



Utilisation des images satellites en données ouvertes pour le suivi des cultures

Ghislain Poisson, agr., M. Sc.
MAPAQ, Montérégie

18 octobre 2022

Introduction



- Les images satellites sont encore peu utilisées pour le suivi des cultures, leur potentiel est méconnu
- L'accès à cette information est perçue comme coûteuse ou demandant beaucoup de temps
- Pourtant, des conseillers du MAPAQ les utilisent pour effectuer des vérifications de culture de couverture depuis 2020, entraînant une économie de temps et une meilleure gestion des fonds publics
- Beaucoup de conseillers agricoles auraient intérêt à connaître ces possibilités et à les exploiter pour différentes fins

Images satellites Sentinel-2



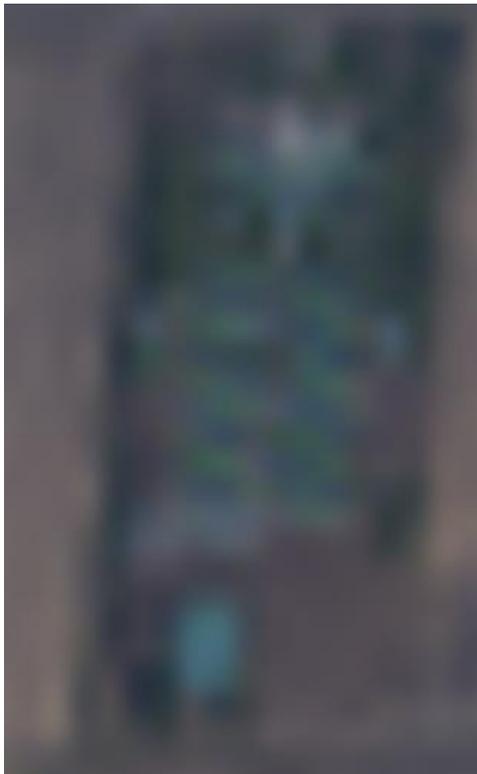
- Images satellites gratuites d'une résolution de 10 m/pixel
- 13 bandes spectrales (ex. : rouge, vert, bleu, infrarouge, etc.)
- Couvre 290 km de large à chaque passage
- Passage à tous les 3 à 5 jours, images disponibles très rapidement après le passage, mais présence fréquente de nuages
- 2 satellites différents :
 - Sentinel-2A lancé en juin 2015
 - Sentinel-2B lancé en mars 2017

Images satellites Landsat 8-9



- Images satellites gratuites d'une résolution de 15 m/pixel (vraies couleurs avec affinage panchromatique) sinon 30 m/pixel
- 11 bandes spectrales
- Couvre 185 km de large à chaque passage
- Passage à tous les 8 jours, images disponibles très rapidement après le passage
- 2 satellites différents :
 - Landsat 8 : février 2013
 - Landsat 9 : octobre 2021
- Depuis 1999, des images semblables sont prises par Landsat-7, mais elles contiennent des aberrations depuis 2003

Exemples de différentes résolutions



Landsat 8-9
Vraies couleurs 30 m
6 mai 2021



Landsat 8-9
Vraies couleurs 15 m
Affinage panchromatique
6 mai 2021



Sentinel-2
Vraies couleurs 10 m
20 avril 2020



Orthophotos GéoMont
Vraies couleurs 20 cm
Avril 2020

Image en vraies couleurs

The screenshot shows the SentinelHub Playground interface. The top navigation bar includes the SentinelHub logo, the date '2020-10-17', and a zoom level of '100 %'. A search bar on the right says 'Go to Place'. The left sidebar is titled 'Rendering' and lists various rendering options. The 'Natural color' option is selected and circled in red. Below the list is a 'GENERATE' button. The main area displays a satellite image of a rural landscape with a river and fields. At the bottom of the image, there is a scale bar for '500 m' and a copyright notice for 'OpenStreetMap © Sentinel Hub'.

Rendering Options:

- Natural color** (Selected) - Based on bands 4,3,2
- Color Infrared (vegetation) - Based on bands 8,4,3
- False color (urban) - Based on bands 12,11,4
- Agriculture - Based on bands 11, 8, 2
- Vegetation Index - Based on combination of bands (B8 - B4)/(B8 + B4)
- Moisture Index - Based on combination of bands (B8A - B11)/(B8A + B11)
- Geology - Based on bands 12,4,2
- Bathymetric - Based on bands 4,3,1
- Atmospheric penetration - Based on bands 12,11,8A
- SWIR - Based on bands 12,8A,4
- NDWI - Based on combination of bands (B3 - B8)/(B3 + B8)
- SWIR-2,11,12 - Based on bands 2,11,12

500 m

OpenStreetMap © Sentinel Hub

17 octobre 2020, Sentinel-2

Image en fausses couleurs infrarouge

The screenshot shows the Sentinel Hub Playground interface. At the top, the date is 2020-10-17 and the zoom is 100%. The rendering menu on the left lists several options, with 'Color Infrared (vegetation)' selected and circled in yellow. The main view displays a satellite image where vegetation is rendered in bright red, while other features like fields and roads are in shades of brown and grey. A river is visible on the left side of the image.

Rendering | Effects

- Custom
- Natural color
Based on bands 4,3,2
- Color Infrared (vegetation)
Based on bands 8,4,3**
- False color (urban)
Based on bands 12,11,4
- Agriculture
Based on bands 11, 8, 2
- Vegetation Index
Based on combination of bands (B8 - B4)/(B8 + B4)
- Moisture Index
Based on combination of bands (B8A - B11)/(B8A + B11)
- Geology
Based on bands 12,4,2
- Bathymetric
Based on bands 4,3,1
- Atmospheric penetration
Based on bands 12,11,8A
- SWIR
Based on bands 12,8A,4
- NDWI
Based on combination of bands (B3 - B8)/(B3 + B8)
- SWIR-2,11,12
Based on bands 2,11,12

GENERATE

Get Sentinel and Landsat imagery in your GIS

500 m
OpenStreetMap © Sentinel Hub

17 octobre 2020, Sentinel-2

Image en fausses couleurs - agriculture



17 octobre 2020, Sentinel-2

Indice de végétation NDVI

L'application EO Browser permet l'affichage d'un gradient de couleur selon l'indice de végétation NDVI



Indice de végétation amélioré EVI

Le gradient de couleur de l'indice de végétation EVI avec EO Browser semble plus réaliste

The screenshot shows the EO Browser interface. At the top, it displays the language as 'FRANÇAIS' and the user 'Bonjour, Ghislain Poisson'. Below this are navigation buttons: 'Découvrir', 'Visualiser', 'Comparer', and 'Signets'. The main data selection area shows 'Jeux de données: Sentinel-2 L2A' and 'Afficher L1C'. The date is set to '2020-10-17'. A list of indices is shown on the left, with 'EVI' (Indice de végétation amélioré) highlighted with a red circle. Other indices include True Color, False color, NDVI, Barren Soil, Moisture Index, Moisture Stress, Agriculture, SAVI, and Personnalisé. At the bottom, there is a banner for the 'CLIMATE CHANGE CUSTOM SCRIPT CONTEST'.



Validations réalisées MAPAQ Montérégie

Automne 2020 et 2021

Respect des conditions du programme, en complément du constat de l'agronome :

- Absence de travail du sol avant l'arrivée de la neige
- Absence de récolte avant l'arrivée de la neige
- Vérification que les bonnes parcelles sont déclarées
- Vérification des superficies couvertes
- Vérification visuelle de la densité de la couverture végétale

Plus de 1200 parcelles vérifiées en 2020, plus de 1300 en 2021

En cas de doute, dans moins de 5 % des cas, une visite terrain était effectuée

Printemps 2022 : vérification de destruction des céréales d'automne semées à l'automne 2021

Suivi des cultures de couverture



Images Sentinel-2



Suivi des cultures de couverture



Valider et ajuster les superficies



Déclaré : 15,1 ha
Réellement semé : 11,6 ha



Déclaré : 7 ha
Réellement semé : 10,3 ha

Suivi des cultures de couverture

Vérifier l'absence ou la présence de récolte

Avoine-pois récolté



17 octobre ↙ ↘



8 novembre

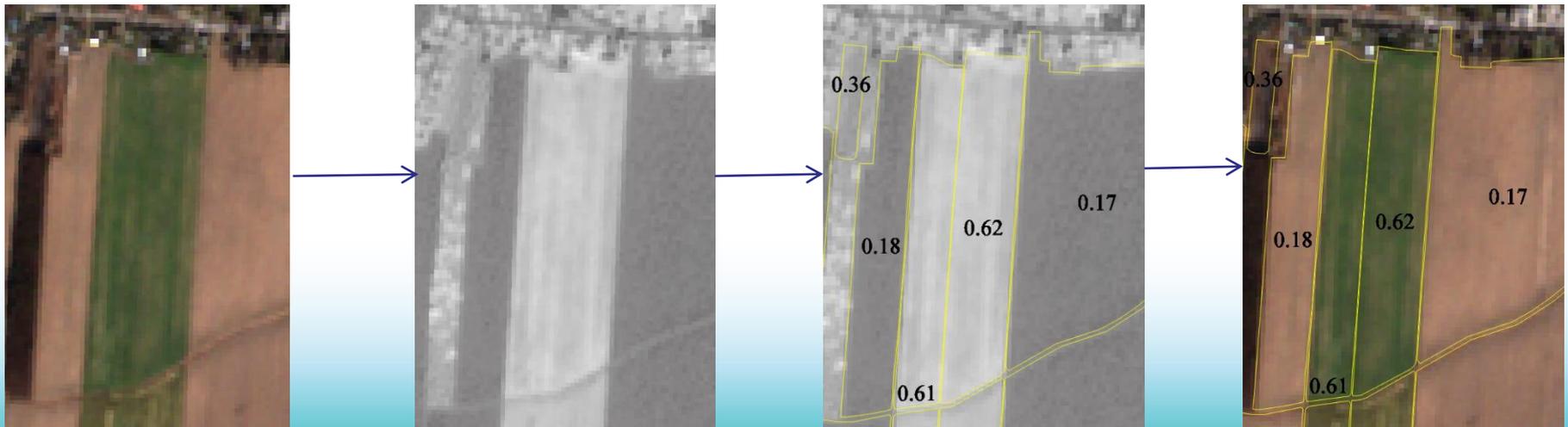


↙ ↘ 18 décembre



Traitement additionnel - NDVI

- L'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) est le plus connu et utilisé pour quantifier la densité de la végétation. Il requiert la bande spectrale rouge et infrarouge.
- Un logiciel géomatique permet de produire cet indice pour chaque pixel de 10 m pour une tuile complète de 110 km x 110 km.
- Avec cet indice, plus la valeur s'approche de 1, plus la végétation est dense. Plus elle est près de 0, plus la végétation est absente.
- Un autre traitement a été fait pour extraire la valeur moyenne NDVI pour chaque polygone de champs (FADQ) pour chaque date.



Exemple d'interprétation

Image Sentinel-2 avec indice de végétation (NDVI)



8 novembre 2020



18 décembre 2020

Validations réalisées MAPAQ Montérégie

Difficultés et limites rencontrées

- Couverture nuageuse dans la période ciblée
- Arrivée hâtive de la neige
- Présence des cultures intercalaires masquée par les résidus de récolte de maïs
- Lourdeur plus grande pour télécharger les différentes images et générer l'indice NDVI

Potentiel pour autres utilisations?

Exemple de la survie du blé automne



Image Sentinel-2 infrarouge

Image 30 avril 2022 d'un très beau champ de blé d'hiver



Photo du 26 avril 2022

Crédit : Stéphanie Mathieu, agr.

Survie du blé d'automne

Image du 30 avril 2022 d'un champ de blé d'hiver inégal



Vraies couleurs



Infrarouge



Agriculture



NDVI EO Browser



Indice EVI EO Browser



Photo du 26 avril 2022

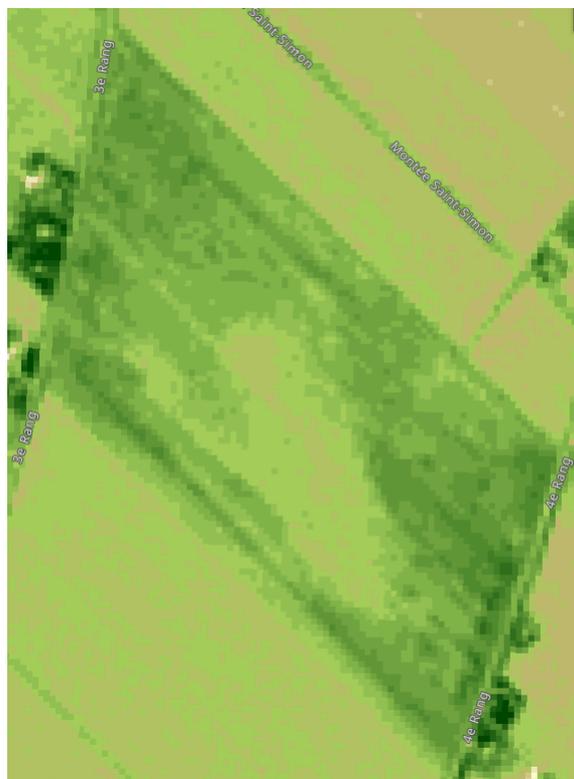
Crédit : Stéphanie Mathieu, agr.

Survie du blé d'automne

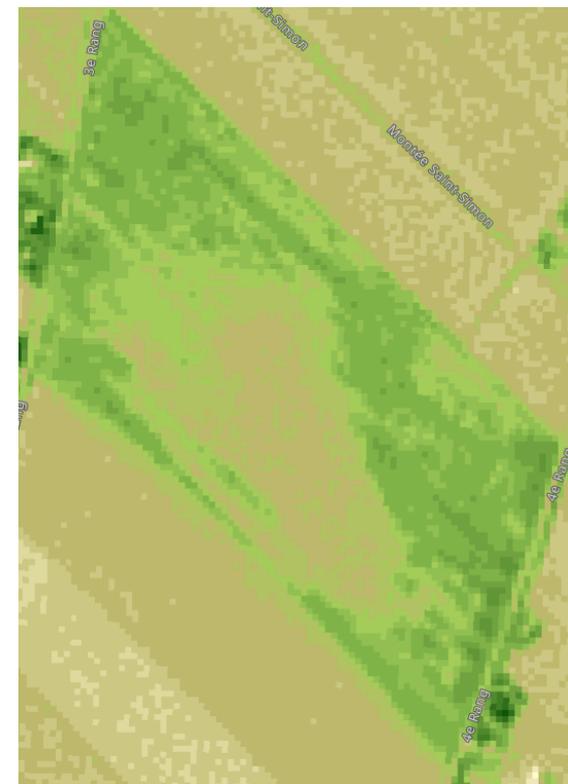
Image du 30 avril 2022 d'un champ de blé d'hiver inégal



Infrarouge



NDVI EO Browser



Indice EVI EO Browser
Sentinel-2 seulement

Suivi de l'uniformité des cultures



Vrais couleurs



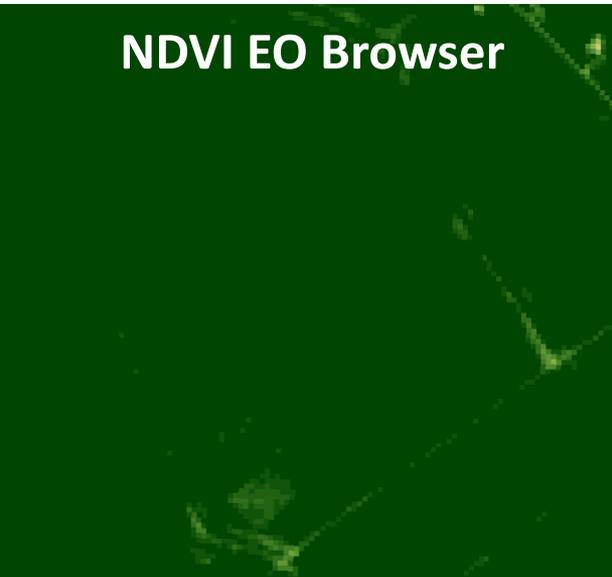
Infrarouge



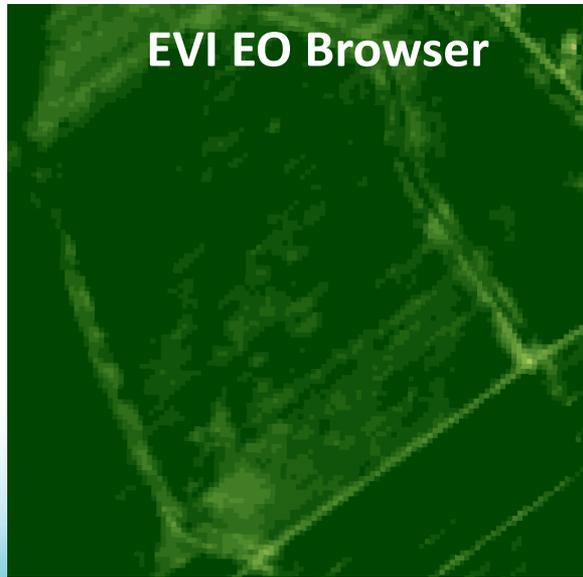
Image 9 juillet 2022

La version vraies couleurs redevient plus intéressante, EVI aussi

NDVI EO Browser



EVI EO Browser



Accès aux images satellites gratuitement



- Visionnement : <https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground/> (très simple et rapide)
- Visionnement avec plus de fonctionnalités : <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser> (recommandé si vous êtes à l'aise avec l'informatique, plus d'options disponibles si vous ouvrez un compte gratuit)
- Téléchargement Sentinel-2 : <https://scihub.copernicus.eu/dhus> (pour utilisateurs avancés de géomatique)
- Téléchargement Landsat 8-9 : <https://earthexplorer.usgs.gov> (pour utilisateurs avancés de géomatique)

Sentinel Playground



- Ouverture
- Changer le secteur visionné
- Changer la date de l'image visionnée
- Choisir un rendu différent
- Changer de collection d'images satellites
- Créer un favori pour utilisation future

EO Browser

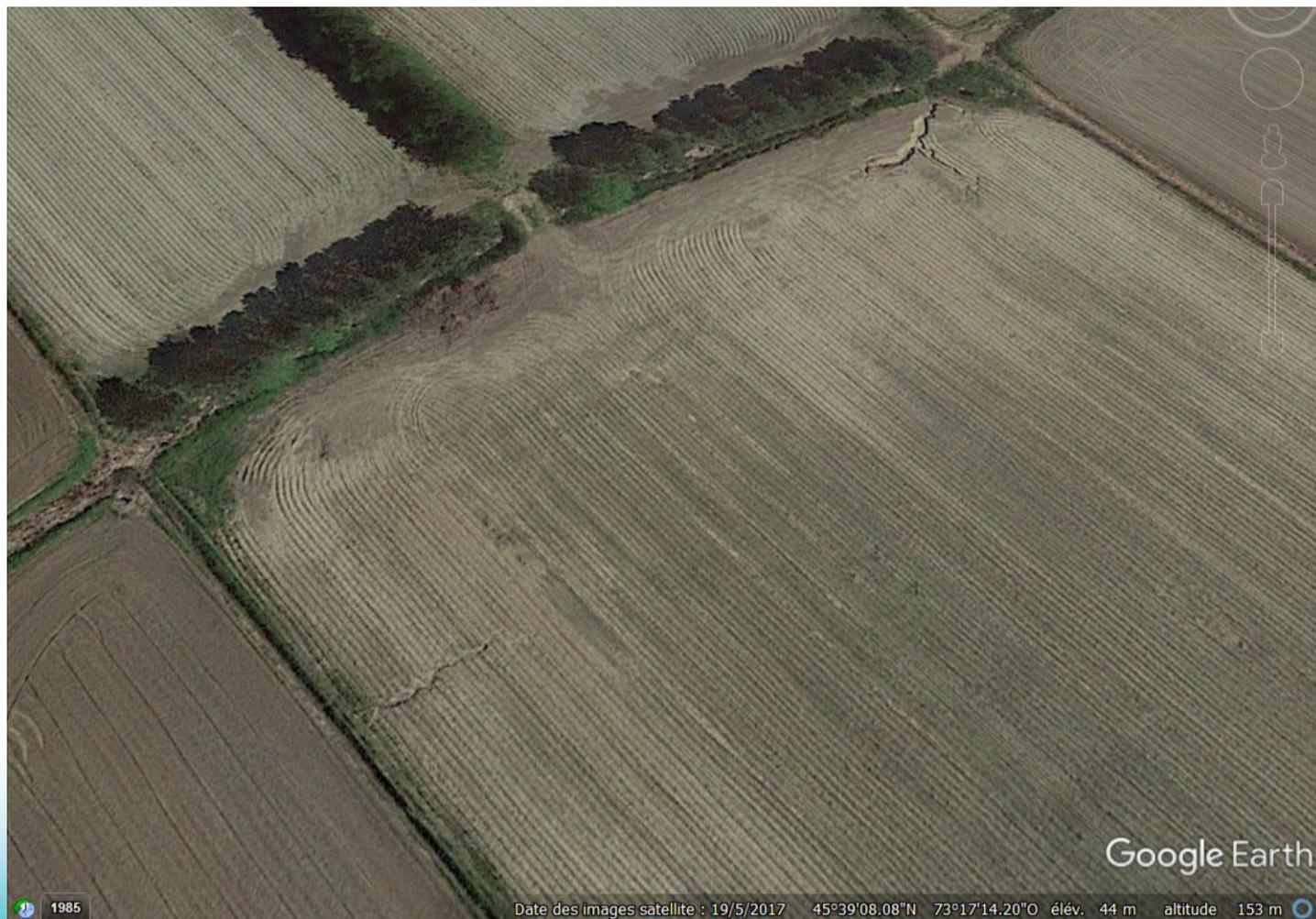


- Ouverture
- Changer la langue de l'application
- Changer le secteur visionné
- Choisir le type et la date de l'image visionnée
- Choisir un rendu d'image différent
- Analyse du NDVI par polygone ou par marque
- Ouvrir un compte pour débloquer les fonctions avancées
 - Faire des mesures de longueur et de superficies
 - Produire des extraits d'images, géoréférencées ou non
 - Produire un défilement d'images
 - Charger ses propres polygones à l'écran

Autres sources d'images satellites gratuites

- Google Earth Pro : installer le programme sur ordinateur pour une grande variété d'images satellites

Image
19 mai 2017



Autres sources d'images satellites gratuites

- World imagery wayback :
<https://livingatlas.arcgis.com/wayback>

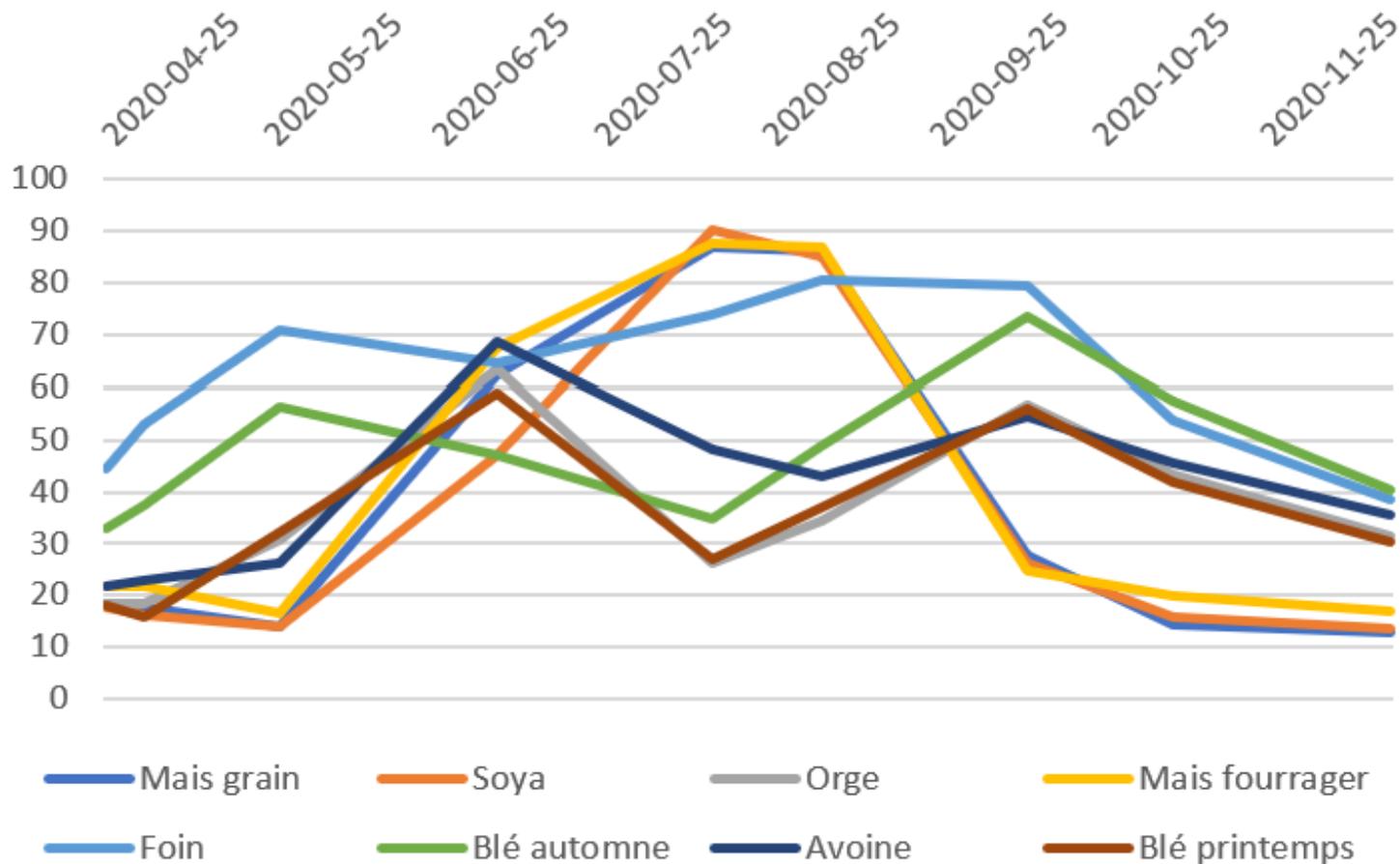


Esri Community Maps Contributors, Esri Canada, Esri, HERE, Garmin, SafeGraph, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS, EPA, NPS, US Census Bureau, USDA, NRCan, Parks Canada

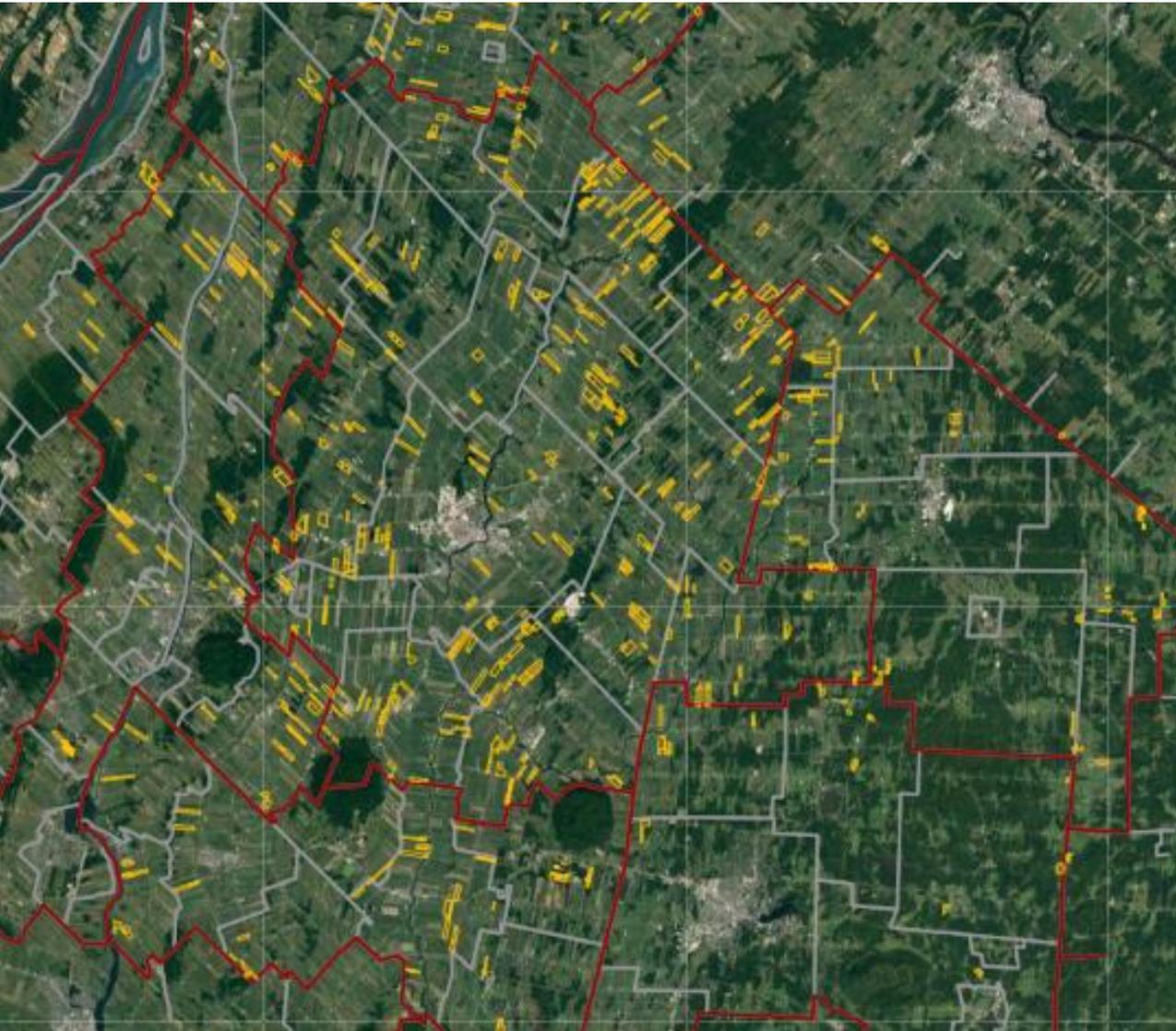
Image Digital Globe
du 27 mai 2013
montrée dans une
mosaïque mondiale
de juin 2017
(World imagery map)

Exemple d'analyse locale avec NDVI

Évolution du NDVI selon le type de culture



Projet en cours



Cultures de couverture 2021

1200 parcelles
subventionnées avec table
d'attributs et extraction de
valeurs NDVI de différentes
dates

Analyse agronomique
groupée (par date de semis
par exemple)

Développements futurs?



- Suivi des bonnes pratiques agroenvironnementales
 - (ex. : couverture des sols - projet CartÉcos IRDA)
- Suivi des essais au champ
- Délimitation automatisée des parcelles
- Suivi des prairies et pâturages
- Amélioration des estimations de rendement

Conclusion

L'exploration des possibilités des images satellites par les producteurs et conseillers agricoles ne fait que commencer

Plus on apprend à utiliser ces nouveaux outils, plus on va découvrir de nouvelles façons de s'en servir

On peut s'attendre à voir l'intelligence artificielle liée aux images satellites se développer

N'hésitez pas à me faire part de vos trouvailles!
ghislain.poisson@mapaq.gouv.qc.ca

Merci!

Sentinel Playground – Aide-mémoire

- Dans votre navigateur internet (Microsoft Edge, Google Chrome ou Mozilla Firefox), entrer l'adresse <https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground/> ou chercher « Sentinel playground » dans Google. Par défaut, la vue affichée est la ville de Madrid en Espagne et seulement les images Sentinel-2 sont affichées.
- **Pour changer le secteur visionné**
Dans la boîte « Go to place » en haut à droite, taper le nom d'une municipalité et choisir l'endroit souhaité dans la liste défilante offerte. Vous pouvez aussi déplacer la vue en dézoomant avec la roulette de la souris, en déplaçant le secteur visionné avec la souris et en zoomant à nouveau sur le secteur d'intérêt.

Sentinel Playground – Aide-mémoire

- **Pour changer la date de l'image visionnée**

Cliquer sur le petit calendrier à droite de « Sentinel Playground » en haut à gauche. Lorsqu'une image existe pour une date donnée, un rond gris entoure cette date. Si vous laissez votre curseur une petite seconde sur une date grisée, le pourcentage de couverture nuageuse de cette image sera indiqué (Cloud coverage). Vous pouvez aussi cliquer sur l'icône du petit nuage pour modifier les choix de dates d'images (par défaut, les images avec 0 à 100 % de nuages seront offertes, ça peut être préférable de baisser à 50-70 % pour perdre moins de temps).

- **Pour choisir un rendu d'image différent**

À gauche, vous avez le choix entre différents affichages produits avec la même image. L'affichage des vraies couleurs (Natural color) ou composite infrarouge (Color infrared) sont les plus utiles.

Sentinel Playground – Aide-mémoire

- **Pour changer de collection d'images satellites**

En haut à droite, cliquer sur le petit satellite.

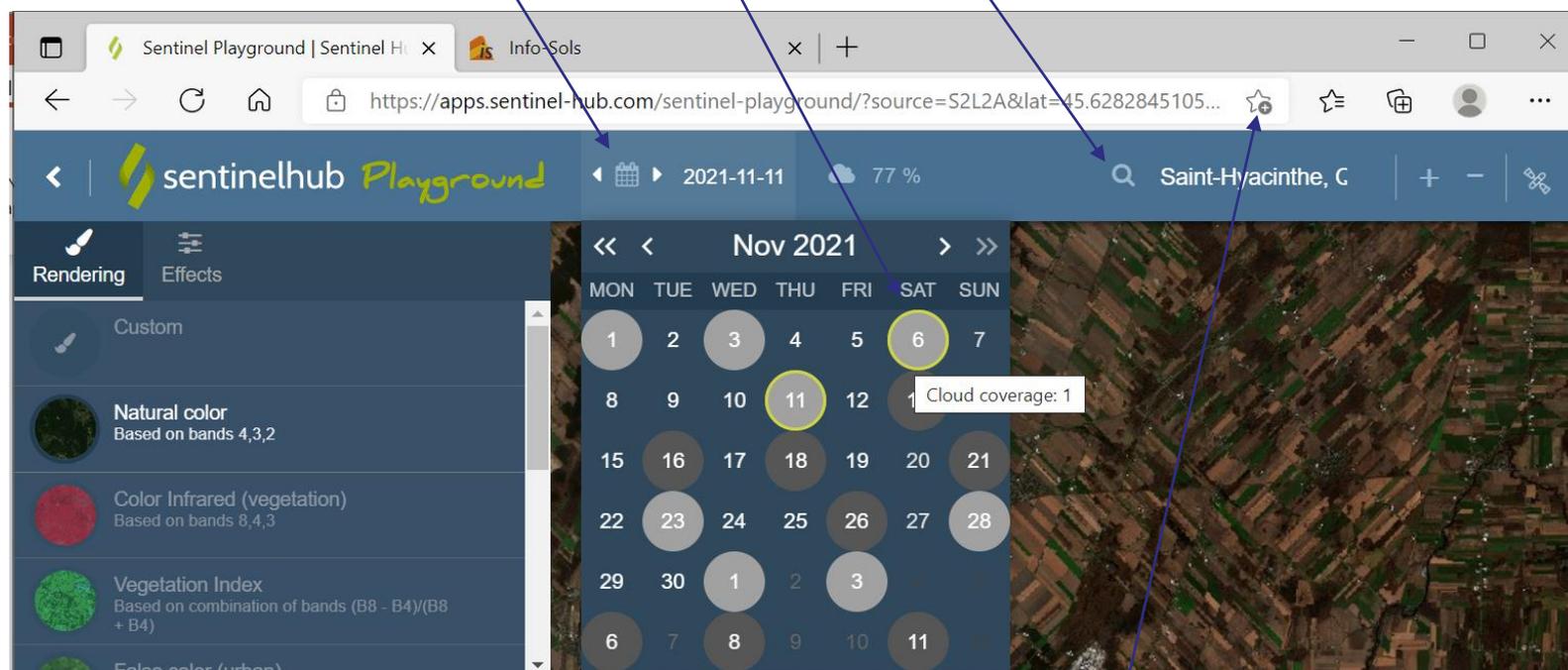
- Si vous choisissez « Sentinel-2 L1C », vous aurez la possibilité d'afficher une version d'image non ajustée pour les conditions atmosphériques et aussi d'afficher la couche « Agriculture », qui peut être utile dans certains cas.
- Si vous choisissez « Landsat 8-9 », une collection d'images différentes et de types de rendus seront accessibles. Étant donné la plus faible résolution, ces images paraissent un peu plus floues.

- **Pour créer un favori avec une vue locale et une image claire**

Choisir une date récente qui est dépourvue de nuages. Dans le menu de votre navigateur Web, ajouter cette page à vos favoris pour revenir à cette vue initiale les prochaines fois que vous l'utiliserez.

Sentinel Playground – Aide-mémoire visuel

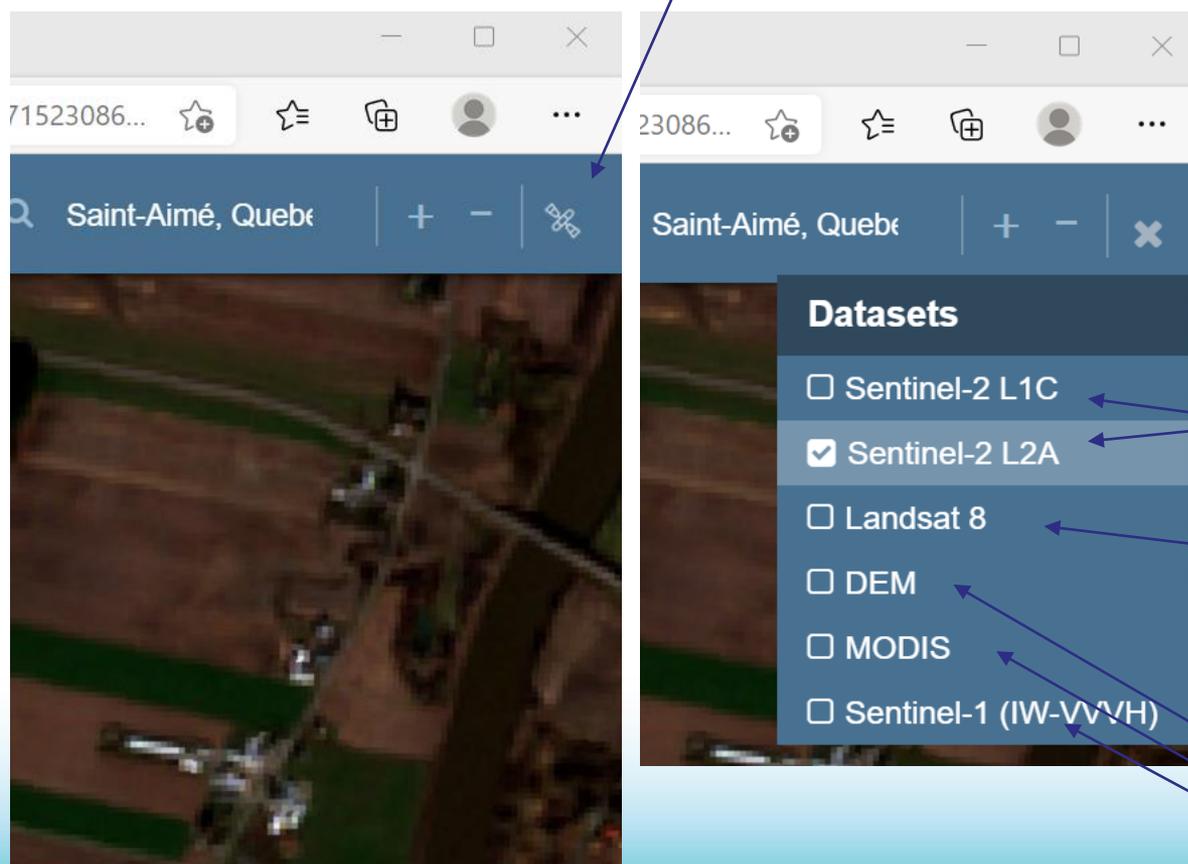
- Ouvrir <https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground/>
- Entrer un lieu central de votre territoire de travail
- Choisir une date d'image récente sans nuage :



- Enregistrez cette page dans les favoris de votre navigateur Web

Sentinel Playground – Aide-mémoire visuel

- Des images différentes peuvent être visionnées



Mêmes images mais couches thématiques différentes. Les corrections atmosphériques pour L2A rendent les images plus claires.

Autres images NASA moins détaillées et moins fréquentes, mais 2^e satellite depuis 2021.

Non recommandé pour suivi des cultures.

Sentinel Playground – Aide-mémoire visuel

- Centrer le site d'intérêt et zoomer en utilisant la roulette de la souris

The screenshot displays the Sentinel Playground web application interface. At the top, the browser address bar shows the URL: <https://apps.sentinel-hub.com/sentinel-playground/?source=S2L2A&lat=45.8771025133...>. The application header includes the Sentinel Hub logo, the date 2021-11-11, a weather icon showing 77% cloud cover, and the location Saint-Aimé, Québec. On the left, a sidebar menu is open under the 'Rendering' tab, listing several visualization options: 'Custom', 'Natural color' (Based on bands 4,3,2), 'Color Infrared (vegetation)' (Based on bands 8,4,3), 'Vegetation Index' (Based on combination of bands (B8 - B4)/(B8 + B4)), and 'False color (urban)'. A 'GENERATE' button is located at the bottom of this menu. The main area of the application shows a satellite image of a rural landscape with agricultural fields and a road. A scale bar in the bottom right corner indicates 300 meters.

EO Browser – Aide-mémoire

- Dans votre navigateur Internet (Microsoft Edge, Google Chrome ou Mozilla Firefox), entrer l'adresse <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/> ou chercher « EO Browser » dans Google. Par défaut, la vue affichée est la ville de Rome en Italie et un fond de carte géographique est affiché.
- **Pour changer la langue de l'application**
En haut à gauche, il y a un menu déroulant à droite de « EO Browser », sélectionner « Français ».

EO Browser – Aide-mémoire

- **Pour changer le secteur visionné**

Dans la boîte « Aller au lieu » en haut à droite, taper le nom d'une municipalité et choisir le bon endroit dans la liste défilante offerte. Vous pouvez aussi déplacer la vue en dézoomant avec la roulette de la souris, en déplaçant le secteur visionné avec la souris et en zoomant à nouveau sur le secteur d'intérêt.

- **Pour choisir le type et la date de l'image visionnée**

Aller dans l'onglet « Rechercher » dans la partie à gauche de la carte. Choisir vos sources de données (Sentinel-2, Landsat 8-9 ou autres), défiler cet onglet vers le bas pour choisir une période souhaitée de survol et cliquer sur le bouton « Rechercher » plus bas. L'ensemble des images existantes pour le secteur seront affichées avec une imagerie d'aperçu, et vous pourrez en choisir une qui vous intéresse.

EO Browser – Aide-mémoire

- **Pour choisir un rendu d'image différent**

À gauche, vous avez le choix entre différents affichages produits avec la même image. L'affichage des vraies couleurs (True color), composite infrarouge (False color) et l'indice de végétation NDVI sont les plus utiles. Lorsqu'on démarre la recherche d'image, si on choisit le thème « Agriculture » dans la liste défilante, les choix de rendu « EVI » (indice de végétation amélioré) et « Agriculture » s'ajouteront aux choix d'affichage.

- **Pour démarrer le tutoriel**

Cliquer sur le **i** en haut à droite pour faire le tour des fonctions de l'application.

EO Browser – Aide-mémoire

- **Pour extraire les données NDVI d'une parcelle**

En haut à droite, cliquer sur l'icône . De nouvelles icônes apparaissent à gauche, il faut choisir l'icône . Ensuite, il faut cliquer sur l'image en vraies couleurs pour débiter la création du polygone et à chaque extrémité du polygone désiré, puis sur le premier point créé pour compléter le polygone. Pour l'extraction des valeurs de NDVI, il est préférable de créer un polygone un peu plus petit que la limite de la parcelle. Ensuite, choisir le rendu NDVI plutôt que vraies couleurs, et cliquer sur l'icône  située à gauche de ces icônes  . Le résultat s'affiche après un petit délai. Il est préférable de filtrer les images nuageuses en glissant la barre en haut à droite vers la valeur 0 %. Par défaut, les valeurs extraites sont dans le mois précédant la date d'image choisie, mais il est possible de modifier pour 3 mois, 6 mois, 1 an, 2 ans ou 5 ans. Il est aussi possible de produire un histogramme des valeurs présentes dans le polygone en cliquant sur  à droite sous l'icône .

EO Browser – Aide-mémoire

- **Pour ouvrir un compte gratuit et débloquer les fonctions avancées**
Cliquez sur « Inscription gratuite » en bas à gauche et remplissez le formulaire. Par la suite, votre courriel et votre mot de passe permettront de vous connecter de manière plus complète et de bénéficier des fonctions suivantes :
 - Faire des mesures de longueur et de superficies
 - Produire des extraits à haute résolution non géoréférencés
 - Produire des extraits géoréférencés
 - Produire un défilement d'images de différentes dates (timelapse)
 - Charger vos polygones dans la fenêtre de visionnement

EO Browser – Aide-mémoire

- **Pour faire des mesures de longueur et de superficies**

En mode connecté, cliquer sur la petite règle à droite de la fenêtre de visionnement, cliquer sur l'image au début de l'élément à mesurer, puis cliquer pour créer de nouveaux sommets. La longueur de la ligne et la superficie du polygone créé se mettent à jour en continu. Double-cliquer pour compléter la mesure et cliquer sur « X » pour effacer le tracé mesuré.

- **Pour charger ses propres polygones à l'écran**

En mode connecté, cliquer sur l'icône en forme de pentagone en haut à droite, puis dans le menu qui apparaît, cliquer sur « charger des données ». Cliquer sur la boîte « Déposez un fichier ... » et sélectionner un fichier de format compatible dans votre ordinateur. À noter que seulement des polygones peuvent être téléchargés (pas de points ni de lignes). Le format KML produit par Info-sols est notamment compatible.

EO Browser – Aide-mémoire

- **Pour produire des extraits à haute résolution (images non géoréférencées)**
En mode connecté, cliquer sur l'icône « Télécharger l'image » à droite de l'écran de visionnement. Choisir dans la boîte qui s'affiche l'option « Impression haute résolution », ajouter une description si désirée, choisir le format d'image et la résolution souhaitée, puis cliquer sur « Télécharger ». Ce type d'extrait fonctionne bien en plein écran, en l'absence d'un polygone de découpage.
- **Pour produire des extraits géoréférencés**
En mode connecté, cliquer sur l'icône « Télécharger l'image » à droite de l'écran de visionnement. Choisir dans la boîte qui s'affiche, l'option « Analytique », choisir un format d'image géoréférencé, choisir la résolution d'image, le système de coordonnées et la couche souhaitée, puis cliquer sur « Télécharger ». Le format KMZ/JPG est intéressant, car il peut ensuite être importé directement dans Google Earth sur un ordinateur ou sur un appareil mobile. Ce type d'extrait fonctionne bien avec ou sans polygone de découpage.

EO Browser – Aide-mémoire

- **Pour produire un défilement d'images de différentes dates (timelapse)**
En mode connecté, choisir le type de rendu qui vous intéresse et cliquer sur l'icône « Créer un Timelapse » à droite de l'écran de visionnement. Centrer la zone désirée, ce qui peut demander de réduire la fenêtre de gauche afin de voir toute la zone de saisie. Cliquer au centre du carré bleu sur le triangle entouré d'un rond bleu. Dans la nouvelle fenêtre, choisir les dates de début et de fin, la fréquence des images, la couverture nuageuse maximale et cliquer sur « Tout sélectionner ». Enlever les images non désirées en les désélectionnant, puis cliquer sur « Télécharger » en bas à droite.