

# Indicateurs de santé des sols dérivés de l'Étude sur l'état de santé des sols agricoles du Québec (ÉÉSSAQ) :

Focus sur la production maraîchère

Mandela Jacques, M. Sc.  
Marc-Olivier Gasser, agr. Ph. D.

JHGC de Saint-Rémi 26 novembre 2025



Institut de recherche  
et de développement  
en agroenvironnement

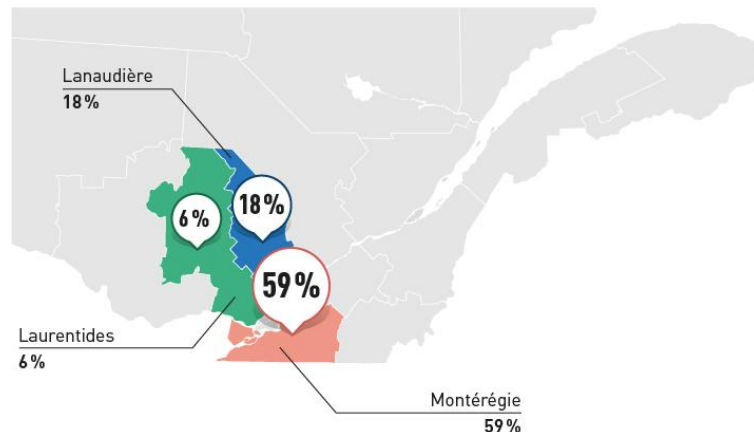
# Plan

- Vue globale de la production maraichère et les principaux enjeux du secteur
- Adaptation d'une méthode d'évaluation de l'état de santé des sols à partir de l'ÉÉSSAQ
- Présentation de quelques indicateurs de santé des sols et positionnement des sols maraichers
- Conclusion

# Production maraichère au Québec

- Le Québec est le 2<sup>e</sup> plus grand producteur de légumes au Canada après l'Ontario
  - 2 398 producteurs qui exploitent 39 128 ha
  - Plus de la moitié de la production en Montérégie
  - Des revenus de près de 1 milliards \$
  - La production de **légumes bio** est en forte croissance avec 571 entreprises sur environ 4 000 ha

Données 2021 - MAPAQ



# Principaux enjeux et défis

- Un des principaux enjeux du secteur
  - Exigences sociétales en matière de Santé et d'environnement
- En matière de santé des sols, les pratiques plus intensives dans le secteur maraîcher et biologique conduisent à certains problèmes :
  - Compaction et dégradation de la structure du sol
  - Réduction de la teneur en MO du sol
  - Diminution de la capacité d'infiltration et de rétention en eau
  - Accumulation de P
  - Érosion hydrique et éolienne

ÉE SSAQ, rapport 2 (Gasser et al., 2023)



Photo générée

# Principaux enjeux et défis

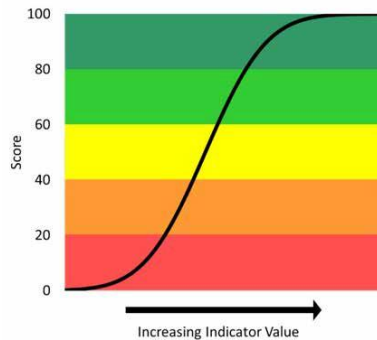
- Peu de systèmes de référence adéquats pour permettre aux producteurs de diagnostiquer l'état de santé de leurs sols
  - En dehors des indicateurs de chimie-fertilité usuel
  - Des indicateurs de quelques laboratoires américains: CASH, test Haney, etc.
  - Laboratoires québécois: AEL, EnvironeX, SGS, ...
- Dans le cadre de **l'ÉÉSSAQ**
  - Nouveau cadre d'interprétation
  - Intégration d'indicateurs peu usuels mais facilement mesurables (MVA par exemple)



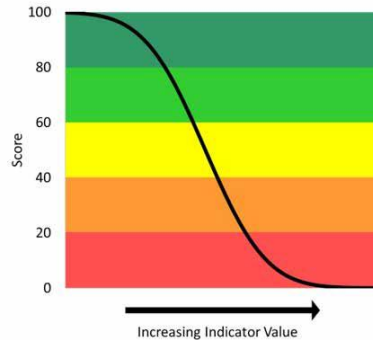
# Méthode d'évaluation de l'état de santé des sols

## Approche du CASH adaptée au contexte québécois

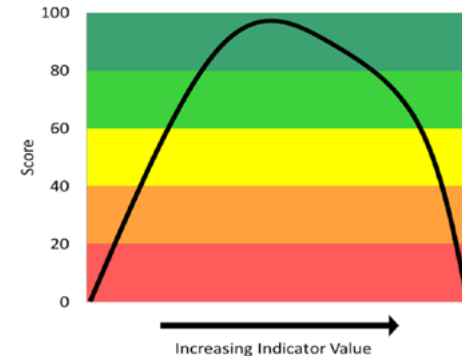
Répartir la distribution de chaque indicateur en 5 classes (quantiles)  
considérant l'influence des facteurs pédoclimatiques



**A : Plus c'est mieux**



**B : Moins c'est mieux**



**C : Optimum**

**Système d'interprétation des indicateurs de santé des sols utilisés dans le programme Comprehensive Assessment of Soil Health de Cornell (adapté de Moebius-Clune et al., 2016).**

# Méthode d'évaluation de l'état de santé des sols

## Indicateurs dérivés de l'ÉÉSSAQ

- **Biologiques**
  - **M.O.** via le C total Leco ou par perte au feu (MOS)
  - **C actif**, N potentiellement minéralisable, CO<sub>2</sub> dégagé
- **Physiques**
  - **MVA (facile à mesurer)**, Diamètre Moyen Pondéré, Macroporosité, C.H.
- **Chimiques**
  - **S-M3 et K-M3**

## Pour cette présentation,

- On discutera : 2 indicateurs biologiques, 1 Indicateur physique et 2 indicateurs liés à la chimie-fertilité du sol (**en gras**)

# Méthode d'évaluation de l'état de santé des sols

## Approche méthodologique

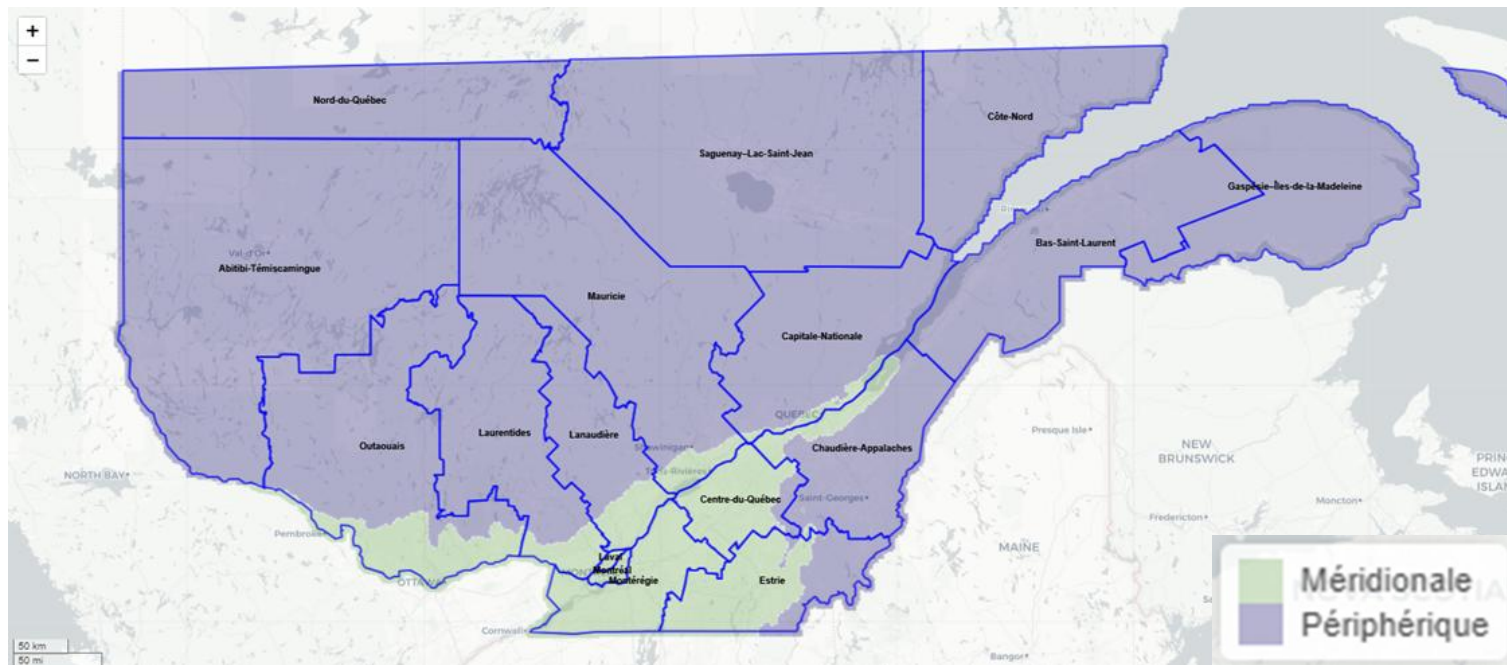
- Regrouper les sols sur une base pédoclimatique indépendamment
  - Des cultures et des modes de gestion
  - De leur usage ou de leur intensité de perturbation
- Rechercher les principaux facteurs influençant chaque indicateur
  - Paramètres climatiques (T, préc., ETP), pédologiques (texture, matériau parental), MNT (élévation, pente, ...)
- Définir des zones pédoclimatiques
  - Zone climatique similaire à partir d'analyse par cluster
  - Regroupement des sites en fonction du matériau parental



# Méthode d'évaluation de l'état de santé des sols

## Zones climatiques (Seuil de Température annuelle de 5 °C)

- Zones climatiques définies en fonction de la M.O. du sol
  - Méridionale VS Périphérique



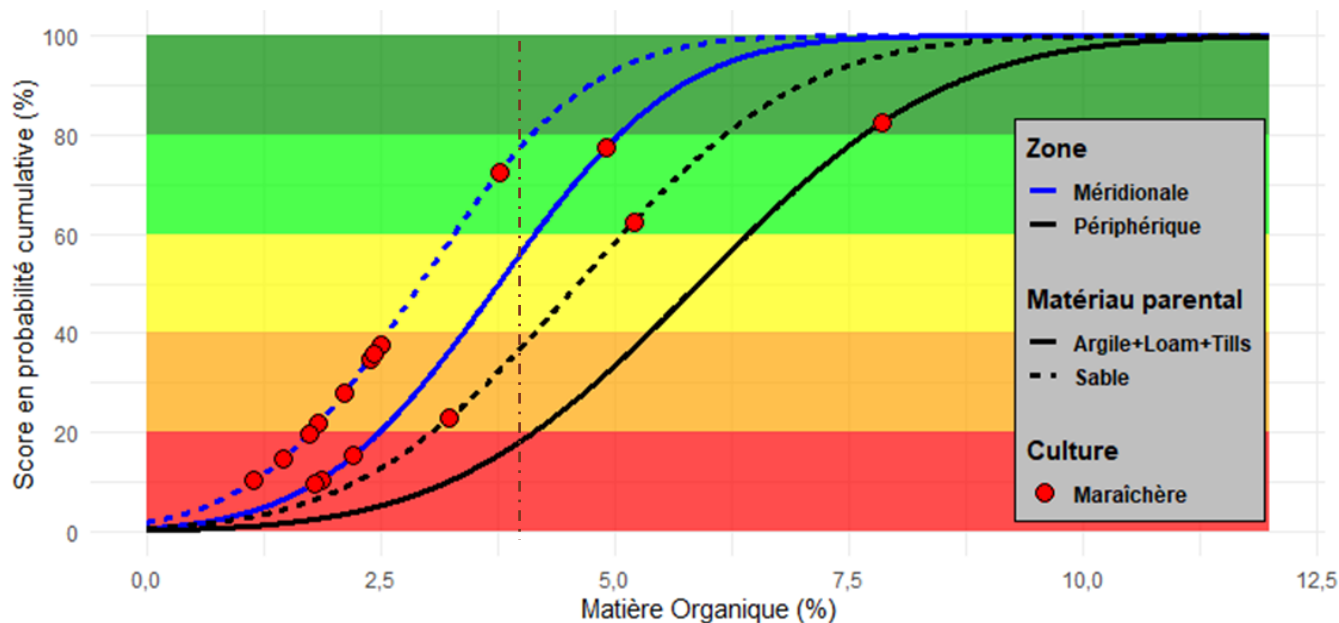
# Méthode d'évaluation de l'état de santé des sols

## Focus sur les sites maraîchers dans les résultats

- Sur les 319 sites cultivés de l'ÉE SSAQ, 16 ont été classés dans le groupe des cultures maraîchères avec des cultures principales telles que :
  - Courges d'hiver
  - Brocolis frais
  - Choux d'été
  - Piments
  - Cornichons
  - Maïs sucré frais
  - Pomme de terre (inclut dans la rotation sur 5 ans) -12 sites
- Aucun site en production biologique

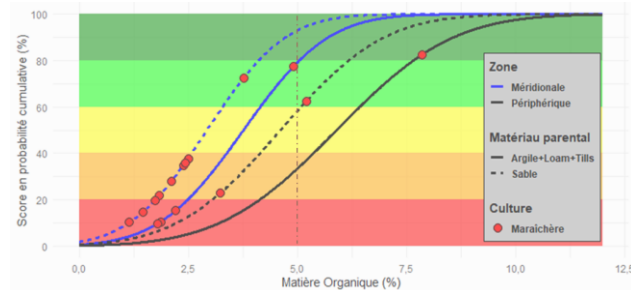
# Indicateur - Matière organique du sol (MOS)

Courbes de distribution cumulée et Seuils – Horizon Ap (0-20 cm)



# Indicateur - Matière organique du sol (MOS)

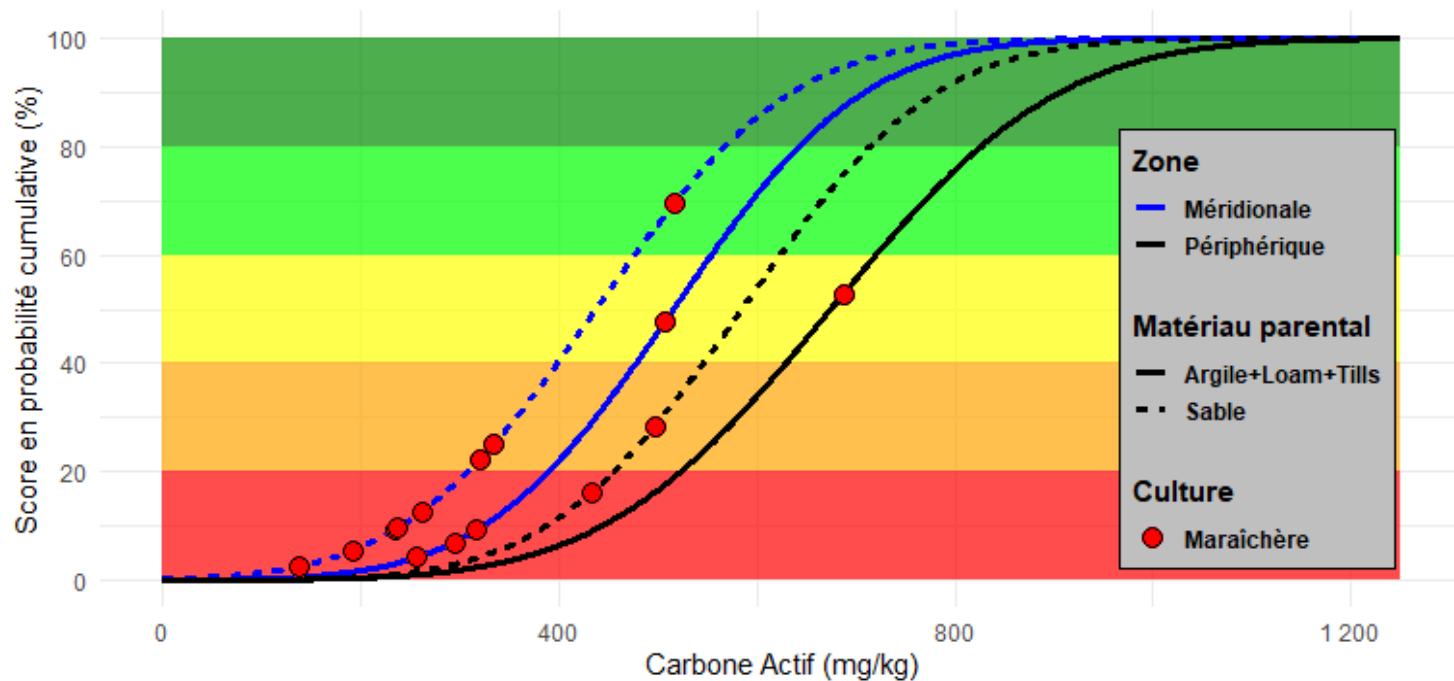
## Courbes de distribution cumulée et Seuils – Horizon Ap



Matériau parental	Zone	Très faible ( $\leq 20$ %)	Faible (20-40 %)	Moyenne (40-60 %)	Élevée (60-80 %)	Très élevée ( $\geq 80$ %)
Argile+Loam+Tills (Seuils en %)	Périphérique	$\leq 4,1$	4,1 - 5,4	5,4 - 6,4	6,4 - 7,7	$\geq 7,7$
	Méditerranéenne	$\leq 2,5$	2,5 - 3,4	3,4 - 4,2	4,2 - 5,0	$\geq 5,0$
Sable (Seuils en %)	Périphérique	$\leq 3,0$	3,0 - 4,1	4,1 - 5,1	5,1 - 6,2	$\geq 6,2$
	Méditerranéenne	$\leq 1,7$	1,7 - 2,6	2,6 - 3,3	3,3 - 4,1	$\geq 4,1$

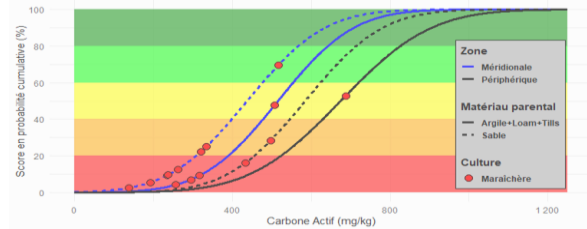
# Indicateur - Carbone actif

Courbes de distribution cumulée et Seuils – Horizon Ap (0-20 cm)



# Indicateur - Carbone actif

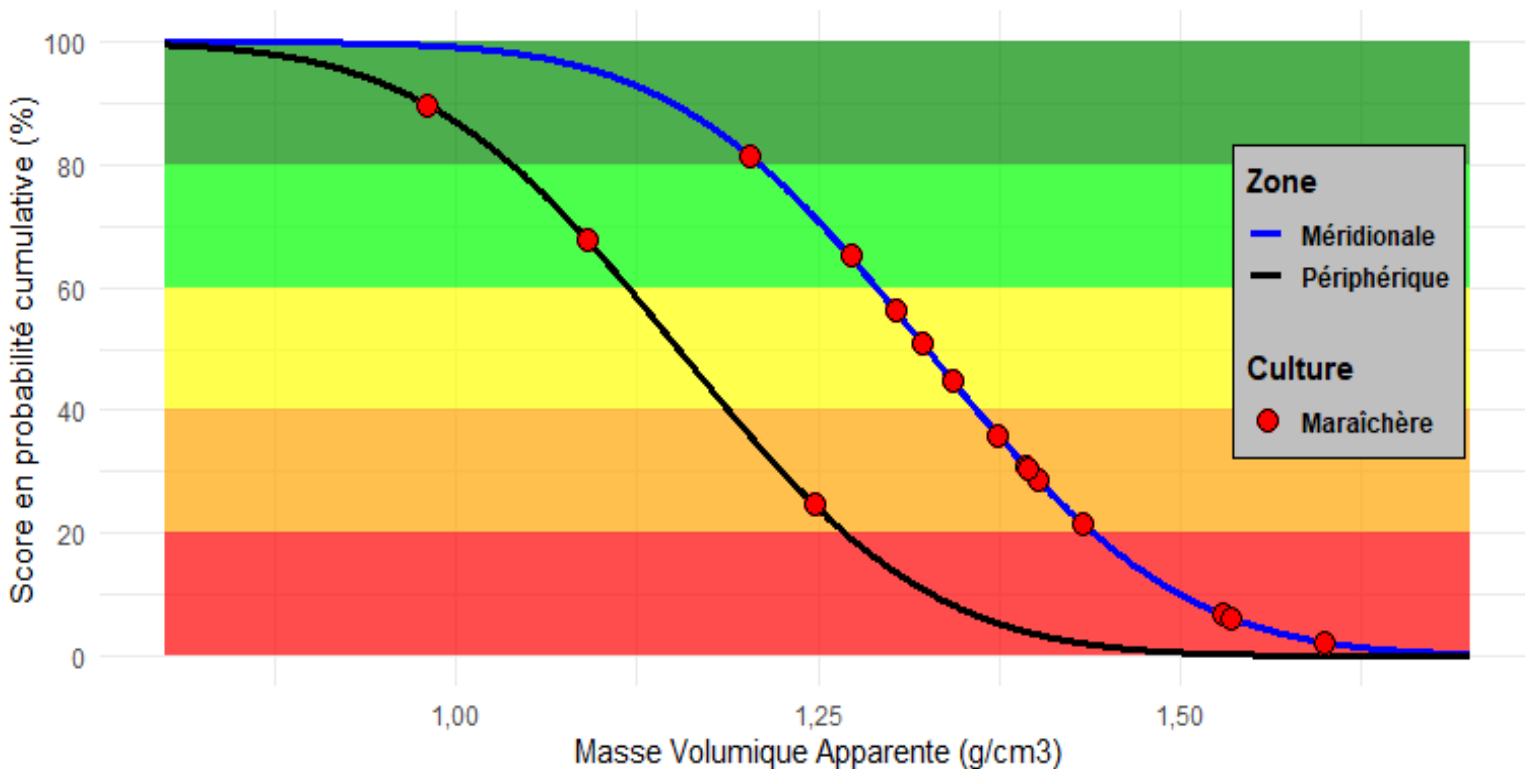
## Courbes de distribution cumulée et Seuils – Horizon Ap (0-20 cm)



Matériau parental	Zone	Très faible ( $\leq 20$ %)	Faible (20-40 %)	Moyenne (40-60 %)	Élevée (60-80 %)	Très élevée ( $\geq 80$ %)
Argile+Loam+Tills (Seuils en mg/kg)	Périphérique	$\leq 523$	523- 629	629- 720	720- 826	$\geq 826$
	Méridionale	$\leq 390$	390 - 478	478 - 554	554- 643	$\geq 643$
Sable (Seuils en mg/kg)	Périphérique	$\leq 4559$	455- 546	546 - 624	624- 714	$\geq 714$
	Méridionale	$\leq 308$	308- 399	399- 477	477- 568	$\geq 568$

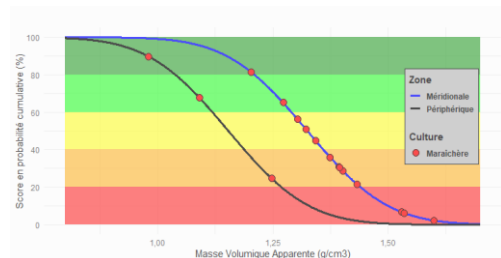
# Indicateur - Masse Volumique Apparente (MVA)

Courbes de distribution cumulée et Seuils – Horizon Ap (0-20 cm)



# Indicateur - Masse Volumique Apparente (MVA)

Courbes de distribution cumulée et Seuils – Horizon Ap (0-20 cm)

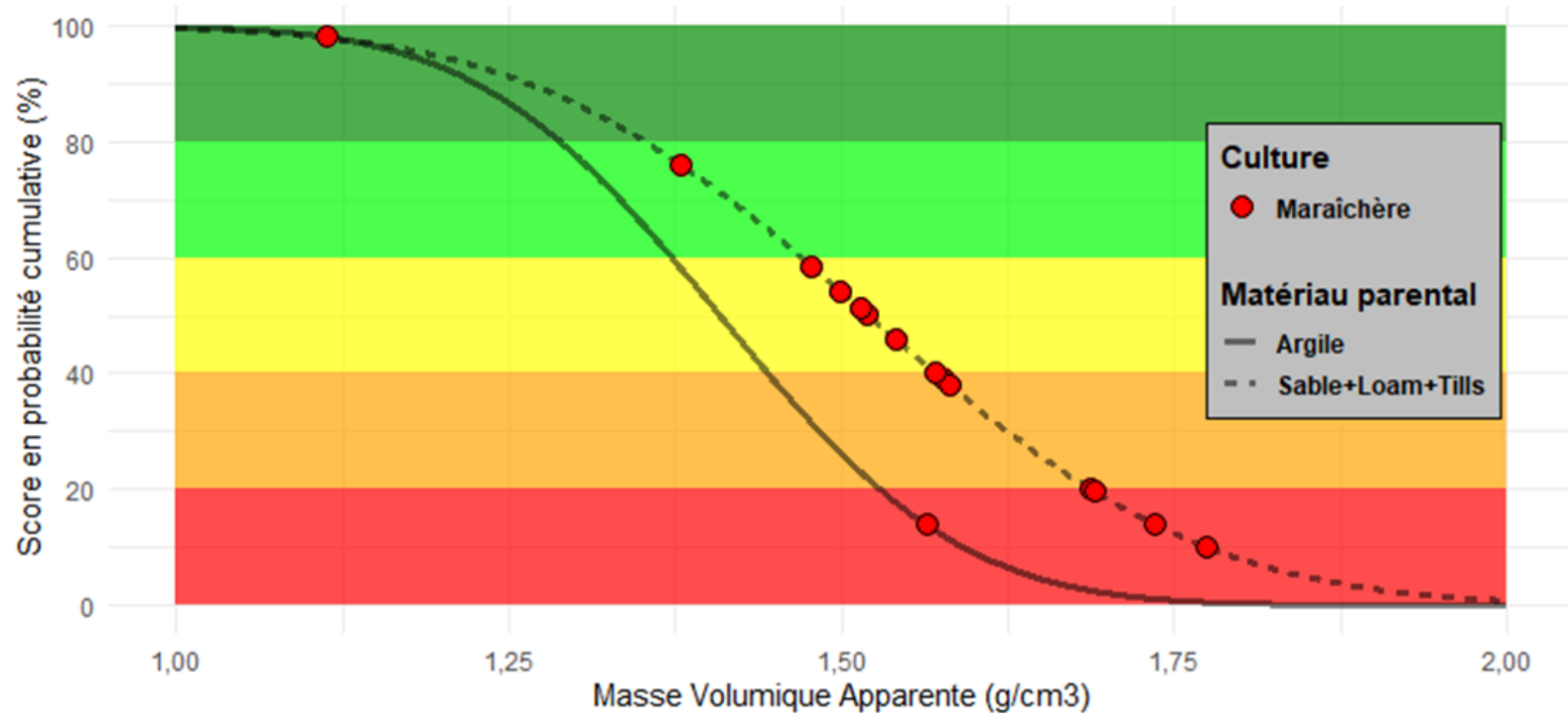


Matériau parental	Zone	Très faible (≤ 20 %)	Faible (20-40 %)	Moyenne (40-60 %)	Élevée (60-80 %)	Très élevée (≥ 80 %)
Tout type (Seuils en g/cm³)	Périphérique	≥ 1,27	1,27 - 1,19	1,19 - 1,12	1,12 - 1,04	≤ 1,04
	Mérindionale	≥ 1,44	1,44 - 1,36	1,36 - 1,29	1,29 - 1,21	≤ 1,21



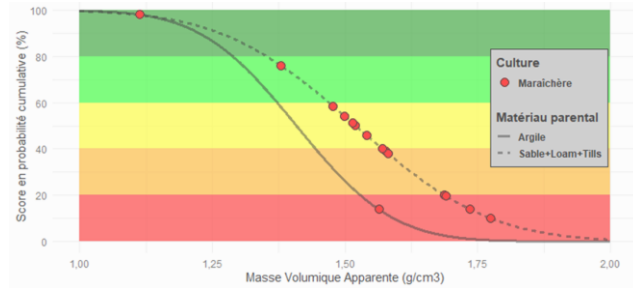
# Indicateur - Masse Volumique Apparente (MVA)

Courbes de distribution cumulée et Seuils – Horizon B (25 - 40 cm env.)



# Indicateur - Masse Volumique Apparente (MVA)

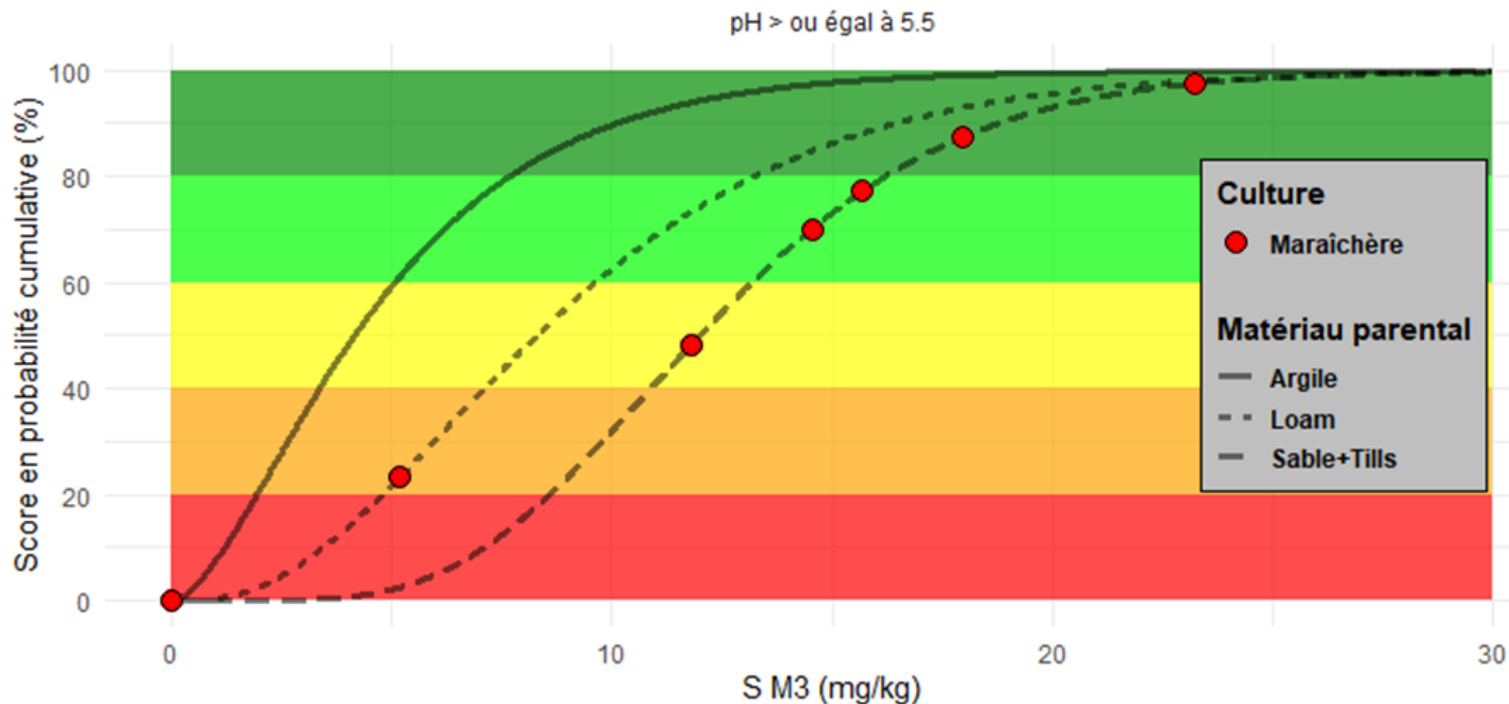
Courbes de distribution cumulée et Seuils – Horizon B (25 - 40 cm)



Matériau parental	Très faible ( $\leq 20\%$ )	Faible (20-40 %)	Moyenne (40-60 %)	Élevée (60-80 %)	Très élevée ( $\geq 80\%$ )
Argile (Seuils en g/cm3)	$\geq 1,53$	1,53 - 1,45	1,45 - 1,37	1,37 - 1,29	$\leq 1,29$
Sable+Loam+Tills (Seuils en g/cm3)	$\geq 1,69$	1,69 - 1,57	1,57 - 1,47	1,47 - 1,35	$\leq 1,35$

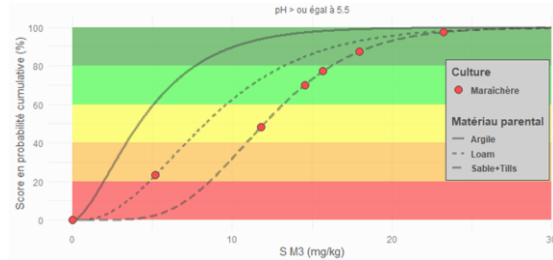
# Indicateur - Soufre Mehlich 3

Courbes de distribution cumulée et Seuils – Horizon Ap (0-20 cm)



# Indicateur - Soufre Mehlich 3

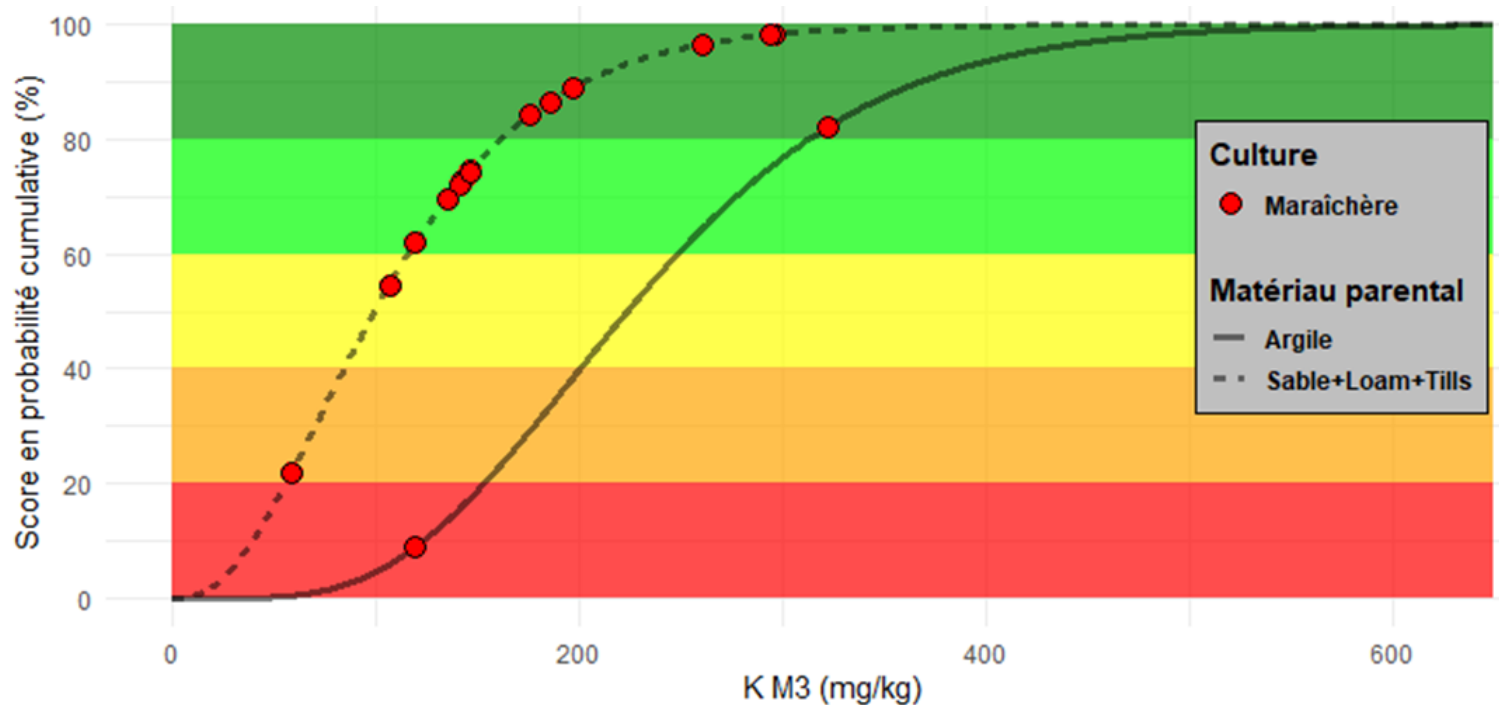
## Courbes de distribution cumulée et Seuils – Horizon Ap (0-20 cm)



Matériau parental	Très faible (≤ 20 %)	Faible (20-40 %)	Moyenne (40-60 %)	Élevée (60-80 %)	Très élevée (≥ 80 %)
Argile (Seuils en mg/kg)	≤ 2,0	2,0 - 3,4	3,4 - 5,1	5,1 - 7,7	≥ 7,7
Loam (Seuils en mg/kg)	≤ 4,8	4,8 - 7,1	7,1 - 9,6	9,6 - 13,2	≥ 13,2
Sable+Tills (Seuils en mg/kg)	≤ 8,6	8,6 - 10,9	10,9 - 13,2	13,2 - 16,2	≥ 16,2

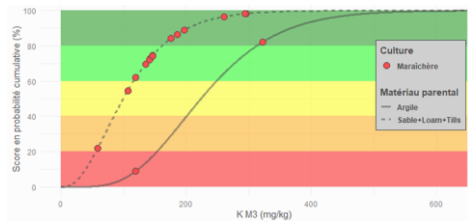
## Indicateur - K Mehlich 3

Courbes de distribution cumulée et Seuils – Horizon Ap (0-20 cm)



## Indicateur - K Mehlich 3

### Courbes de distribution cumulée et Seuils – Horizon Ap (0-20 cm)



Matériau parental	Très faible ( $\leq 20$ %)	Faible (20-40 %)	Moyenne (40-60 %)	Élevée (60-80 %)	Très élevée ( $\geq 80$ %)
Sable+Loam+Tills (Seuils en mg/kg)	$\leq 56$	56 - 84	84 - 116	116 - 162	$\geq 162$
Argile (Seuils en mg/kg)	$\leq 153$	153 - 200	200 - 249	249 - 313	$\geq 313$

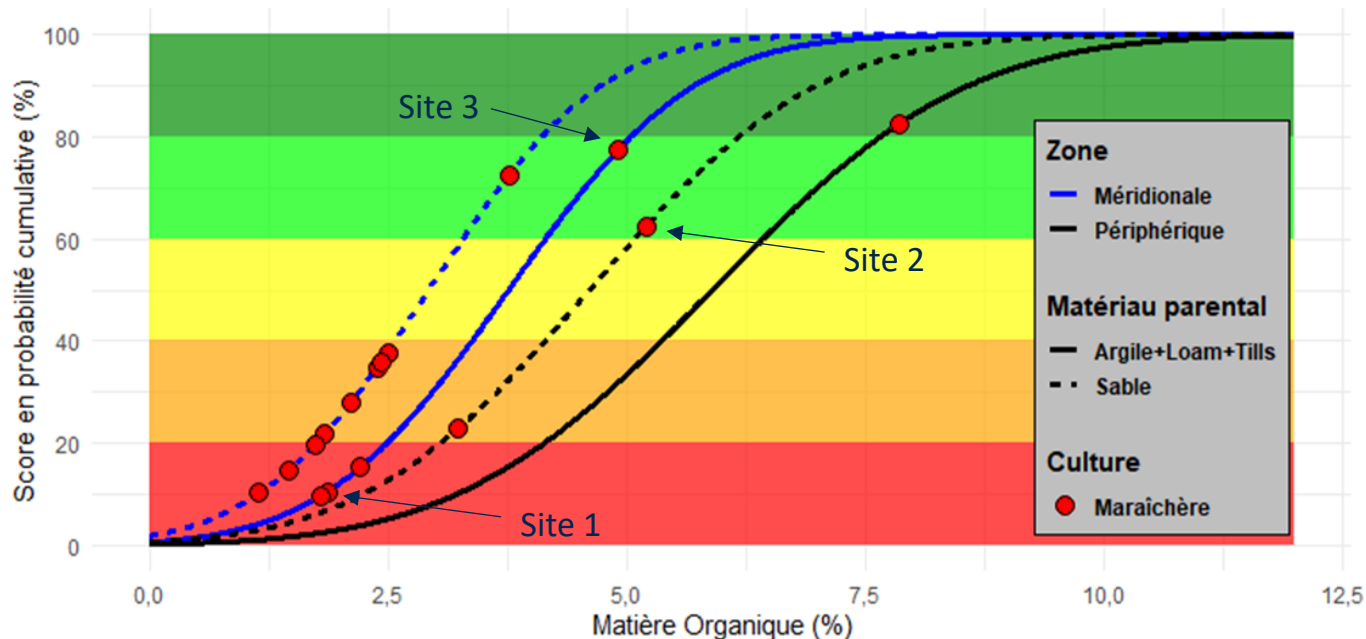
# Un exemple avec trois cas typiques

2 en zone méridionale – Texture fine et 1 en périphérie - Sable

Site 1 : 18KRY04, MOS de 1,8 %

Site 2 : 17MOI02, MOS de 5,2 %

Site 3 : 18SHF07, MOS de 4,9 %



# Un exemple avec trois cas typiques

Tableau de score en %

Indicateurs	Horizon	Site 1	Site 2	Site 3
MOS	Ap	10	63	77
Carbone actif	Ap	7	28	48
Diamètre Moyen Pondéré	Ap	5	36	71
CO <sub>2</sub> dégagé	Ap	18	21	76
MVA	Ap	6	25	30
MVA	B	14	50	76
Macroporosité	B	30	92	98
Azote minéralisable	Ap	7	4	72
S M3	Ap	0	96	48
K M3	Ap	9	54	74



# Conclusion

Établissement de nouveaux seuils de référence  
pour juger de l'état de santé des sols cultivés au Québec

## Les sols maraichers

### Indicateurs liés à la MOS

- En majorité un score de 40 % et -
- Les seuils de référence de la MOS dépendent de la zone et du matériau parental (pas seulement  $>$  ou  $<$  4%)

### MVA

- Bonne répartition des scores (valeurs moyennes en surface et en profondeur)
- Dépendent de la zone climatique en surface, du matériau parental en profondeur

### Indicateurs liés à la chimie-fertilité

- S-M3 : Valeurs plus faibles en sols Argile + Loam (2 sites avec scores très faibles)
- K-M3 : En culture maraichère, les sols sont classés parmi les plus riches

## À venir

- Un rapport global et des fiches techniques par indicateur

**Merci !**  
**Vos questions !**