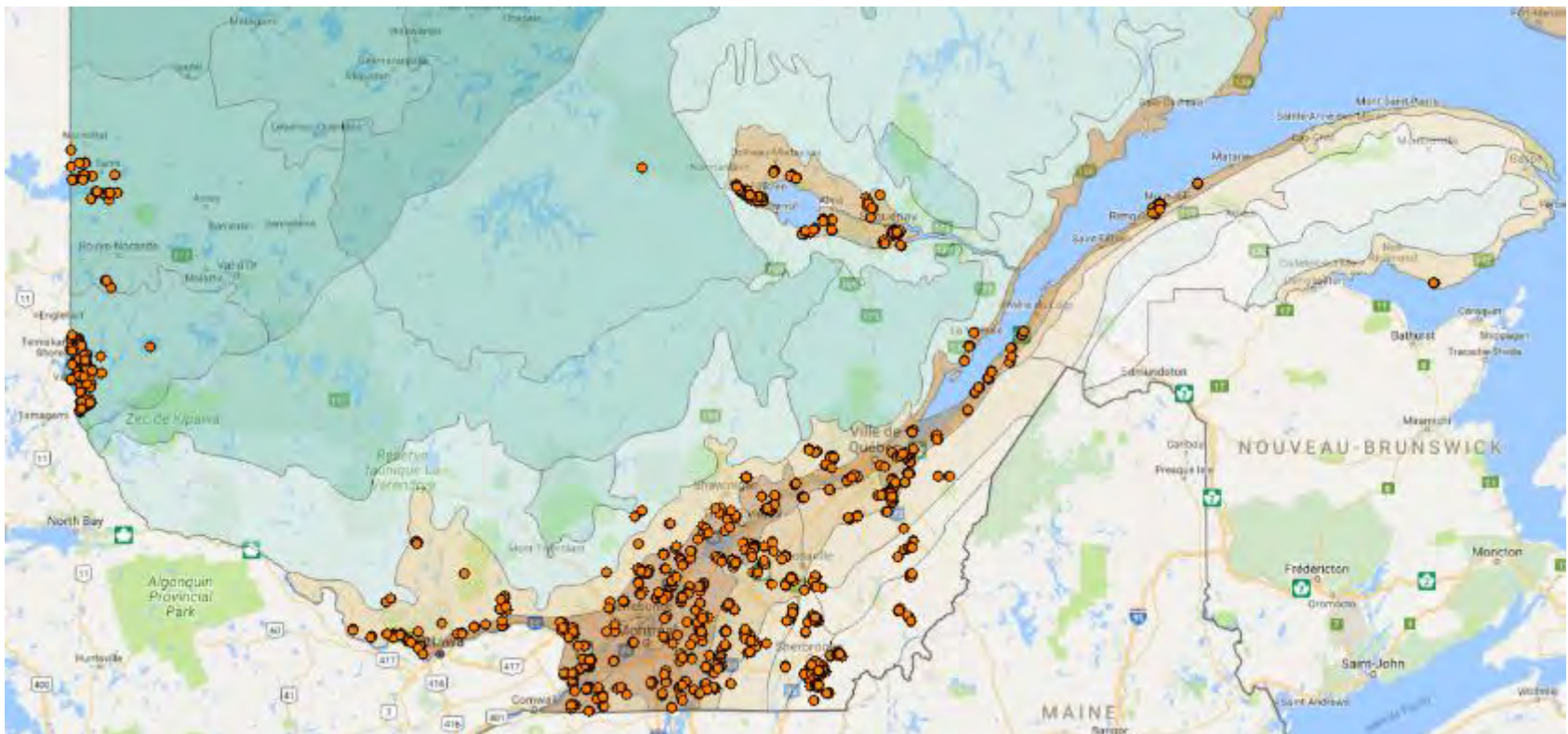
Bulk density, macroporosity: soil cylinder



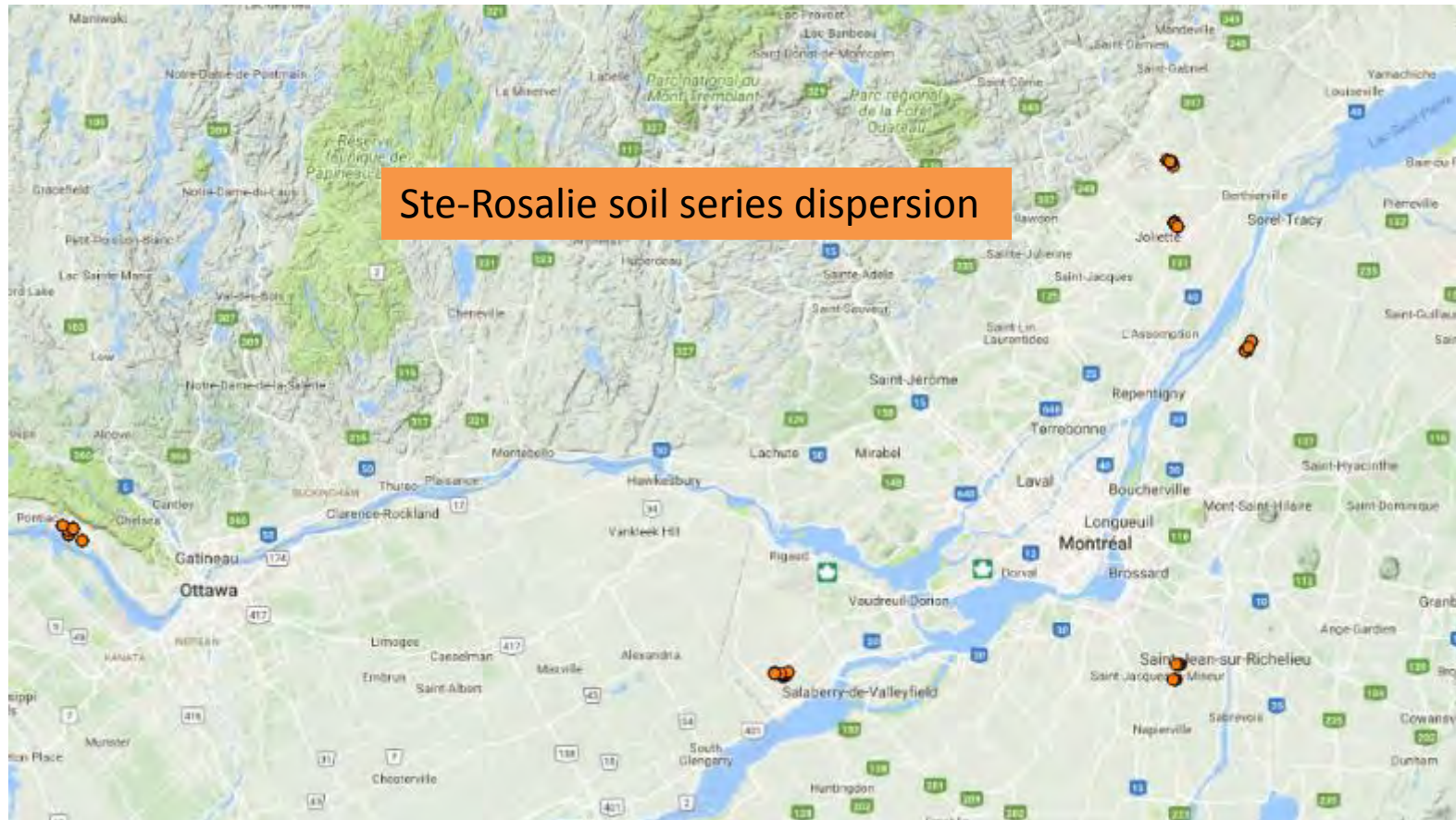
1990 INVENTORY

978 paired fields - sites

- Crop monoculture (corn, cereals, potato)
- Sod (control or benchmark soil)
- 7 sampling points/field
- Total of 6 846 sampling points x 2 or 3 sampled layers



1990 INVENTORY



Ste-Rosalie soil series	21 sites	sod (control)	cereals	corn
• heavy clay phase	5 sites	2	2	1
• silt clay phase	4 sites	2		2
• silt loam-clay loam phase	6 sites	2	2	2

STE-ROSALIE HEAVY CLAY PHASE

CHEMICAL PROPERTIES

Descripteurs	Layer 1			Layer 2			Layer 3		
	Prairie	Maïs	Céréale	Prairie	Maïs	Céréale	Prairie	Maïs	Céréale
Années	7 - 12	8	3 - 3	7 - 12	8	3 - 3	7 - 12	8 - 10	3 - 3
pH	6,2 a	5,7 b	6,2 a	7,2 a	6,2 b	6,6 b	7,2 a	6,6 b	7,2 a
M.O. (%)	6,08 a	5,39 ab	4,64 b	1,57 b	3,14 a	2,03 ab	0,72 a	0,88 a	0,59 a
C/N	12,0 a	11,1 b	11,1 b	10,4 a	11,3 a	10,2 a	9,0 a	9,5 a	7,9 a
Ca éch. (meq/100g)	12,26 a	11,26 a	12,21 a	12,83 a	10,64 a	11,49 a	10,07 a	10,53 a	10,44 a
Mg éch. (meq/100g)	6,73 a	6,52 a	7,44 a	8,73 a	7,00 a	8,10 a	7,90 a	8,22 a	8,58 a
K éch. (meq/100g)	0,53 a	0,84 a	0,84 a	0,47 a	0,75 a	0,74 a	0,60 a	0,60 a	0,68 a
CEC (meq/100g)	31,37 a	31,11 a	30,30 a	28,07 a	27,25 a	28,89 a	23,46 b	27,61 a	23,88 ab
Sat. bases (%)	61,8 a	60,7 a	67,6 a	81,7 a	68,5 b	74,5 ab	87,0 a	75,8 b	86,2 a
P disponible ppm	20,1 b	51,8 a	26,4 b	7,6 b	26,3 a	20,6 a	9,1 a	12,6 a	8,5 a
Fe disponible ppm	298,6 b	347,0 a	300,6 b	214,1 b	309,7 a	284,0 a	238,3 a	244,0 a	218,4 a
Mn disponible ppm	11,74 b	16,19 b	29,16 a	14,23 b	11,63 b	30,28 a	24,95 b	21,01 b	71,18 a
Cu disponible ppm	2,52 a	1,58 a	1,82 a	2,33 a	1,22 a	1,76 a	2,53 a	1,76 a	2,28 a
B disponible ppm	1,58 ab	1,36 b	1,82 a	1,60 a	1,21 b	1,72 a	1,66 a	1,20 b	1,64 a
Zn disponible ppm	1,61 b	1,28 b	2,16 a	0,44 b	0,57 b	1,08 a	0,68 b	0,87 a	0,92 a
Mo disponible ppm	0,27 b	0,23 b	0,36 a	0,31 b	0,25 c	0,36 a	0,30 b	0,28 b	0,40 a
Co disponible ppm	0,30 b	0,22 b	0,53 a	0,39 b	0,21 b	0,59 a	0,61 b	0,34 c	0,92 a
Cr disponible ppm	0,58 ab	0,49 b	0,61 a	0,70 a	0,56 b	0,67 ab	0,74 ab	0,67 b	0,81 a
Pb disponible ppm	1,75 ab	1,29 b	2,17 a	1,23 b	0,80 b	1,80 a	1,17 a	0,84 a	1,64 a
Cd disponible ppm	0,20 a	0,18 a	0,22 a	0,13 a	0,14 a	0,19 a	0,13 a	0,12 a	0,17 a

Seuil de probabilité: $P \geq 0,05$.

Les lettres différentes à l'intérieur d'une même couche pour la combinaison couche-cultures, indiquent des valeurs significativement différentes.

STE-ROSALIE HEAVY CLAY PHASE

PHYSICAL PROPERTIES

Descripteurs	Horizon 1			Horizon 2			Horizon 3		
	Prairie	Maïs	Céréale	Prairie	Maïs	Céréale	Prairie	Maïs	Céréale
Années	7 - 12	8	3 - 3	7 - 12	8	3 - 3	7 - 12	8 - 10	3 - 3
Sable (%)	6	8	8	8	9	6	8	9	5
Limon (%)	31	33	36	28	36	33	31	33	31
Argile (%)	63	59	56	64	55	61	61	58	64
Humidité (%)	43,8 b	48,7 a	46,5 ab	45,2 a	45,0 a	44,9 a	45,8 a	45,4 a	46,3 a
K (cm/hre)*	20,81 a	11,05 ab	8,60 b	0,52 a	2,88 a	1,67 a	1,27 a	0,63 ab	0,24 b
D _b (g/cm ₃)**	1,16 a	1,15 a	1,23 a	1,34 a	1,36 a	1,36 a	1,37 a	1,39 a	1,38 a
Porosité totale (%)	51,7 a	52,6 a	50,6 a	48,7 a	47,7 a	47,9 a	48,1 a	47,3 a	48,5 a
Macroporosité (%)	7,5 a	2,9 b	2,6 b	2,6 a	0,1 b	1,4 ab	1,7 a	1,1 a	0,7 a
Agrégats 8-5mm (%)	69,9 a	16,0 b	26,5 b	-	-	-	-	-	-
Agrégats 5-2mm (%)	18,4 b	37,4 a	30,9 a	-	-	-	-	-	-
Agrégats 2-1mm (%)	3,4 b	13,5 a	11,9 a	-	-	-	-	-	-
D M P (mm)***	5,20 a	2,60 b	3,00 b	-	-	-	-	-	-

* K = Conductivité hydraulique

** D_b = Densité apparente

*** D M P (mm) = Diamètre moyen pondéré des particules

Seuil de probabilité: $P \geq 0.05$.

Les lettres différentes à l'intérieur d'une même couche pour la combinaison couche-cultures, indiquent des valeurs significativement différentes.

STE-ROSALIE HEAVY CLAY PHASE

Série SAINTE-ROSALIE argile lourde

Quelques caractéristiques des sols SAINTE-ROSALIE argile lourde:

- Texture: argile lourde ou argile
- Drainage: mal drainé
- Topographie: plat

RÉSULTATS ET DISCUSSION

La structure est dégradée dans la couche de surface sous monocultures dans cette couche et la conductivité

En résumé, il y a dégradation de la structure, diminution de la matière organique et, dans les deux premières couches, surfertilisation en K sous monoculture de maïs et de céréales. De plus, les sols sont acidifiés sous monoculture de maïs.

Années	7-12	8	3-3	7-12	8	3-3	7-12	8-10	3-3
Sable (%)	6	8	8	8	9	8	8	9	5
Limons (%)	31	33	36	28	36	33	31	33	31
Argile (%)	63	59	56	64	55	61	61	58	64
Humidité (%)	43,8 b	48,7 a	46,5 ab	45,2 a	45,0 a	44,9 a	45,8 a	45,4 a	46,3 a
K (cm/hes)	20,81 a	11,05 ab	8,60 b	0,52 a	2,88 a	1,67 a	1,27 a	0,63 ab	0,24 b
D ₅₀ (g/100g)**	1,16 a	1,15 a	1,23 a	1,34 a	1,36 a	1,36 a	1,37 a	1,39 a	1,38 a
Porosité totale (%)	51,7 a	52,6 a	50,6 a	48,7 a	47,7 a	47,9 a	48,1 a	47,3 a	48,5 a
Macroporosité (%)	7,5 a	2,9 b	2,6 b	2,6 a	0,1 b	1,4 ab	1,7 a	1,1 a	0,7 a
Agrégats 8-5mm (%)	69,9 a	16,0 b	26,5 b	-	-	-	-	-	-
Agrégats 5-2mm (%)	18,4 b	37,4 a	30,9 a	-	-	-	-	-	-
Agrégats 2-1mm (%)	3,4 b	13,5 a	11,9 a	-	-	-	-	-	-
D M P (mm)***	5,20 a	2,60 b	3,00 b	-	-	-	-	-	-

* K = Conductivité hydraulique

** D₅₀ = Densité apparente

*** D M P (mm) = Diamètre moyen pondéré des particules

Seuil de probabilité: P ≤ 0,05

Les lettres différentes à l'intérieur d'une même couche pour la combinaison couche-cultures, indiquent des valeurs significativement différentes

Il y a acidification accrue sous monoculture de maïs dans les trois couches et sous monoculture de céréales dans la couche 2 (Tableau 2). Les pH mesurés varient de moyennement acides à neutres.

La teneur en matière organique dans la couche de surface est de niveau moyen sous prairie comme sous monocultures (Tableau 2) et significativement moins élevée sous monoculture de céréales. Le contenu en matière organique qui est de 145 t/ha sous prairie comparativement à 105 t/ha sous maïs et 100 t/ha sous céréales traduit une diminution réelle de la matière organique.

Les teneurs en Ca, Mg, K et Cu sont indépendantes des cultures. Les autres éléments majeurs et mineurs varient de façon significative selon les cultures et la couche considérée (Tableau 2). Cependant, ils demeurent généralement à des niveaux utiles à la plante. Les teneurs en K sont excessives sous monocultures dans les trois couches étudiées et les teneurs en P sont plus élevées sous maïs dans les couches 1 et 2 et sous céréales dans la couche 2. La teneur en Cd est indépendante des cultures; la teneur en Cr est plus faible sous maïs dans la couche 2 et celle en Pb sous maïs et céréales dans la couche 2.

TABLEAU 2.: Propriétés chimiques des sols SAINTE-ROSALIE argile lourde

	7-12	8	3-3	7-12	8	3-3	7-12	8-10	3-3
Ca disponible ppm	280,0 b	347,0 a	300,0 b	214,0 b	309,0 a	294,0 a	230,3 a	244,0 a	216,4 a
Mg disponible ppm	11,74 b	16,19 b	29,16 a	14,23 b	11,63 b	30,28 a	24,95 b	21,01 b	71,18 a
Cu disponible ppm	2,52 ab	1,58 a	1,82 a	2,33 a	1,12 a	1,76 a	2,53 a	1,20 b	1,64 a
B disponible ppm	1,58 ab	1,36 b	1,82 a	1,60 a	1,11 b	1,72 a	1,66 a	1,20 b	1,64 a
Zn disponible ppm	1,61 b	1,28 b	2,16 a	0,44 b	0,7 b	1,08 a	0,68 b	0,87 a	0,92 a
Mn disponible ppm	0,27 b	0,23 b	0,36 a	0,31 b	0,5 c	0,36 a	0,30 b	0,26 b	0,40 a
Co disponible ppm	0,20 b	0,22 b	0,53 a	0,39 b	0,1 b	0,59 a	0,61 b	0,34 c	0,92 a
Cr disponible ppm	0,58 ab	0,49 b	0,61 a	0,70 a	0,6 b	0,67 ab	0,74 ab	0,67 b	0,81 a
Pb disponible ppm	1,75 ab	1,29 b	2,17 a	1,23 b	0,80 b	1,80 a	1,17 a	0,84 a	1,64 a
Cd disponible ppm	0,20 a	0,18 a	0,22 a	0,13 a	0,4 a	0,19 a	0,13 a	0,12 a	0,17 a

Seuil de probabilité: P ≤ 0,05

Les lettres différentes à l'intérieur d'une même couche pour la combinaison couche-cultures, indiquent des valeurs significativement différentes

En résumé, il y a dégradation de la structure, diminution de la matière organique et, dans les deux premières couches, surfertilisation en K sous monoculture de maïs et de céréales. De plus, les sols sont acidifiés sous monoculture de maïs.

1990 INVENTORY

CUMULATING EIGHT (8) SOIL DEGRADATION PROCESSES EVALUATED AT THE REGIONAL LEVEL (12) BASED ON AREAS UNDER MONOCULTURE

Wind erosion

Water erosion

Region	Area under monoculture	Soil structure deterioration	Organic matter depletion	Compaction	Acidification	Over-Fertilization	Heavy metal pollution	Water erosion
1	18 670	18 320	1 525	7 900	5 780	9 480	4 570	2 060
2	22 030	17 550	5 660	4 000	10 900	9 760	4 090	6 460
3	4 320	2 925	770	250	1 265	1 440	540	250
4	59 100	53 540	33 310	11 240	22 510	23 825	6 560	2 550
5	16 010	12 220	2 650	1 070	4 900	2 540	2 380	6 530
6	153 200	141 300	100 020	27 060	73 400	114 410	2 270	3 840
7	102 420	96 000	65 280	28 140	42 590	84 655	15 600	6 960
8	10 530	8 400	1 920	2 400	6 850	5 035	600	2 250
9	2 300	2 000	260	1 700	1 240	1 700	1 040	600
10	65 000	52 300	31 700	7 930	19 600	43 840	5 630	9 300
11	17 800	14 850	6 000	5 160	8 740	8 175	1 940	3 740
12	14 410	9 150	2 970	3 950	9 580	3 330	2 675	1 380
Total	485 790	428 555	252 065	100 800	207 335	308 190	48 395	45 920

1990 INVENTORY

EIGHT SOIL DEGRADATION PROCESSES EVALUATED AT THE PROVINCIAL LEVEL

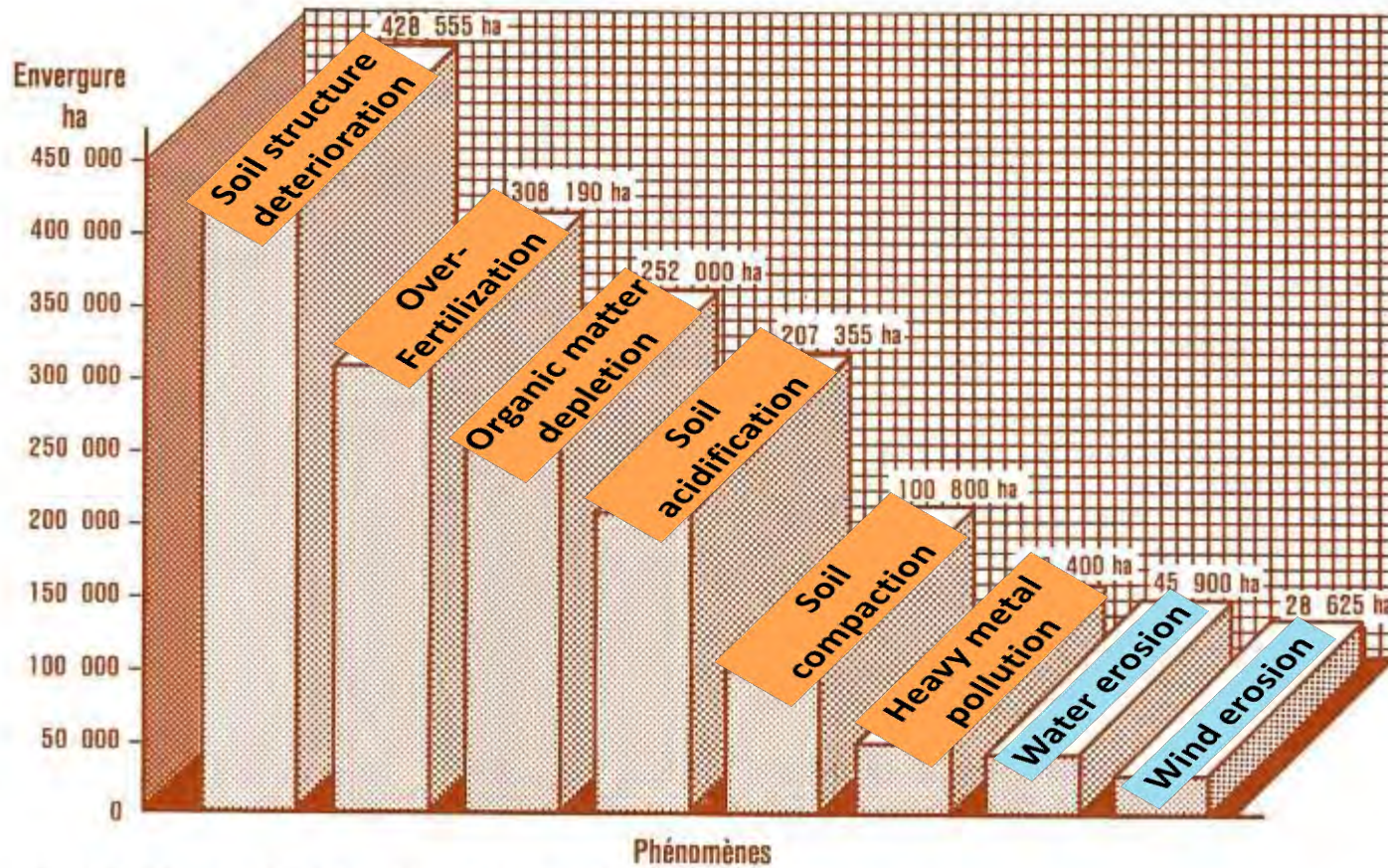


Figure 7: Envergure des phénomènes de dégradation des sols du Québec

RECOMMANDATIONS

de plus de 60 pour cent de la superficie sous monoculture. Qu'elle soit due à des apports excessifs de lisiers, de fumiers ou d'engrais chimiques, elle est non-justifiée et considérée comme un risque inutile pour la qualité de l'eau et de l'environnement. Ces éléments de diverses sources atteignent en effet les cours d'eau par écoulement souterrain ou par ruissellement et, dans certains cas, par érosion du sol de surface. Les quantités entraînées sont fortement dépendantes à la fois des volumes d'eau en cause (ruissellement ou percolation) et de la concentration des éléments alors en surface ou dans le sol;

La diminution de la teneur en matière organique de plus de 50 pour cent des sols sous monoculture, davantage marquée sous cultures de pommes de terre et de maïs que sous céréales en dépit que les résidus de récolte soient retournées au sol dans le cas du maïs-grain;

L'**acidification** qui se manifeste sur plus de 20 pour cent des sols sous monoculture, sauf ceux sous pommes de terre, ils n'atteignent pas dans l'ensemble

des niveaux inquiétants. Mais il faut être vigilant et de plus en plus attentif aux besoins d'amendements d'autant plus que les fertilisants ont un effet important dans ce cas-ci.

Le compactage affectant plus de 20 pour cent des sols en monoculture. Ce phénomène n'a pas été étudié pour les sols sableux de texture grossière (groupe 2 et 3) parce qu'il n'est pas considéré comme un facteur limitatif pour la production dans ces cas-ci;

La pollution par les métaux lourds de 10 pour cent de la superficie en monoculture. L'idée d'utiliser la norme teneur en Cr, en Pb ou en Cd échangeables sur au moins deux couches successives de sol est de dépister et de localiser les sites et les endroits où il y a augmentation de la teneur de ces éléments pour en rechercher les causes et les éliminer;

L'érosion hydrique sur 10 pour cent et **l'érosion éolienne** sur 6 pour cent des superficies en monoculture. Bien que l'érosion ne soit pas le phénomène qui a le plus d'envergure, il est certainement celui qui est le plus spectaculaire.

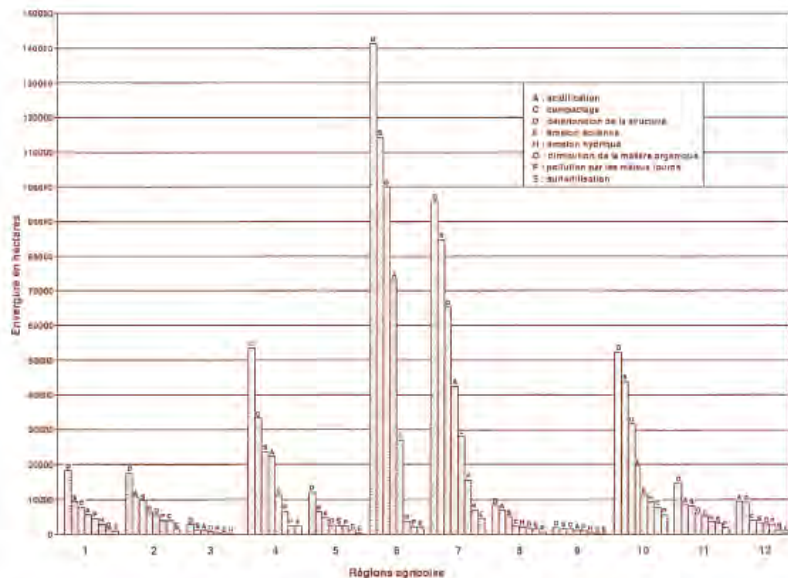


Figure 8: Envergure des phénomènes selon les régions agricoles

La prévention ou la mitigation des problèmes de dégradation des sols agricoles est possible de différentes façons. Les techniques les plus économiques sont souvent les plus appropriées telles la diminution du passage des engins et de la machinerie, le travail minimal du sol, l'utilisation rationnelle des fertilisants et des pesticides, etc. Le travail réduit allant jusqu'à l'absence de travail du sol peut s'avérer efficace dans certaines conditions, mais il n'est pas nécessairement désigné au renouvellement des prairies ou encore sur sols lourds. À chaque problème, sa solution.

Les moyens de prévenir ou d'atténuer le **compactage** se résument en une bonne gestion de la matière organique conjuguée à la rotation des cultures, surtout de plantes à racines profondes, au travail réduit du sol, à l'utilisation de pneus à basse pression, de roues doubles, à la diminution des passages et de la pression exercée par les engins en vue de favoriser le développement et le maintien d'une structure de qualité car la détérioration de la structure est un phénomène précurseur qui conduit souvent au compactage.

Pour contrer la **détérioration de la structure**, en plus des recommandations déjà mentionnées, les travaux doivent être exécutés dans de bonnes conditions d'humidité: éviter le passage de véhicules et d'engins lourds dans les champs en d'autres temps.

L'**acidification**, indiquée par la baisse du pH du sol, est attribuable au prélèvement d'éléments basiques par les récoltes, à l'apport d'engrais à base d'azote ammoniacale et de soufre, à l'action des microorganismes et au lessivage d'éléments ajoutés.

La réaction au pH du sol étant déterminante dans la solubilité des éléments minéraux et, de ce fait, dans la capacité des plantes à y puiser ce dont elles ont besoin, il importe de freiner l'acidification et de maintenir ou d'amener les sols à un pH optimum pour la croissance des plantes par l'apport d'amendements calcaires, chaulage, et l'usage rationnel des engrais chimiques qui ont une action acidifiante.

Le niveau de **matière organique** dépend de la texture du sol. Mais qu'importe, lorsqu'il est inférieur à 3,5 pour cent en sols légers et à 4,5 pour cent en sols lourds, il est considéré comme étant trop bas. On dit alors que le sol est pauvre en matière organique. L'apport sous forme de fumier, de résidus de cultures ou de compost est recommandé. Malgré tout, l'augmentation du pourcentage d'humus du sol est très lent. C'est pourquoi il est recommandé de pratiquer la rotation des cultures, surtout lorsqu'il s'agit de monoculture laissant peu ou pas de résidu au sol telle la pomme de terre et, à un degré moindre le maïs fourrager, pour favoriser le maintien d'un bon niveau de matière organique.

Sans compter qu'elle est l'une des principales sources d'azote et d'éléments mineurs utiles à la plante, la matière organique améliore la structure et la capacité de rétention de l'eau ce qui diminue les risques de compactage et d'érosion.

Le **contrôle de l'érosion** fait appel à diverses techniques de conservation. Les principales contre **l'érosion hydrique** sont la rotation des cultures, les cultures en bandes alternées, la culture en travers de la pente, la voie d'eau engazonnée, le bassin de captage, la bande riveraine et les terrasses. Certaines de ces pratiques s'appliquent à **l'érosion éolienne** en plus des brise-vent, de l'orientation des champs perpendiculairement aux vents dominants, des cultures-abri et du maintien de la couverture végétale ou de résidus ce cultures en surface. Le moyen le plus économique et le plus simple est encore

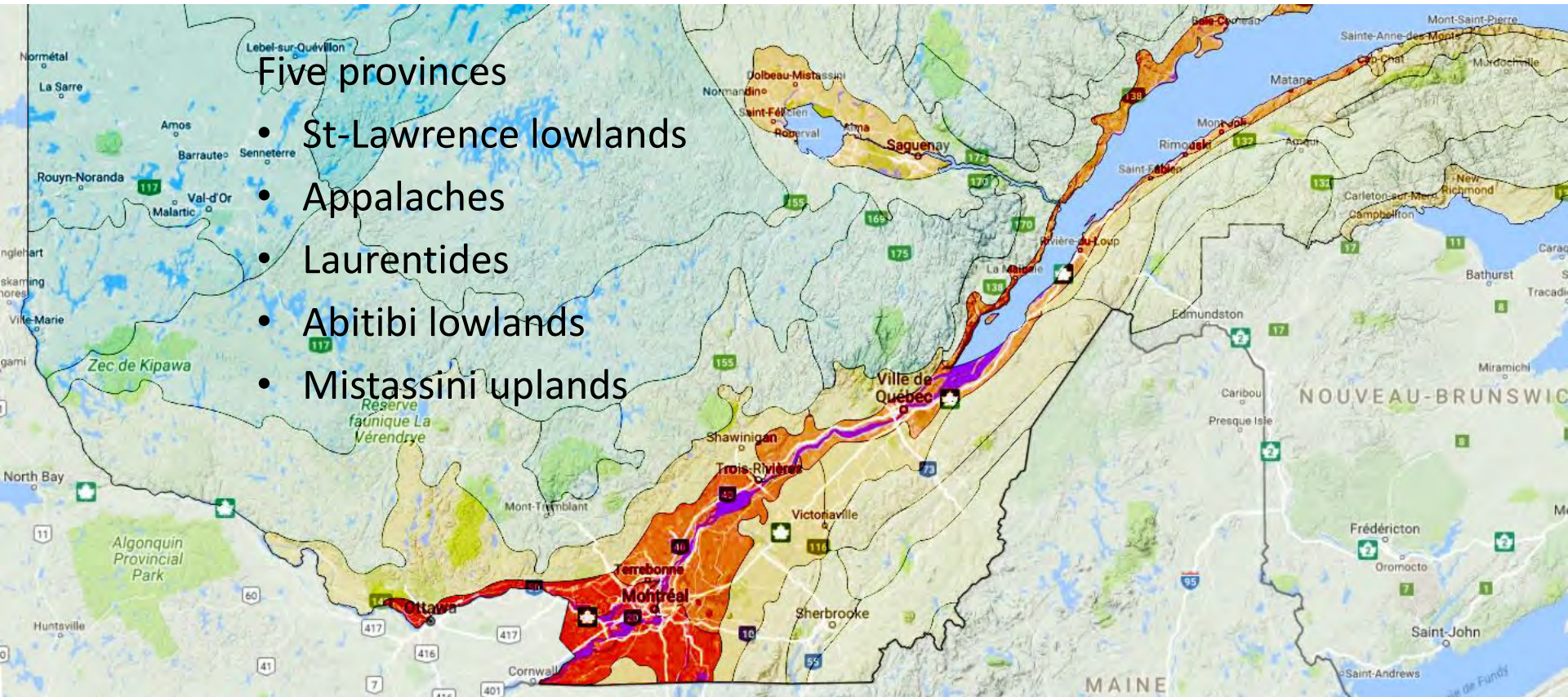
A NEW STUDY OF AGRICULTURAL SOIL HEALTH IN QUÉBEC

- 2017-2022
- 71 soil series in 30 groups
- Mineral and organic soils
- Groups based on 12 pedological regions, parental material and drainage class
- 1/3 soil series validated 2017 and sampled 2018
- 2/3 soil series validated 2018 and sampled 2019

PEDOLOGICAL REGIONS

Five provinces

- St-Lawrence lowlands
- Appalaches
- Laurentides
- Abitibi lowlands
- Mistassini uplands



STUDY OF AGRICULTURAL SOIL HEALTH IN QUÉBEC

- 71 soil series
- x 6 sites
 - 4 cultivated sites (annual or perennial)
 - 2 control (benchmark) sites (various)
- = 426 sites/fields

STUDY OF AGRICULTURAL SOIL HEALTH IN QUÉBEC

- Control site – benchmark soil
 - Previously cultivated (Ap horizon developed) - no soil under prime land - forest
 - Natural vegetation - perennial plants (grass, shrubs, ...)
 - No rock or farm dump
 - High quality soil physical condition
 - Determined by soil surveyors
- Out of cultivation, old plant nursery, cultivated soil, under the fence row, orchard

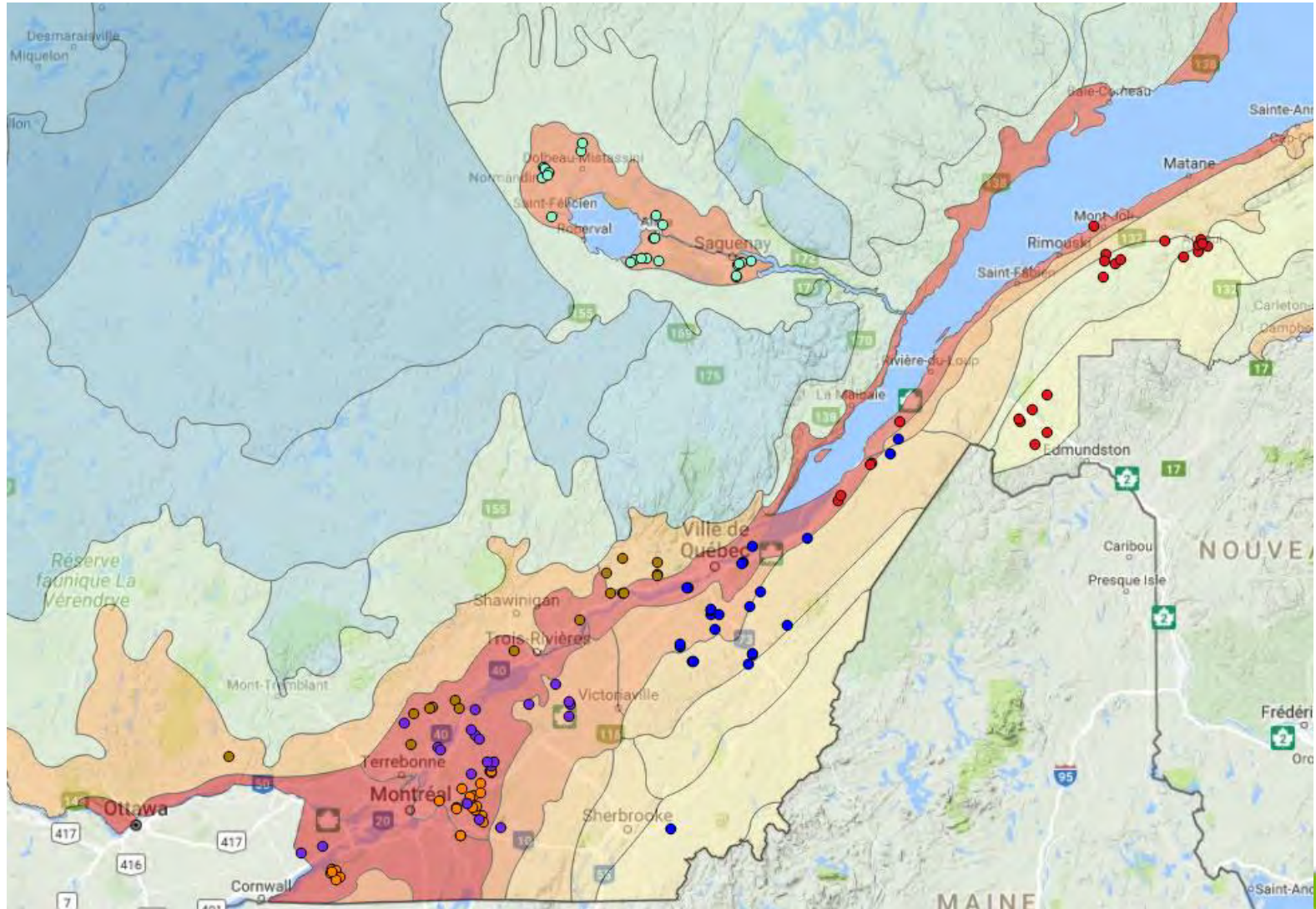
STUDY OF AGRICULTURAL SOIL HEALTH IN QUÉBEC

- 4 sampling points/field-site
- x 426 sites
- = 1 704 sampling points
- 2 to 3 soil layers sampled
- Soils sampled during 2 growing seasons (May to July)
- Yields and cropping practices documented for every sampled fields

MEASURED PARAMETERS

- Visual and qualitative description of soil physical condition:
 - structure, porosity, stoniness, plant rooting, etc.
- Physical properties
 - particle size distribution, aggregate stability, bulk density, macroporosity, hydraulic conductivity, state of erosion Cs-137, shrinkage of organic soils
- Chemical properties
 - pH, cation exchange capacity, Mehlich-3 elements
- Biochemical properties
 - C N total (organic matter), active carbon, potentially mineralizable nitrogen
- Yields of fodder, grain and potato crops
- Copping practices over the past five years and other historical info

FIELDS LOCATED IN 2017 TO BE SAMPLED IN 2018



FULL SOIL PROFILE DESCRIPTION – 2017 CAMPAIGN



FULL SOIL PROFILE DESCRIPTION – 2017 CAMPAIGN

- 1 to 2 profiles per site
- By soil horizon
- Full morphological description (CanSIS)

Fiche descriptive du profil agrépédologique - PSEF - Version 2016-10-11 Page 1/2

SiteCode: _____ Date: _____

Responsable de la description: _____ Organisme: _____

Coordonnées du profil (x, y): LAT LONG

Type de sol: SOL_TYPE Classe de perméabilité: Perméabilité/Classe

Classe de pente: PENT Facteurs limitatifs: Facteurs/limitatifs

Type de pente: TYPF Nom de la série de sols: SORI

Exposition de la pente: EXPP Variante de la série de sols: VARI

Pierrosité: PIER Étude de référence (conté): ETUD

Recoissé: ROCC Remarques pour le site: Remarques_site

Classe de drainage: DRAI Profondeur de gley: PGLG cm

Profondeur des carbonates: PCAR cm Identifiant des photos: PhotoID

NOC	Degré de décomposition		Composition botanique (%)			
	Fibres (FIB)	Test de von Post (VFP)	Amorphe (AMO)	Sphagne (SPH)	Carex (CAR)	Bois (BOI)
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Fiche descriptive du profil agrépédologique - PSEF - Version 2016-10-11 Page 2/2

NOC	Profondeur (cm)		Désignation horizon	Texture	Fragments grossiers (%)	
	Supérieure	Inférieure			Total	Classe
1						
2						
3						
4						
5						
6						

NOC	TEX			FRST			CFRS		
	D-50	D-20	D-10	D-50	D-20	D-10	D-50	D-20	D-10
1									
2									
3									
4									
5									
6									

NOC	Matrice			Marbrures			Description	Contraste
	TEX	VAL	CHB	ATL	MVA	INCH		
1								
2								
3								
4								
5								
6								

NOC	Structure			Consistance	Effervescence	Remarques à l'horizon
	STT	STC	STG			
1						
2						
3						
4						
5						
6						

STT	STC	STG	COR	EFF
<ul style="list-style-type: none"> D-Structure D-Laminé D-Fractal D-Stratifié D-Stratifié à l'horizontale D-Stratifié à l'oblique D-Massif D-Massif à l'horizontale D-Massif à l'oblique D-Massif à l'oblique D-Massif à l'oblique D-Massif à l'oblique D-Massif à l'oblique D-Massif à l'oblique D-Massif à l'oblique 	<ul style="list-style-type: none"> D-Sans structure D-Non friable D-Fine à l'horizontale D-Fine à l'oblique D-Moyenne D-Moyenne à l'horizontale D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique 	<ul style="list-style-type: none"> D-Sans structure D-Non friable D-Fine D-Fine à l'horizontale D-Moyenne D-Moyenne à l'horizontale D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique 	<ul style="list-style-type: none"> D-Moyenne D-Non friable D-Fine D-Fine à l'horizontale D-Moyenne D-Moyenne à l'horizontale D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique 	<ul style="list-style-type: none"> D-Non friable D-Non friable D-Fine D-Fine à l'horizontale D-Moyenne D-Moyenne à l'horizontale D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique D-Moyenne à l'oblique

SOIL LANDSCAPES



Bellechasse – Série St-Bruno



St-Jean-Port-Joli – Série St-André



Montérégie – Série St-Aimé



Saguenay Lac-St-Jean – Série Taillon



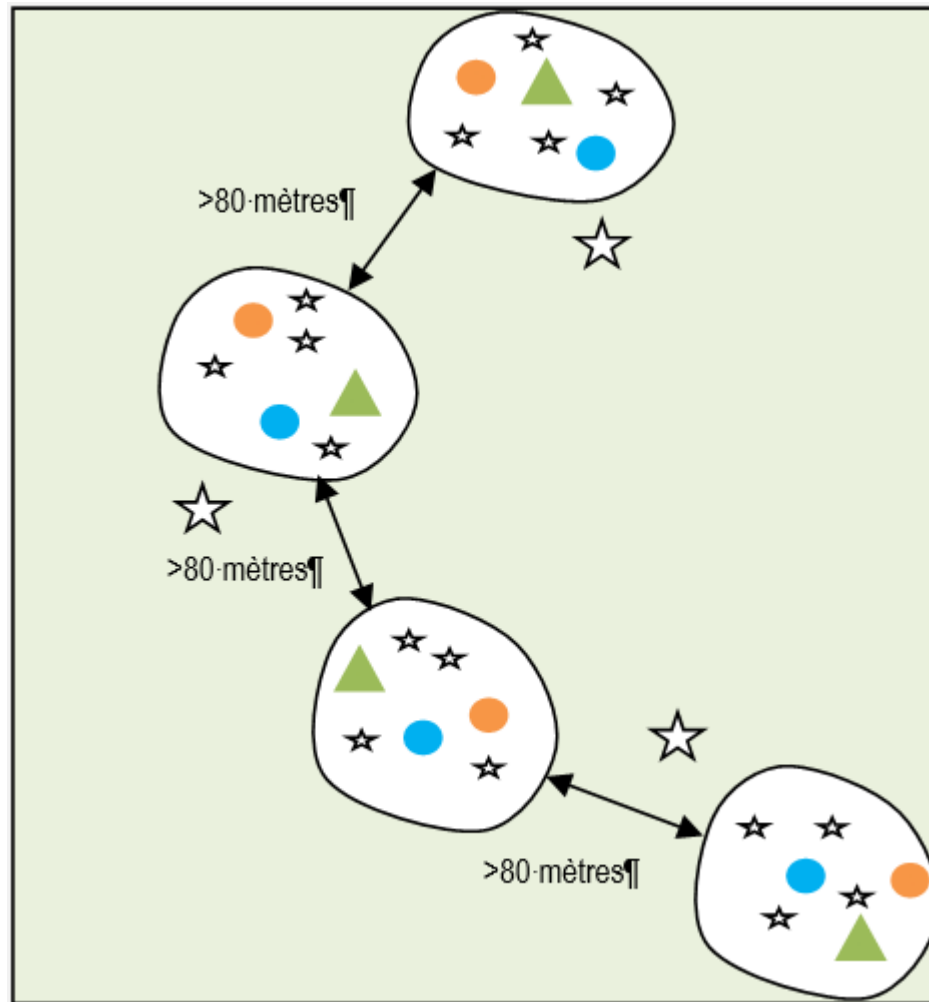
Montérégie – Série Joseph



Ile d'Orléans – Série St-Nicolas

SAMPLING PATTERN ACROSS FIELD-SITE

4 sampling points/field-site
To be sampled the next spring



SOIL SAMPLING – 2018 CAMPAIGN

- 4 sampling points per field-site
- 2 - 3 soil depths
- Visual and qualitative description of soil physical condition (CanSIS, VESS)

Formulaire Point d'échantillonnage

Identification

Identifiant du site: _____

Identifiant du point d'échantillonnage: _____

Chef d'équipe: _____ Initiales: _____ Date (jj-mm-aaaa): _____

Aspects de la surface

Position sur la pente: _____

1	Crête
2	Haut de pente
3	Milieu de pente
4	Bas de pente
5	Pied
6	Dépression
7	Plat ou à niveau
8	Autre: _____

Position sur une planche arrondie: _____

1	Ne s'applique pas
2	Haut de planche
3	Milieu de planche
4	Bas de planche

Position p/r aux drains souterrains: _____

1	Drains inexistants
2	Drains non visibles
3	Moins d'un m du drain
4	Entre deux drains

Type de végétation présente: _____

1	Sol nu sans végétation
2	Culture annuelle
3	Pâturage
4	Prairie de graminées
5	Prairie mixte
6	Prairie de légumineuses
7	Végétation arbustive
8	Autre: _____

Rugosité de la surface du sol: _____

1	Végétation sur sol plat
2	Pâturage piétiné
3	Végétation sur sol renhaussé
4	Sol nu avec résidus de culture
5	Sol nu non travaillé sans résidus
6	Sol nu avec traces de semoir
7	Sol nu avec travail réduit ou sarcié
8	Sol nu renhaussé avec boutons
9	Sol nu labouré au chisel
10	Sol nu labouré à la charrue
11	Autre: _____

Erosion hydrique: _____

1	Non visible
2	Modérée
3	Forte
4	Quelques ravins
5	Nombreux ravins
6	Autre: _____

No de photo de la surface du sol: _____

Fertilisation récente (printemps): _____

1	Pas de fertilisation au printemps
2	Engrais organique
3	Engrais minéral en bande
4	Engrais minéral à la volée
5	Autre: _____
6	Ne sais pas

Description visuelle du profil

Épaisseur de l'horizon Ap1 (le cas échéant): _____ cm

Épaisseur de l'horizon Ap ou Ap2: _____ cm

No de photo de l'horizon Ap en profil: _____

Présence de couche compacte limitante:

Profondeur (cm)	Profondeur (cm)		Signes de compaction
	supérieure	inférieure	
1			
2			

Signes de compaction

1	Horizon dur à pénétrer avec le couteau
2	Horizon gris-bleu
3	Racines déviées
4	Agrégats difficiles à briser
5	Très faible porosité
6	Autre: _____

Description visuelle du profil (suite)

Désignation de l'horizon	Ap1	Ap2	B	Commentaires
Numéro de la couche	1	2	3	
Profondeur (cm)	Supérieure	0	10	
	Inférieure	10		
Description visuelle				
Présence de graviers (2 à 75 mm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Présence de cailloux (75 à 250 mm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Présence de pierre (> 250 mm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Présence de marbrures	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Type de structure (grade 0 à 9)				
Classe de structure (grade 0 à 8)				
Grade de structure (grade 1 à 7)				
Porosité (grade 1 à 7)				
Consistance (grade 1 à 5)				
EVSS (grade 1 à 5)				
Humidité (grade 1 à 3)				
No. de photo de motte désagrégée				
Sol en vrac (labo)				
Code	LB	LB	LB	
Profondeur (cm)	Supérieure	0	10	
	Inférieure	10		
Sol en vrac (Inventaire Cs)				
Code	CS			
Profondeur (cm)	0 – 55 cm			
Motte pour stabilité des agrégats				
Code	SA			
Profondeur (cm)	Supérieure	0		
	Inférieure	10		
Cylindres pour MVA et macroporosité				
Code MVA	MV	MV	MV	
Code macroporosité	MA	MA	MA	
Profondeur (cm)	Supérieure	0		
	Inférieure			

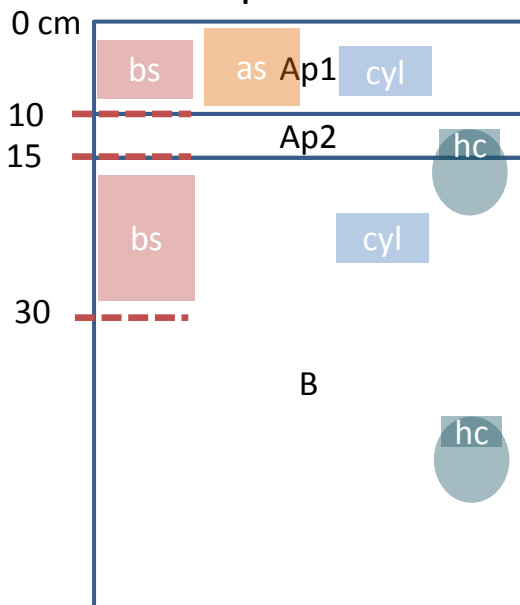
Perméamètre de Guelph	Profondeur (cm)		Réservoir (1-interne ou 2- externe)	
Profondeur inférieure (cm)	15		40	
Constante				
Hauteur de colonne d'eau (5 ou 10 cm)				
	Temps (min :sec)	Hauteur (mm)	Temps (min :sec)	Hauteur (mm)
1 ^{ère} lecture stable				
2 ^{ème} lecture stable				
3 ^{ème} lecture stable				



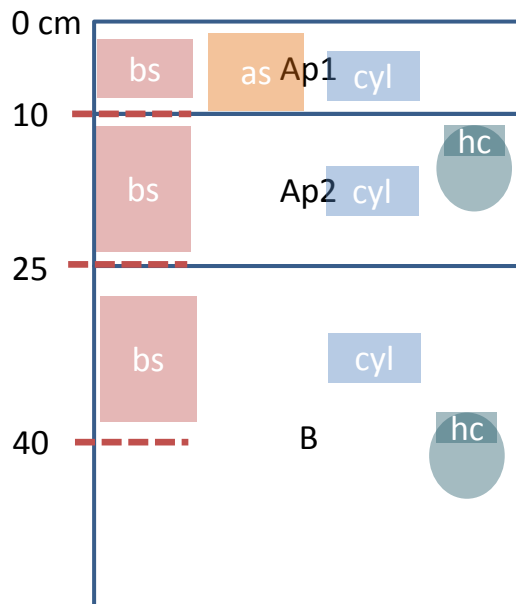
SOIL SAMPLING – 2018 CAMPAIGN

- 2 - 3 soil sampling depths

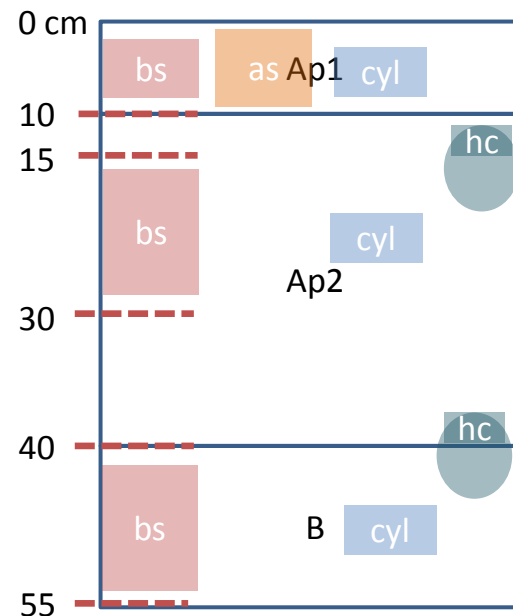
if $Ap < 17$ cm



if 17 cm $<$ $Ap <$ 25 cm



if $Ap >$ 25 cm



Bulk soil sample - 10 to 15 cm thickness



Hydraulic conductivity – Guelph permeameter 15 and 40-cm depth



Aggregate stability: 5 diameters + MWD

Cs-137

Cs-137 inventory on a 55-cm soil cylinder

SOIL SAMPLING – 2018 CAMPAIGN

CROP YIELDS MEASURED DURING THE SEASON

- Fodder (grass, legumes and silage corn), grains (corn, cereals, soya, canola) and potato crops
- Measured at four sampling points

CROPPING PRACTICES SURVEY

- Cropping practices over the past five years and other historical info

2018-2019 CAMPAIGN

- 2/3 of following soil series
- Soil series Validation (spring and fall 2018)
- Soil Sampling (spring 2019)
- Cropping practices survey (fall 2019)

ANALYSE AND PUBLISH RESULTS

- 2019 - 2022

QUESTIONS

1- STUDY OF QUÉBEC AGRICULTURAL SOIL HEALTH

2- STUDY OF AGRICULTURAL SOIL HEALTH IN QUÉBEC

3- A SOIL HEALTH STUDY OF QUÉBEC AGRICULTURAL SOILS

4-...



Marc-Olivier Gasser, soil scientist



Claude Bernard, soil scientist



USE OF 1990 INVENTORY DATA

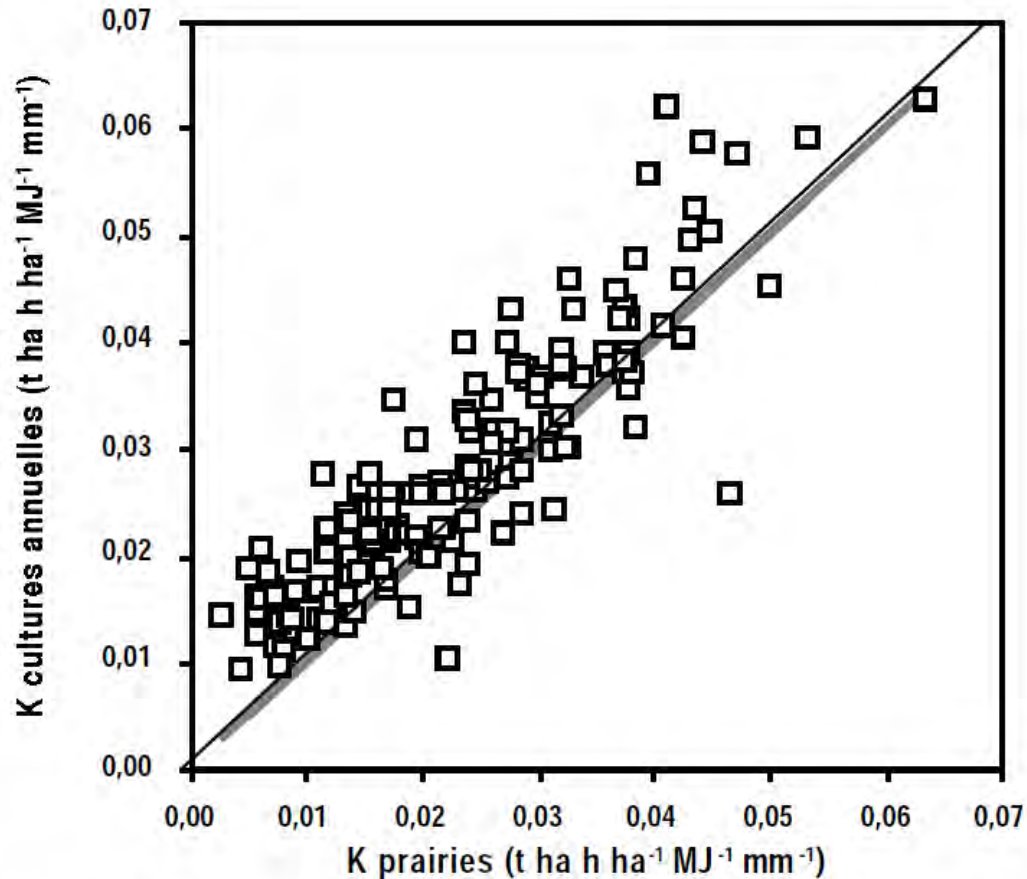


Figure 3 : Relation entre l'érodabilité mesurée sous prairie et sous culture annuelle

Bernard, C. 1996. Estimation de l'érodabilité des principales séries de sol du Québec, à l'aide du nomographe de Wischmeier. Agrosol 9(2):6-12.