QGIS

Modélisation graphique

Module d’approfondissement



Objectifs du cours **3**
Maya Mielena **3**
Critères de sélection des emplacements adaptés aux abeilles **4**
Du processus de travail au modèle – une approche facilement reproductible et adaptable **4**
Le Model Designer **5**
Projet QGIS **7**
Données 7
Modèles 7
Modèle OSM **7**
Modèle de sélection des sites appropriés **8**
Cours d'eau 8
Espaces naturels 12
Accessibilité 13
Assembler les modèles 13
Analyse de raster (MNT) **16**
Pente 16
Zones ensoleillées 17
Partie facultative 1 : calcul du NDVI 20
Partie facultative 2 : reclassification NDVI 26
Intersection de tous les résultats 30

Objectifs du cours

À l'issue de ce cours, vous serez en mesure d'utiliser le *Graphical Model Designer de QGIS* pour transformer une chaîne de traitements de données géographiques en modèles reproductibles et adaptables. Vous apprendrez à créer vos propres modèles, à les exécuter et à les utiliser comme outils de traitement.

Maya Mielena

Bienvenue à ce cours consacré au Graphical Model Designer de QGIS. Afin d'illustrer quelques workflows intéressants, nous allons vous raconter une histoire : celle de Maya et de ses abeilles. Les personnages et les événements sont fictifs. Pour rendre l'histoire plus captivante, nous nous sommes peut-être laissés emporter ici et là. Nous espérons que vous nous pardonnerez les éventuelles imprécisions et libertés artistiques, en particulier s'il y a des apiculteurs ou des apicultrices parmi les participants.



Voici Maya Mielina.

Au cours de sa carrière, Maya a travaillé comme spécialiste SIG à Zurich. Elle est désormais à la retraite et s'est retirée dans son village natal, Lavertezzo. Enfant, elle aidait sa grand-mère à s'occuper de ses ruches, et elle commence aujourd'hui à réaliser son rêve de longue date en devenant apicultrice amateur. Depuis un certain temps, elle utilise QGIS pour planifier et documenter son activité apicole. Elle a constaté des changements dans son cheptel apicole dus aux effets du changement climatique, et les récentes inondations ont entraîné la perte de certaines ruches. C'est pourquoi Maya collabore avec l'ETH Zurich afin de développer une méthodologie permettant d'identifier les emplacements les plus adaptés aux abeilles – tant à court terme qu'à long terme –, en tenant compte des changements potentiels des conditions environnementales.

Critères de sélection des emplacements adaptés aux abeilles

Les abeilles sont des animaux relativement résistants. Cependant, certains critères doivent être remplis pour qu'une abeille puisse récolter une quantité suffisante de pollen et de nectar pour la ruche. Voici une liste des critères qui devraient être respectés :

1. **Distance par rapport à l'eau :** une abeille ne devrait pas avoir à parcourir plus d'un kilomètre pour aller chercher de l'eau (elle peut parcourir de plus longues distances, mais cela lui nuit à long terme). Toutefois, afin de tenir compte d'un **risque** potentiel **d'inondation**, les ruches devraient être situées à au moins 100 mètres des cours d'eau.
2. **Espaces naturels :** les abeilles ont besoin d'habitats proches de la nature. Ceux-ci doivent en outre être suffisamment vastes pour accueillir une ruche complète, soit au moins 500 m².
3. **Accessibilité / Transport :** les abeilles n'aiment pas être déplacées. Nous souhaitons également que les ruches soient facilement accessibles en voiture pour tout transport de matériel. La distance par rapport à une route ne doit pas dépasser 150 mètres.
4. **Topographie :** nous ne souhaitons pas installer les ruches dans des zones très escarpées ; la pente ne doit donc pas dépasser 25 degrés.
5. **Les abeilles ont besoin de soleil :** les ruches doivent donc être installées dans des endroits exposés du sud-est au sud-ouest.
6. Facultatif : la **végétation** environnante doit être **vigoureuse** afin que les abeilles puissent effectivement butiner suffisamment de pollen.

Du processus de travail au modèle – une approche facilement reproductible et adaptable

Afin de rendre la méthodologie **applicable à différents sites** et de permettre une reproduction rapide de l'analyse avec **des paramètres adaptés**, Maya a transformé le processus de travail en un **modèle** à l'aide du QGIS Model Designer.

Remarque : les captures d'écran des résultats intermédiaires de ce script concernent Mostar (Bosnie-Herzégovine), ce qui ne doit pas vous induire en erreur 🙂.



Le Model Designer

Le Model Designer est accessible depuis la boîte à outils de QGIS. Grâce à une interface conviviale, il permet de créer des modèles simples ou complexes afin d'optimiser les flux de travail et de les rendre plus efficaces (voir illustration ci-dessous).

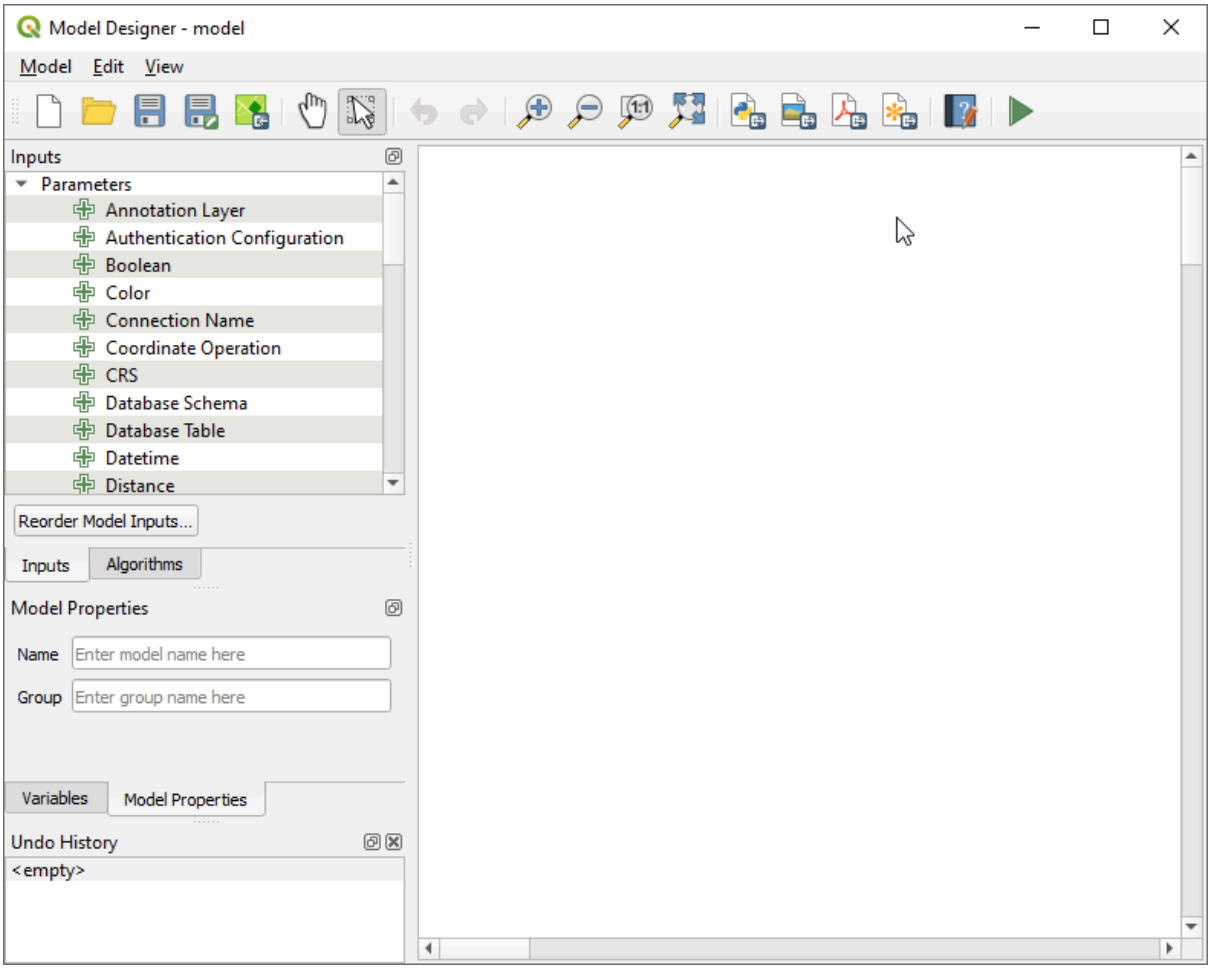


Illustration : l'interface graphique du Model Designer dans QGIS

Vous devez tout d'abord donner un nom à votre modèle. Si vous souhaitez créer ultérieurement plusieurs modèles pour différents projets, vous pouvez également les organiser en groupes. Lorsque vous ouvrez et exécutez vos modèles via la boîte à outils, ils sont regroupés en conséquence, ce qui facilite leur recherche et leur gestion.

En haut de l'interface utilisateur se trouve la barre de navigation, qui vous permet d'enregistrer votre modèle et de naviguer à l'intérieur de celui-ci. Il existe différentes façons d'exporter un modèle, par exemple sous forme de code Python. Si vous avez des connaissances en programmation, vous pourrez ainsi adapter davantage le modèle à vos besoins ultérieurement.

Pour créer un modèle, deux éléments sont nécessaires :

- **Paramètres d'entrée :** ceux-ci sont ajoutés via le panneau des entrées.
- **Algorithmes de traitement :** ceux-ci sont ajoutés via le panneau de la boîte à outils. À quelques exceptions près, presque tous les algorithmes de traitement peuvent être utilisés au sein des modèles.

Vous trouverez également de plus amples informations sur le Model Designer dans la documentation de QGIS.

Paramètres d'entrée

L'illustration suivante montre un exemple de dialogue d'algorithme. Pour la couche d'entrée, vous pouvez définir lequel des paramètres répertoriés ci-dessous doit être utilisé.

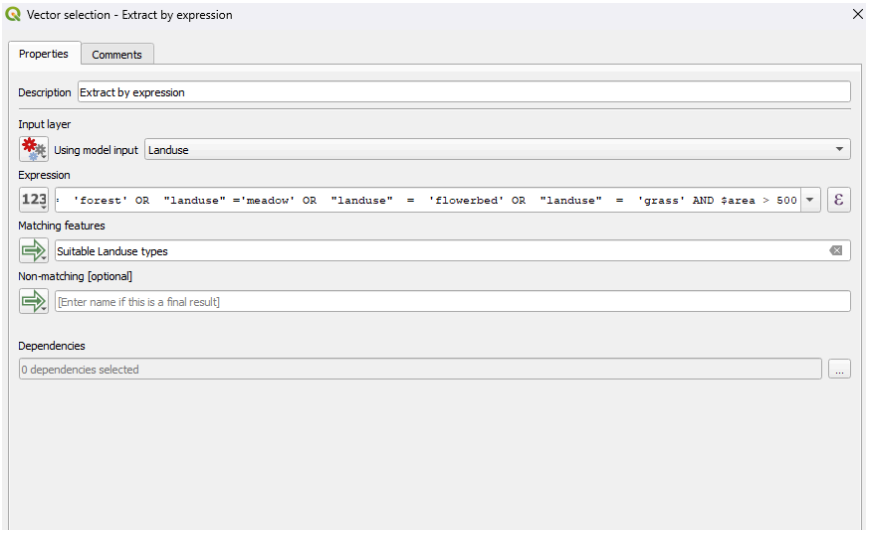


Illustration : exemple d'un dialogue d'algorithme de traitement QGIS dans le Model Designer

- **Valeur** : vous permet d'attribuer une valeur statique au paramètre. En fonction du type de paramètre, vous pouvez par exemple saisir un nombre ou une chaîne de caractères, ou sélectionner des couches chargées dans le projet QGIS ou à partir d'un dossier, entre autres…
- **Valeur précalculée** : ouvre le générateur d'expressions et vous permet de définir une expression pour remplir le paramètre. L'expression est calculée avant l'exécution du processus principal.
- **Entrée du modèle** : permet d'utiliser une entrée qui a été ajoutée au modèle en tant que paramètre.
- **Sortie d'algorithme** : la sortie d'un autre algorithme peut également être attribuée en tant qu'entrée.

Paramètres de sortie

Un paramètre de sortie du modèle peut disposer des mêmes options que les paramètres d'entrée.

Dépendances

Pour définir l'ordre d'exécution des modèles, un algorithme parent peut être attribué à chaque algorithme.

Projet QGIS

Données

Pour ce cours, vous aurez besoin de quelques jeux de données :

- osm_data.gpkg
- DEM_90m_cropped.tif
- 2 tuiles d'images satellite Sentinel-2 (T32TNS_20260912T102019_B04_10m.jp2, T32TNS_20260912T102019_B08_10m.jp2)

Modèles

- OSM_importer.model3
- waterways.model3
- DEM.model3
- NDVI.model3
- ndvi_reclassification.model3

Maya utilise le logiciel SIG open source QGIS.

→ Lancez un nouveau projet QGIS. Nous commençons par ajouter une carte de fond. Dans le panneau de navigation, vous pouvez ensuite accéder au *répertoire racine du projet* et localiser tous les jeux de données.
→ Enregistrons le projet et plaçons également les jeux de données et les modèles dans le même dossier.

Extension de plugin (OSM Place Search)

Pour identifier facilement la zone de votre projet, Maya utilise le plugin OSM Place Search.
→ Allez dans **Plugins > Gérer et installer les plugins… >** et recherchez *OSM Place Search*. Vous pouvez ensuite saisir votre zone d'intérêt (par exemple, une commune) et l'ajouter au projet en tant que couche (temporaire).

Modèle OSM

Maya a eu la chance de pouvoir s'appuyer sur un modèle existant qui convertit les données brutes OSM en couches d'objets génériques, qu'elle peut ensuite intégrer à sa méthodologie. Maya est une fervente défenseuse des données ouvertes. Les données brutes OSM pourraient également être récupérées via le plugin ***Quick OSM****.*

→ Commençons par intégrer le modèle dans notre environnement de projet.

Accédez à la boîte à outils. L'icône  correspond à l'icône des modèles. Cliquez sur **Ouvrir un modèle existant**, accédez au répertoire correspondant et importez le fichier *OSM_importer.model3* dans votre projet.

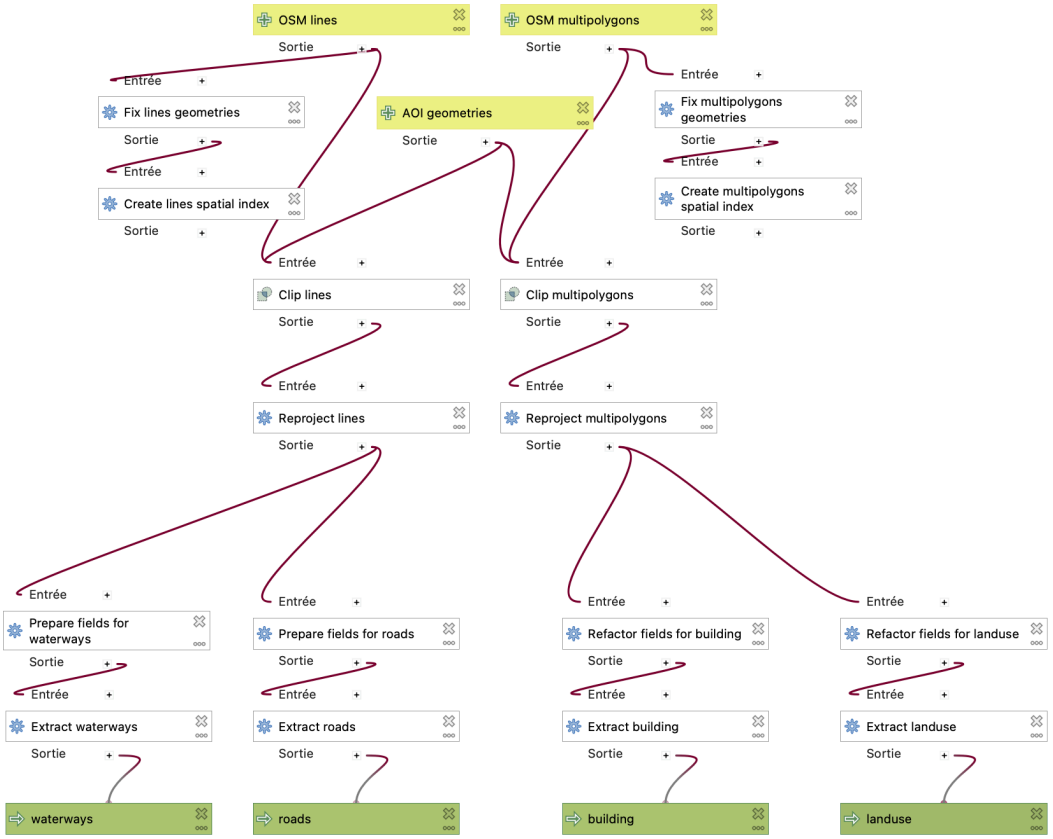


Illustration : modèle OSM préparé

Ce modèle contient trois paramètres d'entrée et quatre couches de sortie, ainsi que 16 étapes de traitement. Nous commençons par corriger les éventuelles erreurs géométriques dans les données brutes OSM et créons des index spatiaux afin d'améliorer les performances. Ensuite, les données sont recadrées sur une zone d'intérêt (AOI = area of interest) et reprojetées dans le système de coordonnées souhaité. Enfin, nous extrayons les types d'objets requis et leurs champs correspondants en vue d'une analyse plus approfondie.

→ Lançons le modèle en cliquant sur l'icône ▶. Le logiciel vous demandera les trois couches d'entrée, que nous sélectionnerons dans l'ensemble de données fourni osm.gpkg.

C'est fait ! Maya dispose désormais de toutes les données de base essentielles dont elle a besoin pour appliquer sa méthodologie.

Modèle de sélection des sites appropriés

Cours d'eau

Revenons sur les critères. Les abeilles ont besoin d'un accès à l'eau. Maya commence par créer une zone tampon autour des plans d'eau existants afin de s'assurer que les sites ne sont pas trop éloignés de la source d'eau la plus proche.

→ Ouvrez un nouveau modèle et donnez-lui un nom.

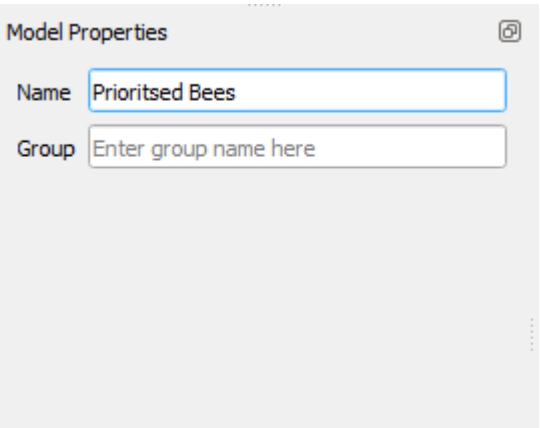


Illustration : paramètres du modèle

→ Ajoutez un paramètre d'entrée nommé *cours d'eau* et définissez le type de géométrie. Dès que vous cliquez sur **OK**, celui-ci apparaît dans l'interface utilisateur du Model Designer.

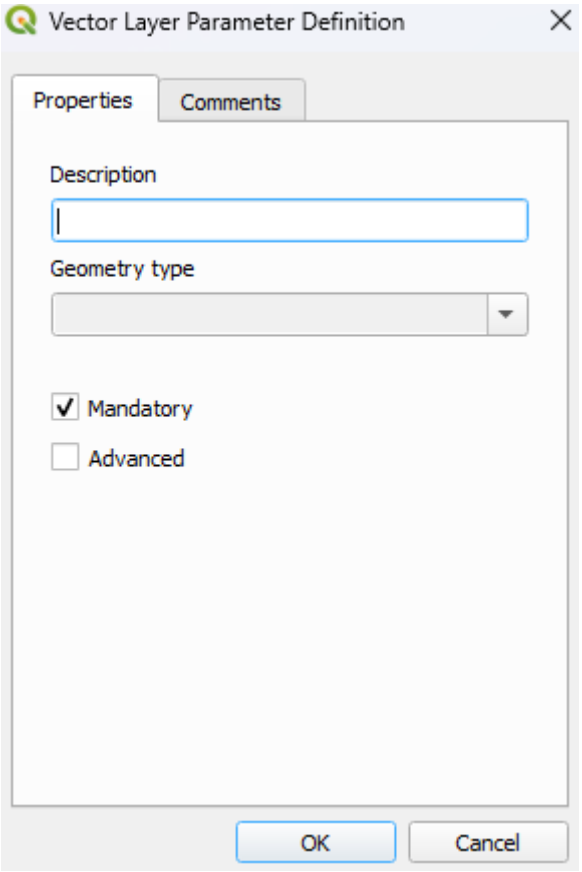


Illustration : création d'un paramètre d'entrée

Nous souhaitons maintenant ajouter l'outil **Tampon** au modèle.

→ Recherchez l'outil **Tampon** dans la boîte à outils. Double-cliquez pour ouvrir le dialogue. Nous allons l'adapter à nos besoins.



Illustration : dialogue de l'algorithme de zone tampon

→ Définissez la couche source comme **Entrée du modèle** et sélectionnez les *cours d'eau.*
→ Nous définissons d'abord une valeur prédéfinie pour la **distance**, mettez 1000.

Nous souhaitons également décomposer le résultat afin de pouvoir travailler ultérieurement avec un seul élément. Nous mettons donc le paramètre **Regrouper le résultat** sur *Oui*. Comme type de sortie, nous pouvons saisir un nom, par exemple : *coursdeau_tampon_1km*. Cliquez sur **OK**.

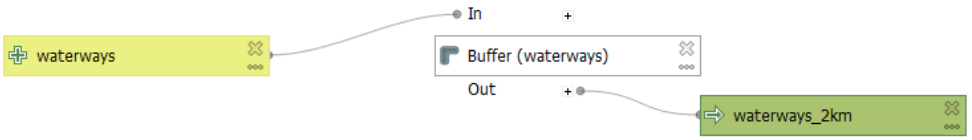


Illustration : premier modèle simple avec une entrée, une étape de traitement et une sortie

La couche de sortie est ainsi chargée en tant que couche temporaire dans la fenêtre principale de QGIS. Si vous exécutez maintenant le modèle, cela correspond à l'outil de traitement *Tampon* que vous connaissez déjà. Mais attention : les zones adaptées aux ruches doivent aussi se trouver à au moins 100 mètres des cours d'eau.

→ Pour cela, il suffit de copier l'étape de traitement de la zone tampon (à l'aide de Ctrl+C et Ctrl+V), mais en définissant cette fois-ci la distance de la zone tampon sur 100 m.

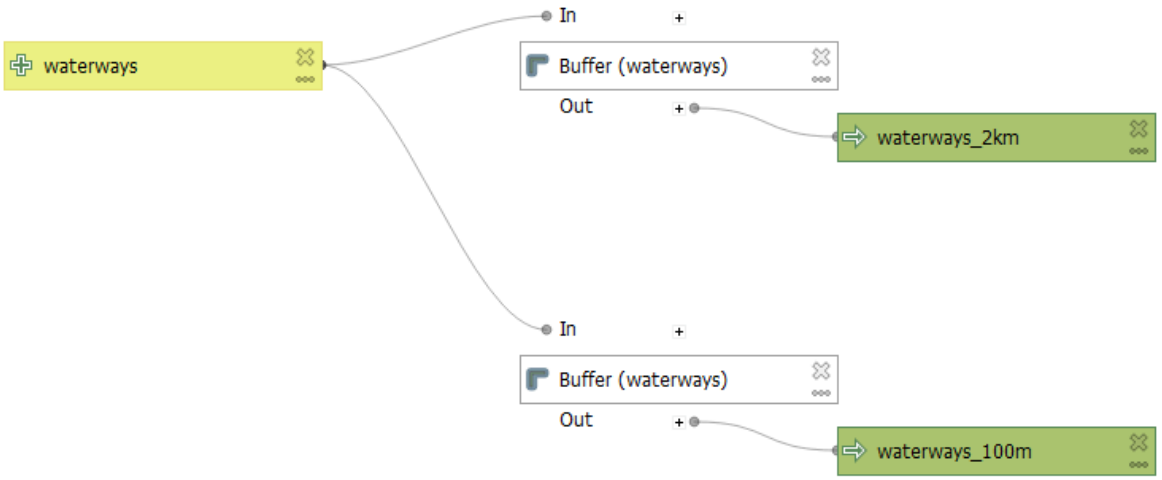


Illustration : interface utilisateur avec les deux outils de zone tampon.

Pour exclure la zone tampon de 100 m des emplacements appropriés, nous ajoutons une étape supplémentaire à notre modèle : l'algorithme de **Différence**. Cette fois-ci, nous pouvons utiliser directement les résultats des deux étapes de traitement des zones tampons. Si vous le souhaitez, vous pouvez également définir des dépendances pour cette étape ; cela n'est toutefois pas nécessaire ici.



Illustration : outil de traitement Différence

Essayons maintenant d'exécuter le modèle. Waouh ! Ça a l'air bien. Nous avons réussi à créer notre premier modèle.

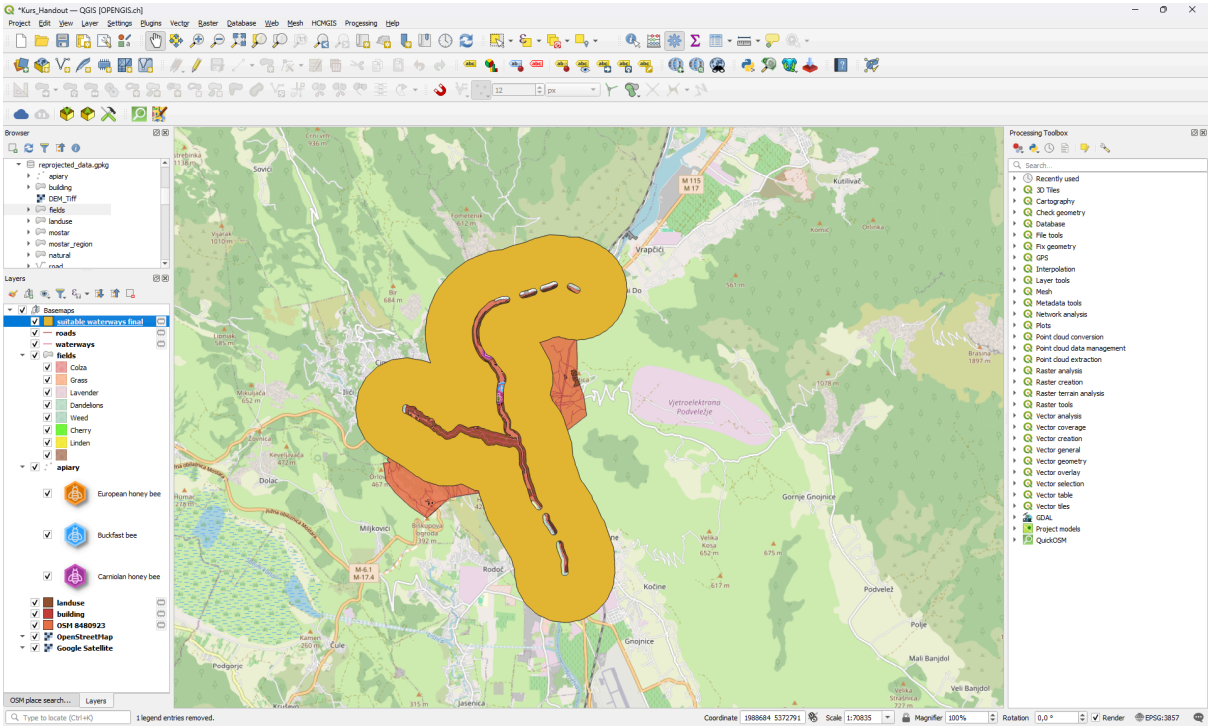


Illustration : résultats des emplacements situés à une distance appropriée des cours d'eau

Espaces naturels

Maya sait que les abeilles ont besoin d'espaces naturels. Les bandes fleuries, les prairies extensives, les vergers traditionnels ou les lisières de forêt clairsemées constituent, par exemple, des formes d'occupation du sol particulièrement adaptées. De plus, la superficie doit être suffisamment grande pour accueillir une ruche entière. La couche ***landuse*** *contient à ce sujet quelques informations précieuses (quoique fortement simplifiées…).*

La couche *landuse* comporte plus de 10 catégories, mais les abeilles ne peuvent tirer profit que de certaines d'entre elles. Nous allons créer un modèle qui sélectionnera les types d'occupation du sol appropriés.

→ Ajoutez l'occupation du sol en tant que nouveau paramètre d'entrée. Nous allons extraire les types d'occupation du sol appropriés à l'aide de l'algorithme **Extraire par expression**. Pour ce faire, utilisez l'expression indiquée ci-dessous.

```
"landuse" IN ('forest', 'meadow', 'orchard', 'farmland',
'flowerbed', 'grass') AND $area > 500
```

Comme type de sortie, nous pourrions simplement ajouter une couche temporaire comme précédemment, mais cette fois-ci nous définissons une **valeur**. Cette option permet de créer un nouveau geopackage dans lequel le résultat de l'algorithme est directement enregistré. Ce n'est pas obligatoire, mais cela peut s'avérer utile dans certains cas.



*Illustration : dialogue de l'algorithme **Extraire par expression***

Accessibilité

Maya sait que les abeilles n'aiment pas être déplacées et qu'elles sont sensibles aux mouvements excessifs. De plus, elle souhaite que les ruches soient facilement accessibles en voiture afin d'éviter de transporter du matériel lourd sur de longues distances. C'est pourquoi elle propose que les ruches ne soient pas situées à plus de 150 m d'une route.

Nous créons une zone tampon supplémentaire autour des routes afin de garantir que les ruches soient facilement accessibles.

→ Ajoutez un nouveau paramètre d'entrée pour les *routes*.
→ Ajoutez un algorithme de zone **tampon** supplémentaire au modèle et sélectionnez une distance de 150 m.

Assembler les modèles

Nous disposons désormais de trois parties distinctes que nous souhaitons assembler. Commençons par organiser clairement le modèle en ajoutant des **cadres de groupe** aux différentes parties (cours d'eau, occupation du sol, routes).

→ Dans la barre de navigation : **Éditer > Ajouter un groupe**. Donnez des noms explicites aux groupes et placez-les autour des étapes de traitement ou des parties du modèle correspondantes.

Quel outil manque-t-il encore pour combiner les trois résultats ? (→ L'outil **Intersection (multiple)**).

Les *couches* d'entrée sont bien sûr les couches de sortie créées lors des étapes précédentes. Cependant, comme nous souhaitons effectuer une intersection sur plus de

deux couches, nous devons fournir les couches d'entrée supplémentaires sous forme de **valeur précalculée**. Nous pouvons sélectionner l'une des trois couches de sortie existantes comme nouvelle couche d'entrée, mais nous devons alors ajouter les deux autres en tant que couches de superposition.

→ Pour ce faire, ouvrez le générateur d'expressions.

Comme vous pouvez le constater, il y a plus de variables disponibles que d'habitude. Celles-ci correspondent aux variables créées au sein du modèle. Nous devons sélectionner les variables correspondant aux deux couches de sortie et les transmettre sous la forme d'un tableau.

→ Sélectionnez les variables correspondant aux deux couches de sortie et regroupez-les dans un tableau :

```
array(Variable1 ; Variable2)
```

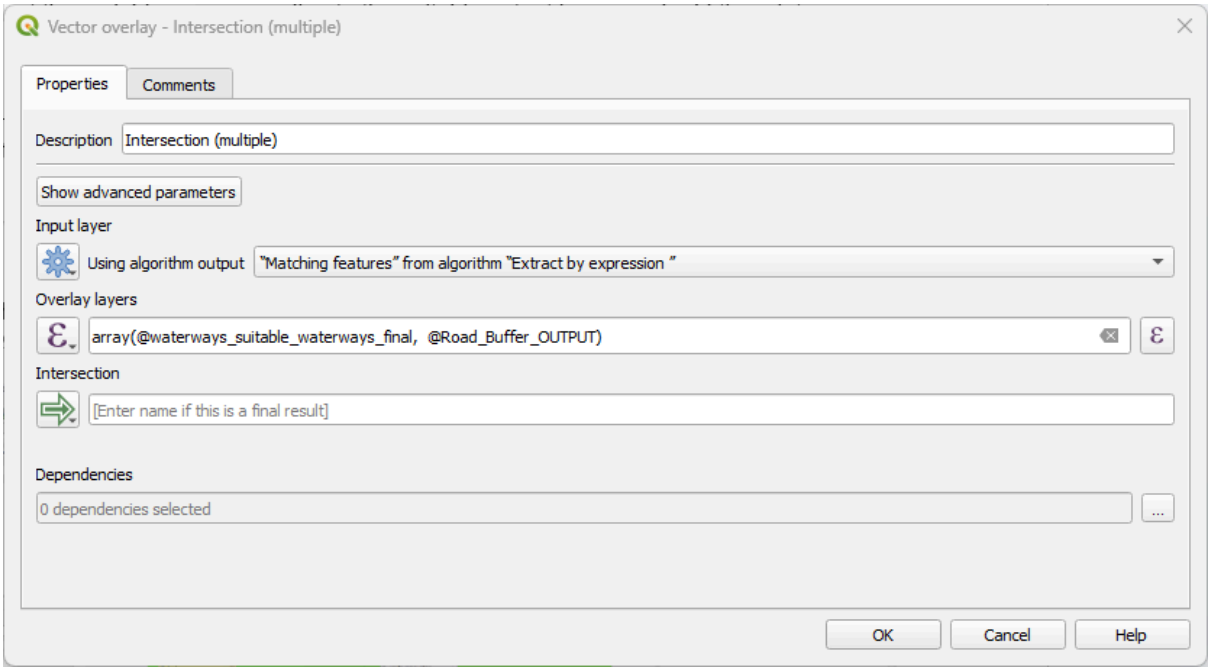


Illustration : l'outil Intersection (multiple)

Vous souhaiterez peut-être encore regrouper le résultat en dernière étape (outil **Regrouper**).

→ Si vous le souhaitez, vous pouvez désormais modifier l'ordre d'affichage des paramètres d'entrée et de sortie lors de l'exécution du modèle : **Modèle > Réorganiser les entrées du modèle / Réorganiser les couches de sortie**.

→ Il aurait également été possible d'enregistrer les différentes parties de la chaîne de traitement sous forme de modèles distincts. En accédant depuis le panneau **Boîte à outil** aux **Modèles**, vous pouvez importer dans un autre modèle des modèles précédemment créés et enregistrés en tant qu'outils. Dans la capture d'écran suivante, la chaîne de traitement *waterways* a été enregistrée en tant que modèle distinct, puis importée. Vous devrez peut-être redéfinir les paramètres d'entrée.

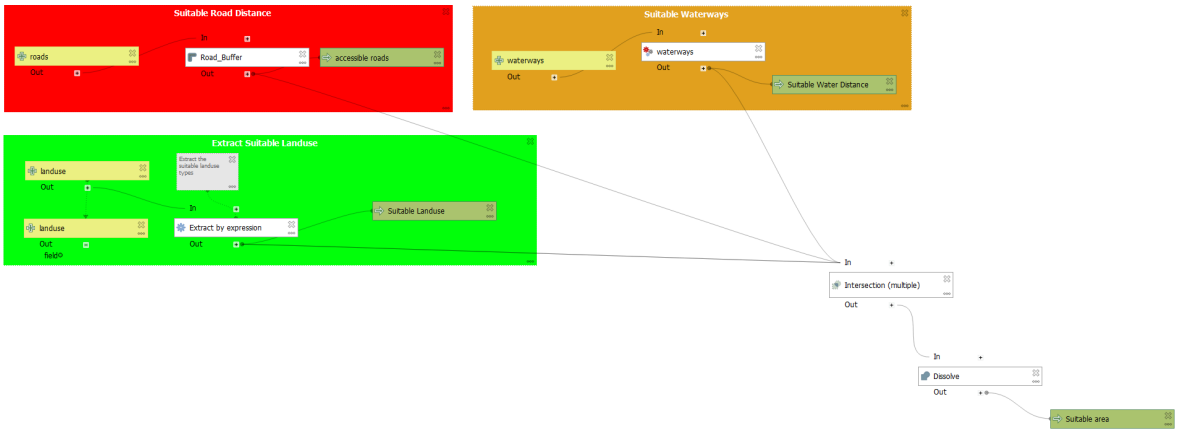


Illustration : notre modèle, qui contient trois processus distincts, le flux de travail « waterways » ayant été enregistré en tant que modèle distinct puis importé.

Analyse de raster (MNT)

Maya sait que, pour trouver des emplacements adaptés, elle doit également tenir compte de la topographie et de l'ensoleillement. Pour cela, elle a besoin d'un modèle numérique de terrain (MNT). Après s'être renseignée, son amie Linda lui parle d'un MNT mondial d'une résolution de 90 m qu'elle peut utiliser, peu importe où qu'elle se trouve : MNT mondial

Nous créons un modèle distinct que nous pourrons intégrer ultérieurement au modèle existant. Les données du cours contiennent une version adaptée du MNT.

→ Ajoutez-le au projet.

Si vous ne disposez pas d'un MNT découpé, il est conseillé de le découper d'abord manuellement ou au sein du modèle (et, le cas échéant, de le reprojeter). L'utilisation d'un petit MNT permet au modèle de fonctionner nettement plus rapidement.

Pente

Pour faciliter l'accès aux ruches, la pente ne doit pas être trop raide (≤ 25 degrés).

→ Ajoutez un nouveau *paramètre d'entrée* au modèle. Cette fois-ci, sélectionnez une **couche raster** ; donnez-lui un nom.

→ Recherchez parmi les algorithmes **Pente** et ajoutez-le au modèle. Comme paramètre d'entrée, nous choisissons le MNT. Cliquez sur **OK** et exécutez le modèle.

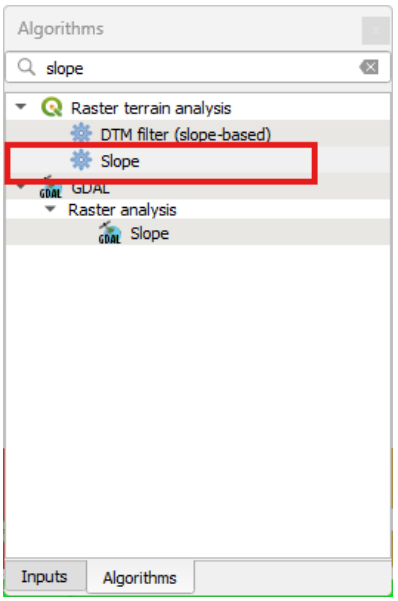


Illustration : algorithme de pente

À l'étape suivante, nous utilisons l'outil **Reclassification par table** pour reclasser les valeurs de pixels en *1* et *NoData*.

Pour ce faire, cliquez sur **Paramètres avancés** dans le dialogue de l'algorithme, puis activez l'option **Utiliser NoData lorsqu'aucune plage ne correspond à la valeur** en sélectionnant *Oui*.

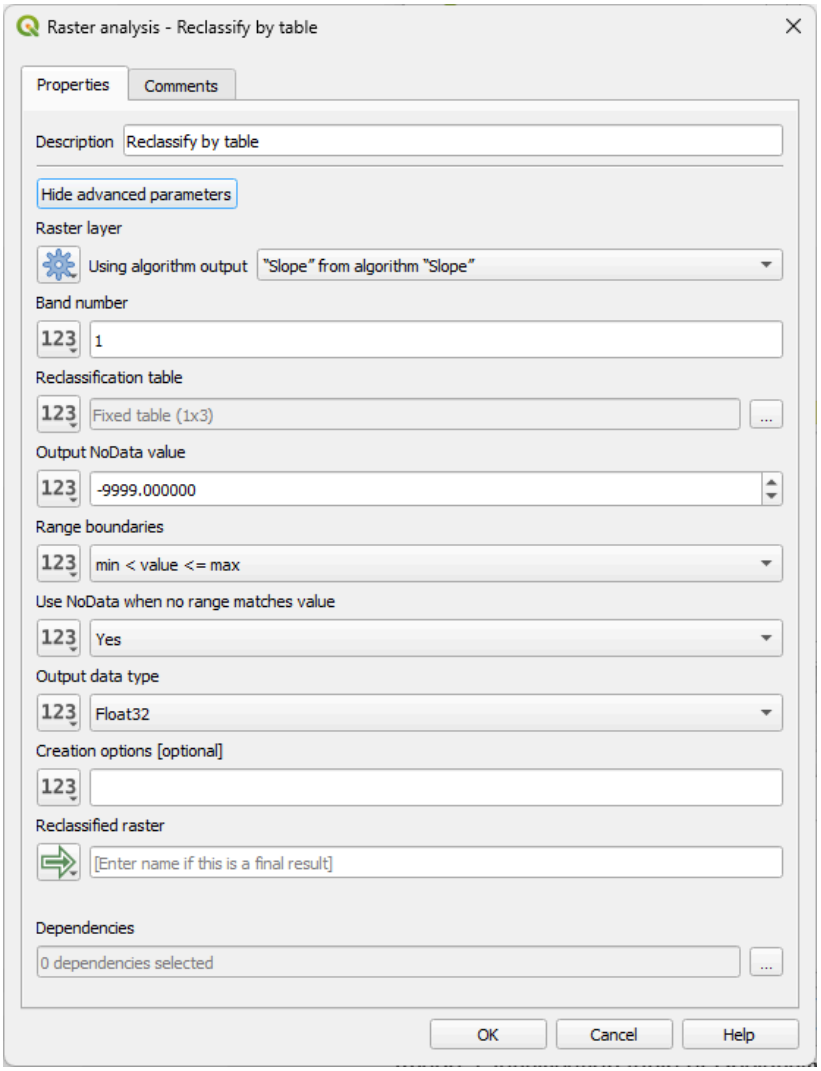


Illustration : algorithme Reclassification par table

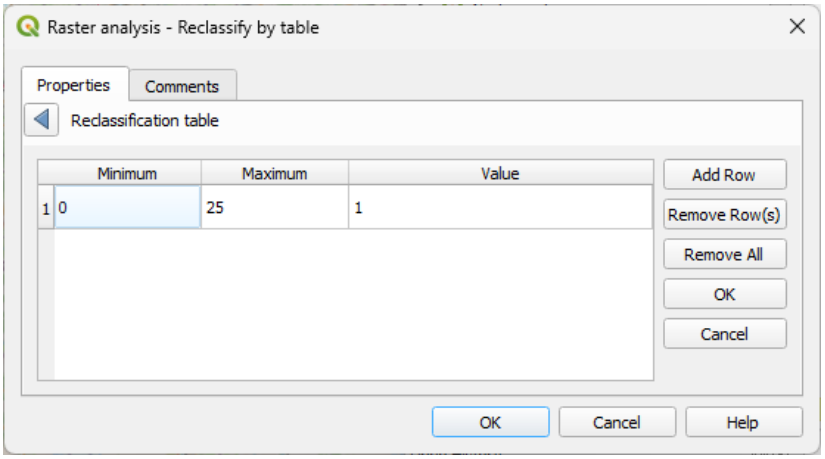


Illustration : Tableau de classification de l'outil

Zones ensoleillées

Les abeilles sont des insectes à température variable et dépendent fortement du climat extérieur. L'orientation d'une ruche par rapport au soleil est d'une importance capitale pour la

productivité d'une colonie d'abeilles. Pour en tenir compte, nous déterminons l'orientation du MNT et identifions les zones orientées **du sud-est** au **sud-ouest**.

→ Ajoutez l'outil **Exposition** au modèle. Le MNT sert à nouveau de *paramètre d'entrée*.

Maintenant que nous connaissons l'orientation, nous pouvons déterminer les zones ensoleillées. Nous souhaitons uniquement prendre en compte les emplacements orientés du sud-est au sud-ouest ; l'orientation doit donc être comprise entre **135°** et **225°.**

Toutes les zones qui ne se situent pas dans cette plage doivent être exclues des zones appropriées. Pour ce faire, nous allons à nouveau reclasser notre raster, cette fois à l'aide de la **calculatrice raster**, ce qui permettra d'obtenir des zones appropriées et inappropriées avec les valeurs 1 et 0 respectivement.

→ Ajoutez l'algorithme **Calculatrice raster** et sélectionnez la sortie de l'outil **Exposition** comme *entrée.* Définissez l'expression suivante :

```
"A@1"  >= 135 AND "A@1" <= 225
```

Les deux raster de sortie (la pente et l'exposition) représentent désormais les zones adaptées en fonction des plages de valeurs requises. Le raster de pente contient la valeur *1* pour les zones adaptées et *NoData* pour les zones inadaptées, tandis que le raster d'exposition contient les valeurs 1 et 0 pour les zones adaptées et inadaptées, respectivement.

L'objectif est désormais d'exclure les zones inadaptées de l'analyse. Pour ce faire, le raster de pente peut être divisé par le raster d'exposition. Comme la division par zéro n'est pas possible, les cellules ayant la valeur 0 dans le raster d'exposition sont exclues du résultat. Les cellules appropriées restantes conservent la valeur 1, ce qui donne un raster représentant les zones qui sont appropriées selon les deux critères.

→ Ajoutez un autre algorithme **Calculatrice raster**. Cette fois-ci, le paramètre d'entrée correspond aux deux résultats des processus précédents (pente et exposition).

Pour cela, nous avons besoin d'un tableau d'entrées. Modifiez la *couche d'entrée* en  et saisissez l'expression suivante : `array(Variable1 ; Variable2)`, les variables devant bien sûr être sélectionnées en conséquence.

Définissez ensuite comme expression `"A@1"/"B@1"`.

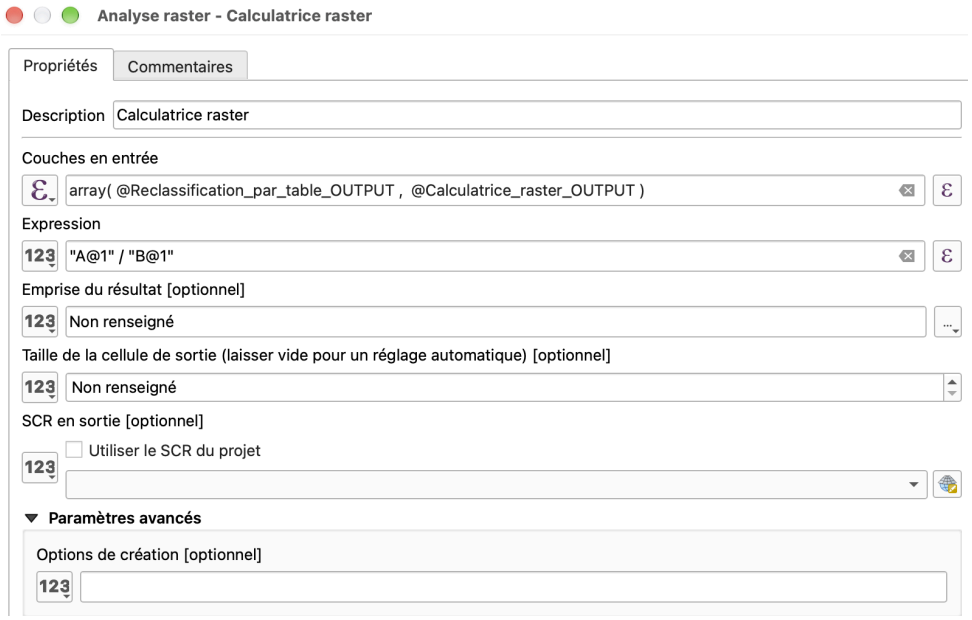


Illustration : Calculatrice raster

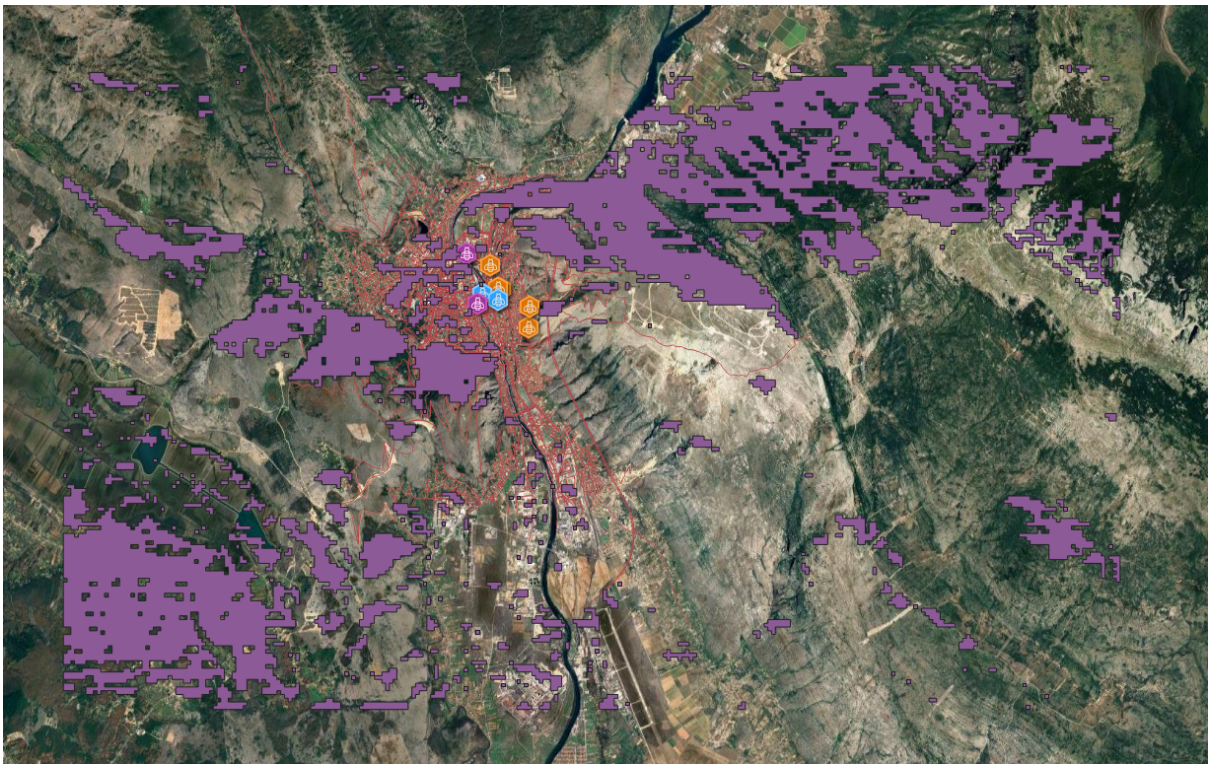


Illustration : zones ensoleillées présentant une pente modérément raide

Maintenant que nous avons identifié la zone appropriée – ensoleillée et pas trop pentue –, nous pouvons vectoriser le résultat afin de l'intersecter avec les autres emplacements appropriés.

→ Recherchez l'outil **Polygoniser (raster vers vecteur)** et ajoutez-le au modèle. La *couche d'entrée* est la dernière sortie de la **calculatrice raster**.

Une fois le résultat ajouté au projet, vous pouvez modifier la symbolique afin de mieux visualiser et analyser les données.

Enfin, enregistrez le modèle. Comme vous le savez déjà, saisissez le nom du modèle et, si vous le souhaitez, un groupe. Enregistrez ensuite le modèle via Menu **Modèle > Enregistrer le modèle sous**. Afin d'éviter toute confusion ou tout écrasement accidentel de fichiers, il est recommandé d'utiliser le même nom pour le modèle et le fichier `.model3` correspondant.

Partie facultative 1 : calcul du NDVI

Maya estime qu'il est important d'utiliser également des ensembles de données reflétant les conditions actuelles. C'est pourquoi elle se procure des images satellite Sentinel-2 récentes afin de calculer ce qu'on appelle l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) pour la zone du projet.

Le NDVI est un indicateur couramment utilisé pour évaluer l'état de la végétation. Il fournit des informations sur la présence, la densité et la vitalité de la végétation verte et peut également servir à détecter les changements de vitalité de la végétation. Pour les images Sentinel-2, le NDVI est calculé à partir des valeurs de réflectance dans le domaine spectral rouge (bande 4) et dans le domaine du proche infrarouge (bande 8) selon la formule suivante :

NDVI = (NIR − R) / (NIR + R)

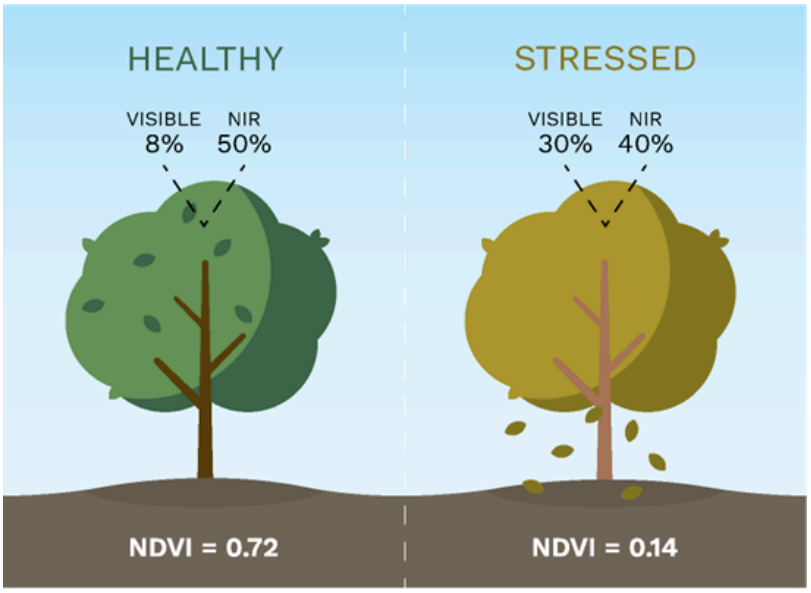


Illustration : différences de réflexion spectrale entre une végétation saine et une végétation stressée dans les bandes du visible/rouge et du proche infrarouge (NIR), ce qui entraîne des valeurs NDVI différentes. (Source : https://geoimage.com.au/blog/what-ndvi-and-its-fundamental-advantages)

Les bandes Sentinel-2 nécessaires à cet exercice ont déjà été téléchargées. Vous les trouverez dans les supports de cours.

→ Ouvrez un nouveau modèle QGIS et recherchez **couche raster** dans la liste des entrées.

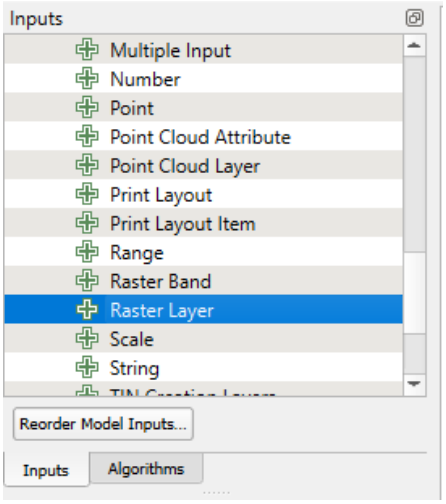


Illustration : paramètres d'entrée de la couche raster

→ Double-cliquez pour ouvrir la boîte de dialogue et nommez cet objet *B04* (bande 4).

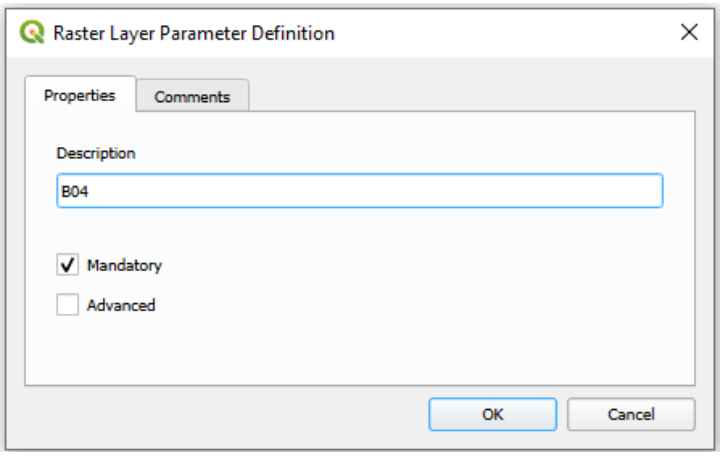
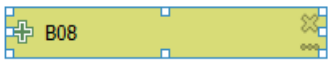


Illustration : description du paramètre « couche raster »

→ Nous devons procéder de la même manière pour *B08* (bande 8). L'objet créé devrait ressembler à ceci :



Si nous examinons le système de coordonnées des deux images satellites, nous constatons qu'il diffère de celui des autres données. Nous devons donc le modifier.

→ Recherchez dans la liste des entrées disponibles **SCR** (système de référence de coordonnées) .

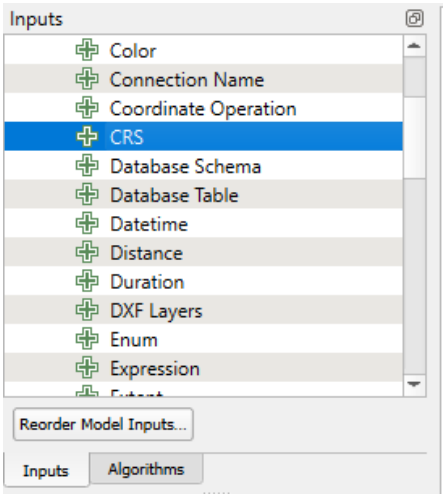


Illustration : paramètre de saisie KBS

→ Saisissez comme nom *SCR de sortie* et sélectionnez EPSG:3857 comme système de coordonnées par défaut. Vous pouvez le définir selon vos besoins.

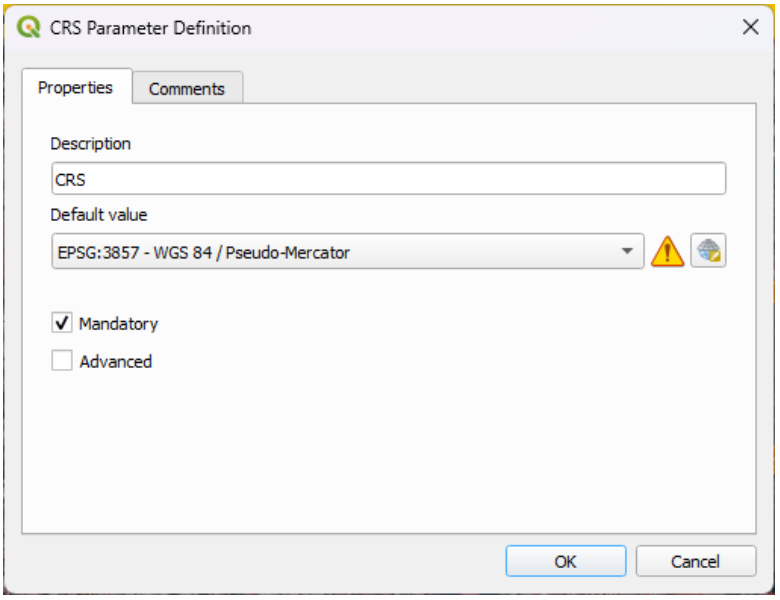


Illustration : attribuer un SCR

Le dernier élément à ajouter est la *zone du projet,* car les images satellites ne sont pas encore recadrées et sont donc assez volumineuses. Le recadrage accélère les étapes de travail ultérieures (comme pour le MNT).

→ Sélectionnez **Couche vecteur** dans la liste des paramètres d'entrée.

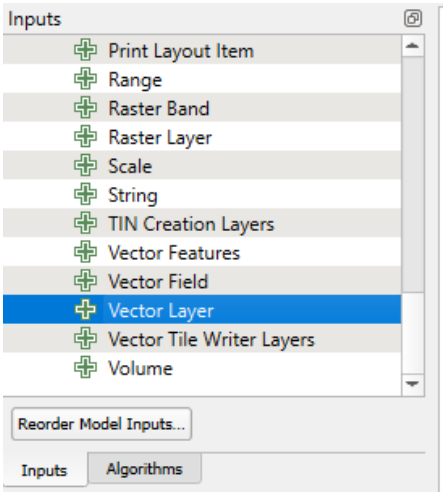


Illustration : Ajouter une couche vectorielle comme paramètre d'entrée

Nous avons désormais saisi toutes les entrées nécessaires et pouvons donc commencer à recadrer les rasters (bandes d'images satellites) en fonction de la zone du projet.

→ Sélectionnez dans la liste des algorithmes **Découper un raster selon une couche de masque**.

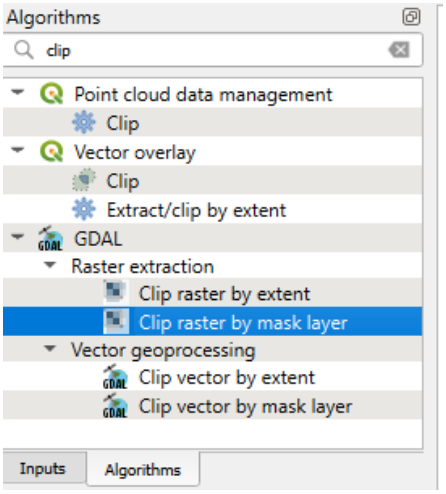


Illustration : Algorithme Découper un raster selon une couche de masque

→ Définissez ensuite les paramètres :

1. Utiliser la couche d'entrée du modèle : *B04*
2. Couche de masquage : *zone du projet*
3. Système de coordonnées cible > utiliser l'entrée du modèle : *SCR de sortie*

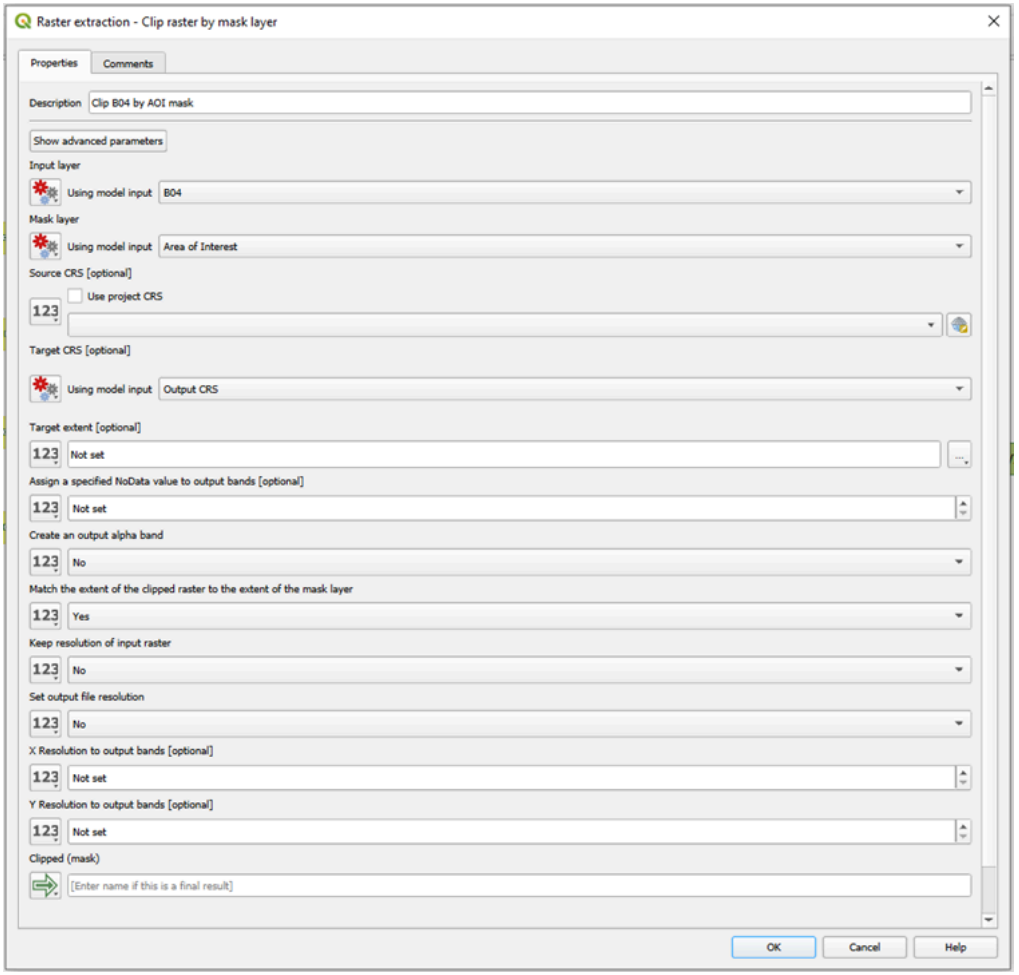


Illustration : découper un raster selon une couche de masque

Procédez de la même manière avec l'entrée B08 :

1. Utiliser les données d'entrée du modèle : *B08*
2. Couche de masquage : *zone du projet*
3. Système de coordonnées cible > Utiliser l'entrée du modèle : *SCR de sortie*

Parfait ! Nous avons désormais recadré les rasters sur la zone souhaitée. Il est maintenant temps d'utiliser le calculateur de raster pour calculer le NDVI.

Allez dans **Boîte à outils > Calculatrice raster**.

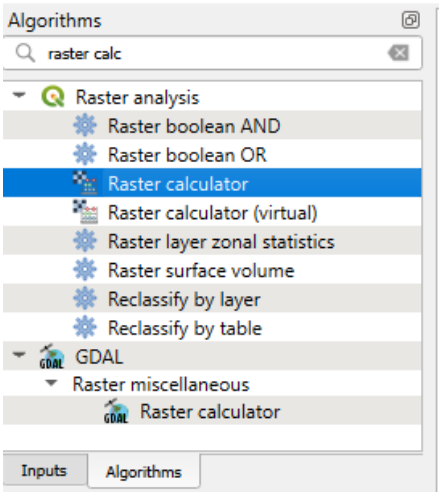


Illustration : algorithme de la calculatrice raster

→ Définissez les paramètres suivants :

1. Description : *Calculatrice raster NDVI*
2. Couches d'entrée → Cliquez sur les trois points à droite et sélectionnez :

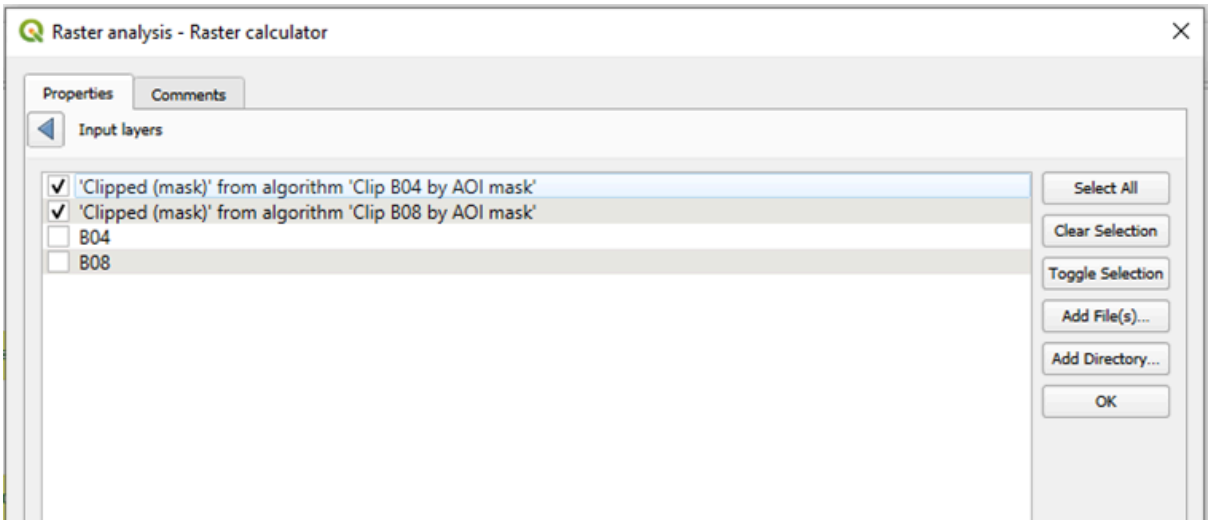


Illustration : sélection des couches d'entrée dans la calculatrice raster

3. Expression : `("B@1" - "A@1") / ("B@1" + "A@1")`
4. Calculé : *NDVI*

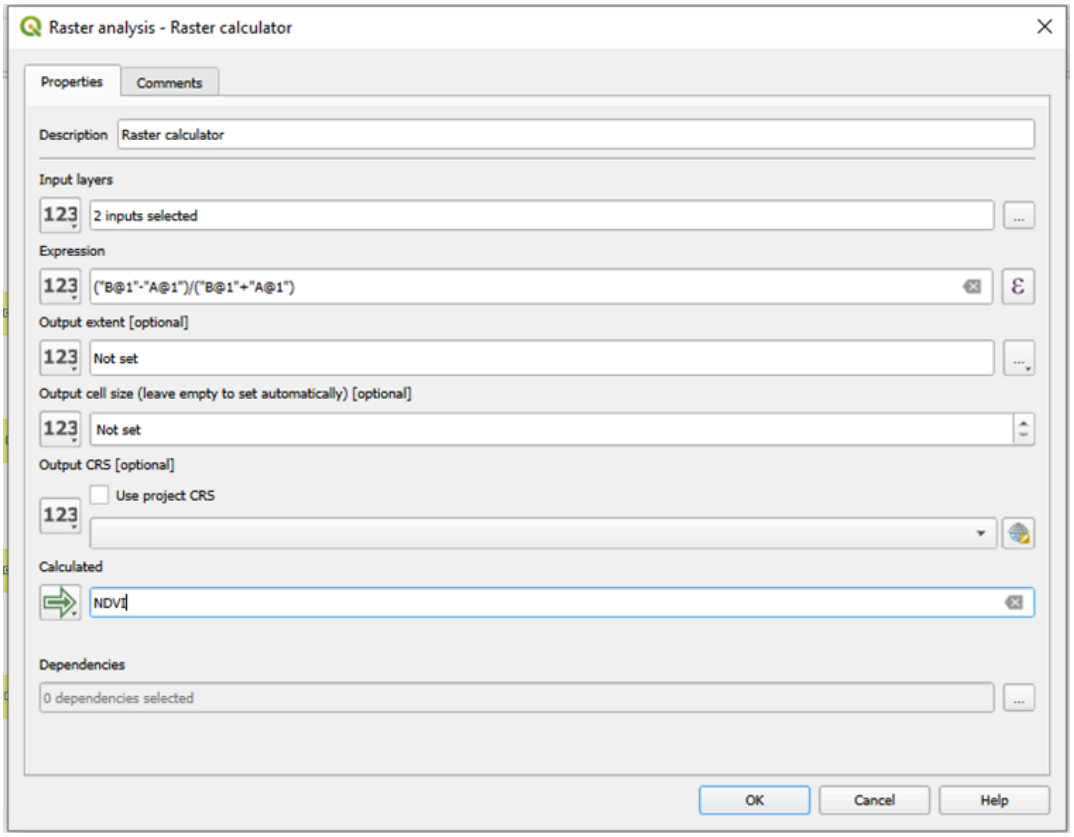


Illustration : paramètres renseignés dans la calculatrice raster

Le modèle final doit se présenter sous la forme suivante :

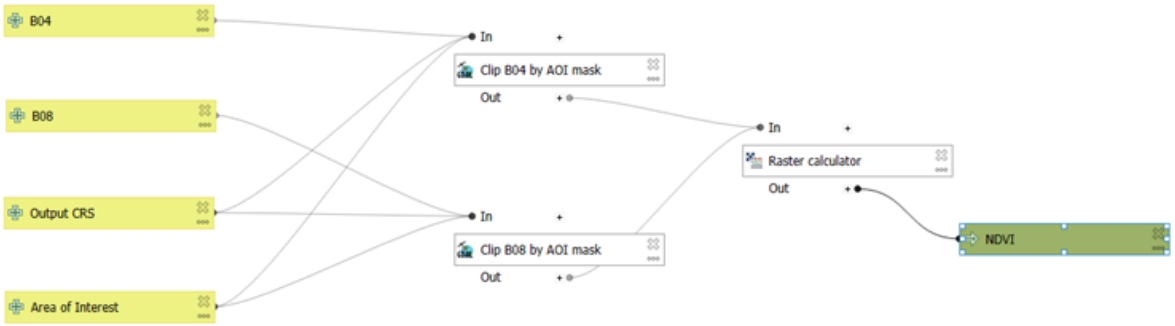


Illustration : Modèle NDVI final

Pour finir, enregistrez votre modèle comme décrit précédemment.

Partie facultative 2 : reclassification NDVI

Maya sait que la végétation doit être vigoureuse. La valeur NDVI calculée lui indique où la végétation est suffisamment vigoureuse pour y installer des ruches. La classification du NDVI en classes est une bonne méthode pour identifier les emplacements appropriés.

Nous créons un algorithme qui reclasse la couche raster NDVI en quatre classes et les convertit en données vectorielles. Cela nous permettra de réaliser une analyse plus simple lors des étapes suivantes.

→ Lancez un nouveau modèle et sélectionnez **Couche raster** comme paramètre d'entrée.

→ Nommez cet objet *NDVI pour reclassification*.

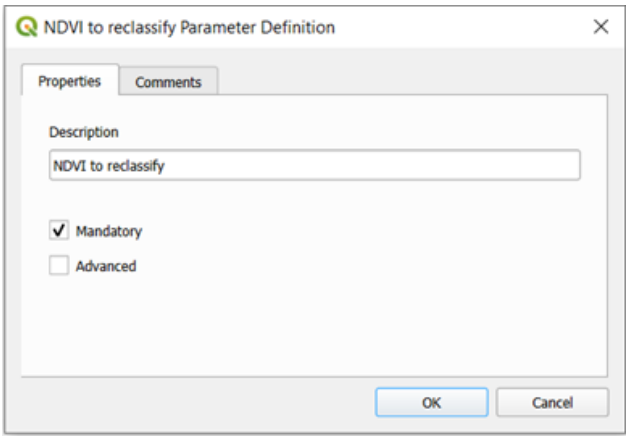


Illustration : paramètres d'entrée de la classification NDVI

→ Sélectionnez ensuite à nouveau *Reclassification selon un tableau* parmi les algorithmes et définissez les paramètres comme suit :

Description : *Reclassification par table NDVI*
Couche raster : utiliser l'entrée du modèle *: NDVI pour reclassification*
Numéro de canal : *1*
Table de reclassification : cliquez sur les trois points situés à droite et saisissez les valeurs telles qu'elles apparaissent sur la capture d'écran suivante de la table de classification.

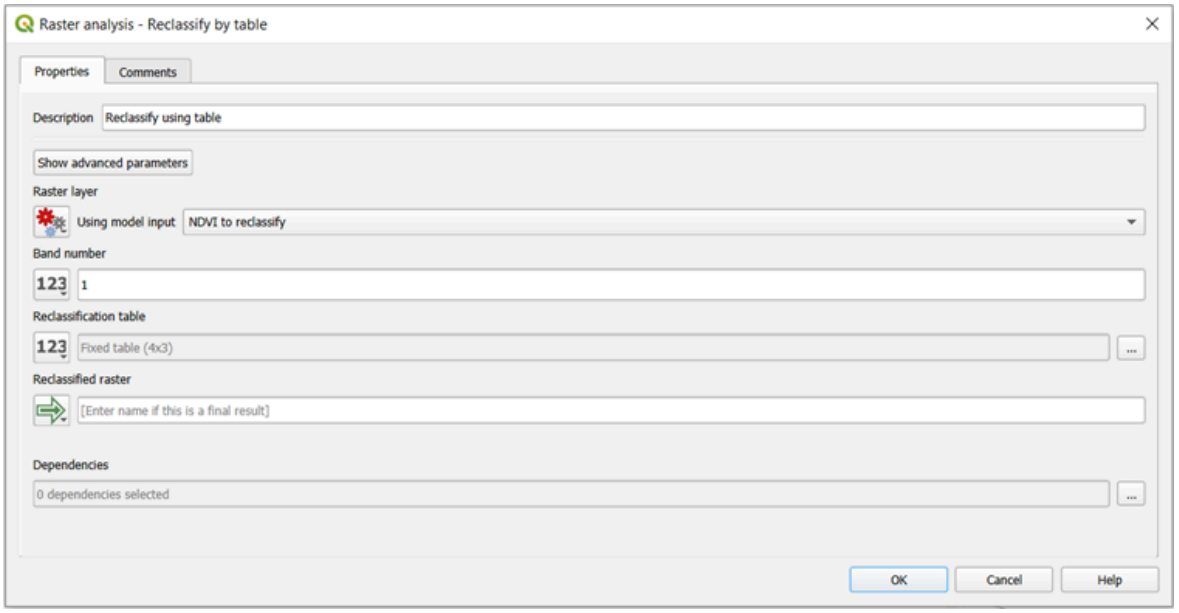


Illustration : dialogue du traitement Reclassification par table

La plage de valeurs du NDVI est comprise entre -1 et 1. Les valeurs NDVI négatives (proches de -1) correspondent à de l'eau. Les valeurs proches de zéro (-0,1 à 0,1) correspondent généralement à des zones arides composées de roche, de sable ou de neige. Les valeurs positives faibles correspondent à la brousse et aux prairies (environ 0,2 à 0,4), tandis que les valeurs élevées indiquent une forêt tropicale humide (valeurs proches de 1).

Dans notre cas, **les valeurs NDVI supérieures à 0,4** sont suffisamment élevées pour garantir une proportion suffisante de végétation saine et vigoureuse.

→ Inscrivez les valeurs dans le tableau de classification comme suit :

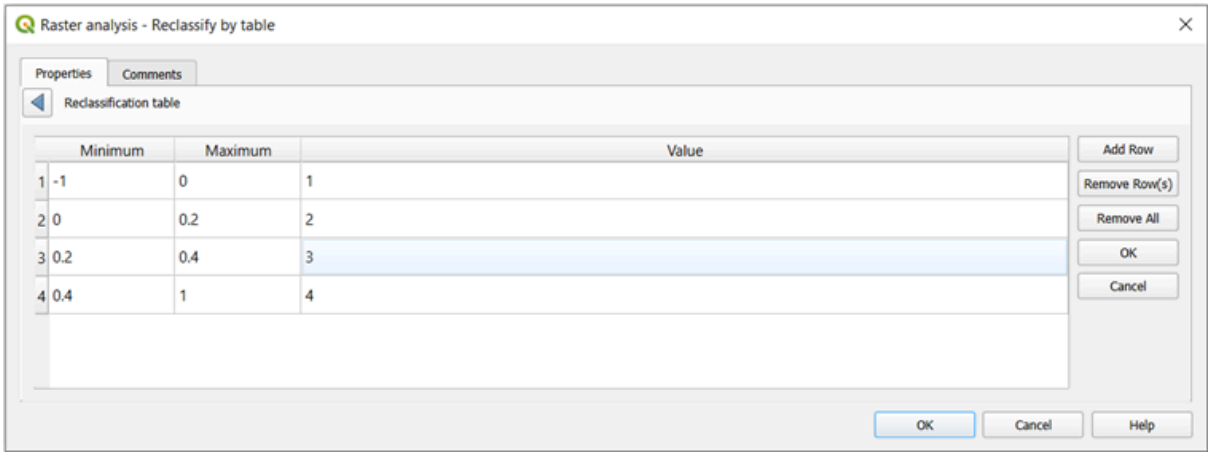


Illustration : classes proposées pour la classification NDVI (reclassification par table)

L'exécution de l'algorithme génère un raster de nouvelles valeurs que nous pourrons vectoriser à l'étape suivante.

Nous utilisons à nouveau l'outil **Polygoniser (raster vers vecteur)**.

→ Recherchez-le dans la boîte à outils

Description : *Polygoniser (raster vers vecteur)*
Couche d'entrée : nous utilisons comme entrée la sortie de l'outil de reclassification
Numéro de canal : *1*
Nom du champ à créer : *NDVI_classe*
Vectorisé : *NDVI reclassifié (vecteur)*

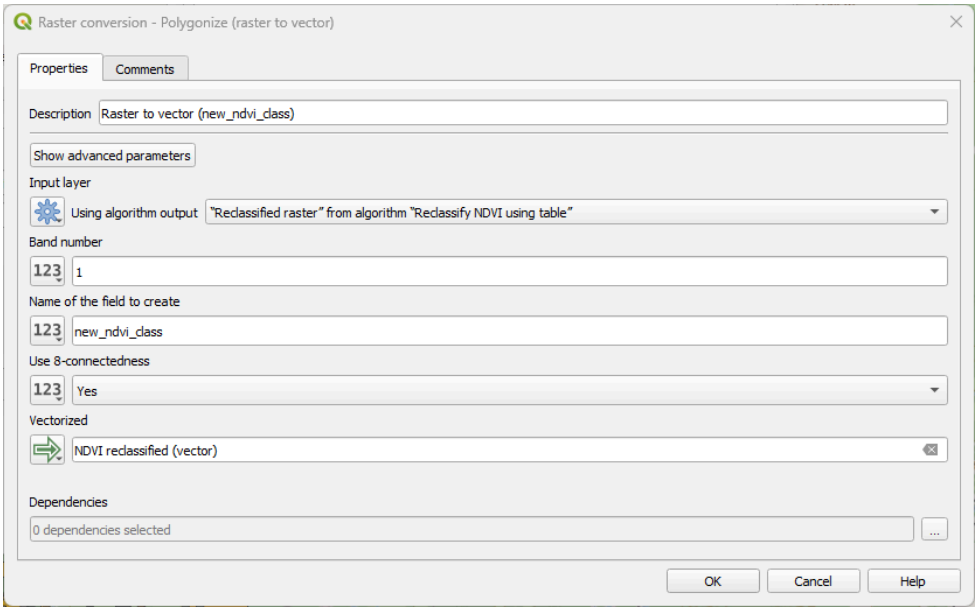


Illustration : dialogue de l'outil de vectorisation

Le résultat est une couche vectorielle comportant quatre catégories de valeurs NDVI.

Comment obtenir uniquement les zones présentant une végétation très vigoureuse ?
→ **Extraire par expression** ou **Extraire par attribut**

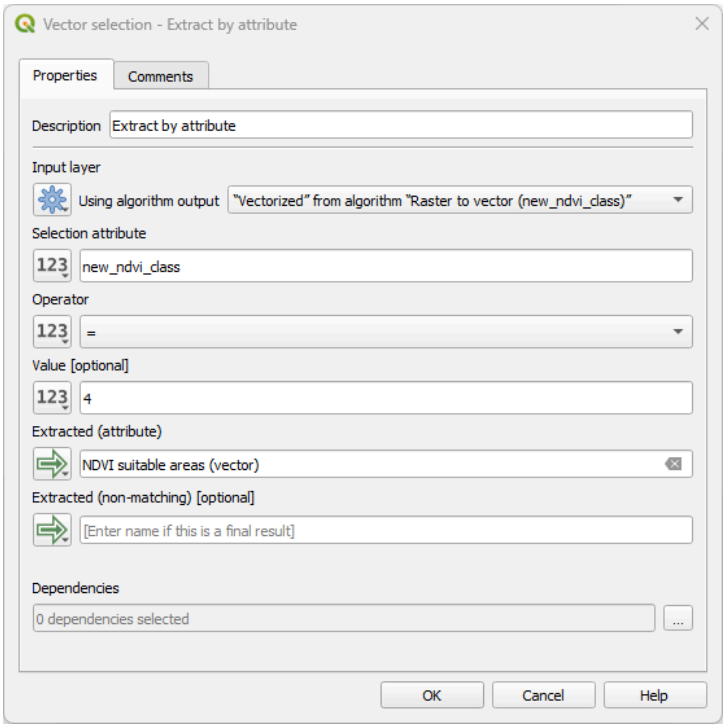


Illustration : dialogue de l'outil Extraire par attribut

Enregistrez également ce modèle correctement. À la fin, il devrait se présenter sous la forme suivante :

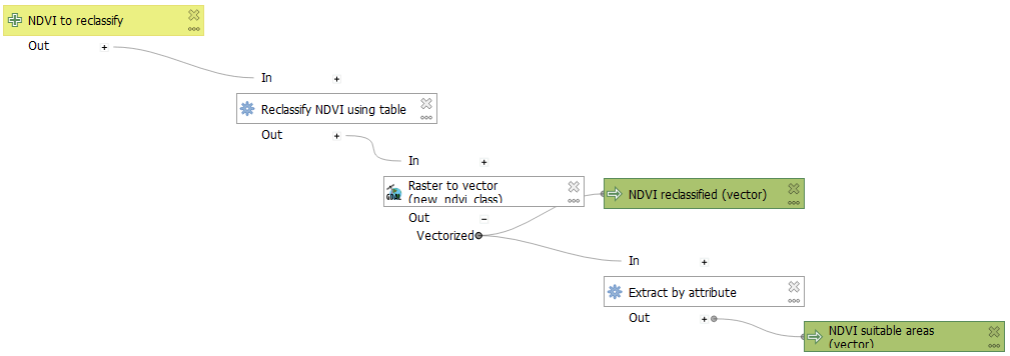


Illustration : modèle de reclassification NDVI final

Intersection de tous les résultats

La dernière étape consiste à intersecter entre elles toutes les couches de sortie créées.

Ouvrez le modèle d'origine, qui ne contient actuellement que les critères vectoriels. Importez les modèles raster que vous avez créés via *la boîte à outils*. Créez et liez les entrées nécessaires. Ajoutez enfin les nouvelles sorties à l'expression de l'outil **Intersection (multiple)** afin de combiner tous les résultats.

Exécutez le modèle complet pour effectuer l'analyse. 🙂

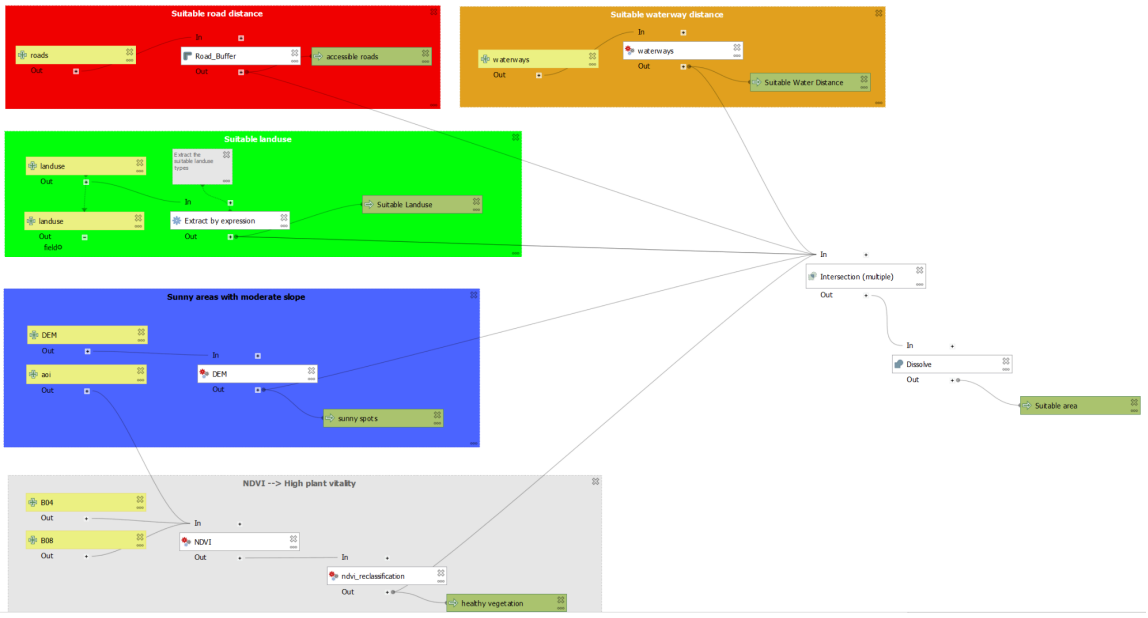


Illustration : représentation du modèle final

Si vous avez l'intention de mettre le modèle à la disposition d'autres utilisateurs, il est également recommandé de fournir une **aide claire et informative sur le modèle** (**Menu > *Modèle* > *Modifier l'aide du modèle***).