

SIIGSOL-100m - version 1.0.0

12 septembre 2022

# Table des matières

1.	Contexte . . . . .	1
2.	Description du produit . . . . .	1
3.	Performances des modèles . . . . .	2
4.	Format et disponibilité . . . . .	2
5.	Mise à jour . . . . .	2
6.	Responsabilité de l'utilisateur . . . . .	3
7.	License . . . . .	3
8.	Référence et contacts . . . . .	3
9.	Bibliographie . . . . .	4
10.	Fiche descriptive . . . . .	5

## 1. Contexte

Au Québec, il n'existe pas de cartes des sols pour soutenir la gestion des écosystèmes forestiers. Dans le cadre d'un projet de recherche, nous avons colligé et homogénéisé des données pédologiques issues de différents inventaires afin de développer un système d'inférence et d'information géographique sur les sols du Québec (projet SIIGSOL). Le projet SIIGSOL vise entre autres à automatiser le développement de modèles pour la cartographie des propriétés des sols et de l'incertitude associée.

Les produits matriciels générés par le biais de ce système permettent de documenter l'évolution spatiale des propriétés de la partie minérale du sol à travers le Québec méridional à une résolution spatiale de 100 m. Ces nouvelles connaissances sur la répartition spatiale des propriétés des sols alimenteront les décideurs préoccupés par divers enjeux touchant l'intégrité des écosystèmes forestiers, notamment l'exploitation de la biomasse, l'intensification de la production ligneuse et les répercussions des perturbations naturelles, anthropiques et climatiques sur les écosystèmes forestiers.

Les méthodes utilisées et la qualité des modèles sont brièvement présentées dans ce document. Pour plus de détails sur les bases de données et les méthodes utilisées, nous vous invitons à consulter les références présentées dans les sections 8 et 9.

## 2. Description du produit

Les cartes SIIGSOL-100m permettent de documenter l'évolution spatiale des propriétés de la partie minérale du sol à une résolution spatiale de 100 m. Ces valeurs ont été simulées en combinant des données d'observation ponctuelles et des covariables spatialement explicites, dérivées à partir de données de télédétection et de produits cartographiques, par le biais de méthodes d'apprentissage automatisées. Ces valeurs ne doivent pas être interprétées comme une observation, mais plutôt comme la valeur la plus probable pour une distribution d'observations et un jeu de variables prédictives donné. Les valeurs des propriétés du sol sont simulées pour toutes les surfaces terrestres non urbanisées. Tous les attributs dont la valeur est susceptible d'évoluer avec la profondeur sont disponibles en 6 couches, qui permettent de traduire l'évolution des propriétés avec la profondeur. Les limites des profondeurs utilisées proviennent de la norme de cartographie du projet *GlobalSoilMap.net* : 00-05 cm, 05-15 cm, 15-30 cm, 30-60 cm, 60-100 cm et 100-200 cm. Les produits cartographiques sont actuellement déclinés en 6 variables ; la proportion de sable, la proportion de limon, la proportion d'argile, le pH, la capacité d'échange cationique et la proportion de matière organique. Ils couvrent l'ensemble du territoire de la Province de Québecois situé au sud du 55<sup>e</sup> parallèle. Le tableau 1 décrit les méthodes analytiques, les unités, la résolution spatiale des couches actuellement disponibles pour le projet SIIGSOL-100m 1.0.0.

TABLEAU 1 – Produits cartographiques actuellement disponibles dans SIIGSOL-100m version 1.0.0

Groupe	Propriété	Description	Méthode analytique	Min	Max	Unité	Profondeurs
Texture	sable	Proportion de sable	Bouyoucos	0	100		6
Texture	limon	Proportion de limon	Bouyoucos	0	100		6
Texture	argile	Proportion d'argile	Bouyoucos	0	100		6
Fertilité	ph	pH extractible au CaCl <sub>2</sub>	Extraction CaCl <sub>2</sub>	3	9		6
Fertilité	cec	Capacité d'échange cationique	Extraction NH <sub>4</sub> CL	0	120	méq/100g	6
Fertilité	oc	Proportion de matière organique	Combustion	0	100		6

### 3. Performances des modèles

Les performances des différents modèles ayant servi à la production des produits cartographiques ont été évaluées à l'aide de différentes métriques (tableau 2). Le coefficient de détermination ( $R^2$ ) a été utilisé comme indicateur de la covariance normalisée, ou du degré d'association, qui existe entre les valeurs observées et simulées. La racine de l'erreur quadratique moyenne (REQM) et l'erreur moyenne absolue (EMA), qui donnent une mesure de la précision des valeurs simulées. Le coefficient d'efficacité de Kling-Gupta (KGE) est une métrique multi-objective qui permet d'évaluer la similarité entre les valeurs observées et simulées. Le KGE rapporte la distance euclidienne d'un modèle donné par rapport aux coordonnées occupées par une prédiction parfaite dans un espace dimensionnel délimité par trois axes : 1) la corrélation, 2) le biais conditionnel et 3) le biais systématique. Par conséquent, les prédictions obtenues avec un modèle parfait seraient entièrement corrélées ( $r = 1$ ) et sans biais (conditionnellement,  $\text{Alpha} = 1$ , ou inconditionnellement,  $\text{Beta} = 1$ ), ce qui donne une distance euclidienne de 0 et une valeur de KGE de 1. Nous avons rapporté le KGE ainsi que l'écart type entre les valeurs simulées et observées (Alpha, utilisé comme indicateur du biais conditionnel) ainsi que le rapport entre de la moyenne entre les valeurs simulées et observées (Beta, est utilisé comme un indicateur du biais inconditionnel). Nous avons également rapporté la valeur de la pente et de l'intercepte issue d'une régression linéaire entre les valeurs simulées et observées.

TABLEAU 2 – Métriques de performances pour les produits cartographiques actuellement disponibles dans SIIGSOL-100m version 1.0.0

Propriété	$R^2$	KGE	Alpha	Beta	REQM	EMA	Pente	Intercepte
Sable	0.54	0.60	0.70	1.00	15.27	11.36	1.05	-2.92
Limon	0.29	0.35	0.54	1.00	11.49	8.57	1.00	-0.02
Argile	0.67	0.70	0.76	1.00	9.01	5.38	1.08	-0.99
pH	0.79	0.83	0.87	1.00	0.41	0.27	1.03	-0.13
Cec	0.43	0.50	0.63	1.01	3.57	2.24	1.04	-0.22
Oc	0.37	0.46	0.64	1.03	4.45	65.55	0.95	0.13

### 4. Format et disponibilité

Les couches du jeu de données SIIGSOL-100m sont disponibles en format matriciel et peuvent être visualisées et manipulées par le biais de n'importe quel logiciel ou système d'information géographique en mesure de supporter le format de données GeoTIFF et son variant BigTIFF.

Pour les utilisateurs inexpérimentés, nous suggérons d'utiliser le logiciel QGIS. Ce logiciel est gratuit et libre de droit et permet de visualiser les données de manière conviviale et accessible. Le logiciel QGIS est disponible pour les plateformes Linux, Windows, macOS et Android. Il peut être téléchargé gratuitement sur le site de la fondation OSGEO . Pour un démarrage rapide, veuillez consulter la documentation en ligne.

### 5. Mise à jour

Les couches du jeu de données SIIGSOL-100m sont disponibles en format matriciel et sont mises à la disposition des utilisateurs par la Direction de la recherche forestière du ministère de la Forêt, de la Faune et des Parcs (DRF, MFFP) sous la licence CC-BY 4.0. Des suggestions de légendes sont également fournies en format QML et XML. Les données et les légendes peuvent être téléchargées via le site Web de Données Québec. En utilisant ces données, l'utilisateur accepte la licence et la politique d'utilisation des données de

la Direction de la recherche forestière et du ministère de la Forêt, de la Faune et des Parcs dans leur intégralité.

Pour assurer une utilisation adéquate de ces données, nous vous invitons à consulter les informations et les métadonnées disponibles pour chacune des couches. Comme le produit est susceptible d'évoluer, nous vous invitons également à faire un suivi des métadonnées décrivant le domaine d'entraînement, la résolution spatiale, le numéro de version, les unités de mêmes que les performances des modèles utilisés.

## 6. Responsabilité de l'utilisateur

Les couches d'information produites dans le cadre de ce projet sont basées sur les meilleures données disponibles. Bien qu'une attention particulière ait été portée pour la validation des données et le développement des modèles, les auteurs ne peuvent garantir l'exactitude des informations fournies ni leur utilisation pour un usage spécifique. Les couches de données sont fournies à titre informatifs et toute utilisation de ces données est réalisée aux risques et périls de l'utilisateur.

La répartition spatiale et le nombre d'observations varient énormément entre les propriétés, les régions et les profondeurs. La répartition des observations et la disponibilité des propriétés résultent notamment des objectifs visés par les différents programmes d'inventaire. La plupart des plans d'échantillonnage utilisés par ces programmes visaient d'abord et avant tout à caractériser les principales combinaisons de dépôt meuble, épaisseur de dépôt, de drainage, les groupements végétaux ou les caractéristiques des séries de sols en milieu agricole. Les observations du sol étaient faites dans le but de soutenir ces inventaires et non pour caractériser la diversité spatiale des sols.

Les utilisateurs sont par conséquent invités à prendre connaissance des limites d'utilisation de ces données par le biais des différents documents accessibles. Le MFFP de même que ses employés n'assument aucune responsabilité relativement à toute action, erreur ou omission résultant de l'utilisation de ces données.

Le MFFP ne peut être tenu responsable des dommages directs ou indirects résultants de l'utilisation de ces produits.

## 7. License

Les données du projet SIIGSOL-100m sont fournis sous licence CC-BY 4.0.

## 8. Référence et contacts

L'utilisation de ces produits cartographiques et ce texte peuvent être cités en tout ou en partie en indiquant la référence. Citation recommandée :

Sylvain, J.D., 2021. SIIGSOL-100m version 1.0.0 : Couches d'information matricielle sur les propriétés des sols du Québec. Gouvernement du Québec, ministère de la Forêt, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. 5 p.

Pour signaler une erreur, poser une question ou formuler un commentaire, veuillez contacter : [recherche.forestiere@mffp.gouv.qc.ca](mailto:recherche.forestiere@mffp.gouv.qc.ca).

## 9. Bibliographie

Pour en savoir plus sur les données et les méthodes utilisées nous vous invitons à consulter les documents suivants.

[pdf] Sylvain, J.-D., F. Anctil et É. Thiffault. 2021. Using bias correction and ensemble modelling for predictive mapping and related uncertainty : A case study in digital soil mapping. *Geoderma* 403 : 115153. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.1>

[pdf] Sylvain J.-D. et M.-E Roy. À venir. Projet SIIGSOL : une cartographie numérique des sols pour soutenir l'aménagement forestier. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Avis de recherche forestière no 177. 2 p. <https://www.mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/recherche/ARF177.pdf>

Pour en savoir plus sur les nouvelles couches d'informations et les nouveaux développements nous vous invitons à consulter la page de recherche du projet SIIGSOL.

## 10. Fiche descriptive

Organisation :	Environnement, ressources naturelles et énergie
Catégories :	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Étiquettes :	Sol, texture, sable, limon, argile, capacité d'échanges cationique, carbone organique, pH
Licence :	Attribution (CC-BY 4.0)
Responsable :	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Courriel :	recherche.forestiere@mffp.gouv.qc.ca
Fréquence de mise à jour :	Annuelle
Couverture géographique :	Province de Québec
Couverture temporelle :	Non-définie
Format :	GeoTIFF, BIGTIFF
Projection cartographique :	NAD83 / Quebec Lambert, epsg :32198
Version :	1.0.0
Diffusion initiale :	2022-06-01