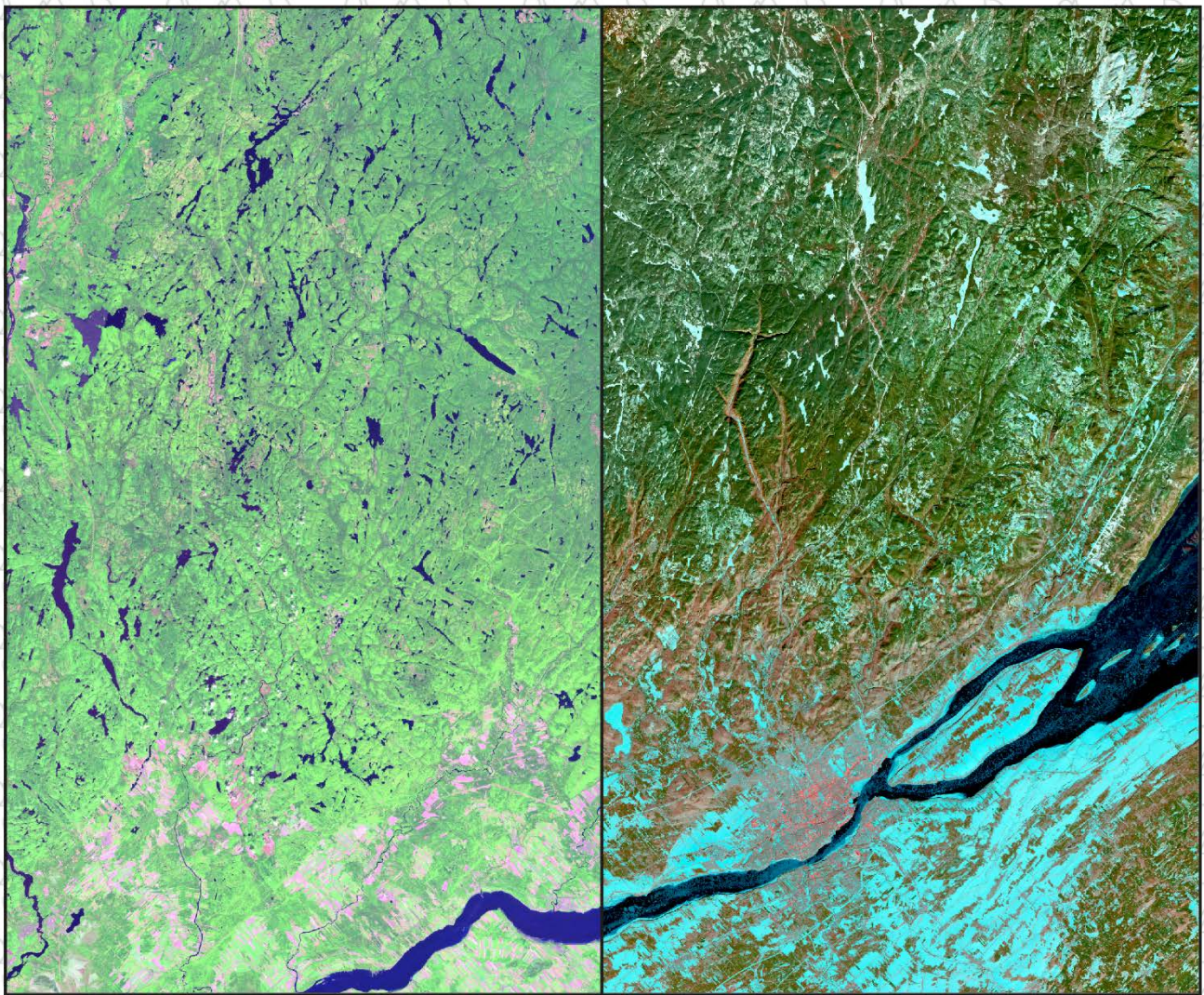


# Guide d'interprétation des mosaïques d'images satellite Sentinel

Décembre 2021

MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS



## RÉDACTION

Antoine Lebœuf<sup>1</sup>

Marie-Pierre Samson<sup>1</sup>

Mathieu Lefrançois<sup>1</sup>

## COORDINATION

Mélanie Major<sup>1</sup>

## RÉVISION LINGUISTIQUE

Anne Veilleux, réviseure, Direction des communications, MFFP

Pour obtenir des renseignements additionnels, veuillez communiquer avec le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec :

### **Direction des inventaires forestiers**

5700, 4<sup>e</sup> Avenue Ouest, local A-108

Québec (Québec) G1H 6R1

Téléphone : 418 627-8669

Sans frais : 1 877 936-7387

[inventaires.forestiers@mffp.gouv.qc.ca](mailto:inventaires.forestiers@mffp.gouv.qc.ca)

[mffp.gouv.qc.ca/les-forets/inventaire-ecoforestier/](http://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/inventaire-ecoforestier/)

© Gouvernement du Québec

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Dépôt légal – Bibliothèque et archives nationales du Québec, 2021

ISBN 978-2-550-90880-7

---

<sup>1</sup> Direction des inventaires forestiers, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

## Table des matières

Introduction .....	1
Principes généraux.....	2
Méthode de conception de la mosaïque Sentinel-2.....	4
Repères généraux d'interprétation.....	5
Caractéristiques des zones forestières .....	6
Conclusion.....	12

## Introduction

Depuis 2018, la Direction des inventaires forestiers conçoit et diffuse annuellement des mosaïques d'images satellite du capteur Sentinel-2. À titre d'exemple, la mosaïque Sentinel 2019 du Québec (figure 1) a été conçue à partir de la combinaison de plusieurs tuiles d'images satellite Sentinel-2 adjacentes, acquises majoritairement durant l'été 2019. Le territoire couvert par la mosaïque comprend la zone des activités d'inventaire écoforestier du Québec méridional (IEQM). Ces images permettent d'avoir une vue d'ensemble de la végétation, de l'occupation du sol et des différentes perturbations naturelles qui ont eu lieu sur le territoire (épidémie d'insectes, feux de forêt, chablis). La mosaïque permet d'appuyer les fonctions de planification, de suivi et d'aménagement en lien avec ces différentes applications. Ce document décrit la méthode utilisée pour la création de ces jeux de données ainsi que les clés d'interprétation pour utiliser de façon optimale des mosaïques Sentinel du Québec.

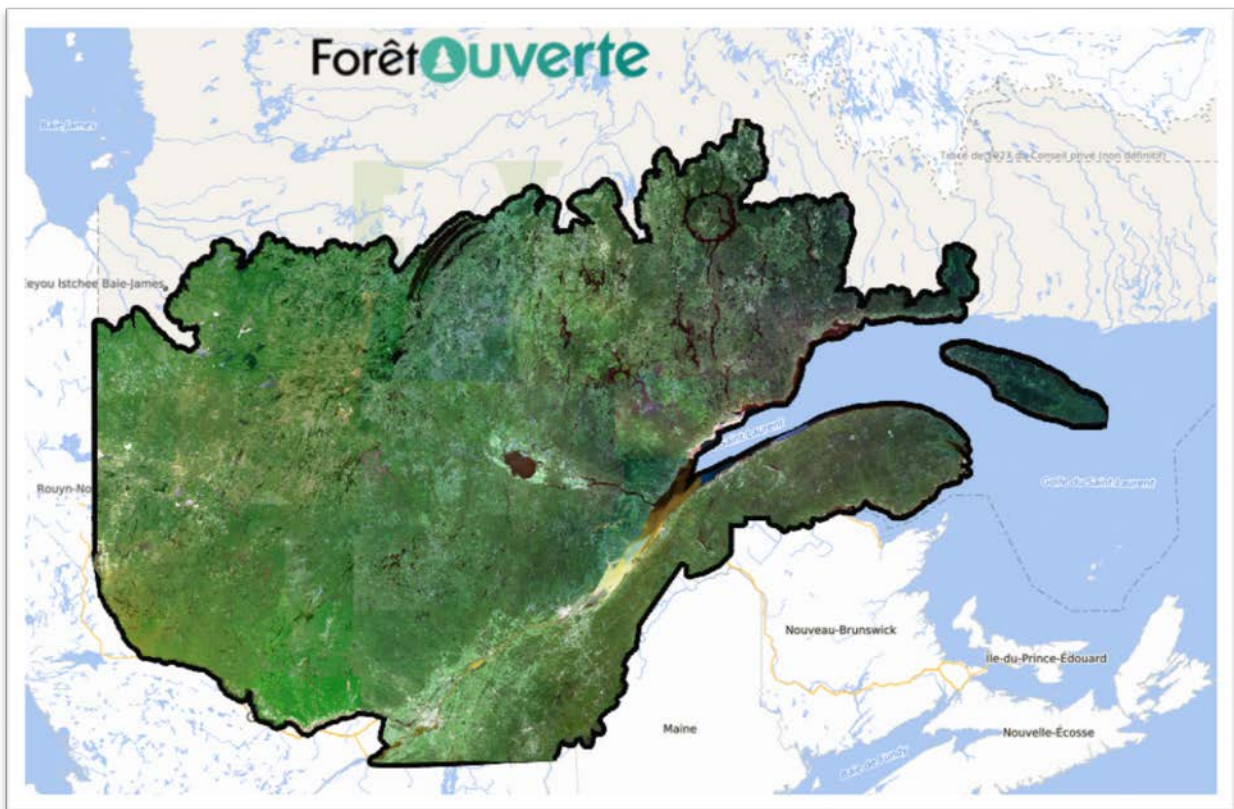


Figure 1. Mosaïque Sentinel 2019 produite par la Direction des inventaires forestiers du MFFP

## Principes généraux

Les satellites d'observation de la Terre offrent une vision incomparable de la surface terrestre. Équipés de capteurs multispectraux, ils saisissent des images de plus en plus précises et de plus en plus riches en information géographique. La série Sentinel-2 est constituée de deux satellites de haute résolution lancés en 2015 et 2017. Ces satellites sont positionnés en opposition de 180 degrés sur une même orbite autour de la Terre. Ils sont munis d'un imageur à 13 bandes spectrales adaptées à l'observation de la surface terrestre et de l'environnement.

Chaque bande spectrale des images Sentinel-2 apparaît en tons de gris; elle correspond à une portion du spectre électromagnétique. Pour produire une image de composé coloré (image de couleurs naturelles ou de fausses couleurs), il suffit de superposer trois bandes spectrales avec des filtres de couleurs rouge, verte et bleue (figure 2). Pour obtenir un composé coloré contrasté et riche en information, il faut également accentuer chaque bande spectrale en étalant les valeurs sur toute la gamme possible de tons de gris, soit sur 256 tons.

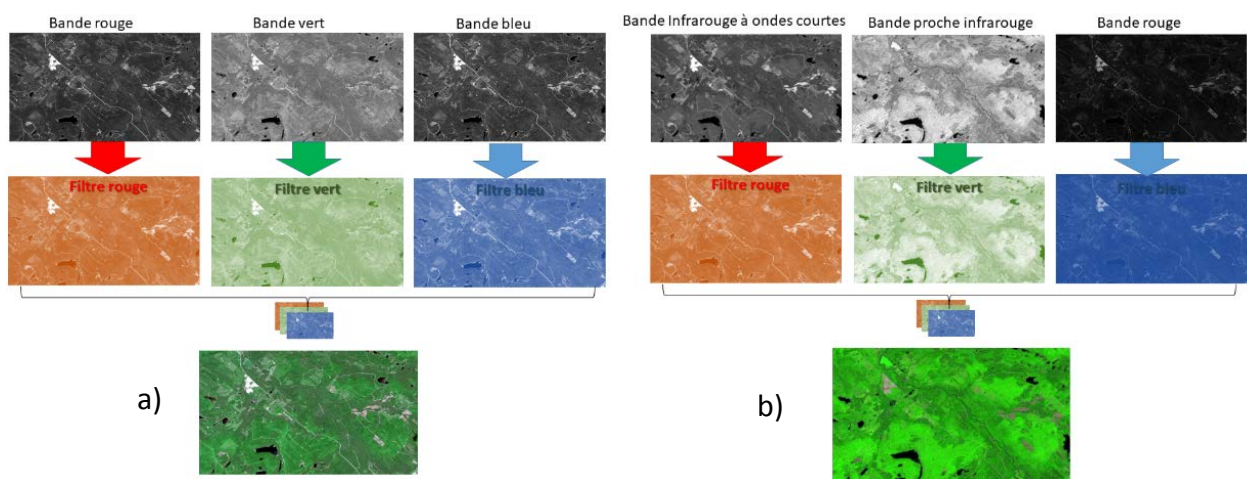


Figure 2. Superposition de filtres pour créer une image de composé coloré en a) vraies couleurs et b) fausses couleurs

Trois types de mosaïques sont produits et présentés dans ce document : la mosaïque en couleurs naturelles d'été (RVB-été), la mosaïque infrarouge d'été (IR-été) et la mosaïque infrarouge d'hiver (IR-hiver).

Tableau 1. Mosaïque RVB-été

Filtre de l'image	Bande	Résolution spatiale
Rouge	#4 Rouge, 0,665 µm de longueur d'onde centrale	10 m
Vert	#3 Vert, 0,56 µm de longueur d'onde centrale	10 m
Bleu	#2 Bleu, 0,49 µm de longueur d'onde centrale	10 m

Tableau 2. Mosaïque IR-été

Filtre de l'image	Bande	Résolution spatiale
Rouge	#12 Infrarouge à ondes courtes, 2,19 µm de longueur d'onde centrale	Initialement à 20 m mais ré-échantillonnée à 10 m
Vert	#8 Proche infrarouge, 0,842 µm de longueur d'onde centrale	10 m
Bleu	#4 Rouge, 0,665 µm de longueur d'onde centrale	10 m

Tableau 3. Mosaïque IR-hiver

Filtre de l'image	Bande	Résolution spatiale
<b>Rouge</b>	#12 Infrarouge à ondes courtes, 2,19 $\mu\text{m}$ de longueur d'onde centrale	Initialement à 20 m mais ré-échantillonnée à 10 m
<b>Vert</b>	#8 Proche infrarouge, 0,842 $\mu\text{m}$ de longueur d'onde centrale	10 m
<b>Bleu</b>	#4 Rouge, 0,665 $\mu\text{m}$ de longueur d'onde centrale	10 m

Le composé coloré contrasté de la mosaïque du Québec permet de distinguer tous les types d'occupation du territoire : la forêt, les champs, les tourbières et les milieux anthropiques.

Chaque pixel d'une image a une couleur uniforme, mais peut représenter plusieurs éléments à la surface du sol. La couleur d'un pixel est donc la résultante ou la moyenne des réflectivités des objets qui se trouvent à la surface correspondant à la résolution au sol de l'image utilisée. Par exemple, si le pixel de forêts résineuses comprend quelques arbres morts, la couleur du pixel sera affectée par ces arbres et donnera au pixel une teinte verte rougeâtre dans le cas d'un composé en couleurs naturelles.

## Méthode de conception de la mosaïque Sentinel-2

Les étapes menant à l'obtention d'une mosaïque homogène sont : (i) le téléchargement des images satellite; (ii) la fusion des images (Sentinel-2); (iii), le découpage des zones utilisables; (iv) la création de la mosaïque; et (v) la création de l'index des images utilisées.

i) Les images satellite sont téléchargées en format brut à partir du site Internet de l'USGS (U.S Geological Survey) à : <https://earthexplorer.usgs.gov/>. La période d'acquisition d'images est généralement favorisée lors du maximum de la végétation (de la fin de mai à la fin d'août).

ii) Après le téléchargement, les images satellite sont fusionnées en trois bandes (figure 2). On effectue des traitements afin d'uniformiser les teintes des trois bandes spectrales entre les images de la mosaïque à créer. Le rehaussement permet d'augmenter de beaucoup le contraste de couleur dans l'image, ce qui permet d'en faciliter le traitement et l'interprétation. Cette étape consiste à utiliser l'ensemble des valeurs possibles des tons de gris (soit de 0 à 255 pour une image de 8 bits); elle est effectuée à partir des histogrammes de distribution des pixels de l'image selon les valeurs de niveaux de gris pour chaque bande.

iii) Lorsque toutes les images sont rehaussées, les zones non utilisables à l'intérieur de celles-ci sont éliminées du processus de mosaïque par numérisation manuelle. Ces zones sont généralement constituées de nuages, d'ombres de nuage ou de voiles atmosphériques (figure 3).



**Figure 3. Exemples a) d'une zone de nuage, b) d'ombres de nuages et c) de voiles atmosphériques (entre les pointillés rouges)**

iv) L'agencement et la superposition de toutes les parties d'images utilisables permettent de générer la mosaïque. Le logiciel généralement utilisé est PCI Geomatica, bien que les logiciels Imagine et ArcGIS permettent aussi de produire des mosaïques.

v) Enfin, on met en commun chaque découpage de tuile afin de produire un fichier de forme (*shapefile*) d'index d'images utilisées dans la mosaïque. Ce fichier comprend les informations sous forme vectorielle des différentes tuiles qui composent la mosaïque Sentinel. Des informations sur le type de capteur utilisé (Sentinel-2), le numéro de tuile de l'image et la date d'acquisition de l'image figurent dans le fichier.

## Repères généraux d'interprétation

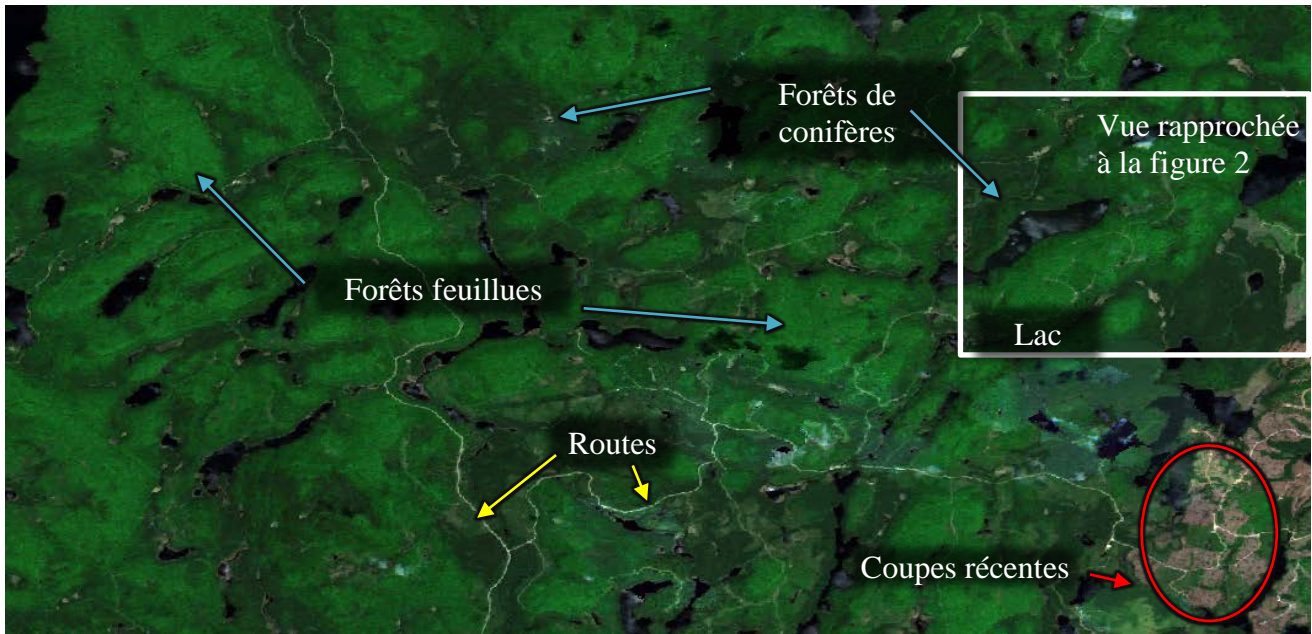
Une image satellite s'interprète de manière semblable à une photo aérienne, c'est-à-dire par l'observation des teintes, des textures, des formes et des caractéristiques géophysiques. Une bonne connaissance du milieu d'étude permettra à l'utilisateur d'améliorer sa capacité à identifier les éléments sur l'image. En effet, la mosaïque d'images satellite s'avère d'autant plus utile lorsqu'elle est combinée avec l'utilisation de données complémentaires tels les produits dérivés du LiDAR aérien et la carte écoforestière.

Dans un composé coloré tel que celui choisi pour les mosaïques, les teintes et les couleurs sont toujours à peu près les mêmes. Leurs dominances varient toutefois en fonction des dates d'acquisition des images (printemps, été, automne), des grands milieux (forêt boréale, zone agricole, toundra, etc.) et des conditions atmosphériques lors du captage. Conséquemment, l'utilisateur de la mosaïque devra idéalement valider son interprétation en tenant compte de ces variations possibles dans les caractéristiques des images.

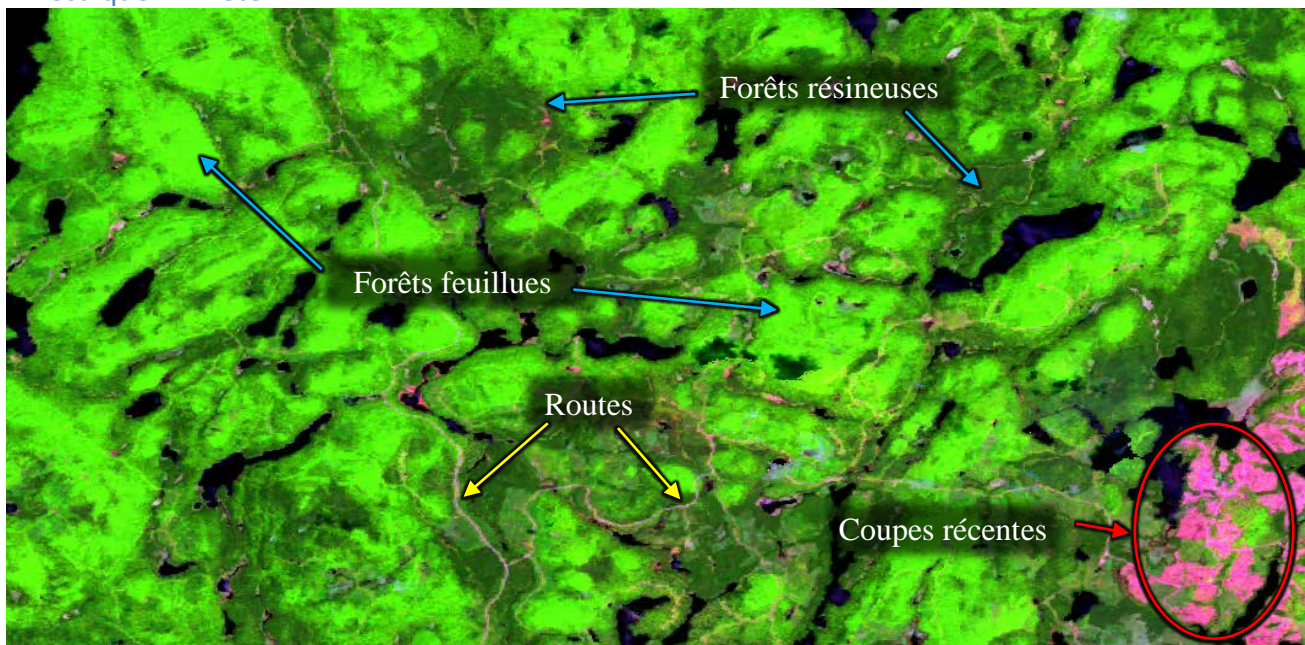


## Caractéristiques des zones forestières

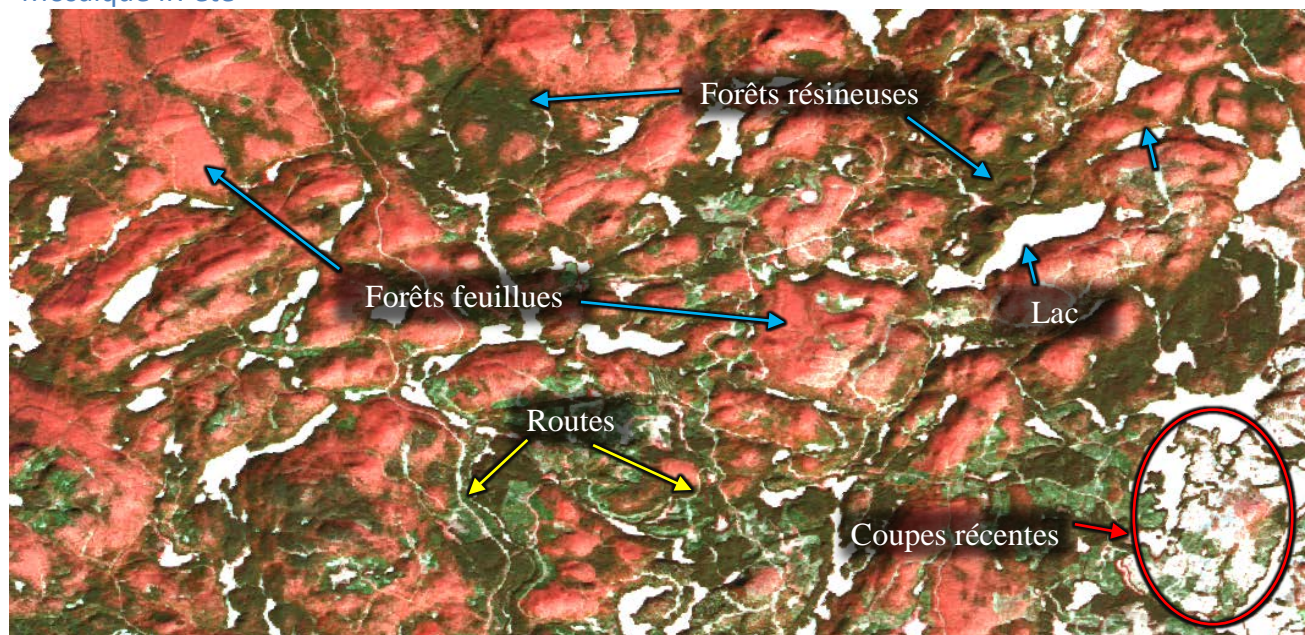
Les zones où il y a de la végétation sont caractérisées par une forte réflectance du proche infrarouge. Le proche infrarouge montre une sensibilité à la structure des végétaux ce qui permet de bien distinguer les feuillus des conifères. Une autre caractéristique de ces zones réside dans la faible réflectance du rouge; cette partie du visible marque la présence de chlorophylle dans les différentes plantes.



Mosaïque RVB-été

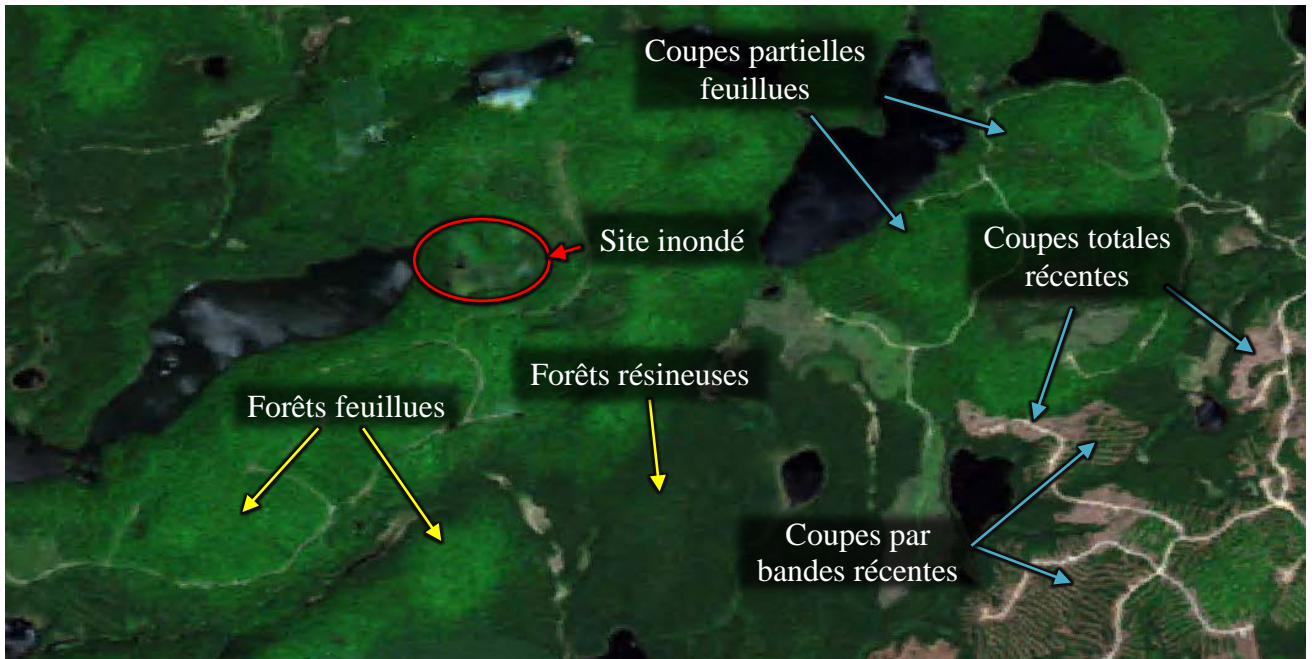


Mosaïque IR-été

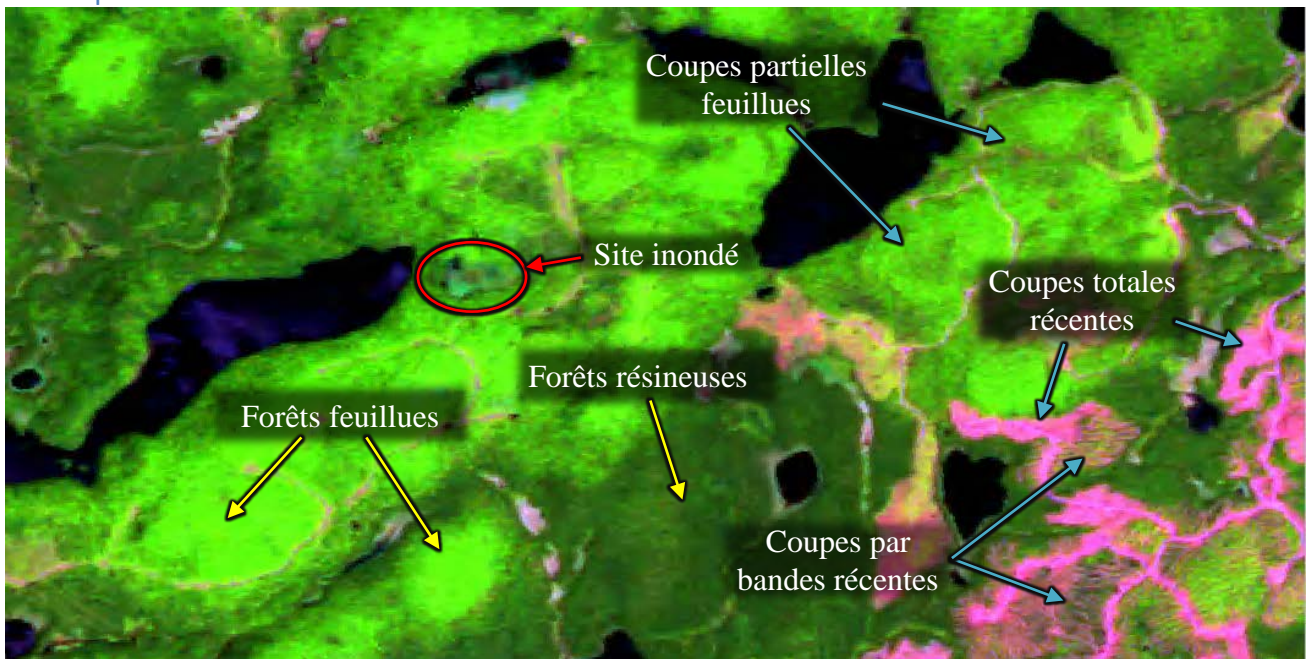


Mosaïque IR-hiver

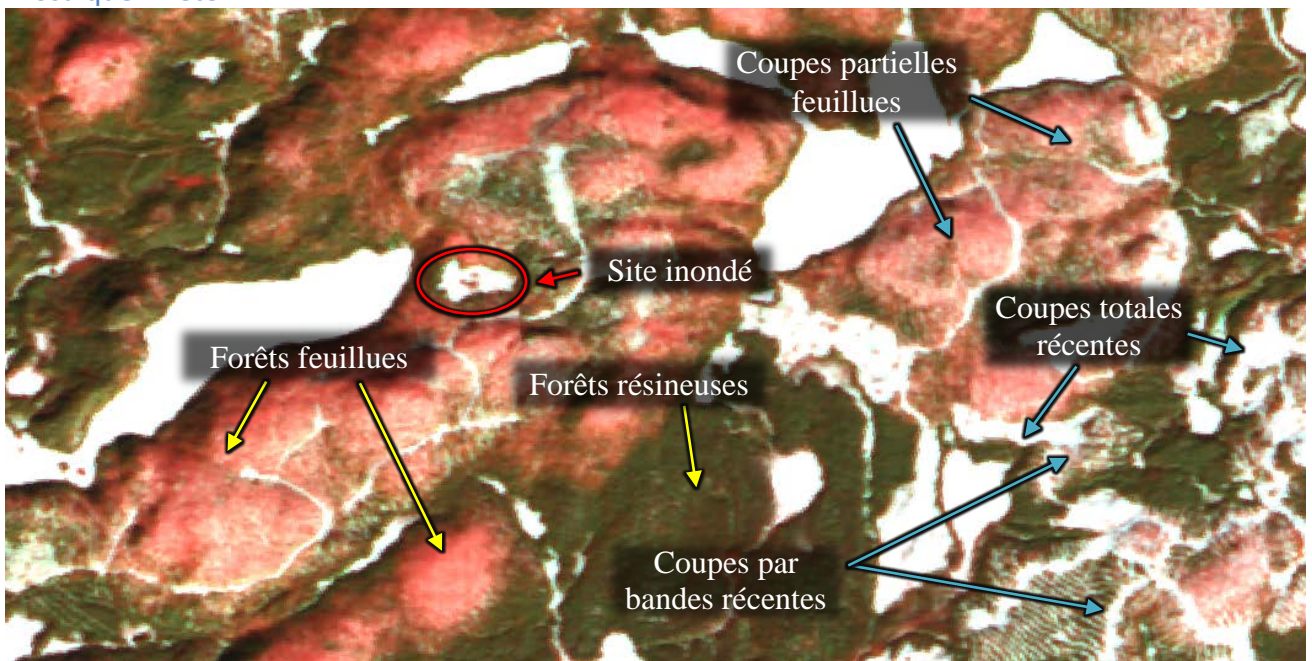
Figure 4. Coordonnées : 72°32'57.5417''O, 47°19'24.9056''N



Mosaïque RVB-été

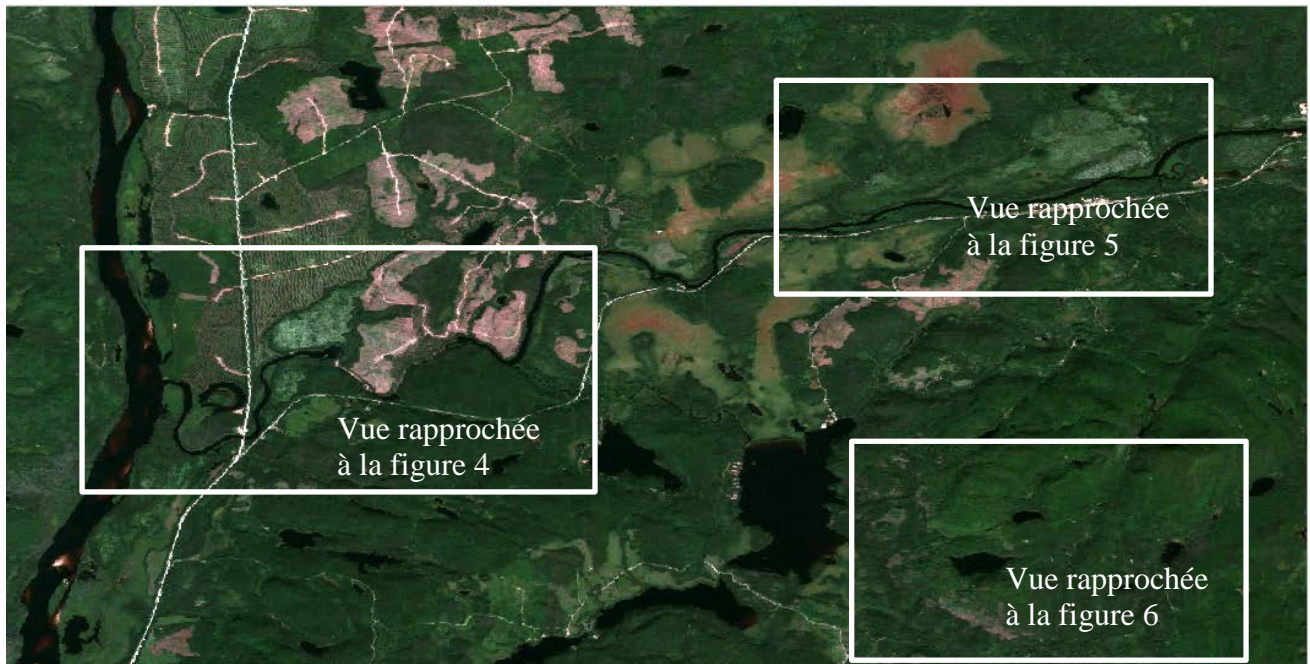


Mosaïque IR-été

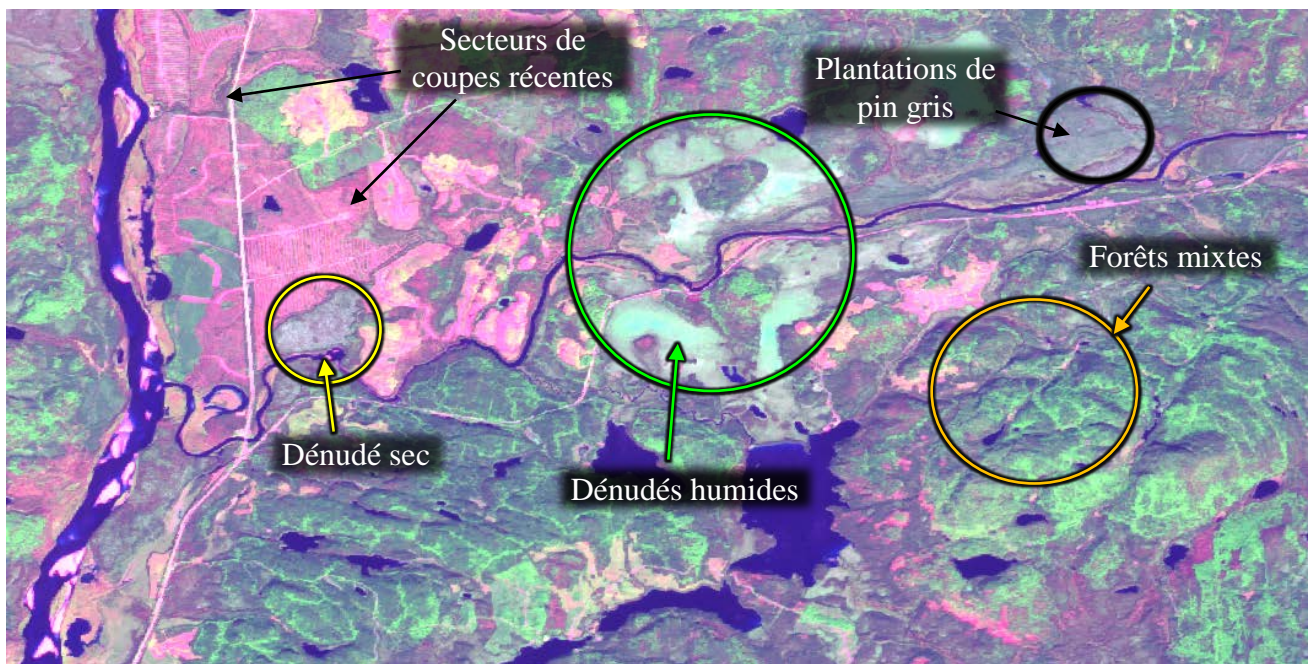


Mosaïque IR-hiver

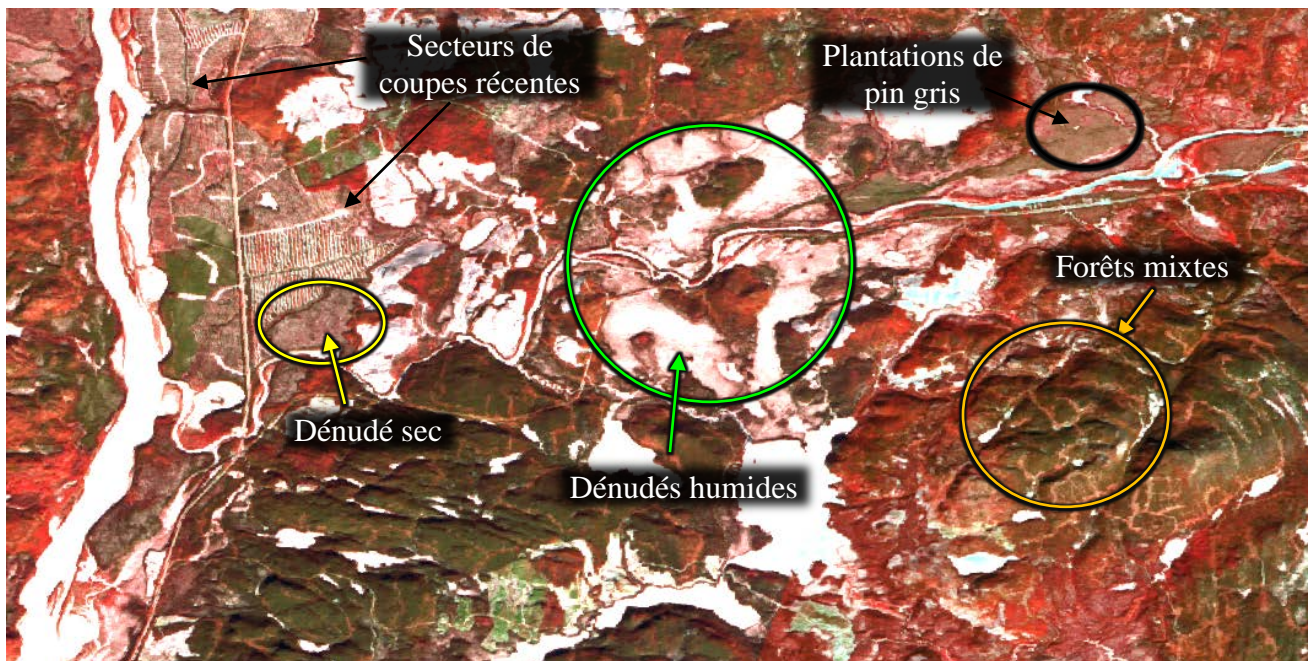
Figure 5. Coordonnées : 72°28'40.97868"O, 47°19'53.14236"N



Mosaïque RVB-été

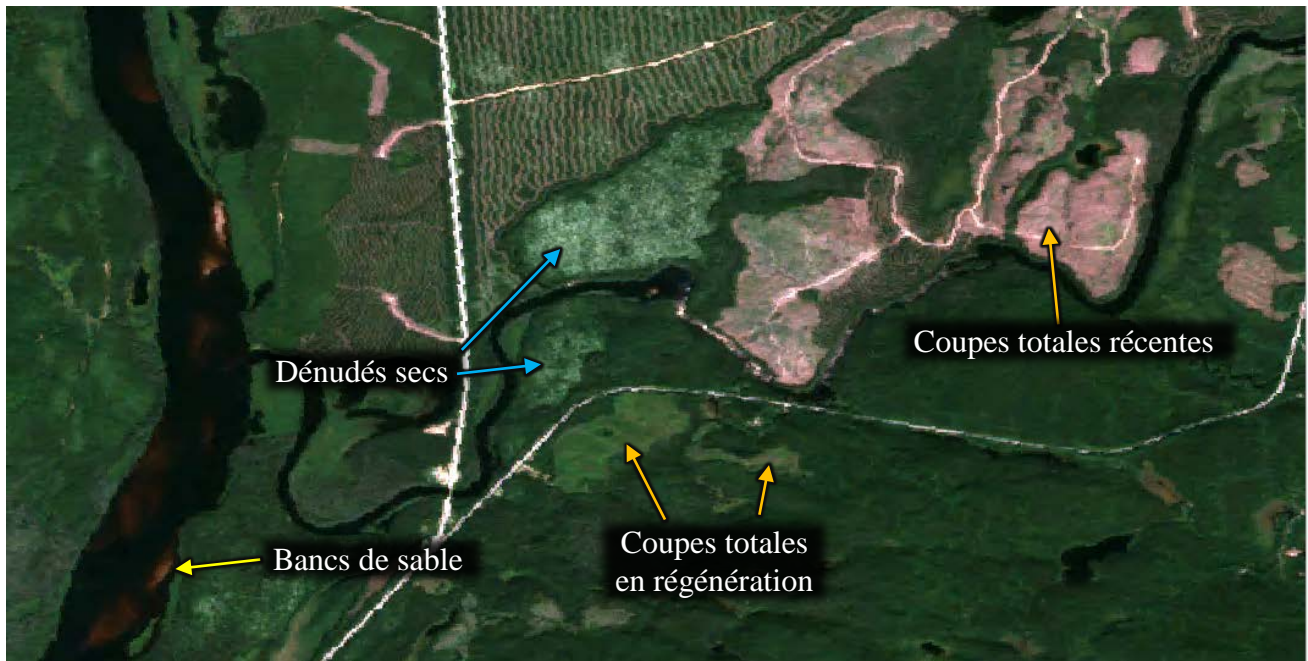


Mosaïque IR-été

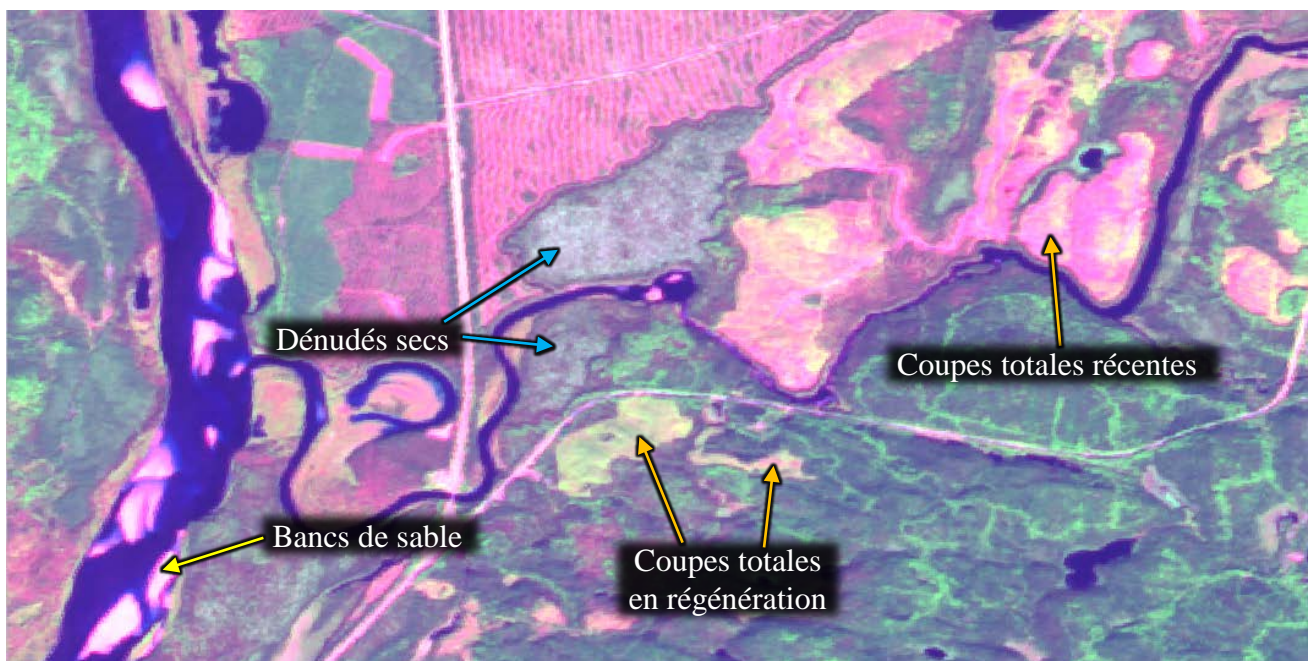


Mosaïque IR-hiver

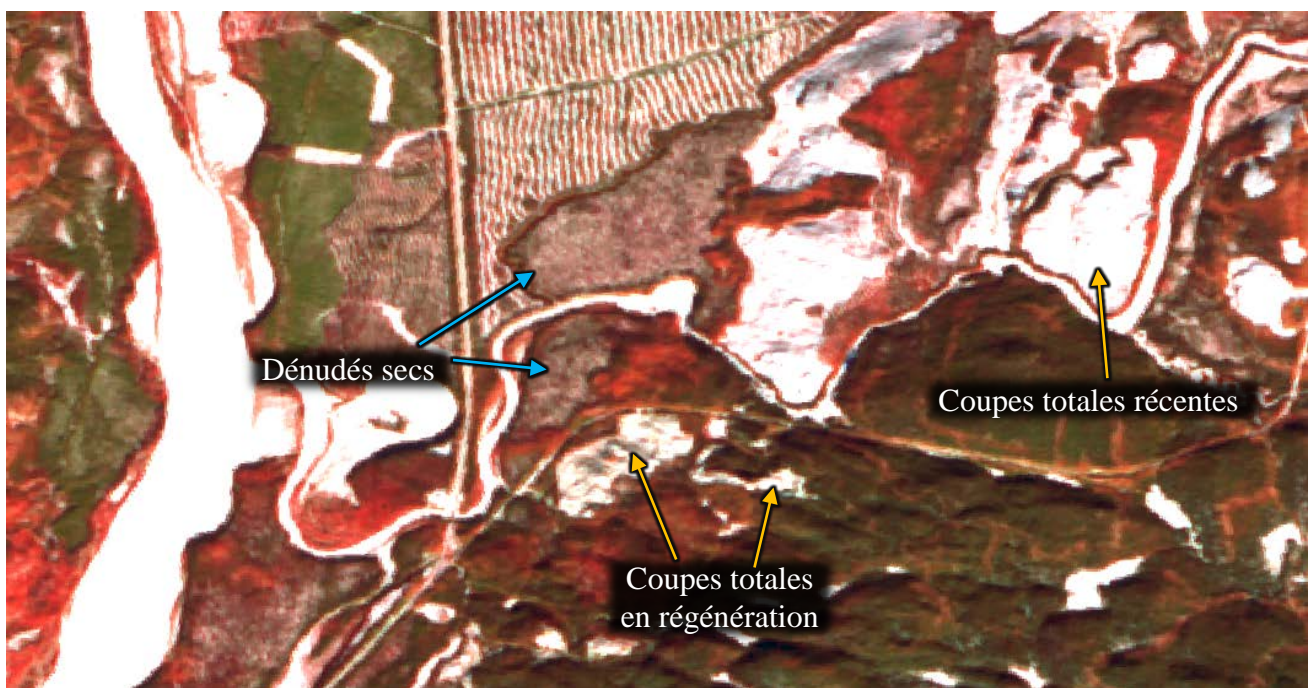
Figure 6. Coordonnées : 71°51'26.3799"O, 49°26'48.3460"N



Mosaïque RVB-été

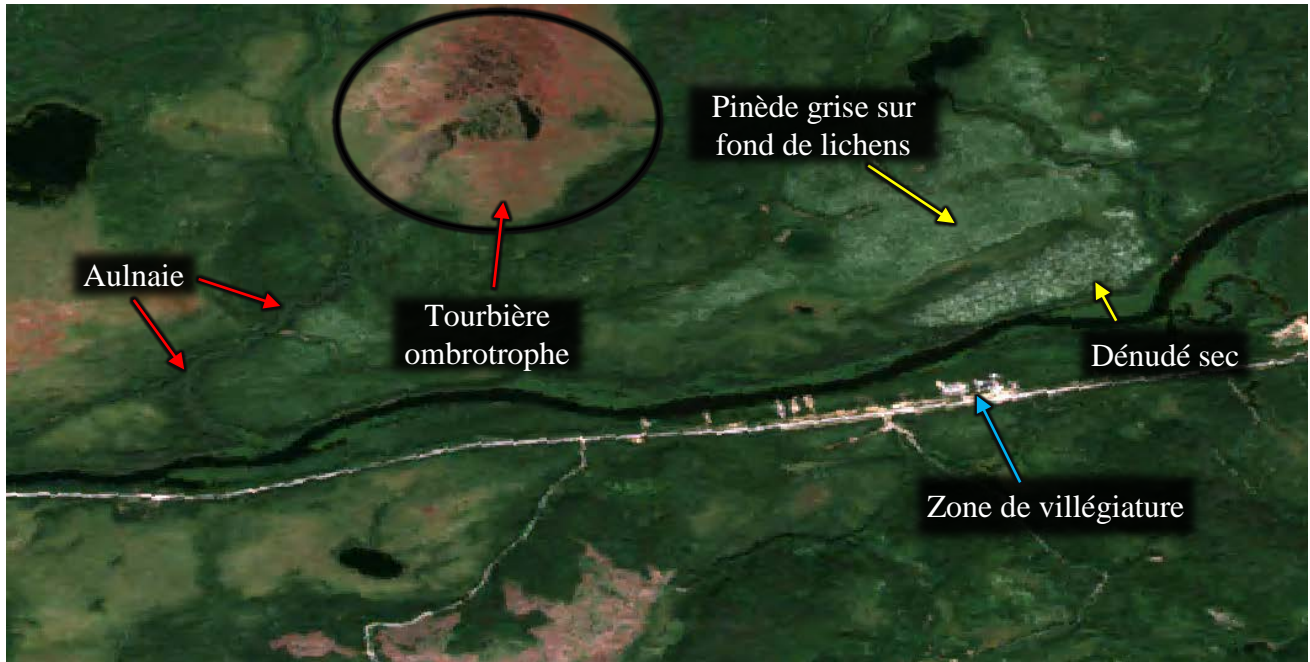


Mosaïque IR-été

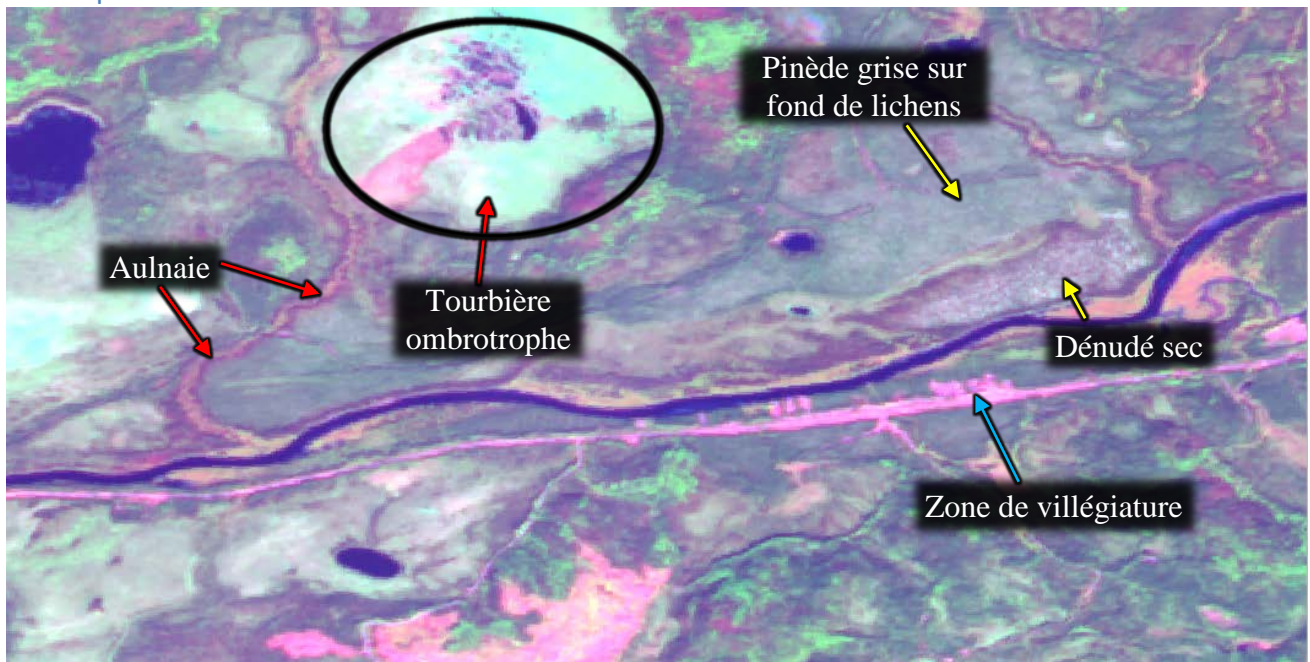


Mosaïque IR-hiver

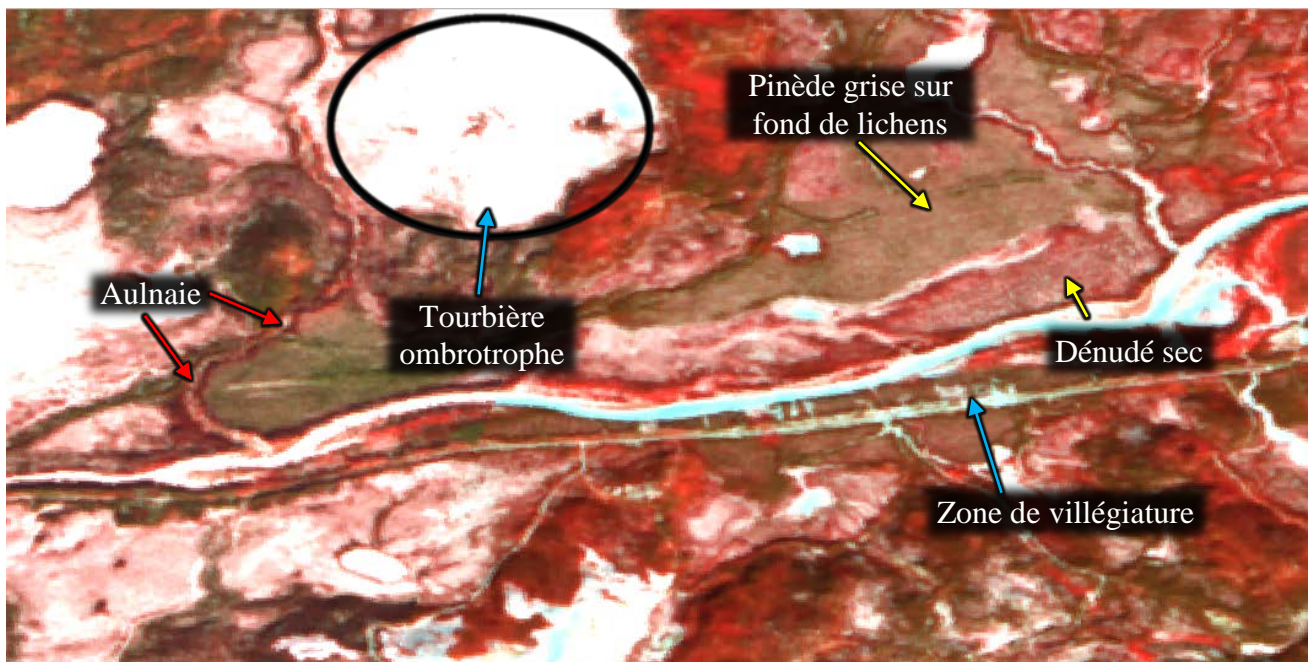
Figure 7. Coordonnées : 71°54'50.1243"O, 49°26'34.0591"N



Mosaïque RVB-été

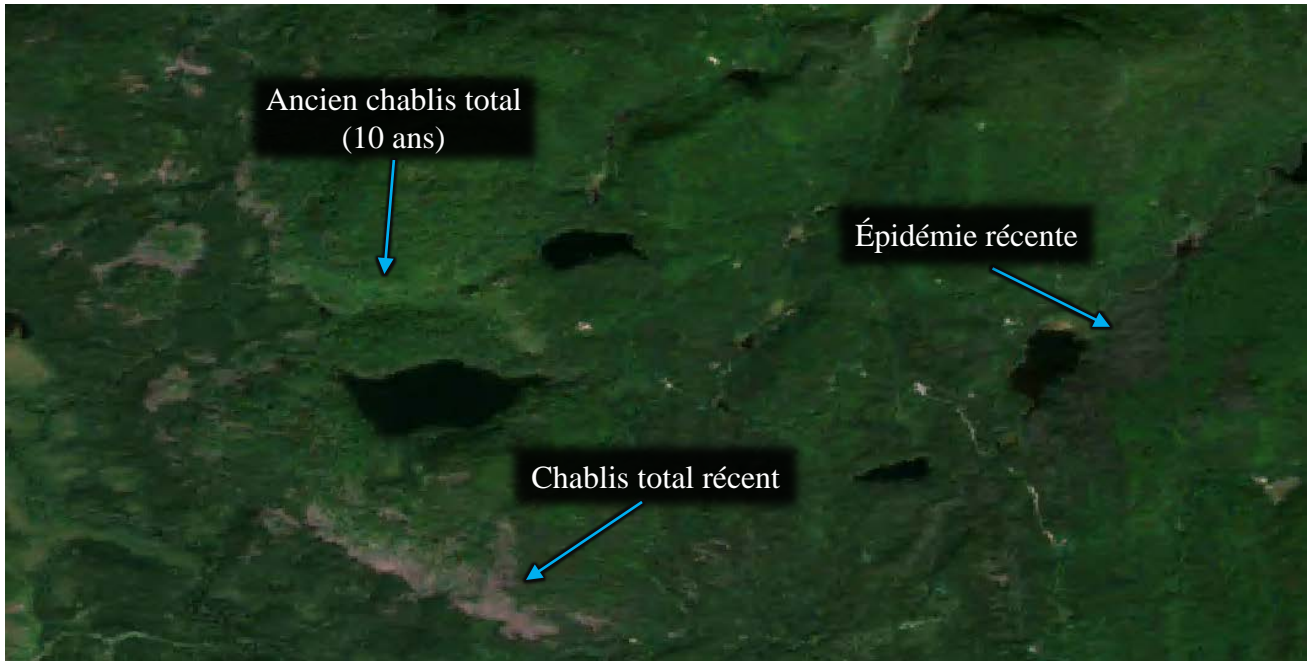


Mosaïque IR-été

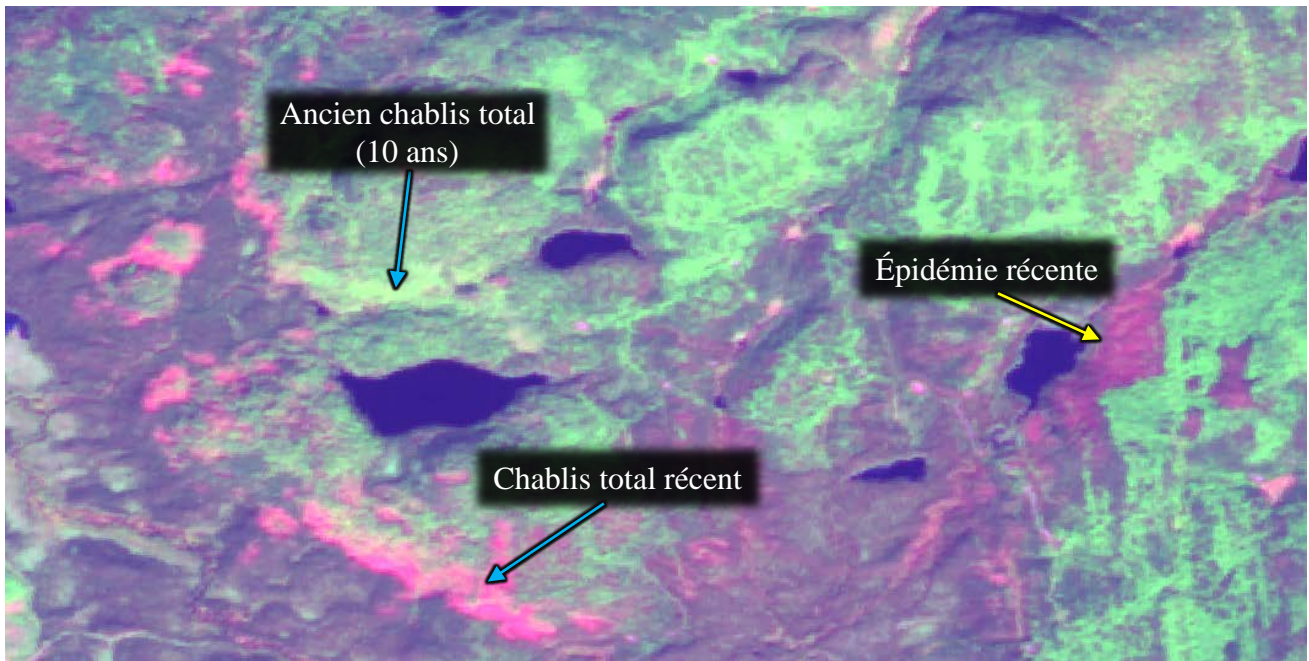


Mosaïque IR-hiver

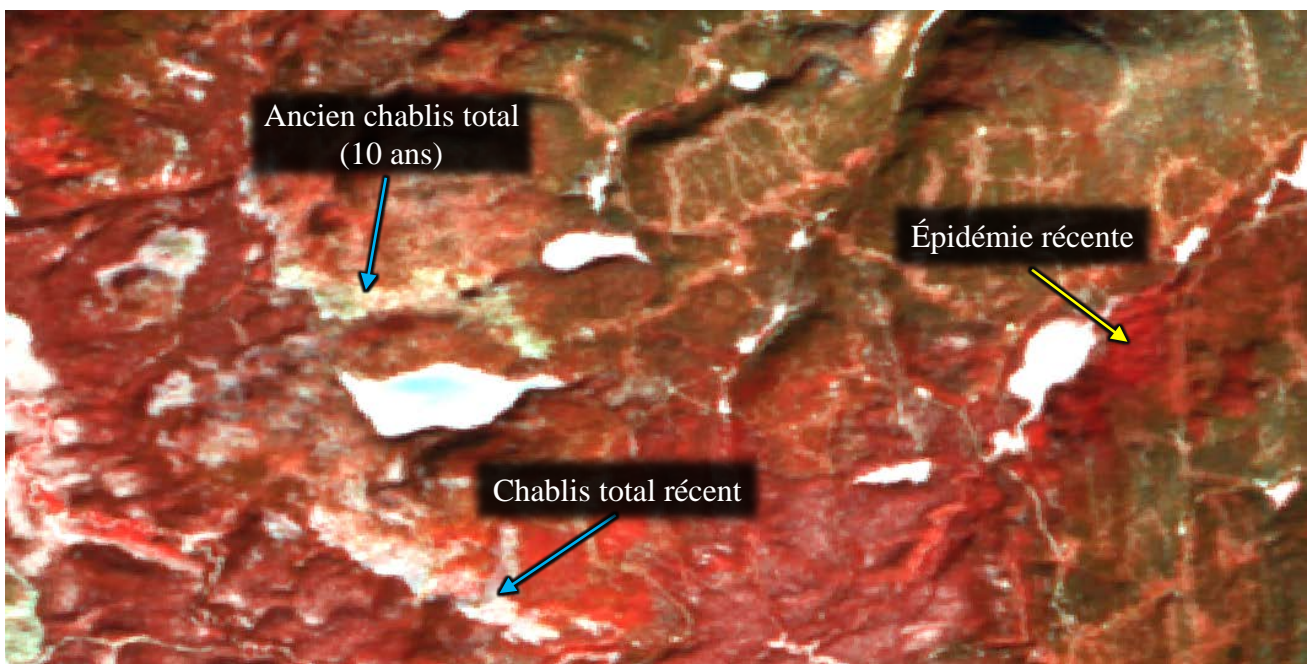
Figure 8. Coordonnées : 71°46'45.60684"O, 49°27'16.56547"N



Mosaïque RVB-été



Mosaïque IR-été



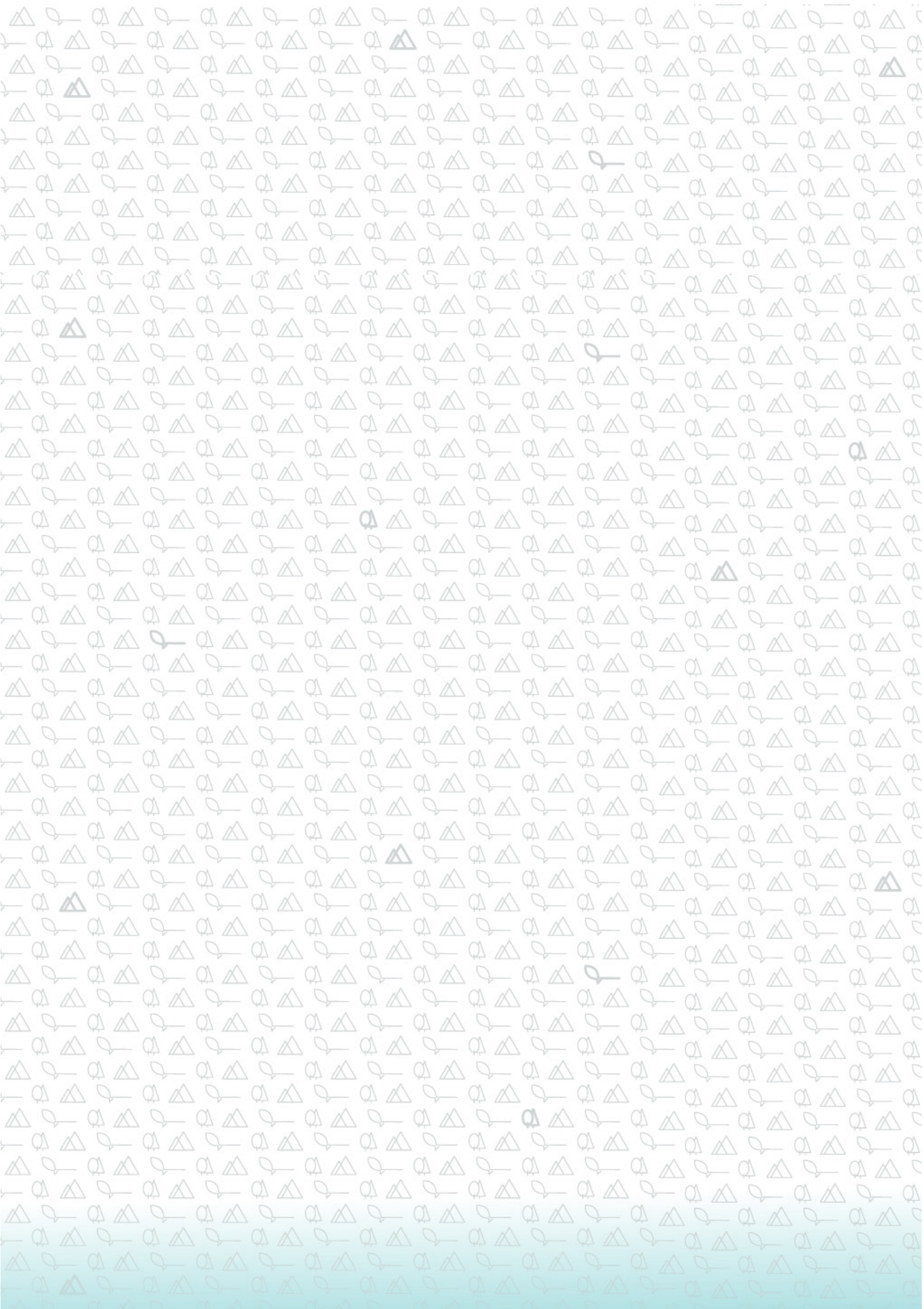
Mosaïque IR-hiver

Figure 9. Coordonnées : 71°48'14.54178"O, 49°24'47.31683"N

## Conclusion

Ce document constitue une aide à l'interprétation des images satellite Sentinel. Il a pour but de donner des repères généraux afin de faciliter l'utilisation de ces images. Toutefois, il est fortement suggéré de réaliser des points de contrôle terrain ou par le biais d'autres jeux de données, afin d'appuyer l'interprétation des éléments de ces images. De plus, il est important d'être vigilant pour pouvoir repérer des nuages ou d'autres problèmes sur les images. En ce sens, si vous avez des commentaires ou des suggestions d'améliorations, n'hésitez pas à communiquer avec la Direction des inventaires forestiers pour nous en faire part :

[inventaires.forestiers@mffp.gouv.qc.ca](mailto:inventaires.forestiers@mffp.gouv.qc.ca)



Forêts, Faune  
et Parcs

Québec 