

Produits d'hydrographie dérivés du LiDAR

Confér'Eau

Association des gestionnaires régionaux des cours
d'eau du Québec

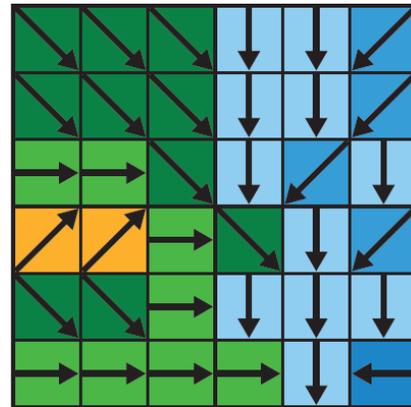
Jean-François Bourdon, ing.f.
Direction des inventaires forestiers

jean-francois.bourdon@mffp.gouv.qc.ca
inventaires.forestiers@mffp.gouv.qc.ca

Modélisation hydrologique

78	72	69	71	58	49
74	67	56	49	46	50
69	53	44	37	38	48
64	58	55	22	31	24
68	61	47	21	16	19
74	53	34	12	11	12

modèle numérique
de terrain



direction de flux

↑
altération du MNT par
remplissage, brûlage
et bréçage

0	0	0	0	0	0
0	1	1	2	2	0
0	3	7	5	4	0
0	0	0	20	0	1
0	0	0	1	24	0
0	2	4	7	35	1

accumulation de
flux

0	0	0	0	0	0
0	1	1	2	2	0
0	3	7	5	4	0
0	0	0	20	0	1
0	0	0	1	24	0
0	2	4	7	35	1

seuillage et
vectorisation

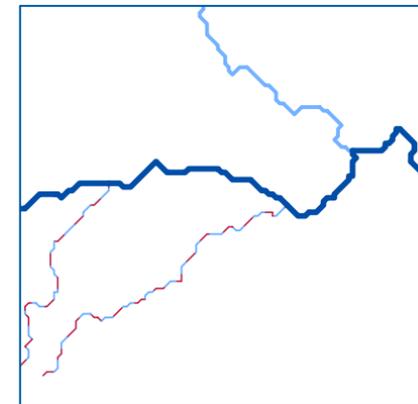
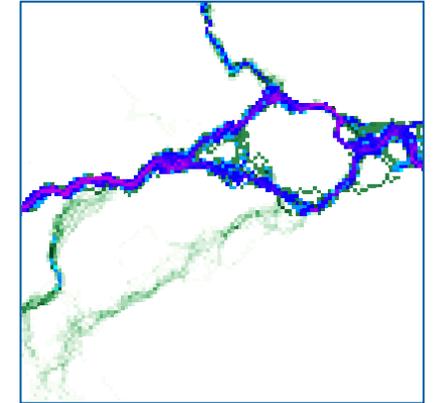
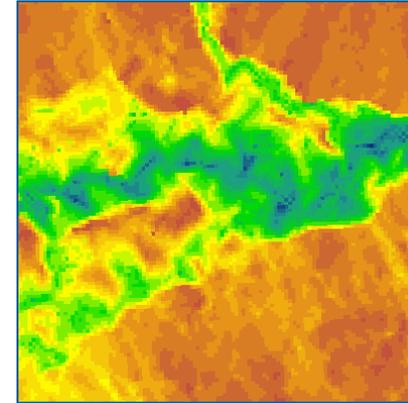
Adapté de ESRI

Produits dérivés d'hydrographie

-  Lits d'écoulements potentiels
-  Indice d'humidité topographique
-  Accumulations moyennes*
-  Matrices de directions de flux*
-  Écotones riverains

Une alternative aux cours d'eau de la GRHQ pour les besoins propres du secteur forestier basée sur une méthode scientifique proposée par le Laboratoire d'hydrologie forestière de l'Université Laval

- Comité interministériel MRNF-MELCCFP pour la future *Géobase du réseau hydrographique du Québec haute résolution (GRHQ-HR)*
- Produits préliminaires et non officiels disponibles par le biais de la DIF



Description des lits d'écoulements potentiels

- Index des unités de drainage
- Hydrographie surfacique
 - EAU et INO de la carte écoforestière
- Hydrographie linéaire
 - Lits d'écoulements potentiels modélisés à partir du LiDAR

fid	CLASSE	ACCUM_m2	DATE_PROD	PRO_SOU	NOTE
133	1. Zone_interm	29118	2020-09-22	MNT LiDAR provincial 1m	Donnée préliminaire
134	2. Intermitent	99660	2020-09-22	MNT LiDAR provincial 1m	Donnée préliminaire
135	3. Zone_perm	102705	2020-09-22	MNT LiDAR provincial 1m	Donnée préliminaire
136	4. Permanent	253715040	2020-09-22	MNT LiDAR provincial 1m	Donnée préliminaire

Description du produit : Lits d'écoulements potentiels issus du LiDAR

La Direction des inventaires forestiers du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) a entrepris en 2020 la production de couches vectorielles de lits d'écoulement de cours d'eau. Ces couches sont produites à partir d'une série d'outils géomatiques qui utilisent le modèle numérique de terrain généré à partir du LiDAR aérien. Ce modèle numérique de terrain a été préalablement modifié afin de créer des brèches artificielles à l'emplacement des ponts et pontoux lorsque leurs positions géographiques étaient disponibles et à tout autre obstacle à l'écoulement. Le développement des outils et leur paramétrage ont été réalisés en collaboration avec le laboratoire d'hydrologie forestière de l'Université Laval ainsi que le Centre d'enseignement et de recherche en foresterie (CERFO).

Les couches ainsi produites donnent la position géographique des lits d'écoulement de l'eau sur le territoire ainsi que leur nature (cours d'eau permanent ou intermittent). Ces couches représentent le trajet que l'eau devrait emprunter en fonction de la topographie. Il s'agit donc d'un lit d'écoulement potentiel qui ne tient pas compte de la nature du dépôt de surface ou de canalisations souterraines. En ce sens, il est possible, dans certains cas, qu'il n'y ait pas d'eau de façon permanente à l'endroit indiqué à cause de ces facteurs. De plus, puisque les bases de données de localisation des ponts et pontoux sont incomplètes, il est possible qu'un lit d'écoulement potentiel ne traverse pas un chemin au bon endroit, ce qui peut entraîner des erreurs plus ou moins importantes en aval. La nature du cours d'eau (permanent ou intermittent décrit dans le champ « CLASSE ») est déterminée par la taille des surfaces de contribution de l'écoulement, soit l'aire de drainage pour chaque position dans le cours d'eau.

Ces couches vectorielles sont préliminaires et ne remplacent pas les couches hydrographiques de référence telles que la géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ). Elles servent d'abord à appuyer des travaux d'opérations forestières. Il est recommandé de prévoir des travaux de validation avant de les utiliser. Ces couches seront d'ailleurs bonifiées au cours des prochaines années grâce à un effort collectif de trois ministères, soit le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) et le MFFP.

La base de données (Hydro_LiDAR_R05.gdb) est constituée de trois éléments : i) un index d'unités de drainage (Index_LiD_XXX) permettant de cibler où se trouvent les écoulements dans la région couverte (région 05 dans cet exemple), ii) les couches vectorielles de lits d'écoulements (Ecoulements_LiD_XXX) dont le numéro d'écoulement se trouve dans l'index d'unités de drainage et iii) une couche d'hydrographie surfacique (Hydrographie_surfacique_R05) qui est une couche de plans d'eau surfaciques couvrant toute la région.

Exemple de base de données : Hydro_LiDAR_R05.gdb

MFFP - Direction des inventaires forestiers
7 décembre 2020

Fiche de diffusion

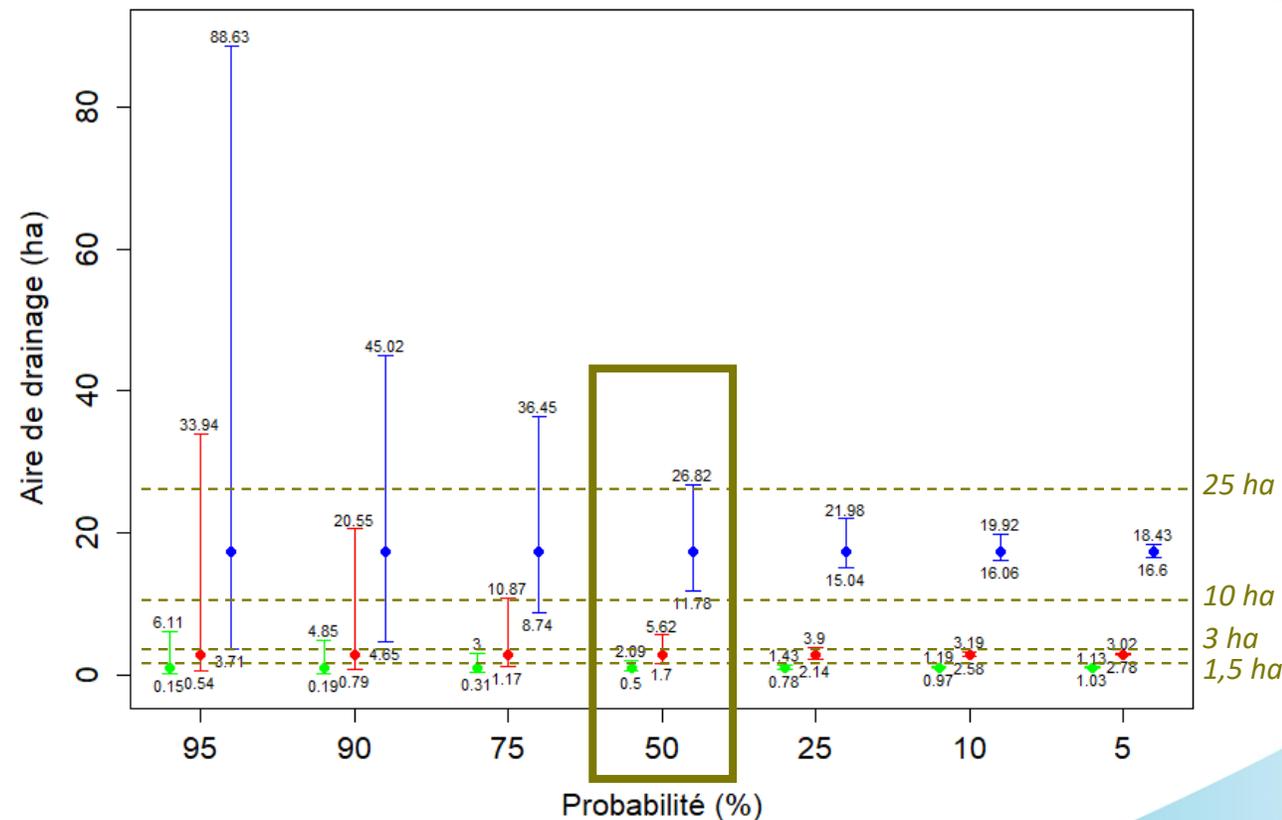
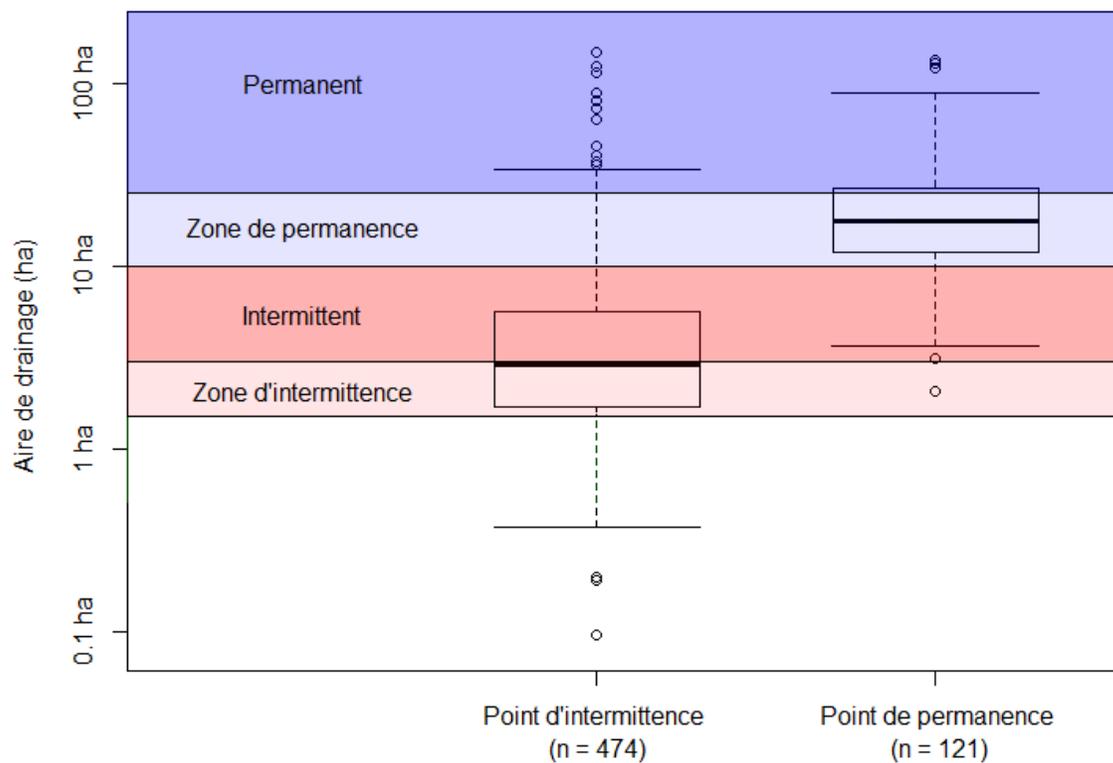
Zones de transition



- Zone d'intermittence
 - Se situe entre 1,5 et 3 ha d'accumulation, soit l'intervalle présentant environ 50% des chances de contenir le début du point d'intermittence
- Zone de permanence
 - Se situe entre 10 et 25 ha d'accumulation, soit l'intervalle présentant environ 50% des chances de contenir le début du point de permanence

Statistiques basées sur des observations terrain sur le bouclier canadien. Il pourrait y avoir une révision pour les plaines argileuses et sableuses.

Zones de transition

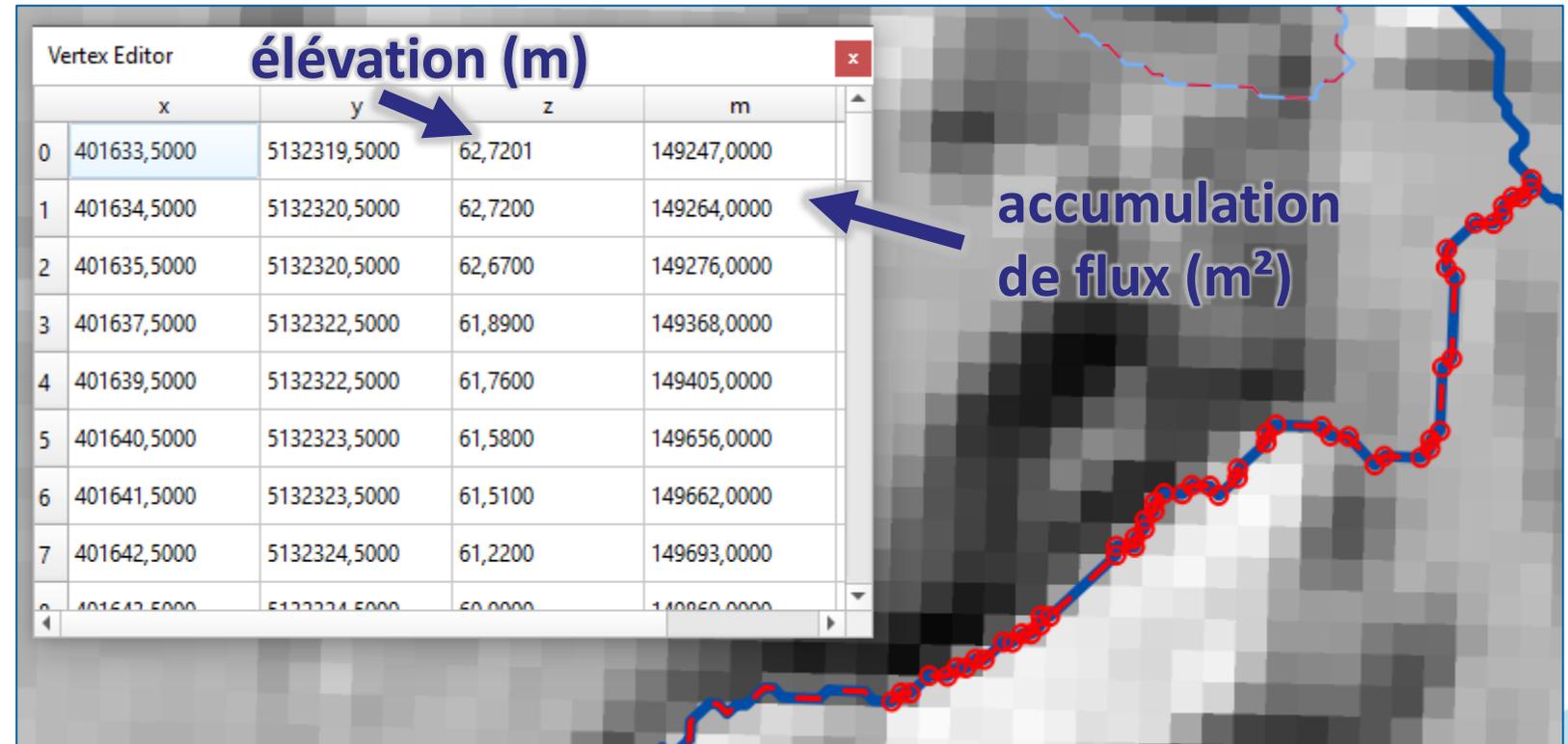


Statistiques basées sur des observations terrain sur le bouclier canadien. Il pourrait y avoir une révision pour les plaines argileuses et sableuses.

Accès aux données des sommets



Via le mode édition
des sommets 



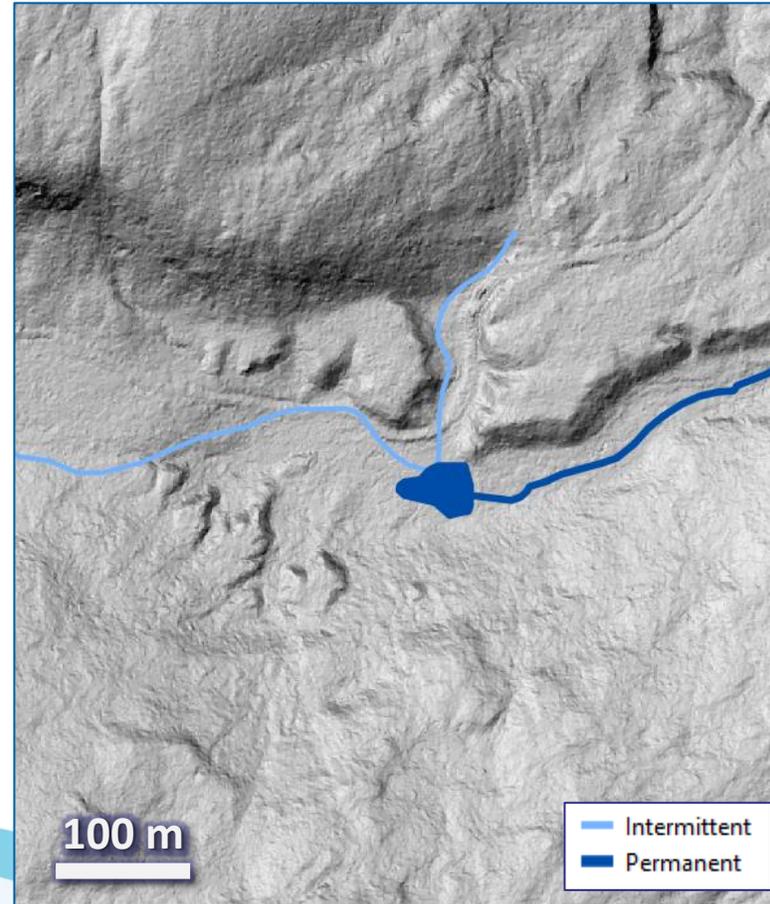
Dans une prochaine version, les valeurs de M seront
utilisées pour stocker une mesure de distance à l'aval
(comme la GRHQ actuelle)

Comparaison avec la GRHQ

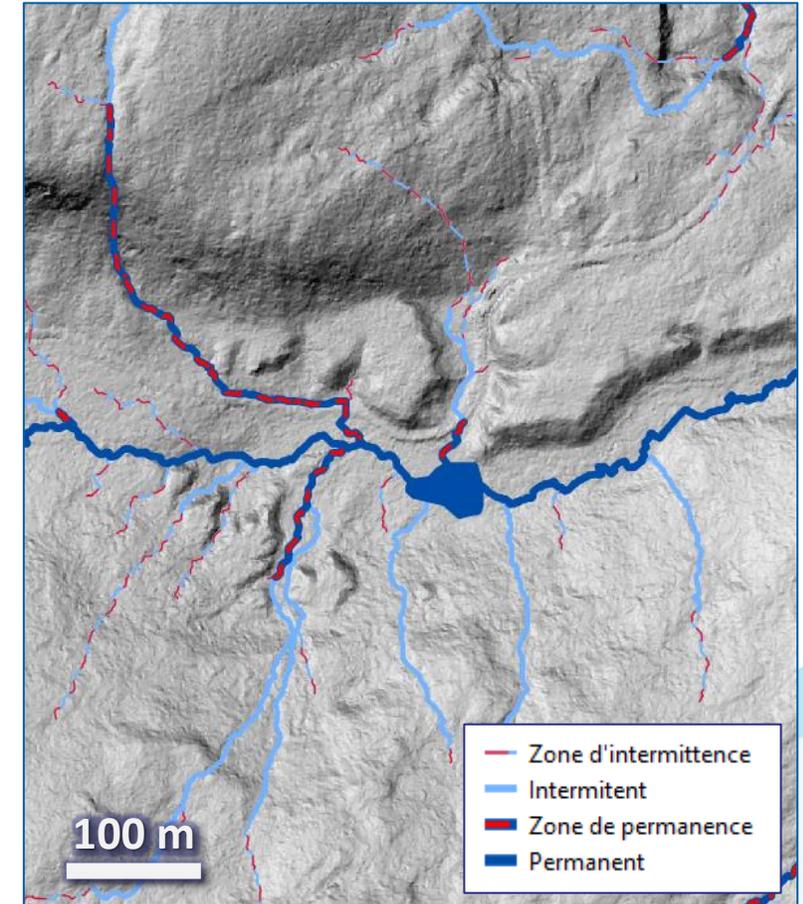
orthophotographie



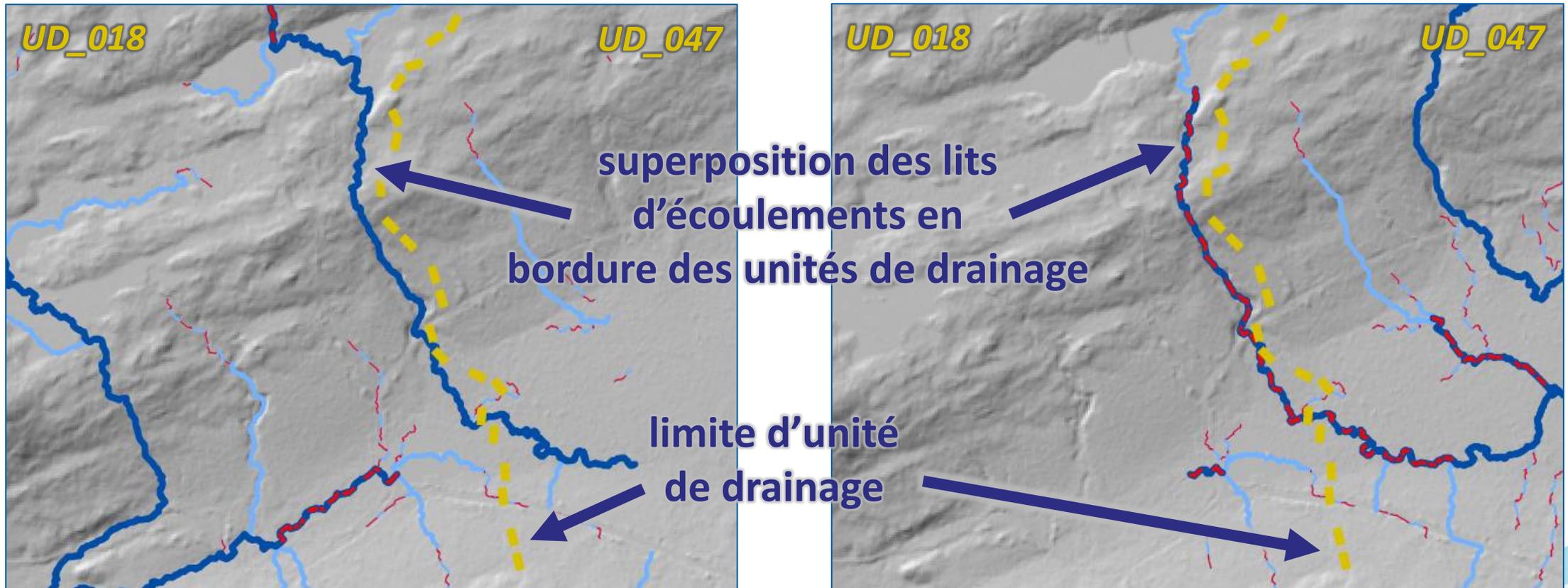
GRHQ



lits d'écoulements potentiels

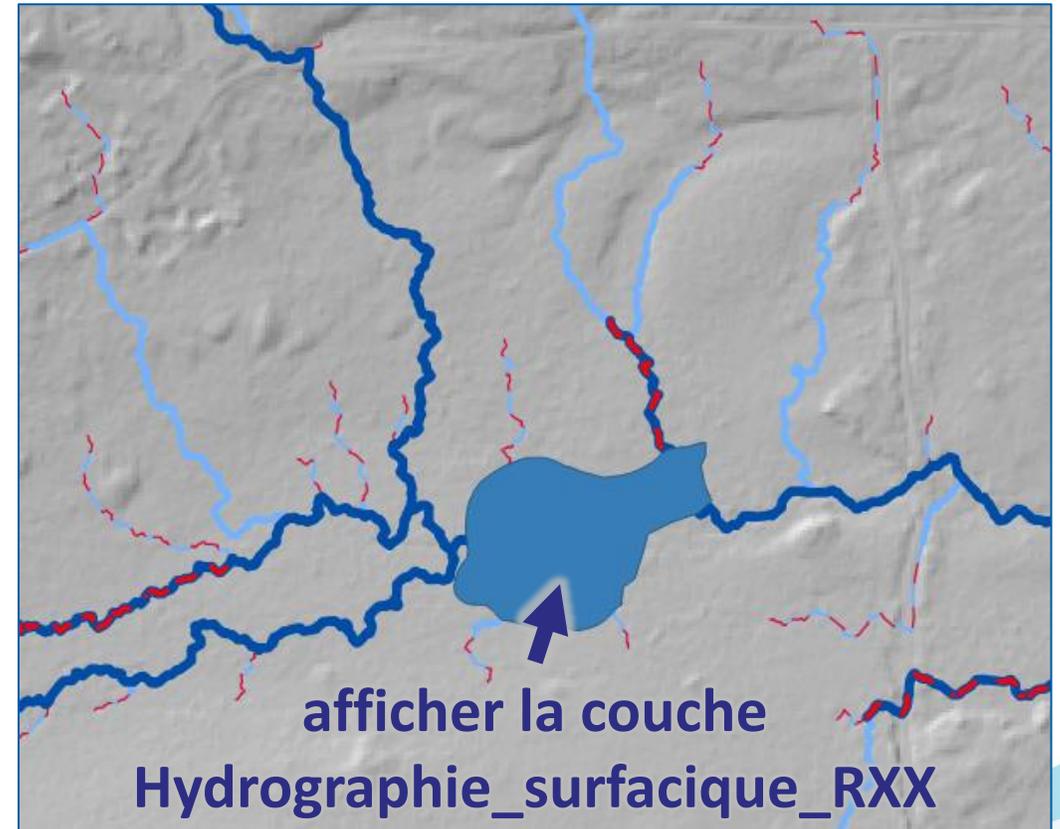


Mises en garde



Sera corrigé dans la prochaine version diffusée

Mises en garde



Sera corrigé dans la prochaine version diffusée

Mises en garde



Améliorations essentiellement dépendantes de la réception de données de traverses de cours d'eau et de signalements des utilisateurs

Description de l'indice d'humidité topographique

- Fichiers matriciels (.TIF) distribués en feuillets 1:20 000
- Résultat d'une analyse purement topographique ne prenant pas en compte la nature des sols

Produits de l'inventaire écoforestier du Québec méridional

Indice d'humidité topographique issu du LIDAR

Caractéristiques

Forme : Matriciel
Surface : 1:20 000
Système de coordonnées : UTM
Projet : Inventaire écoforestier
Outils : ArcGIS
Logiciel : SAGA-GIS

Pour : Direction des inventaires forestiers

Description du produit : Indice d'humidité topographique

La Direction des inventaires forestiers du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) a produit des couches matricielles représentant un indice d'humidité topographique ou *Topographic Wetness Index* (TWI). Ces couches sont produites à partir d'outils géomatiques qui utilisent le modèle numérique de terrain issu du LIDAR aéroporté. Ce modèle numérique de terrain a été préalablement modifié afin de créer des brèches artificielles à l'emplacement des ponts et ponceaux lorsque leurs positions géographiques étaient disponibles et à tout autre obstacle à l'écoulement. Les outils de création du TWI proviennent de l'algorithme *SAGA Wetness Index* du logiciel SAGA-GIS ([documentation officielle de l'algorithme](#)).

Les couches ainsi produites fournissent de l'information sur le potentiel d'accumulation d'eau sur le territoire en fonction de la pente et de l'aire de drainage spécifique à un pixel donné selon la formule suivante :

$$TWI = \ln\left(\frac{SCA}{\tan \beta}\right)$$

Où : SCA est l'aire de drainage spécifique (aire de drainage divisée par son périmètre)
 β est l'angle de la pente.

La légende proposée présente en orange les zones où l'accumulation d'eau est moins importante. Graduellement, les valeurs d'accumulation augmentent du jaune au vert et enfin au bleu. Ces zones bleues représentent donc les secteurs où l'accumulation d'eau est la plus importante. Un exemple est présenté à la figure 1 où on voit les secteurs humides en bleu et vert et les canaux de drainage naturel en filaments jaunes. Il est toutefois important de noter que ces couches ne tiennent pas compte de la perméabilité du sol. En ce sens, il est possible, dans certains cas, qu'il n'y ait pas d'accumulation d'eau de façon permanente à l'endroit indiqué si le sol est graveleux par exemple. De plus, dans le cas où nous ne disposons pas de données de ponts ou ponceaux, il est possible que ces modèles indiquent erronément une accumulation en amont d'une route.

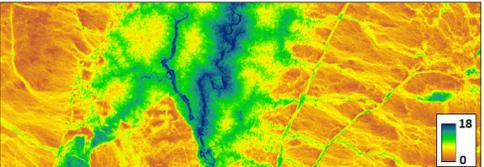


Figure 1. Exemple de couche d'indice d'humidité topographique issue du LIDAR

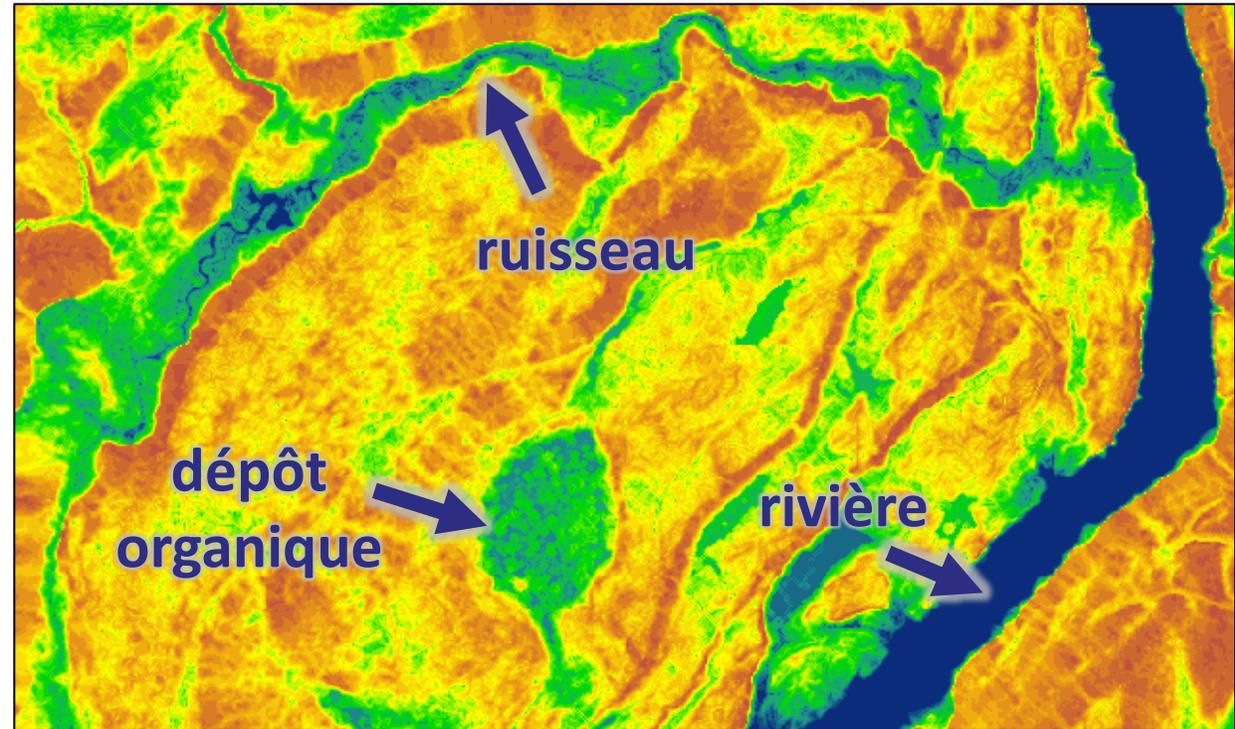
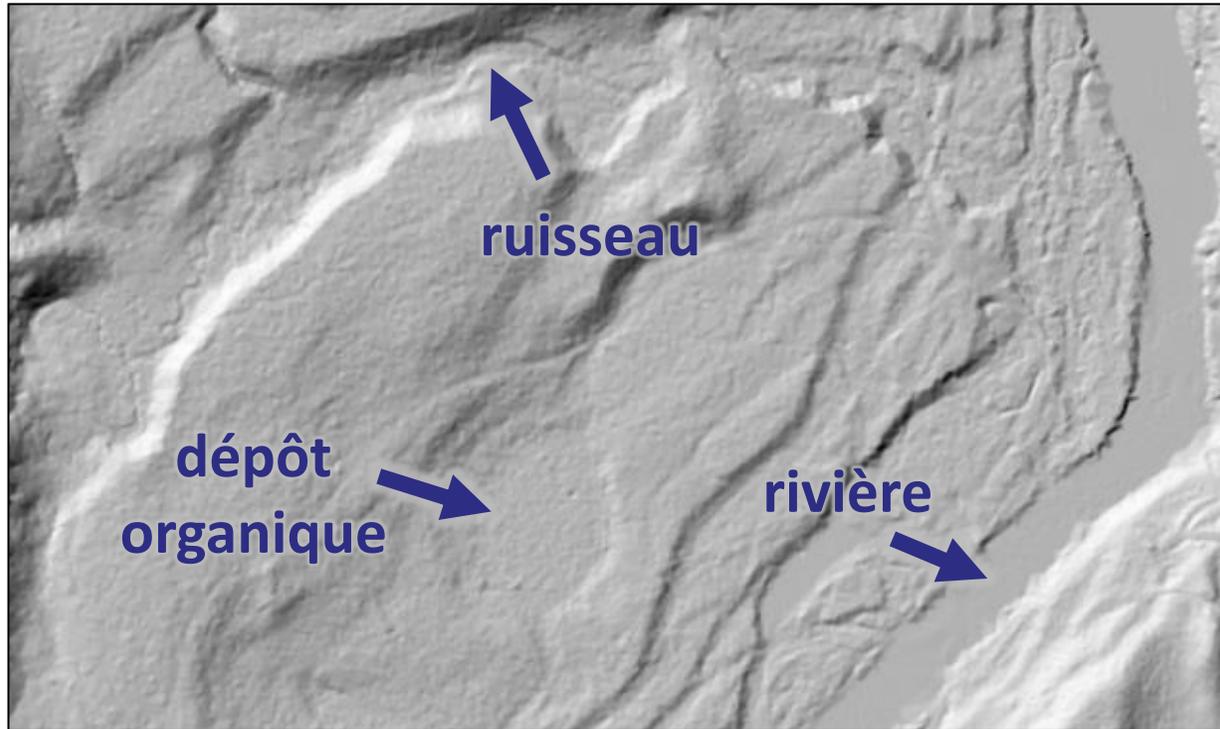
Ces données servent d'abord à appuyer des mandats de foresterie. Il est recommandé de prévoir des travaux de validation avant de les utiliser et de se servir d'autres données contextuelles, comme une photographie aérienne ou une carte de relief ombré, afin de déterminer le contexte écologique.

MFFP - Direction des inventaires forestiers

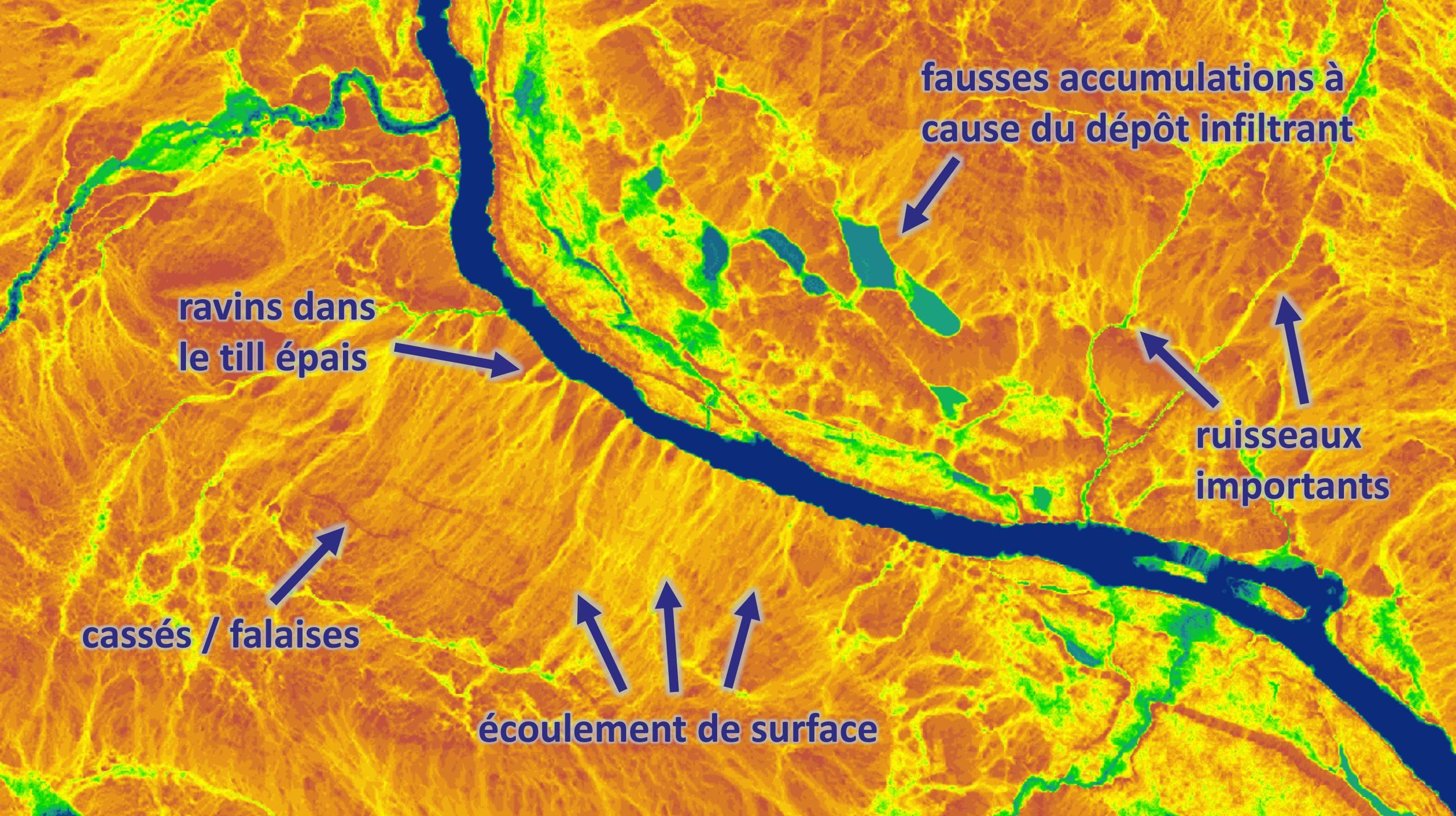
7 décembre 2020

Fiche de diffusion

Échelle et représentation suggérée







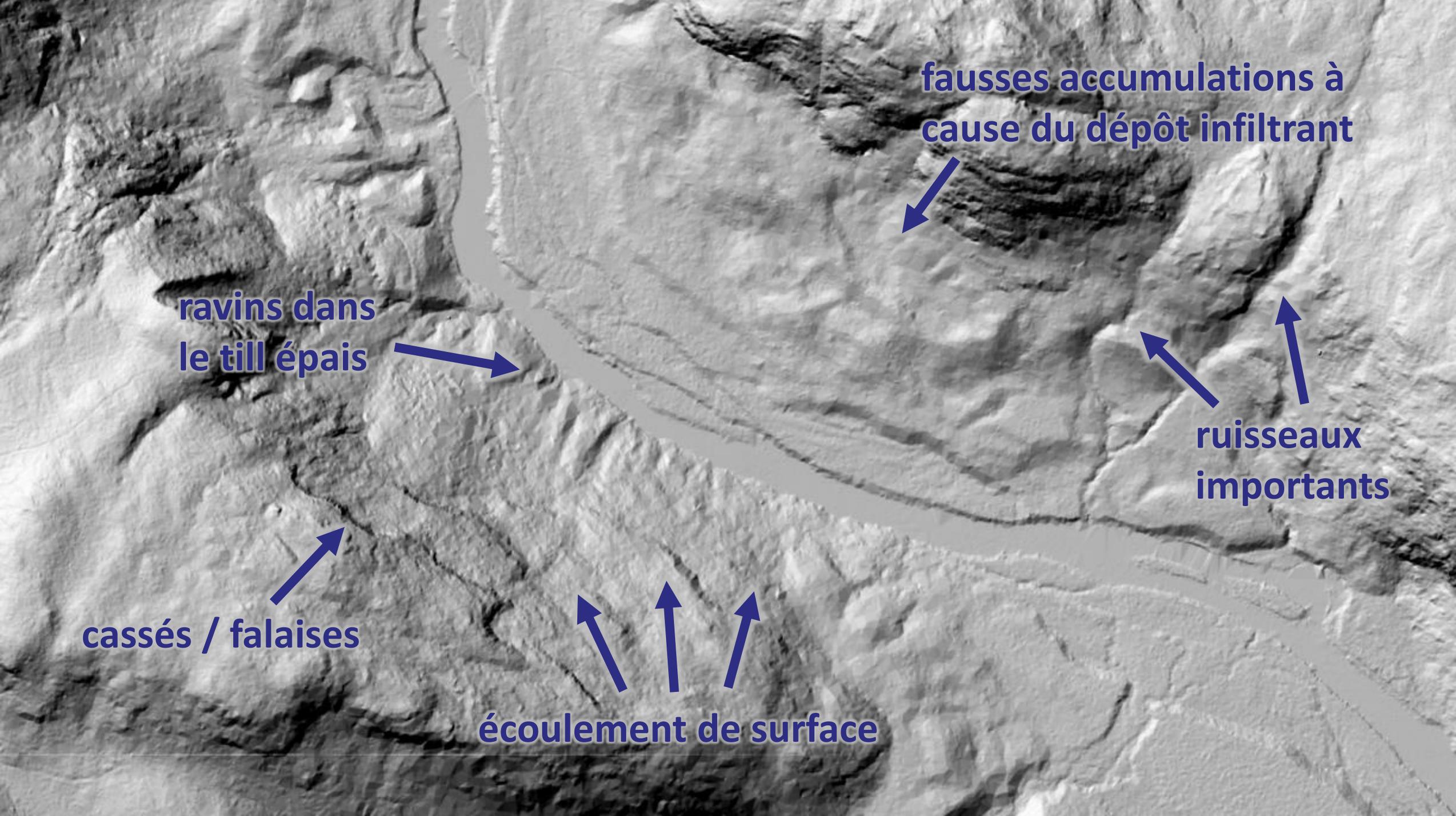
fausses accumulations à cause du dépôt infiltrant

ravins dans le till épais

ruisseaux importants

cassés / falaises

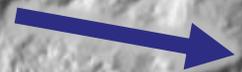
écoulement de surface



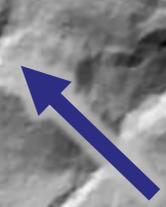
fausses accumulations à cause du dépôt infiltrant



ravins dans le till épais



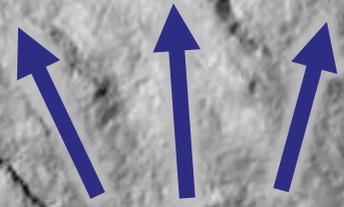
ruisseaux importants



cassés / falaises



écoulement de surface

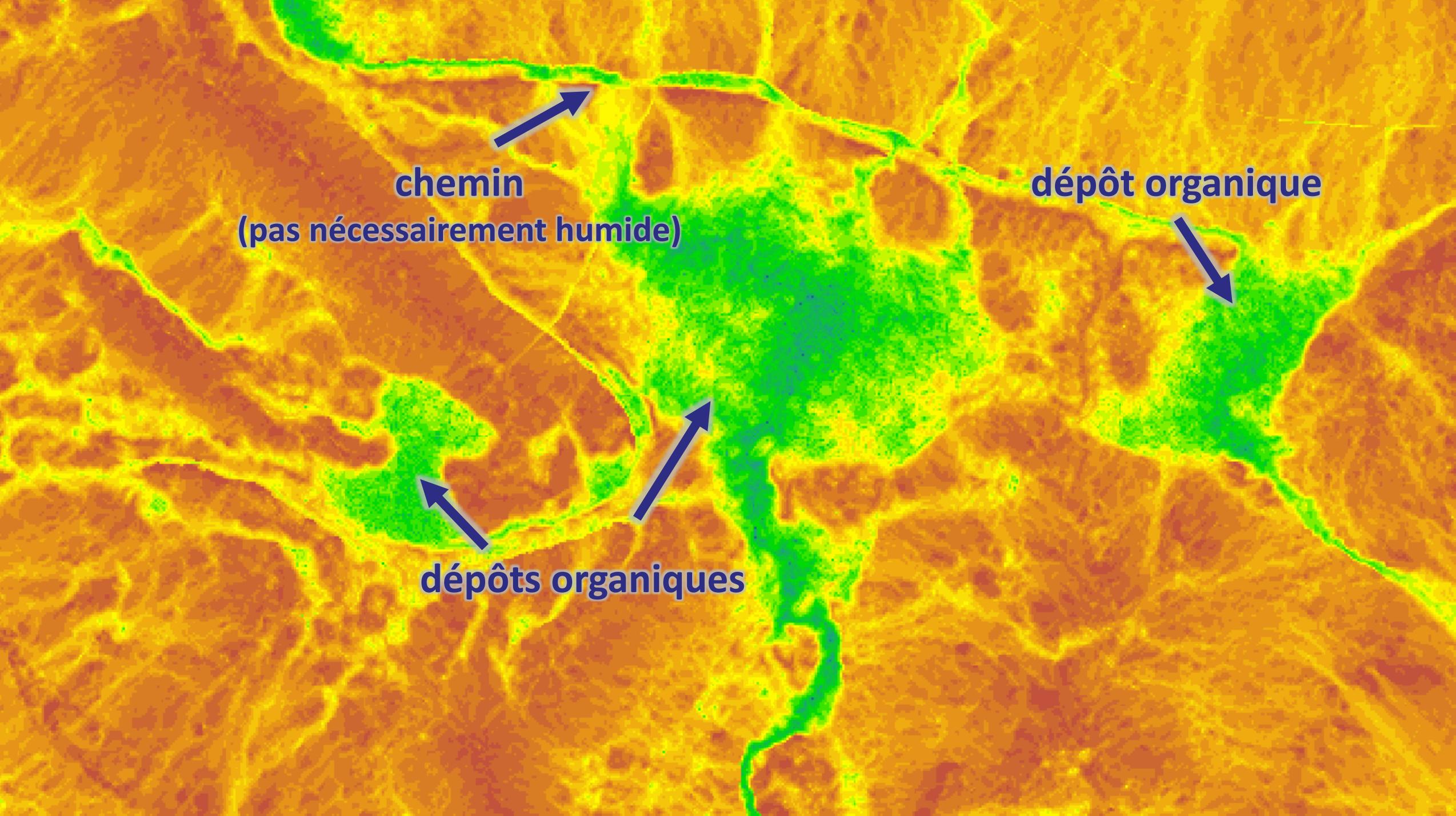




chemin

dépôt organique

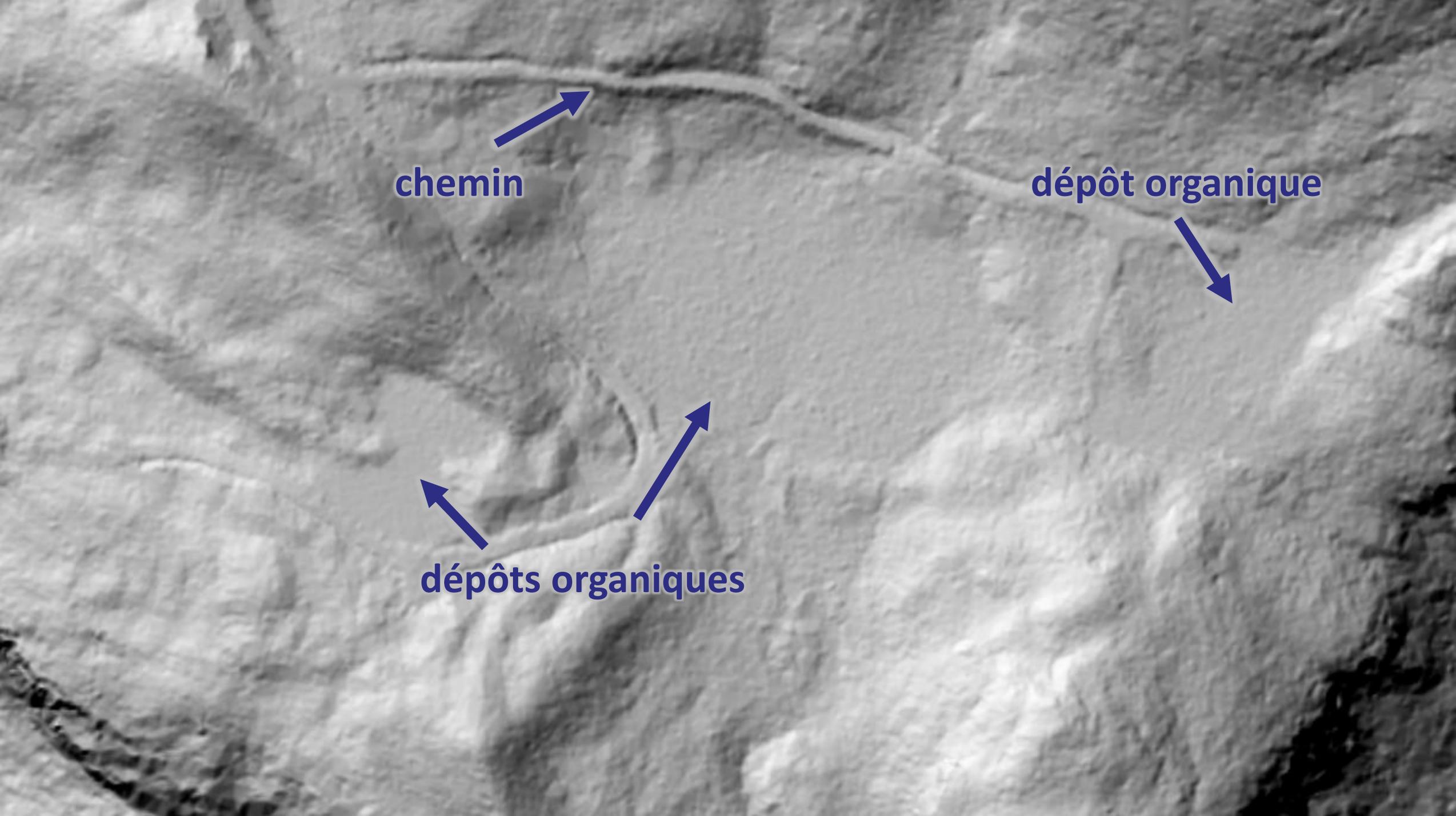
dépôts organiques



chemin
(pas nécessairement humide)

dépôt organique

dépôts organiques

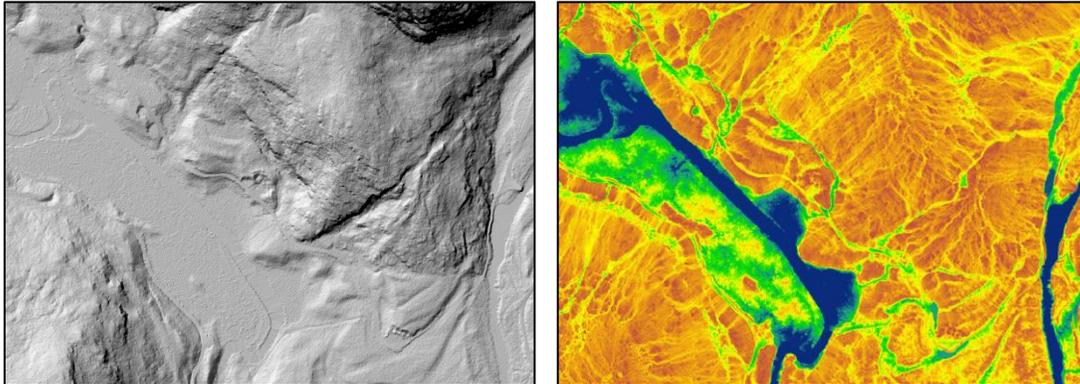


chemin

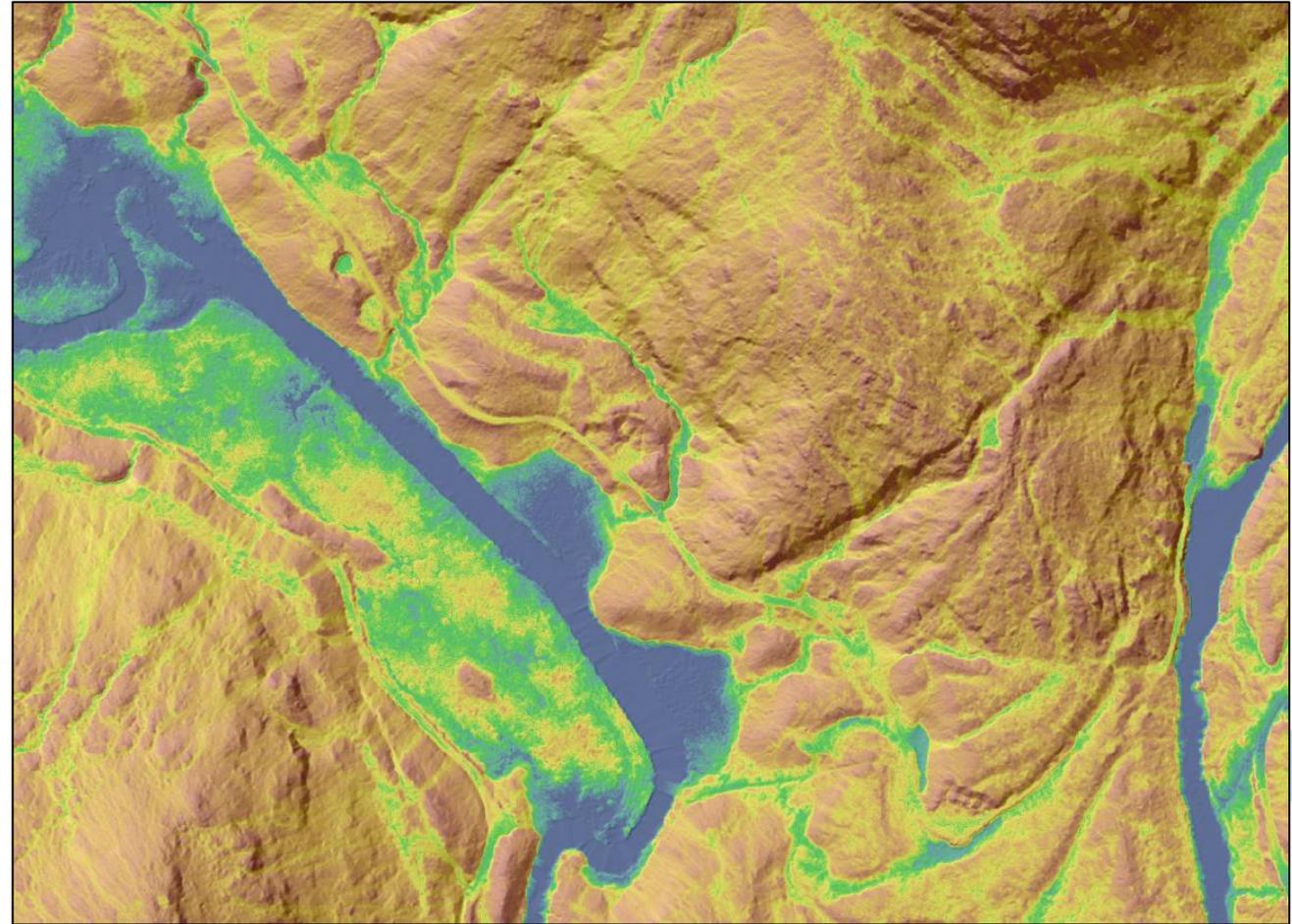
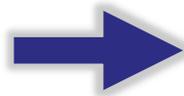
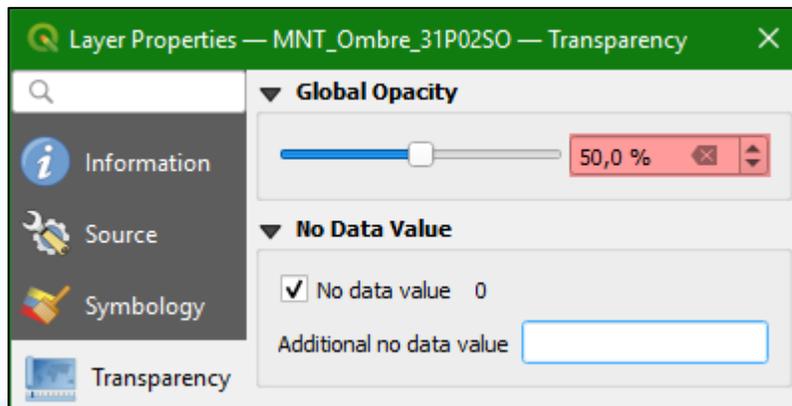
dépôt organique

dépôts organiques

Affichage en superposition QGIS

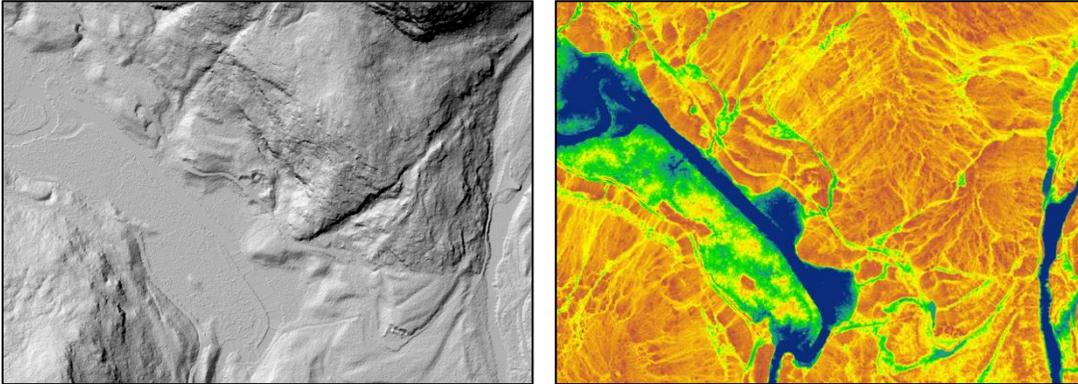


(sur le relief ombré)



Affichage en superposition

QGIS



(sur le relief ombré)

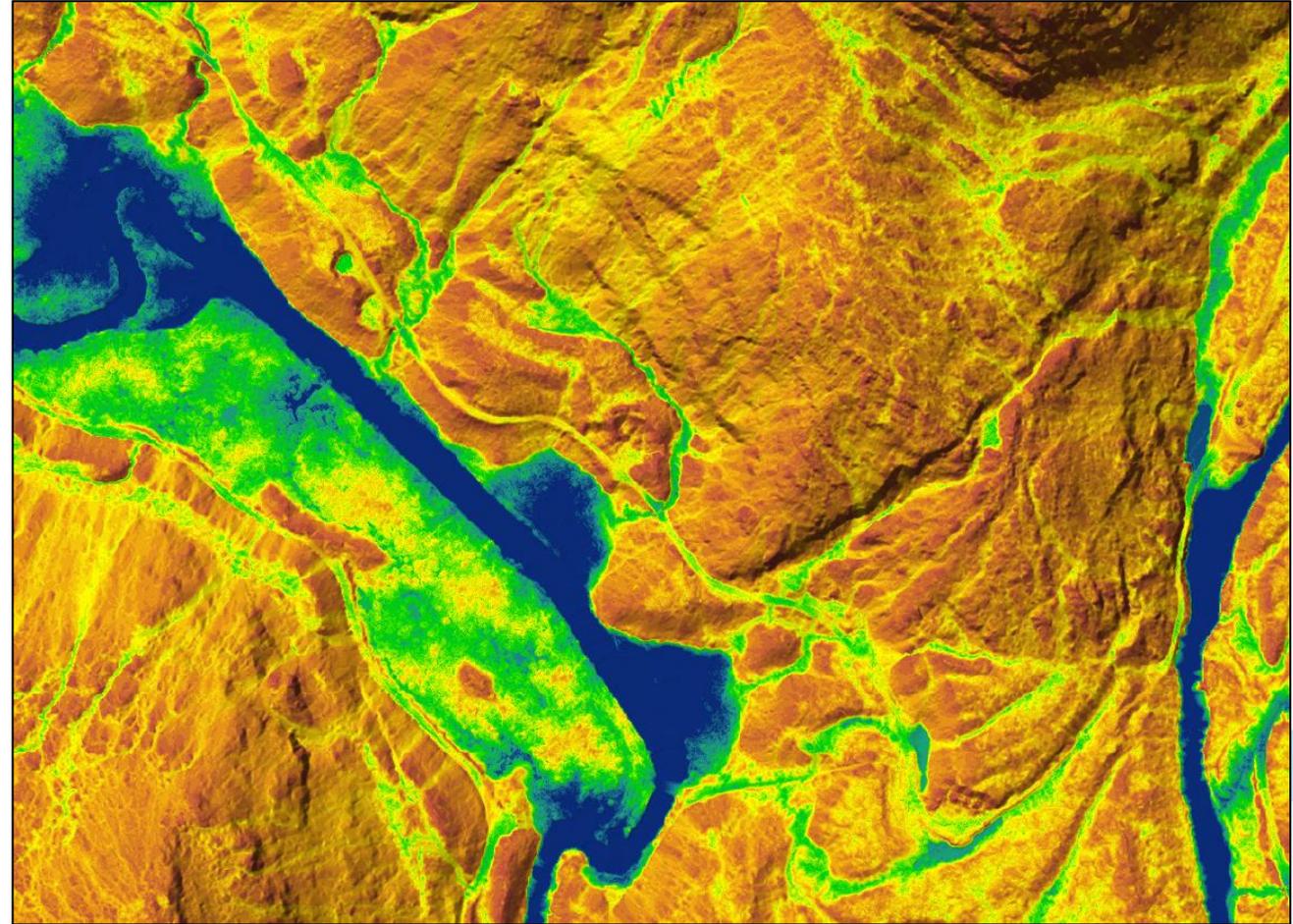
▼ **Color Rendering**

Blending mode: **Multiply**

Brightness: 70 Contrast: 0

Saturation: 0 Grayscale: **Off**

Hue: Colorize 100% Strength: 100%



Usages possibles

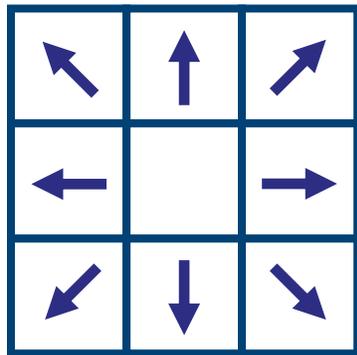
- Permet de cibler avec différents degrés de précision
 - Zones à contraintes de drainage (orniérage, enlèvement, etc.)
 - Cassés
 - Ravins de tills (sites généralement productifs)
 - Zones d'écoulement de surface
 - Largeur approximative des cours d'eau

Mises en garde

- Valeurs élevées ne signifient pas nécessairement un drainage subhydrique
 - Ne prend pas en compte la perméabilité des sols
 - Une utilisation de données contextuelles telles les cartes écoforestières, les photographies aériennes ou le relief ombré LiDAR est requise.
 - Ne prend pas en compte la vitesse de l'écoulement (ex. pente forte et sol mince)
 - Mise en forme de chemin peut engendrer une fausse accumulation
 - L'ajout de données de traverses permet de créer une brèche dans les MNT et d'atténuer, voire régler ce problème.
- Valeurs faibles ne signifient pas nécessairement un drainage xérique
 - L'indice ne prend pas en compte les pentes voisines. Ceci peut s'observer dans les zones d'écoulement de surface sur pentes fortes.

Description des directions de flux

- Résulte de l'une des premières étapes de modélisation hydrologique et permet le calcul de plusieurs autres couches
 - Permet de délimiter des bassins versants par exemple
- Indique vers quel pixel le flux se dirige

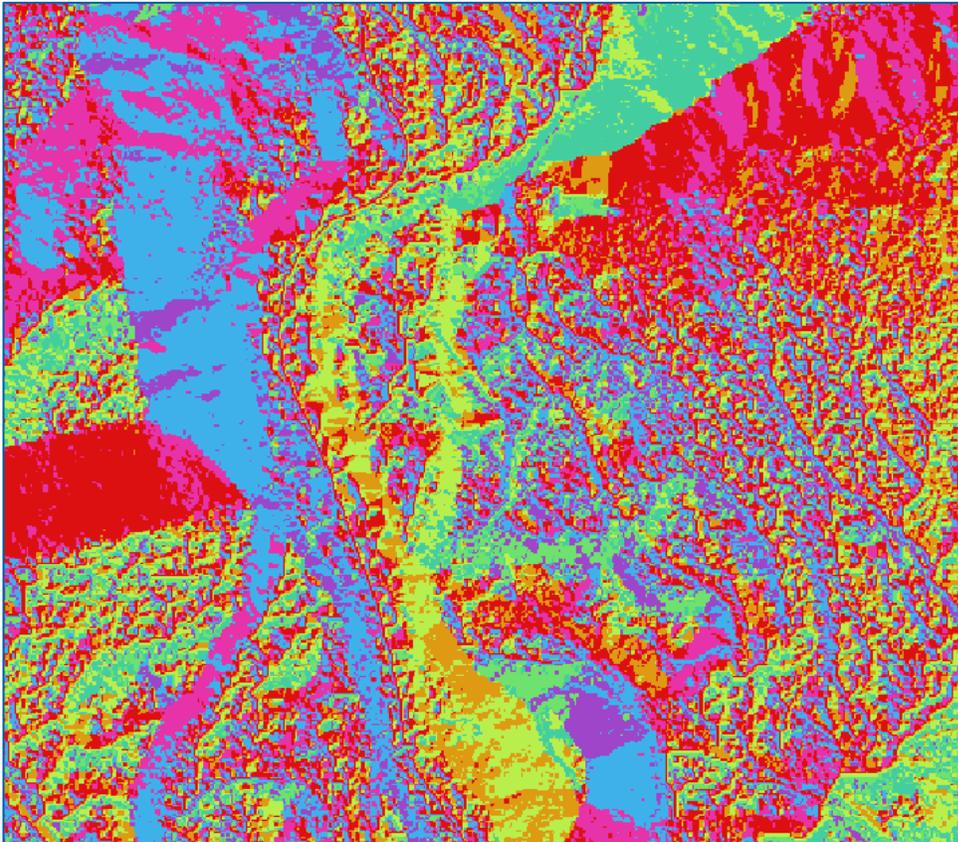


64	128	1
32	0	2
16	8	4

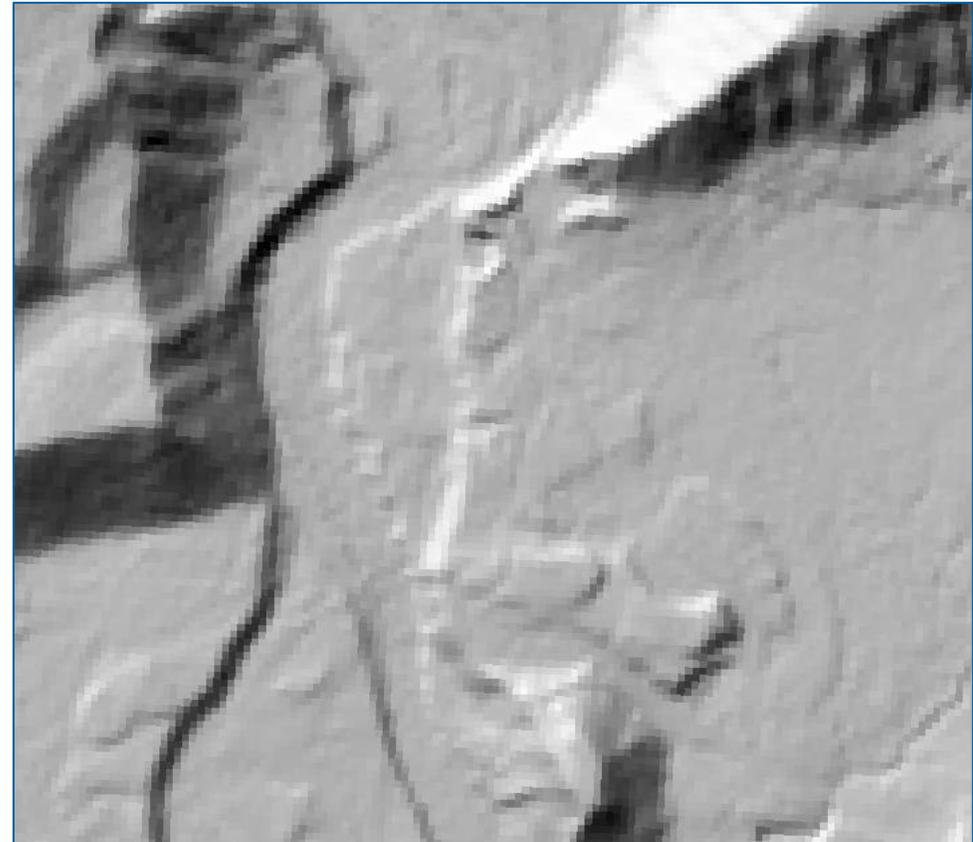
*convention du logiciel
WhiteboxTools*

Description des directions de flux

direction de flux

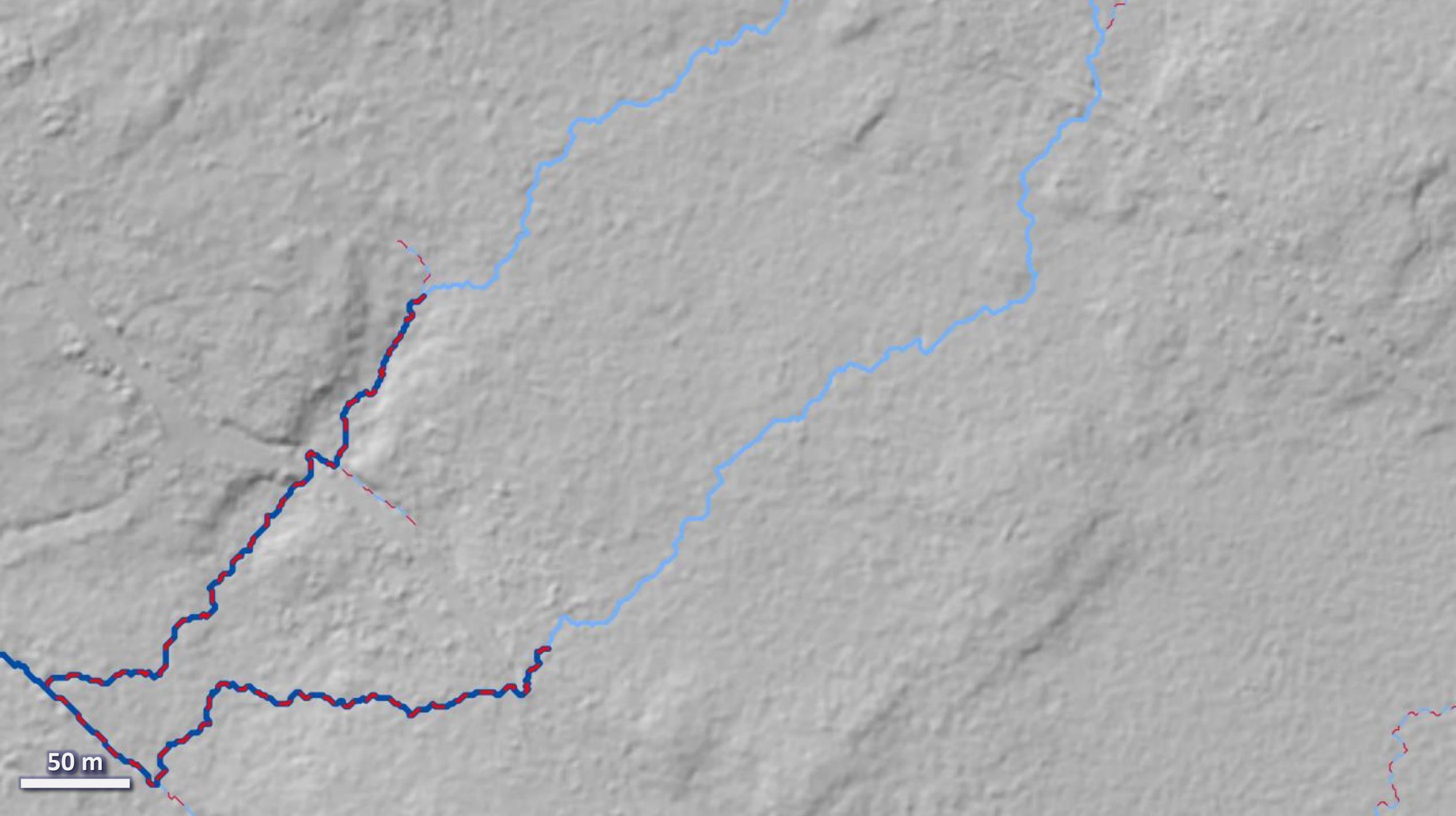


relief ombré

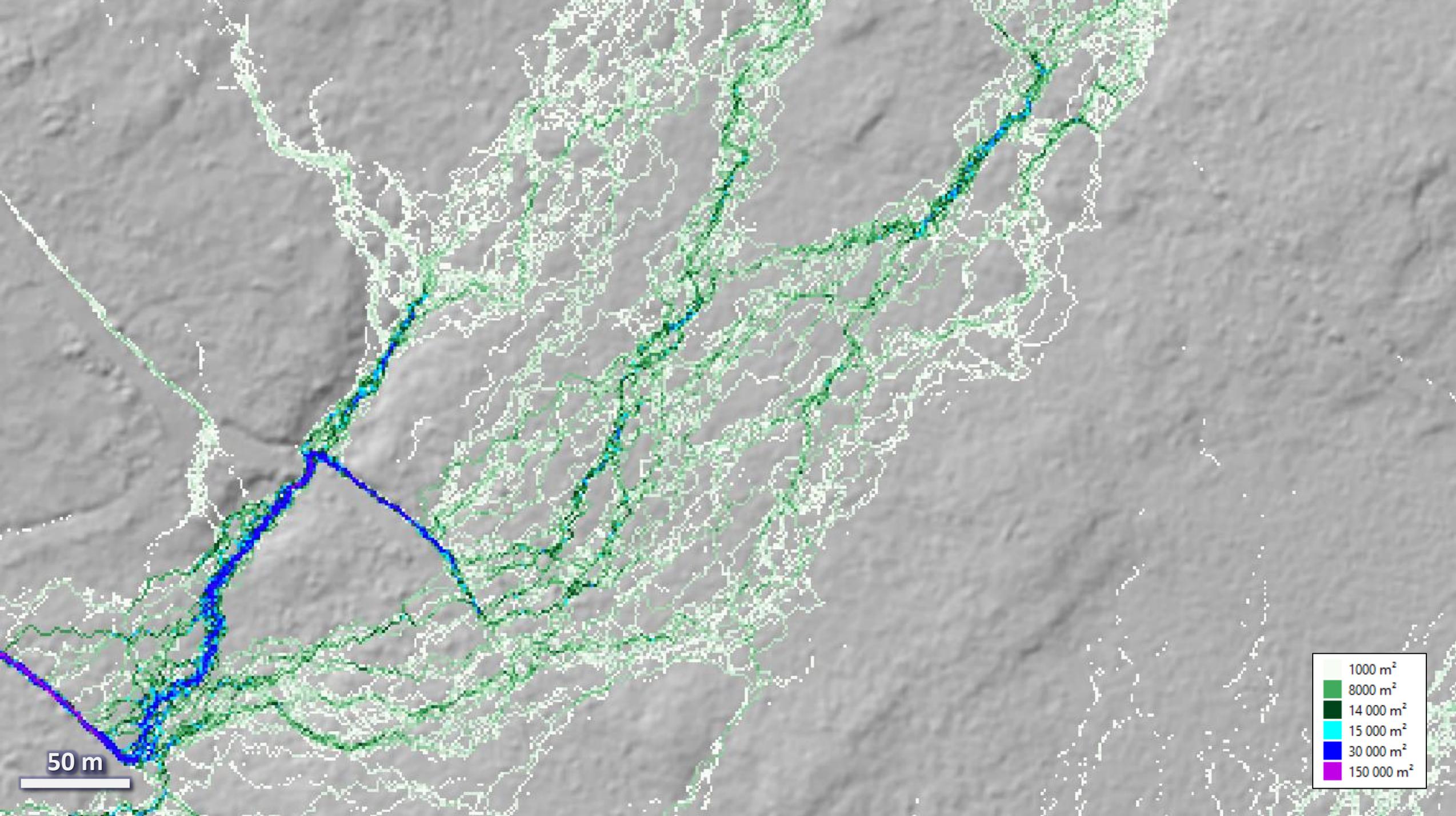


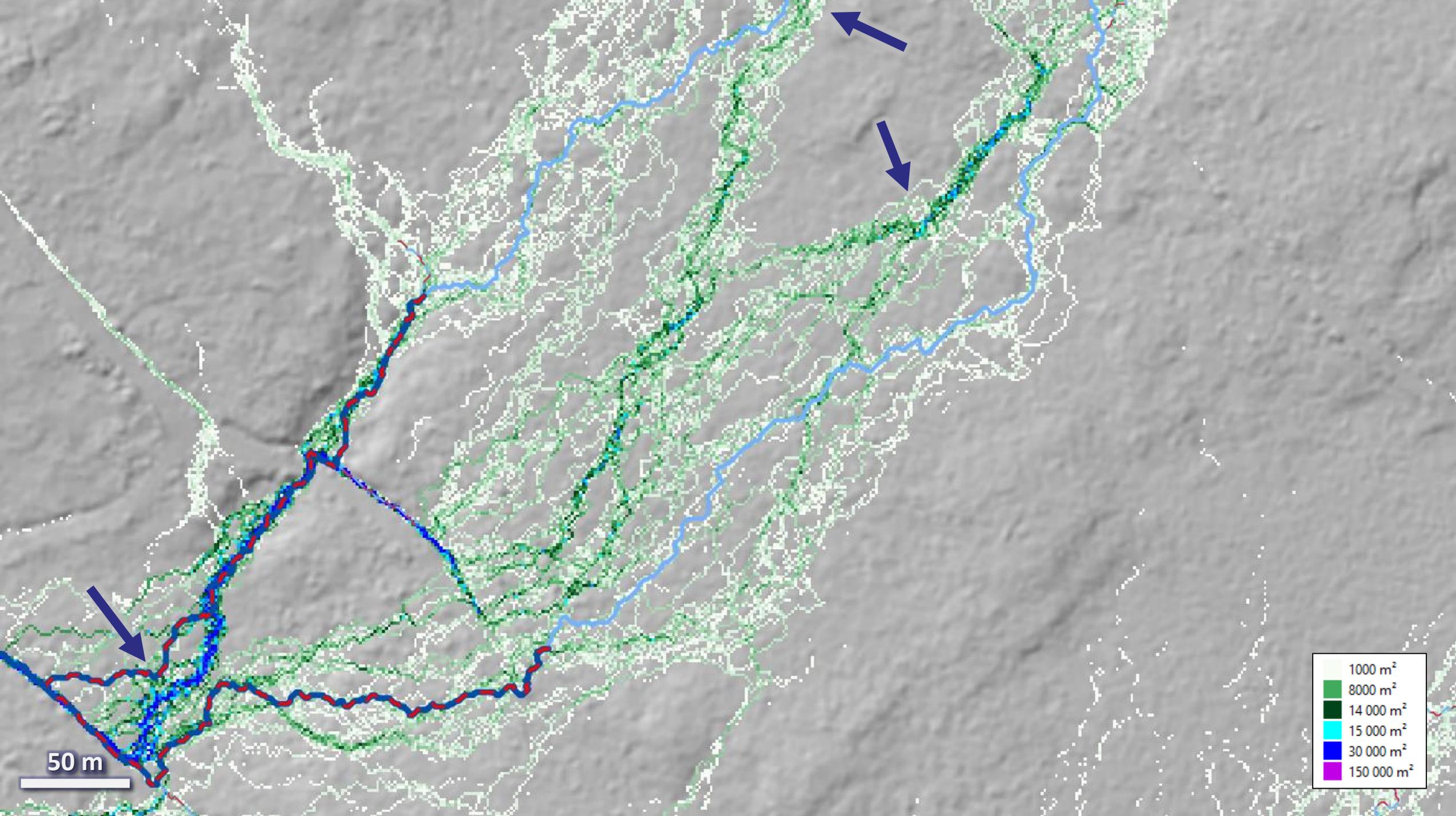
Description des accumulations moyennes

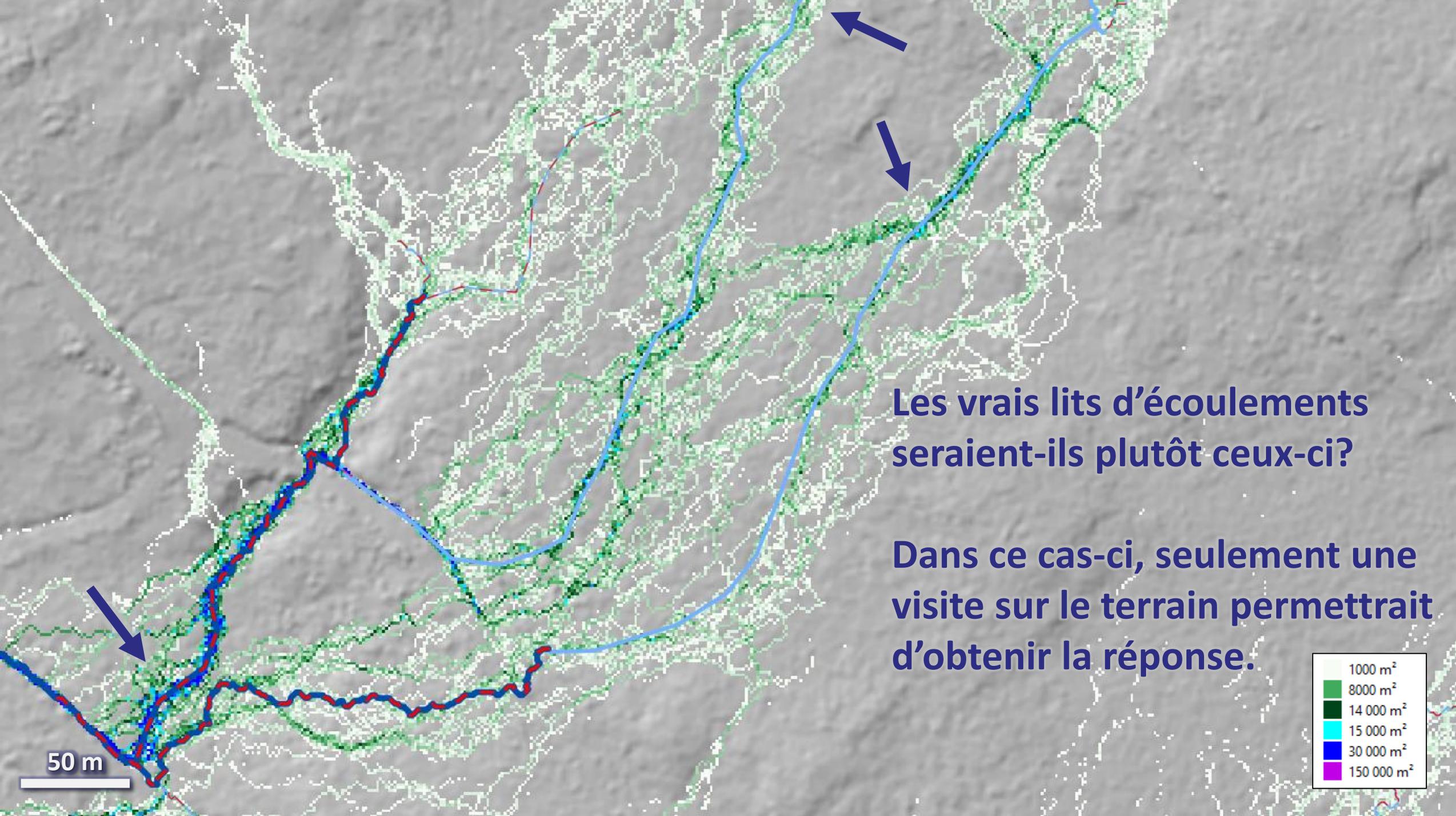
- En partie indicateur de la précision de positionnement des lits d'écoulements potentiels
- Sachant que le MNT issu du LiDAR comporte des erreurs variables, des dizaines de simulations d'écoulements sont effectuées où, à chaque itération, le MNT est modifié aléatoirement
 - Une moyenne des accumulations de flux est ensuite produite
- Calendrier de production et de diffusion dans le courant de 2023



50 m

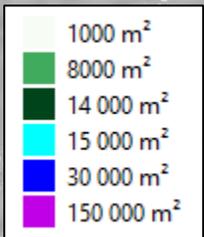




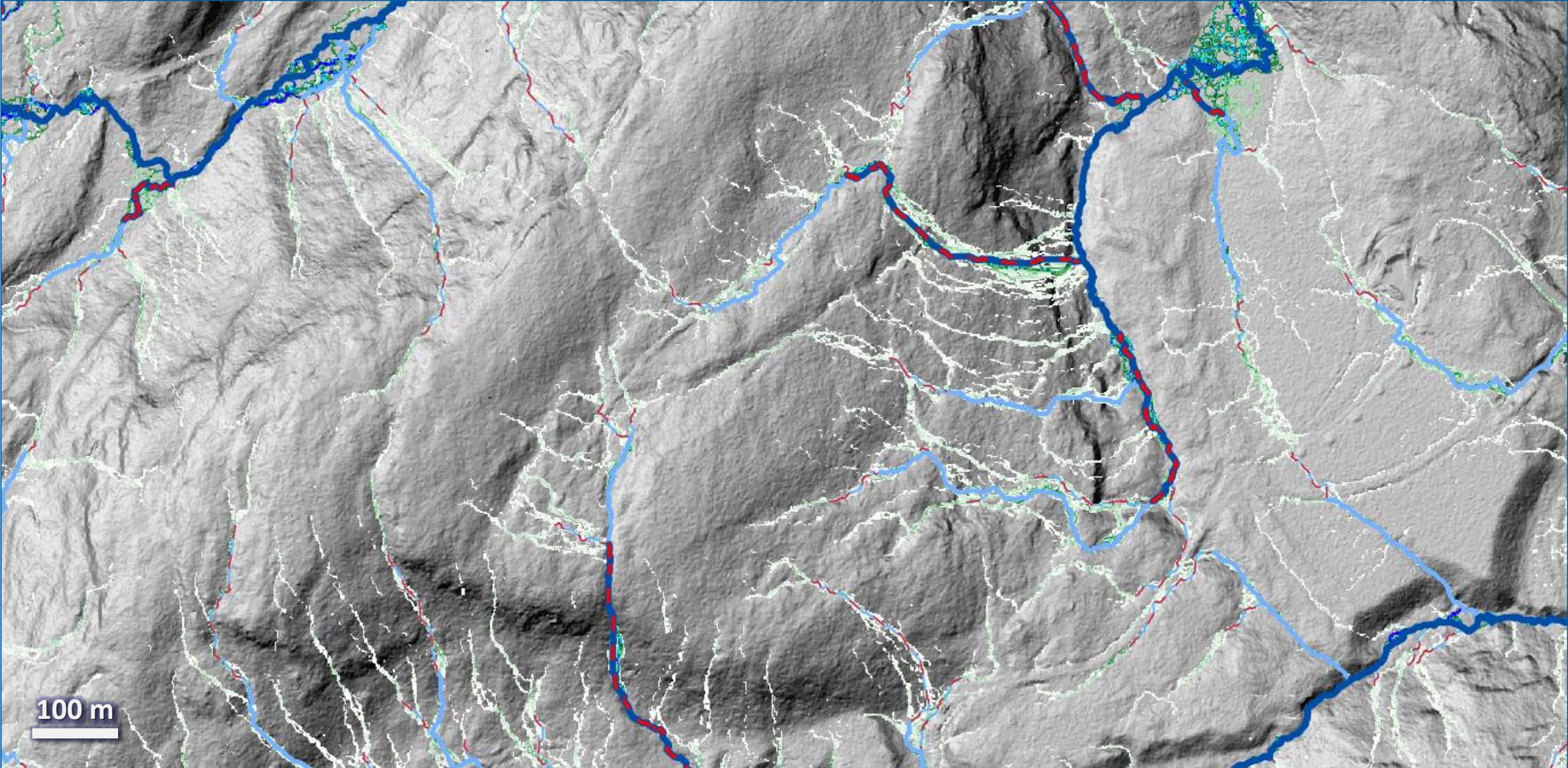


**Les vrais lits d'écoulements
seraient-ils plutôt ceux-ci?**

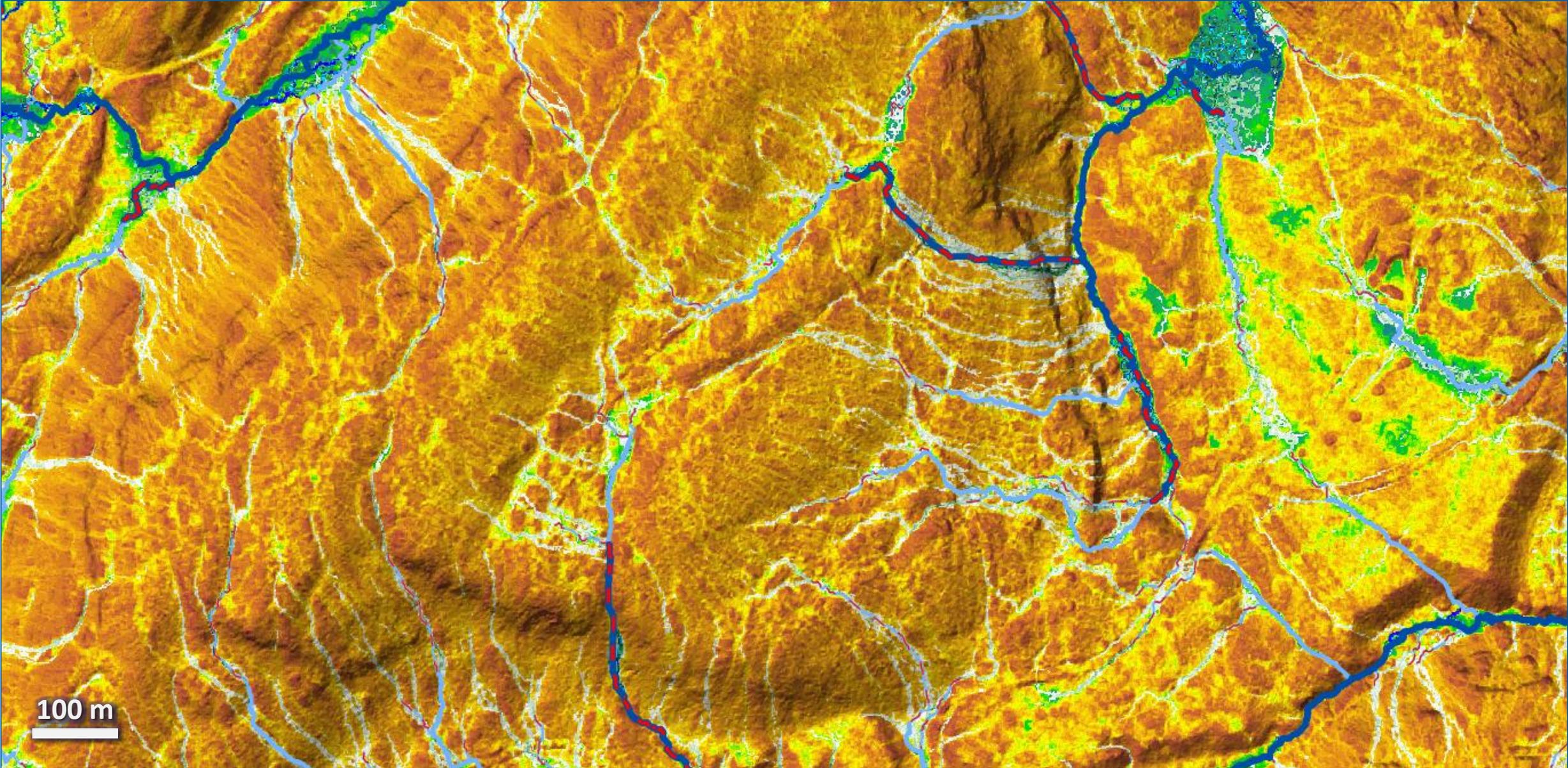
**Dans ce cas-ci, seulement une
visite sur le terrain permettrait
d'obtenir la réponse.**



accumulations + écoulements + relief ombré

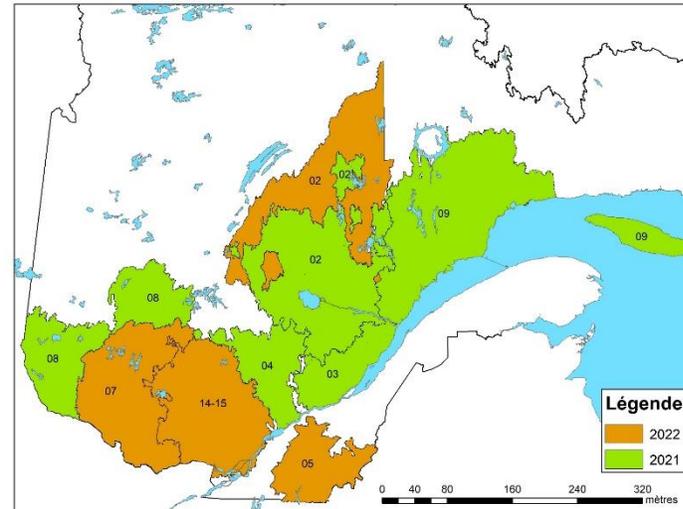


accumulations + écoulements + indice d'humidité + relief ombré



Description des écotones riverains

- Index des régions couvertes
 - 02, 03, 04, 08, 09
- Produit vectoriel indiquant la limite entre le milieu forestier et le milieu aquatique
 - Indiqué par un changement de hauteur des arbres et d'humidité potentielle du sol



Produits de l'inventaire écoforestier du Québec méridional

Écotones riverains

2^e Écotone
Il s'agit d'...
La couche

Attrib

OBJECTID
TOPONYM
TYPECODE
DESCRIP
DATE_PR
PRO_SOU
NOTE

Caractéris

Format:
Surface
Système
Projectio
Outils de

Logiciels

Pour des

Direction
5700, 4^e
Québec (T
Téléphon
Courriel:

MFFP - Div

MFFP - Div

Produits de l'inventaire écoforestier du Québec méridional

Écotones riverains

Description du produit : Écotones riverains issus du LIDAR

La Direction des inventaires forestiers du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) a commencé, en 2020, la production de couches vectorielles d'écotones riverains. Ce type de couche est produit à partir d'une série d'outils géomatiques qui utilisent le modèle de hauteur de canopée (MHC) et l'indice d'humidité topographique (TWI) produits à partir du LIDAR aérien, ainsi que des données provenant de la carte écoforestière du Québec méridional. L'élaboration des outils et leur paramétrage ont été réalisés en collaboration avec le laboratoire d'hydrologie forestière de l'Université Laval.

La couche ainsi produite vise à délimiter les écotones riverains. L'écotone riverain est défini comme étant « une zone de transition entre le milieu aquatique et la forêt, caractérisée par la végétation masculine, herbacée ou arbustive des milieux humides et comportant parfois quelques arbres épars » (<https://mffp.gouv.qc.ca/SADP/guide/chapitre-1/article-1/>).

La couche produite délimite la zone où un changement de hauteurs d'arbres important est observé sur le MHC LIDAR (figure 1). Toutefois, dans le cas où un déboisement, un champ agricole ou une perturbation naturelle sont adjacents à un plan d'eau, aucun changement de hauteurs d'arbres n'est observé. Dans ces cas, l'outil utilise plutôt les données d'accumulation d'eau potentielle de l'indice d'humidité topographique (TWI), ainsi que des données provenant de la carte écoforestière, pour délimiter les écotones riverains. Par contre, l'outil ne permet pas de filtrer l'ensemble de ces cas d'exception et on trouve ainsi dans la couche quelques « faux écotones riverains ». Par exemple, des terrains déboisés le long d'un plan d'eau peuvent parfois être inclus dans la couche d'écotones (figure 2).

Avant d'utiliser ces données, il est donc recommandé de prévoir des travaux de validation par photo-interprétation ou au moyen de visites sur le terrain. Il faut également noter que les données d'écotones servent d'abord à appuyer des mandats forestiers comme la délimitation des zones tampons le long des cours d'eau. Il ne s'agit donc pas de contours de milieux humides au sens de la Loi concernant la conservation des milieux humides et hydriques.

Figure 2. Ex

La base de

1^{er} Index d

données c

Il faut not

les jeux de

La couche

Attrib

OBJECTID
NO_UD
DATE_PR
PRO_SOU

Figure 1. Exemple de contours d'écotones riverains produits à partir de données LIDAR sur fond de photographie aérienne

MFFP - Direction des inventaires forestiers

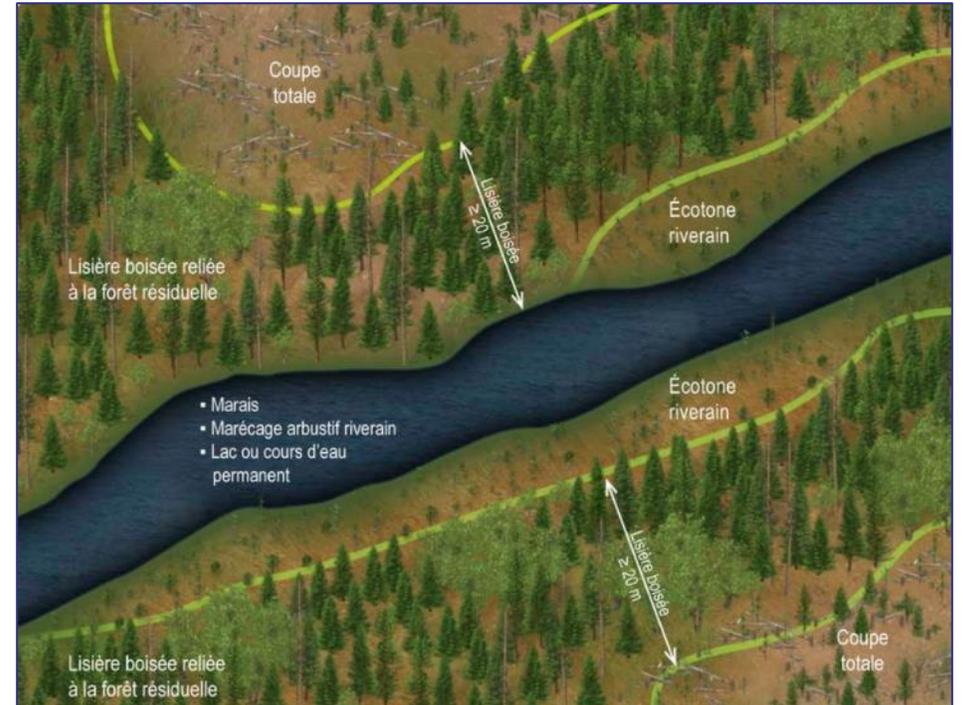
17 novembre 2021

Fiche de diffusion

Définition et aspect légal

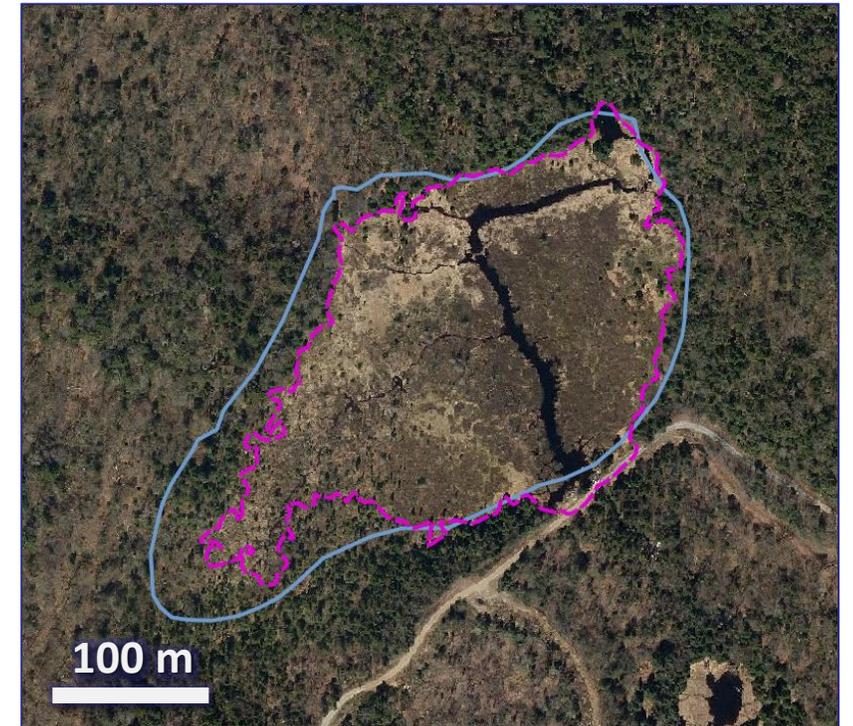
Une zone de transition entre le milieu aquatique et la forêt, caractérisée par la végétation muscinale, herbacée ou arbustive des milieux humides et comportant parfois quelques arbres épars (RADF, article 2)

Notez que le produit d'écotones riverains n'a pas de valeur légale, il s'agit uniquement d'un outil d'aide à la décision

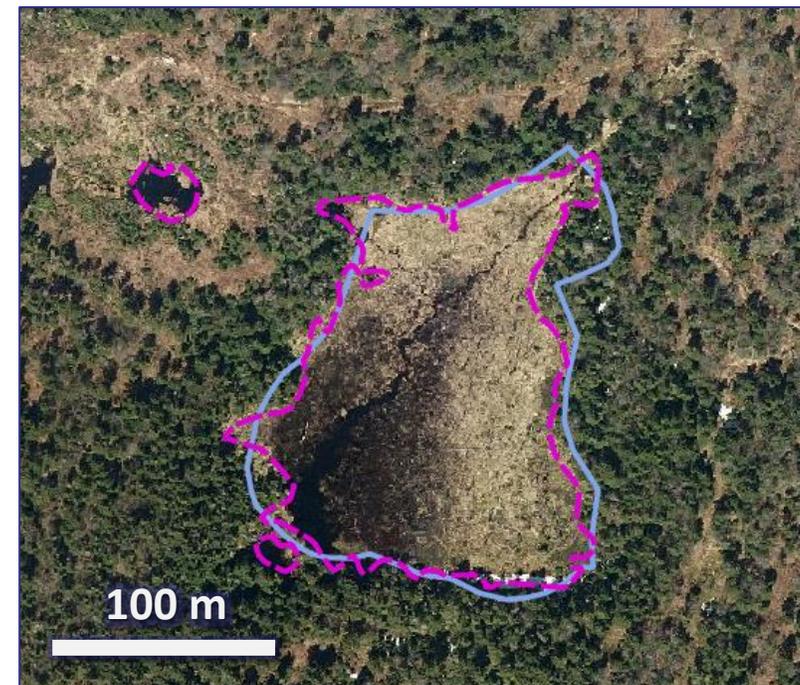
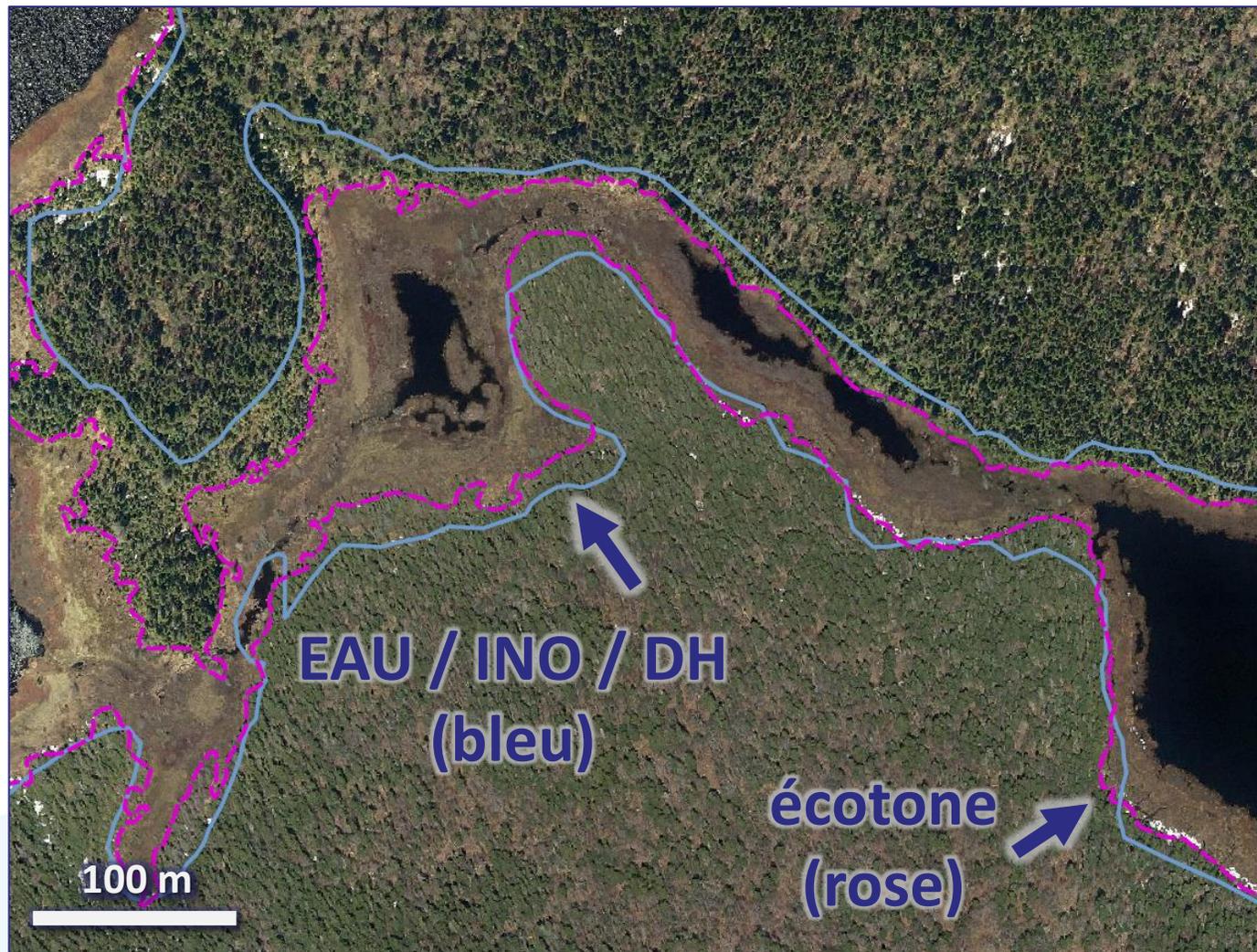


Écotones riverains

- Produit vectoriel indiquant la limite entre le milieu forestier et le milieu aquatique
 - Indiqué par un changement de hauteur des arbres et d'humidité potentielle du sol



Écotones riverains



Limites du produit

- Très précis dans la majorité des cas, mais dans certains contextes, le contour d'écotone peut inclure de « faux écotones » qui sont des milieux ouverts non cartographiés
 - Milieux anthropiques
 - Chemins
 - Perturbations / interventions
 - Peuplements non denses
 - Milieux humides avec haute végétation

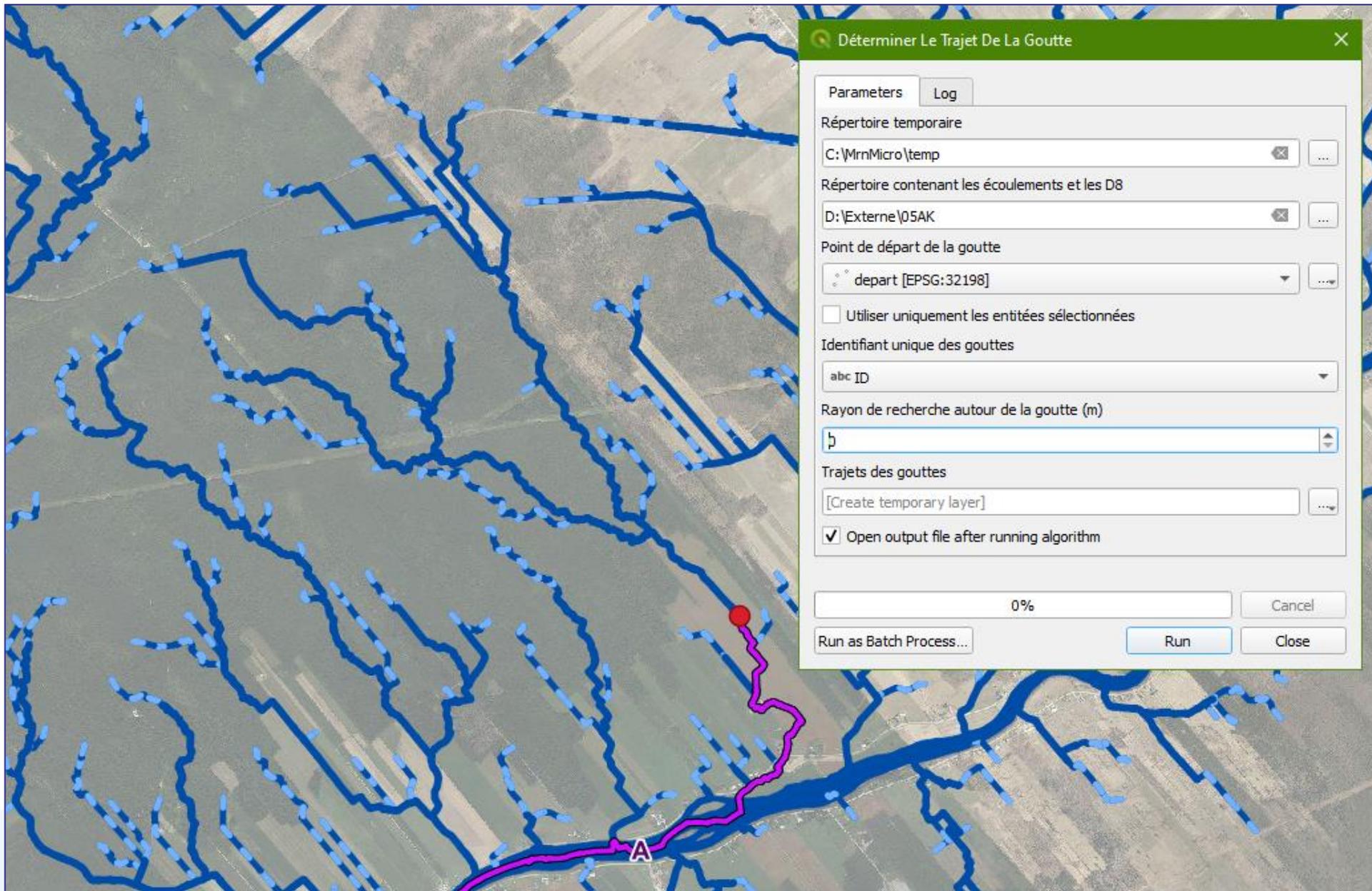


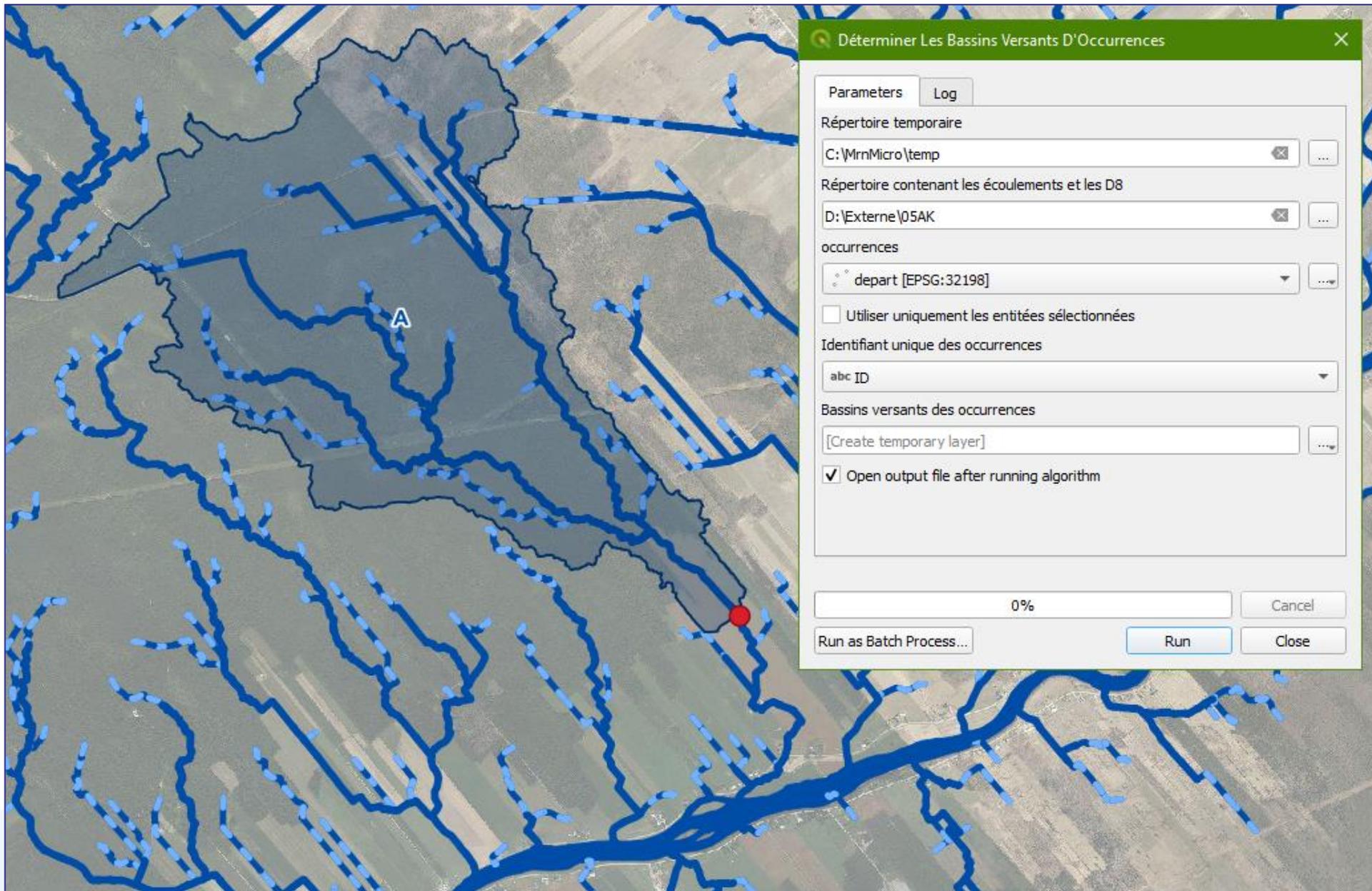
Utilitaire en développement



- Calcul du trajet de la goutte
- Calcul du bassin versant
- Autres fonctions à développer selon les besoins

Pas encore utilisable avec les données présentement disponibles publiquement, mais le sera avec les prochaines versions (courant 2023)





Mélanie Major, ing.f. M.Sc.
melanie.major@mffp.gouv.qc.ca

Jean-François Bourdon, ing.f.
jean-francois.bourdon@mffp.gouv.qc.ca

inventaires.forestiers@mffp.gouv.qc.ca
foret.ouverte@mffp.gouv.qc.ca