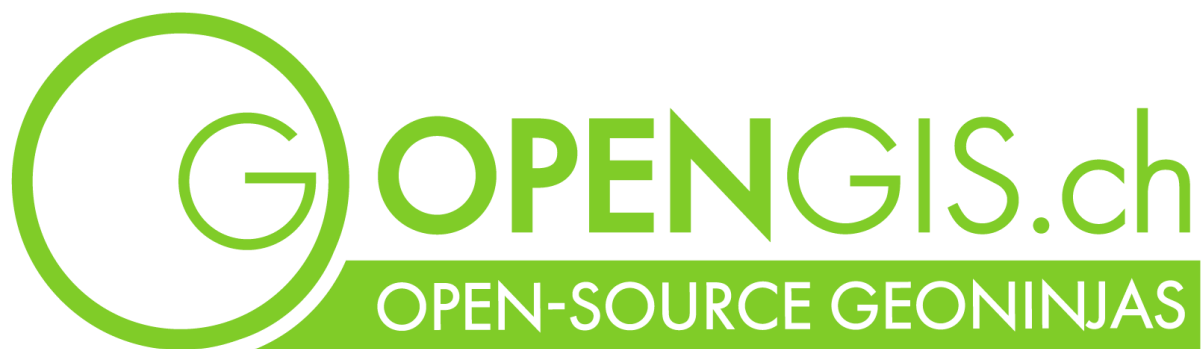


Cours QGIS Avancé



-
- Introduction
 - Maya, apicultrice à Lavertezzo
- Collaboration - Implémentation de capacités multi-utilisateurs
 - Le projet d'abeilles de Maya
 - Structure du projet
 - Personnaliser le titre du projet
 - Décrire les couches
 - Charger des cartes de fonds utiles
 - Configuration du formulaire d'attributs
 - Onglets et cases
 - Tester le formulaire d'attributs
 - Alias et champs invisibles
 - Format date
 - Afficher une photo
 - Assurer la qualité des données
 - Contraintes
 - Valeurs par défaut
 - Visibilité conditionnelle
 - Valeur relationnelle
 - Liste des contrôles (facultatif)
- État de santé des abeilles et analyse des plantes consommées
 - Table attributaire
 - Calculatrice de champs
 - Filtre
 - Enregistrer des expressions
 - Mettre en valeur les récoltes exceptionnelles
 - Estimation grossière du nombre de ruches par surface
 - Calculer dynamiquement la surface des objets
 - Infobulles
 - Marquer les ruches malades
 - Analyse des plantes consommées
 - Jointure
 - Relation un à plusieurs
 - Relation plusieurs à plusieurs (facultatif)
- Visualiser les zones de butinage, le volumes de bourdonnement et le danger des termites
 - Zones de collecte du pollen
 - Volume de bourdonnement des abeilles (facultatif)
 - Déterminer le risque lié aux termites (facultatif)
- Symbologie et étiquettes des ruches
 - Encapsuler le fichier svg
 - Rendre visible les ruches malades
 - Etiquétage des ruches
 - Visualiser les lignes entre la maison de Maya et ses ruches (facultatif)
 - Plus d'informations sur la maladie (facultatif)

- Le monde réel de l'extérieur - Présentation de QField
 - Installer l'application QField et synchroniser le projet
 - Charger une carte de fond légère
- Analyse multicritère
 - Reproduire cette analyse avec le Modeleur graphique
- Intégration de données externes
 - Données INTERLIS
 - Charger un modèle et des données
 - Créer le projet QGIS
 - Données GeoJSON (facultatif)
 - Cartes de fonds en dehors de la Suisse
 - Charger des anciennes orthophotos (facultatif)
 - Profil d'élévation de l'itinéraire de randonnée
- Mise en page
 - Carte des abeilles de Maya et des surfaces de plantes consommées
 - Produire automatiquement une fiche par surface végétale
- Traitement des données géométriques (facultatif)
 - Préparation - topologie et géométrie
 - Options d'édition
 - Outil de noeuds (outil de sommets)
 - Accrochage / Tracé
 - Éviter les chevauchements
 - Cercles et autres formes (facultatif)
 - Outils de construction
 - Vérifier la topologie / la géométrie (facultatif)

Introduction

Maya n'est pas étrangère à tous ceux qui ont suivi notre cours pour débutants. Dans ce cours, nous continuons l'histoire de Maya.

"Pour vous montrer les fonctionnalités, nous allons vous raconter une histoire. L'histoire de Maya et de ses abeilles. Tous les personnages et les événements sont fictifs, et pour rendre l'histoire plus intéressante, nous avons peut-être été un peu trop loin. Nous espérons que vous allez nous pardonner des inexactitudes et de la liberté que nous avons prise, surtout si quelqu'un de vous est apiculteur."

Maya, apicultrice à Lavertezzo



Après de nombreuses années comme spécialiste SIG à Zurich, elle est retournée pour sa retraite dans le village de son enfance : Lavertezzo dans la vallée de Verzasca. En plus d'être une spécialiste des SIG, Maya est également une apicultrice accomplie. Elle a commencé à cartographier ses données sur les ruches et leurs abeilles dans un SIG et a déjà mis en œuvre avec succès son premier projet QGIS. C'est le résultat du cours de base.

Maintenant, l'histoire continue...

Maya cherche à présent un moyen de quantifier autant la santé des abeilles (colonies) que leur productivité et, à terme, de rendre ces résultats visibles et compréhensibles pour les autres. Elle aimerait également ne pas travailler seule sur ce projet, mais pouvoir collaborer avec d'autres personnes. Il y a des endroits pour des ruches qui produiront du miel à partir d'une plante spécifique. Elle peut également tester si cela est contrôlable et possible. Elle a aussi bien d'autres idées... le projet pourrait être partagé sur Internet afin que toute personne intéressée puisse à tout moment se renseigner sur l'état actuel, la quantité des abeilles et la récolte... ou elle aimerait aussi le montrer les informations sur un appareil mobile seraient même capables de modifier ou numériser de nouvelles données directement à l'extérieur... et en tant que spécialiste SIG, elle a naturellement en vue des traitements possibles - comme l'analyse de la productivité ou de la croissance des colonies, les corrélations entre la proximité spatiale de certains objets et la productivité, etc.

Mais, d'abord allons-y doucement – une chose à la fois.

Enregistrer les données du cours dans un endroit de travail.

Ouvrir le projet Mayas dans QGIS : [00_course_advanced_fr/qgis-advanced-project-fr.qgz](#)

Vérifier le dossier où se trouvent les fichiers:

- [data-advanced-fr.gpkg](#)
- [qgis-advanced-project-fr.qgs](#) (ou qgz)
- dossier [data-advanced](#)

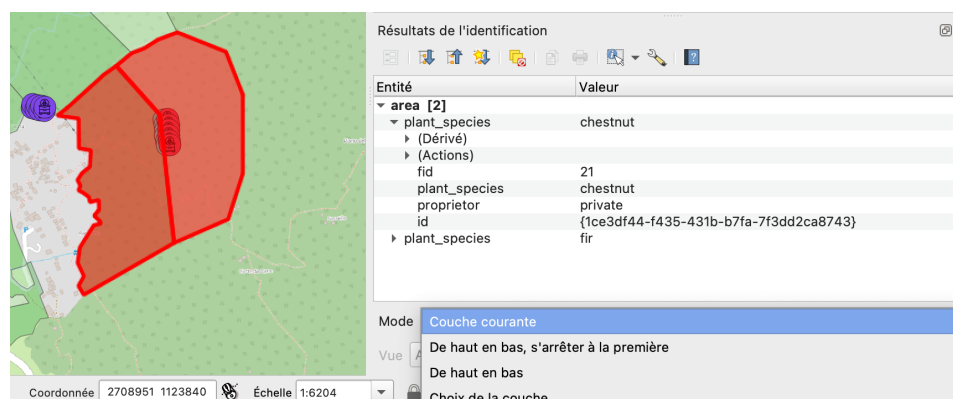
Collaboration - Implémentation de capacités multi-utilisateurs

Maya est ouverte au soutien dans la gestion de ses abeilles et de son miel. C'est pourquoi elle réfléchit à la manière dont elle peut coopérer avec d'autres personnes et faciliter tout comme documenter cette coopération par le biais du projet SIG.

Le projet d'abeilles de Maya

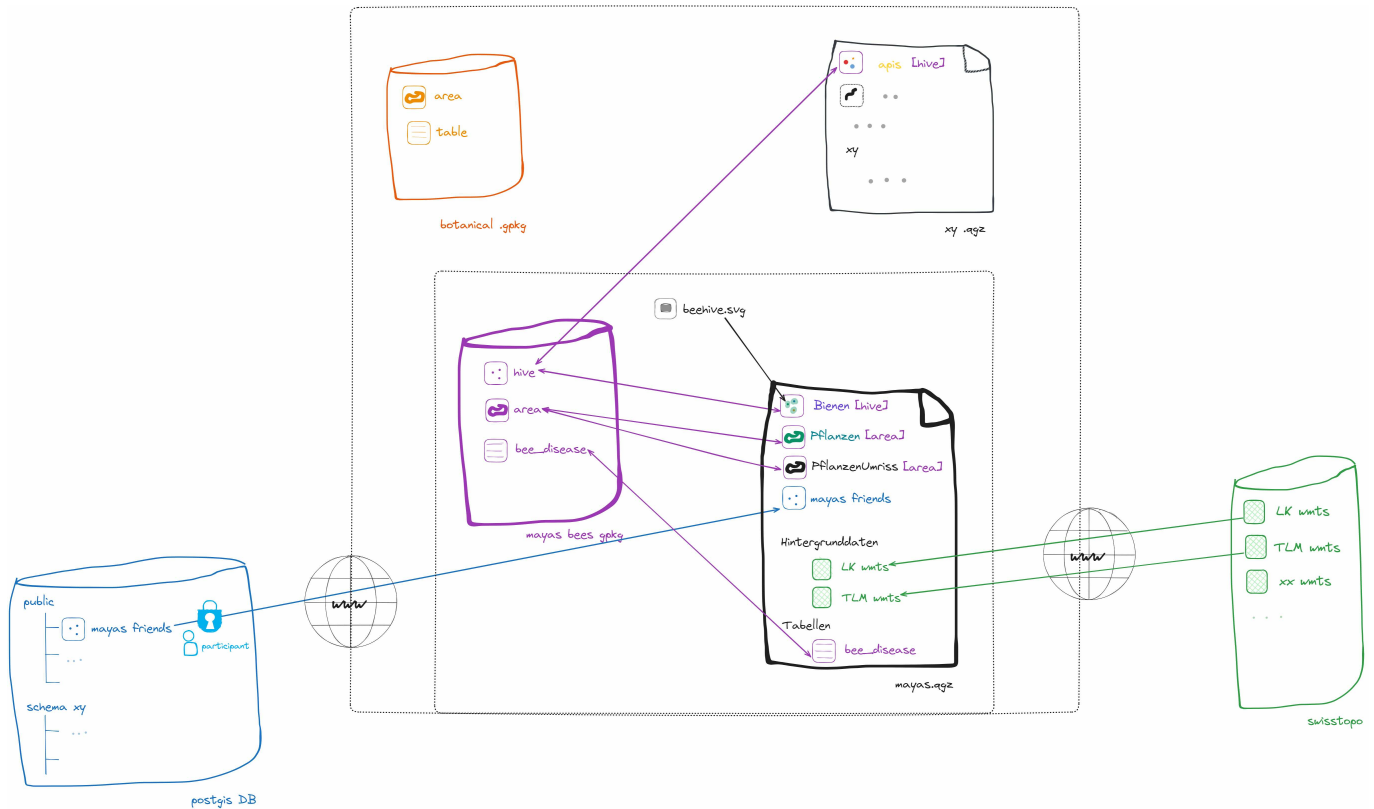
Ouvrons le projet de Maya dans QGIS et regardons ses ruches à Lavertezzo. *Maya possède désormais de nombreuses colonies d'abeilles qui produisent beaucoup de miel.*

Nous explorons les données de Maya à l'aide de l'outil d'identification. Dans le panneau "Résultat de l'identification", nous examinons différentes possibilités pour explorer les données et nous essayons les modes qui permettent d'effectuer des requêtes.



Structure du projet

Maya s'interroge sur l'organisation de ses données et se demande si cela a du sens si elle souhaite partager le projet avec des amis ultérieurement. Elle a intégré plusieurs couches dans son projet [mayas_bees.qgs](#). Voyons où se trouvent les données correspondantes :



Option pour enregistrer le fichier de projet QGIS : Le fichier de projet peut également être enregistré dans le GeoPackage avec les données.

Personnaliser le titre du projet

Les propriétés du projet prévalent sur les paramètres définis dans les options de configuration (**Préférences > Options**).

Maya définit un titre convivial qui apparaîtra dans l'en-tête du projet à la place du nom technique du fichier. **Projet > Propriétés > Général > Titre du projet**, par exemple "Ruches de Lavertezzo". Elle vérifie si d'autres propriétés du projet doivent être modifiées.

Décrire les couches

Elle examine ensuite les propriétés des couches (**clic droit sur Couche > Propriétés**). Les propriétés des couches ont priorité sur les propriétés globales et celles du projet.

Une explication peut être ajoutée aux différentes couches. **Clic droit sur Couche > Ajouter des notes à la couche**

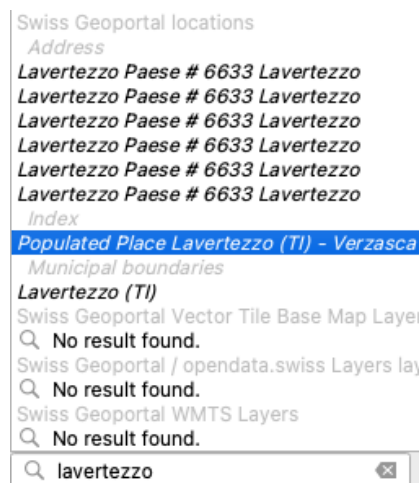
Par exemple, pour les données relatives aux plantes : "Espèce végétale dominante".

Charger des cartes de fonds utiles

Les amis de Maya de Zurich viennent bientôt passer leurs vacances à Lavertezzo. Ils souhaitent notamment aider Maya à contrôler les abeilles. Maya réfléchit aux autres données qu'elle devrait ajouter au projet pour que ses amis puissent bien s'orienter à Lavertezzo et dans les environs.

Nous installons les extensions **Swiss Locator** et **QuickMapServices**.

À l'aide de l'extension QuickMap Services, nous ajoutons l'orthophoto "Bing Satellite". Dans la barre d'état, nous avons la fonction de recherche. Nous recherchons "Lavertezzo" et le trouvons dans la vallée de Verzasca (remarque : sélectionner "Lieu Lavertezzo").



Maya charge les **arrêts de transports publics** et les **sentiers de randonnée officiels** dans le projet. Nous chargeons ces données au format WMTS à l'aide du SwissLocator depuis le géoportail suisse : **chw public transport**, **chw hiking trails** ou **chw rando**.

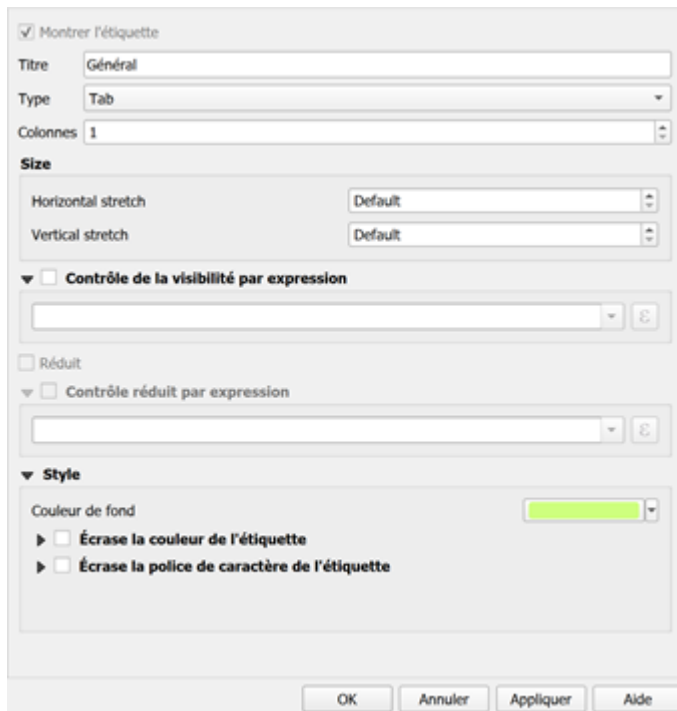
Configuration du formulaire d'attributs

Alors que l'entreprise de Maya continue de croître, elle n'est plus seulement le loup solitaire qui fait tout elle-même. Parfois, des amis et d'autres assistants travailleront également sur le projet QGIS. Elle veut améliorer le formulaire d'attribut afin qu'elle et ses amis de Zurich puissent modifier les données ou saisir de nouvelles données aussi facilement que possible et éviter toute erreur.

Clic droit sur la couche **ruche > Propriétés > Formulaire d'attributs**

Onglets et cases

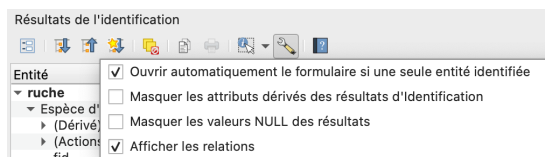
Des onglets ont déjà été configurés (possible avec l'option "Conception par glisser/déplacer"), regardons de plus près ce qui peut être paramétré en cliquant sur l'onglet "Général".



Les champs sont organisés en onglets (tabs). Les onglets et les champs peuvent être réorganisés individuellement par glisser-déposer. Nous pouvons maintenant travailler un peu sur la présentation. Choisissons des couleurs individuelles.

Tester le formulaire d'attributs

Nous pouvons regarder le formulaire en créant une nouvelle ruche ou en éditant une existante grâce à l'outil "Identifier des entités", sous réserve que l'option y relative est activée.



D'ailleurs, le formulaire de saisie des attributs s'affiche également dans le tableau des attributs lorsque nous passons en mode formulaire. Les listes déroulantes peuvent être utilisées dans les deux modes d'affichage.

Alias et champs invisibles

Créez **des alias**, pour rendre l'attribut plus lisible, avec les caractères spéciaux et les espaces.

Un attribut peut être rendu invisible dans le formulaire. Avec **Conception par glisser/déplacer**, un champ peut être exclu du formulaire en utilisant le symbole "-" rouge à droite de la disposition du formulaire. L'attribut reste dans les données et sera toujours visible dans la **table attributaire**.

Format date

Personnalisez la date d'affichage avec `dd-MM-yyyy`. Il est déconseillé de changer le format du champ, car cela pourrait engendrer des problèmes de compatibilité sur d'autres interfaces. Un champ avec format `date` ne pourra pas enregistrer des valeurs de format `Date/Heure`.

Afficher une photo

Maya souhaite afficher des images de l'espèce végétale de chaque champ dans le formulaire d'attributs. Son collègue Matteo lui avait envoyé un tableau avec des photos en même temps que les données sur les plantes.

1. Copiez la table `botanic_picture` dans le gpkg `mayas_bees`

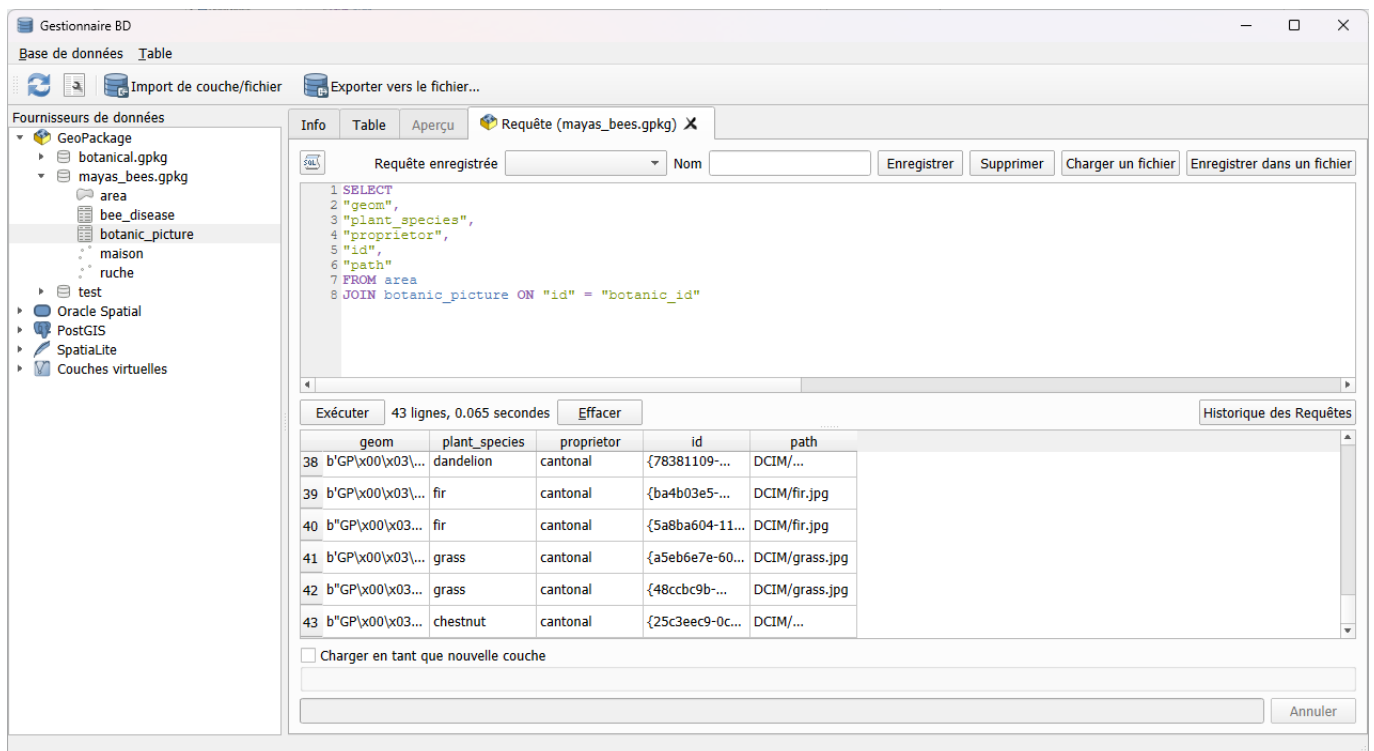
Cette fois, Maya souhaite utiliser le gestionnaire de base de données pour faire la jointure des tables `botanic_picture` et `area` ce qui nous donnera comme résultat une couche virtuelle.

2. Allez sous **Base de données > DB manager**

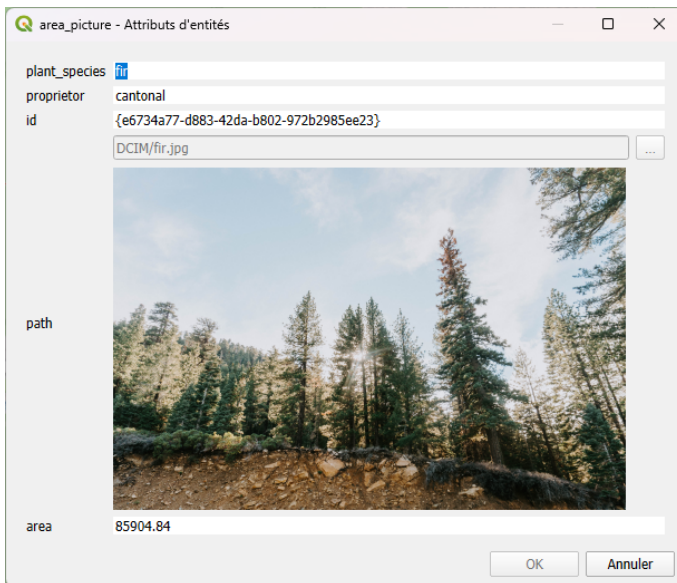
Dans la gestion de base de données, nous pouvons accéder directement aux données, nous pouvons les utiliser pour faire des requêtes SQL et créer de nouvelles couches, un peu comme avec un programme de gestion de base de données.

3. Sélectionnez le `mayas_bees.gpkg` et ouvrez la fenêtre SQL avec 

4. Ecrire la requête suivante : `SELECT "geom", "plant_species", "propriator", "id", "path" FROM area JOIN botanic_picture ON "id" = "botanic_id"`

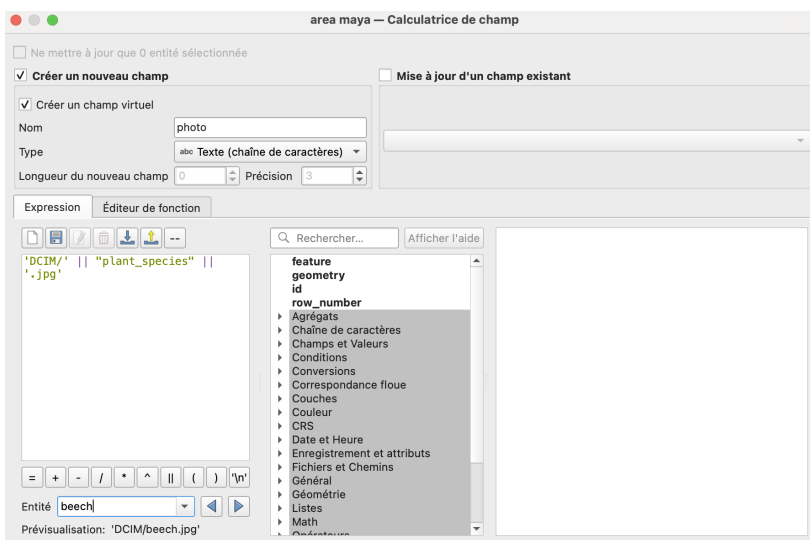


1. Exécuter
2. Cochez **Charger en tant que nouvelle couche**
3. Ajoutez le nom **area_picture**
4. **Charger**
5. Adapter le formulaire d'attributs : Choisir le champs **path** et sélectionner le type d'outil **Pièce jointe**
6. Chemin par défaut: **@project_folder** (ceci est potentiellement pas nécessaire)
7. Stocker le chemin comme **Relatif au chemin du projet** ou **Relatif au chemin par défaut** si celui-ci a été défini au point 4.
8. Changer le type de **visualiseur de document interne** en **Image**



Exercice : La photo peut aussi directement être incluse dans le formulaire de la couche **area**.

1. Créer un nouveau champs virtuel **photo** (type text), en calculant le chemin vers la photo à partir du nom des plantes: `'DCIM/' || "plant_species" || '.jpg'`.



2. Adapter le formulaire **Clic droit sur la couche area > Propriétés > Formulaire d'attributs** pour l'affichage de la photo

Astuce : Les champs virtuels ne sont enregistré que dans le projet et ils sont dynamiques. Nous pouvons les modifier directement dans **Propriétés de la couche > Champs**.

Assurer la qualité des données

Contraintes

Maya a défini des **contraintes** pour assurer la qualité des données. Nous en avons déjà vues certaines dans le cours de base.

Par exemple, sur l'attribut **recolte_moyenne**, il y a une contrainte, avec le widget, qui ne permet pas d'avoir une valeur inférieure à 1 et supérieure à 100. Ou bien, **espece_abeille** ne peut pas être **NULL**, la contrainte est ici **renforcée**.

Les contraintes peuvent également être configurées avec des expressions qui dépendent d'autres champs. Par exemple, si une ruche est colonisée, une espèce d'abeille doit également être attribuée.

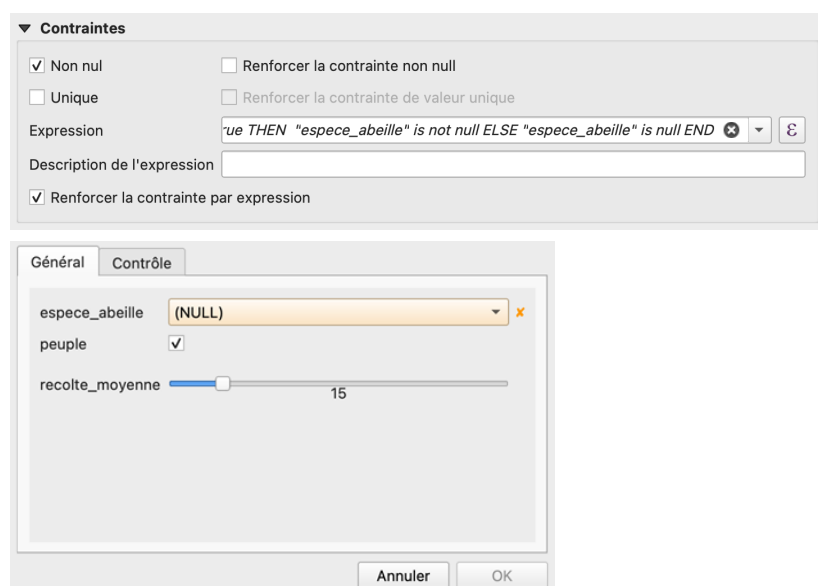
Lors de la création d'une nouvelle ruche, la restriction ne doit pas s'appliquer, car la boîte n'est pas encore renseignée ("**peuple**" = **false**). Cependant, dès qu'elle est colonisée ("**peuple**" = **true**), l'espèce d'abeille doit aussi être précisée.

Pour commencer, enlevez la contrainte non nulle.

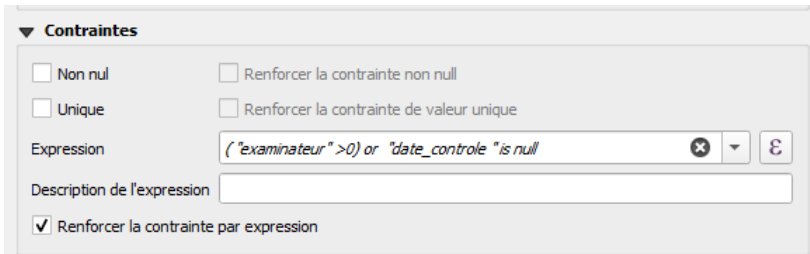
Ensuite, vous pouvez mettre l'expression suivante :

```
CASE WHEN "peuple" is true THEN "espece_abeille" is not null ELSE "espece_abeille" is null END
```

Regardons ce que ça donne en créant une nouvelle ruche.



Nous avons défini l'expression suivante dans les contraintes d'examineur : ("**examineur**">0) or "**date_controle**" is null

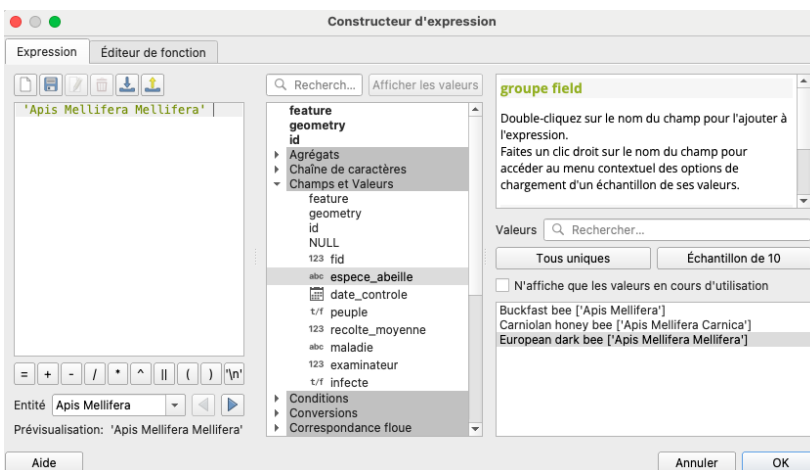


Lors de la création d'une nouvelle ruche, la contrainte sur l'examineur est remplie puisque la date est NULL. Après avoir sélectionné une date, la contrainte n'est pas remplie et vous devez également entrer un examineur (code).

Regardons notre formulaire.

Astuce : Dans les expressions, dans **champs et valeurs**, il est possible de charger une sélection des valeurs possibles en cliquant sur un champ spécifique à droite. Cela permet d'éviter les fautes de frappe dans une expression contenant une valeur spécifique.

Astuce : Il est très pratique d'utiliser la recherche et les descriptions des fonctions dans l'éditeur d'expressions.



Valeurs par défaut

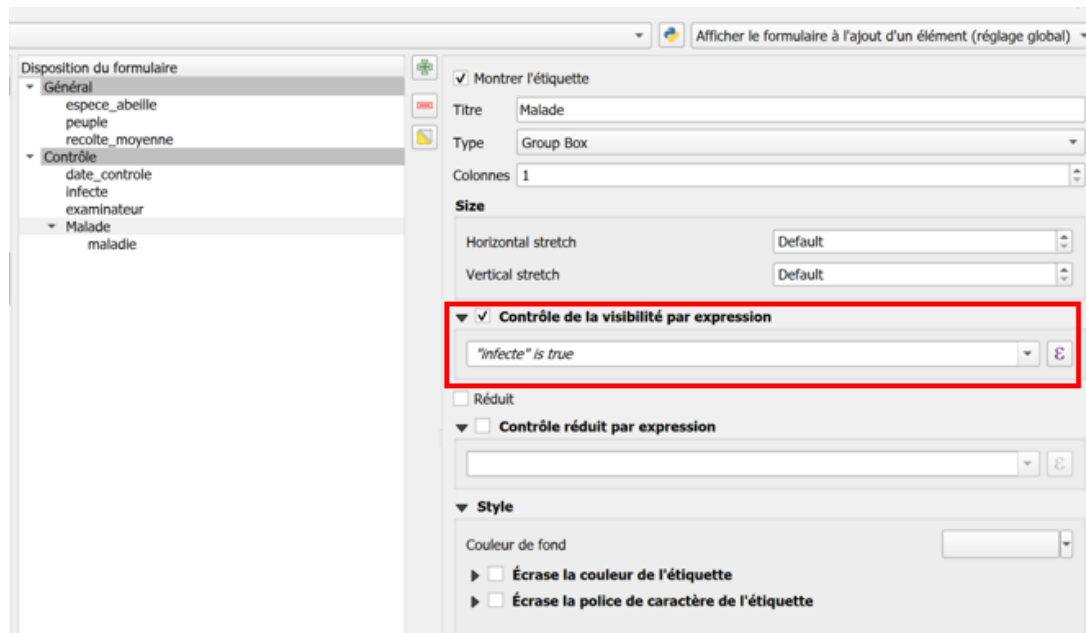
Les champs peuvent être préremplis lors de la création de l'objet ou lors de modifications à l'aide des valeurs par défaut. Par exemple, le champ `examineur` avec la valeur par défaut `@user_full_name`.

Visibilité conditionnelle

Maya remarque qu'il n'est pas logique d'ajouter une maladie à une ruche, alors qu'elle n'est pas infectée. Nous ajoutons donc la **visibilité** du champ maladie en **fonction de la valeur** de l'infection.

Ajoutez un nouveau cadre de groupe à l'intérieur de "Contrôle", et définissez sa visibilité en fonction d'une expression. Glissez-y l'attribut maladie.

`"infecte" is true`



Valeur relationnelle

Une autre façon de mettre en place une liste déroulante consiste à utiliser un autre tableau comme liste de valeurs et à créer un widget de **Valeur relationnelle**. De nombreux cas peuvent être traités avec ce widget facile à créer.

Comme Maya souhaite détecter et combattre rapidement l'apparition de maladies chez ses abeilles, elle veut visiter et contrôler ses ruches plus souvent. Ses amis la soutiendront dans cette tâche. Maya a une liste des maladies possibles dans le fichier *bee_disease.csv*.

Ouvrez le fichier pour voir ce qui le compose.

bee_disease

code	value	description_en	description_de
0	Varroa	Varroa Destructor	Varroa Milben
1	EFB	European Foul Brood	Europäische Sauerbrut
2	AFB	American Foul Brood	Amerikanische Faulbrut

- Créez un groupe nommé **liste** dans le panneau des couches. Importez-y le fichier csv *bee_disease.csv*.
- Ajoutez les données dans le GeoPackage, puis remplacez le fichier dans le projet par celui du GeoPackage.
- Dans les propriétés du formulaire de la couche **ruche**, sous l'attribut **maladie** choisissez le **type d'outil > Valeur relationnelle**

Couche : **bee_disease**

Colonne clé : **code**

Colonne valeur : **value**

Description de la colonne : **description_fr**

▼ Type d'outil

Valeur relationnelle

Sélection de la couche, des colonnes de clés et de valeurs

Couche: bee_disease

Colonne clé: abc code

Colonne de valeurs: abc description_en

Description de la colonne: []

Autoriser la valeur NULL

Trier par valeurs

Permettre les sélections multiples

Tout comme pour les maladies, Maya importe le csv des espèces de plantes, ajoute la couche dans son GeoPackage et lie les valeurs dans son formulaire d'attribut grâce au type d'outil **Valeur relationnelle**..

Liste des contrôles (facultatif)

Comme Maya souhaite détecter et combattre rapidement l'apparition de maladies chez ses abeilles, elle veut visiter et contrôler ses ruches plus souvent. Ses amis la soutiendront dans cette tâche. Pour qu'elle puisse garder une vue d'ensemble, tous les contrôles seront recensés.

Exercice :

- Ajouter une couche **contrôle** dans le GeoPackage
- Créer les champs **date** (avec une valeur par défaut), **contrôleur** (type texte), **photo** (type texte, avec le widget qui permet de prendre une photo)
- Lier la couche avec une relation 1:n à la couche des ruches
- Supprimer les champs liés au contrôle de la couche ruche (**date_contrôle**, **examineur**)

Facultatif : les informations sur la maladie (**infecte**, **maladie**) pourraient aussi être rattachées aux contrôles. Un historique des maladies retrouvées dans les ruches pourrait ainsi être gardé. La symbologie fondée sur les maladies devrait être adaptée en considérant uniquement les informations du dernier contrôle.

Maya et ses amis commencent les contrôles des ruches.

Astuce : Tous les paramètres du formulaire d'attributs peuvent être enregistrés en tant que style.

Clic droit couche > Exporter > Enregistrer en tant que fichier de style de couche QGIS

ou :

Clic droit couche > Propriétés > en bas à gauche : bouton Style > Enregistrer le style courant

Le style peut également être enregistré avec les données dans la base de données, de sorte que le style correspondant soit chargé lors du chargement de la couche. Clic droit sur **Couche >**

Propriétés > en bas à gauche : bouton Style > Enregistrer par défaut

État de santé des abeilles et analyse des plantes consommées

Maya cherche maintenant un moyen de quantifier autant la santé des abeilles (colonies) que leur productivité. Elle part du principe que les colonies d'abeilles qui produisent beaucoup de miel sont en bonne santé. Les colonies qui produisent peu de miel sont probablement moins vigoureuses, peut-être à cause d'une maladie, d'un emplacement peu propice ou d'une autre cause. A terme, elle aimerait rendre ces résultats visibles et compréhensibles pour les autres.

Table attributaire

Clic droit sur la couche **Ouvrir la table d'attributs**

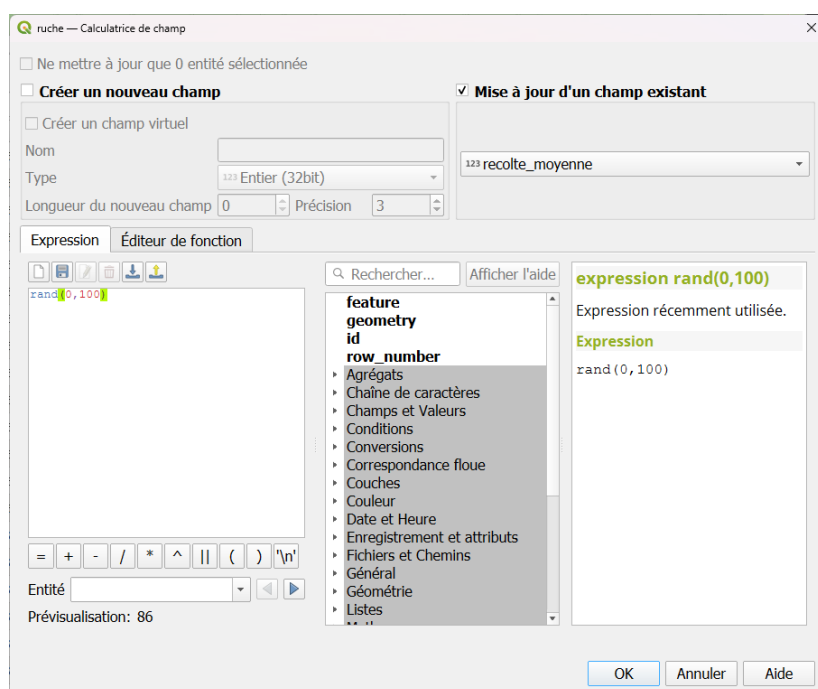
Calculatrice de champs

Note : Vous pouvez effectuer des calculs à partir de valeurs attributaires existantes ou de fonctions définies grâce au bouton **calculatrice de champs** de la table attributaire. Les résultats peuvent servir à mettre à jour un champ existant ou écrit dans un nouveau champ.

Dans la table, un attribut s'appelle **recolte_moyenne**, remplissons-la avec des données aléatoires.

Exercice :

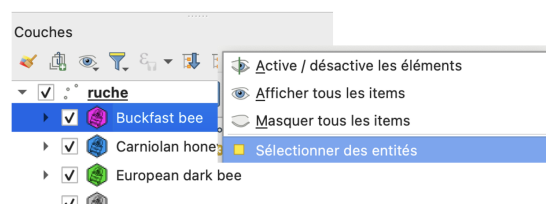
1. Mettre le mode d'édition
2. Ouvrir la calculatrice de champ
3. Cocher **Mise à jour d'un champ existant**
4. Choisir le champ **recolte_moyenne**
5. Écrire l'expression suivante : **rand(0,100)**
6. OK
7. Sauvegarder



Nous pouvons activer le panneau *Statistiques* et afficher les statistiques sur la récolte moyenne des ruches.

Statistique	Valeur
Compte	11
Somme	438
Moyenne	39,8182
Médiane	34
Ecart-type (non)	29,001

La production moyenne de miel peut varier selon les différentes espèces d'abeilles, est-ce visible ? Maya a déjà réalisé une représentation graphique par espèce d'abeille pour la carte. Celle-ci peut être utilisée pour la sélection.



Dans la fenêtre *Statistiques*, activez maintenant **Entité(s) sélectionnée(s) uniquement** pour obtenir uniquement les statistiques relatives aux ruches sélectionnées.

Filtre

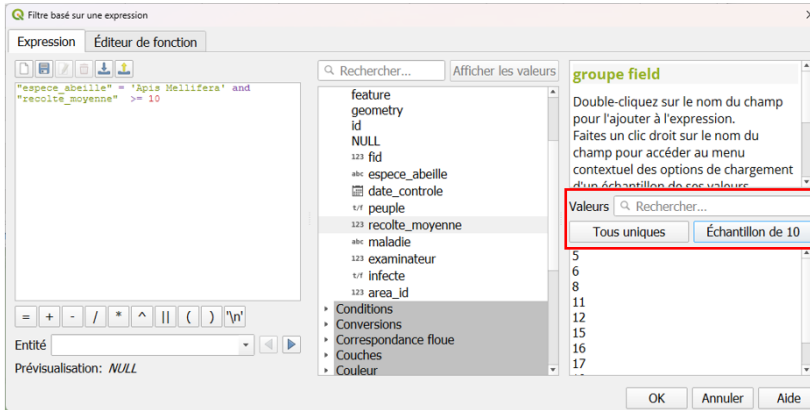
Maya souhaite examiner de plus près les ruches qui produisent peu et/ou beaucoup de miel dans le champ. Comment peut-elle localiser automatiquement ces colonies ?

Le **Filtre de champs** (menu déroulant en bas à gauche dans la table des attributs) permet d'interroger des champs individuels. Pour associer plusieurs conditions, il faut passer au **Filtre avancé (expression)**.

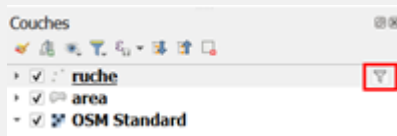
Voici quelques exemples d'expressions possibles pour filtrer ou sélectionner.

- Sélection de toutes les ruches qui produisent moins que la médiane (ou le premier quantile, q1) de miel :
`"recolte_moyenne" < median("recolte_moyenne") OR "recolte_moyenne" is NULL`
- Fixer une valeur minimale par espèce d'abeille:
`"espece_abeille" in ('Apis Mellifera', 'Apis Mellifera Carnica') AND "recolte_moyenne" < 15 OR "espece_abeille" = 'Apis Mellifera Mellifera' AND "recolte_moyenne" < 5`
- Sélectionner pour chaque espèce la ruche avec la récolte la plus basse:
`"recolte_moyenne" = minimum("recolte_moyenne", "espece_abeille")`

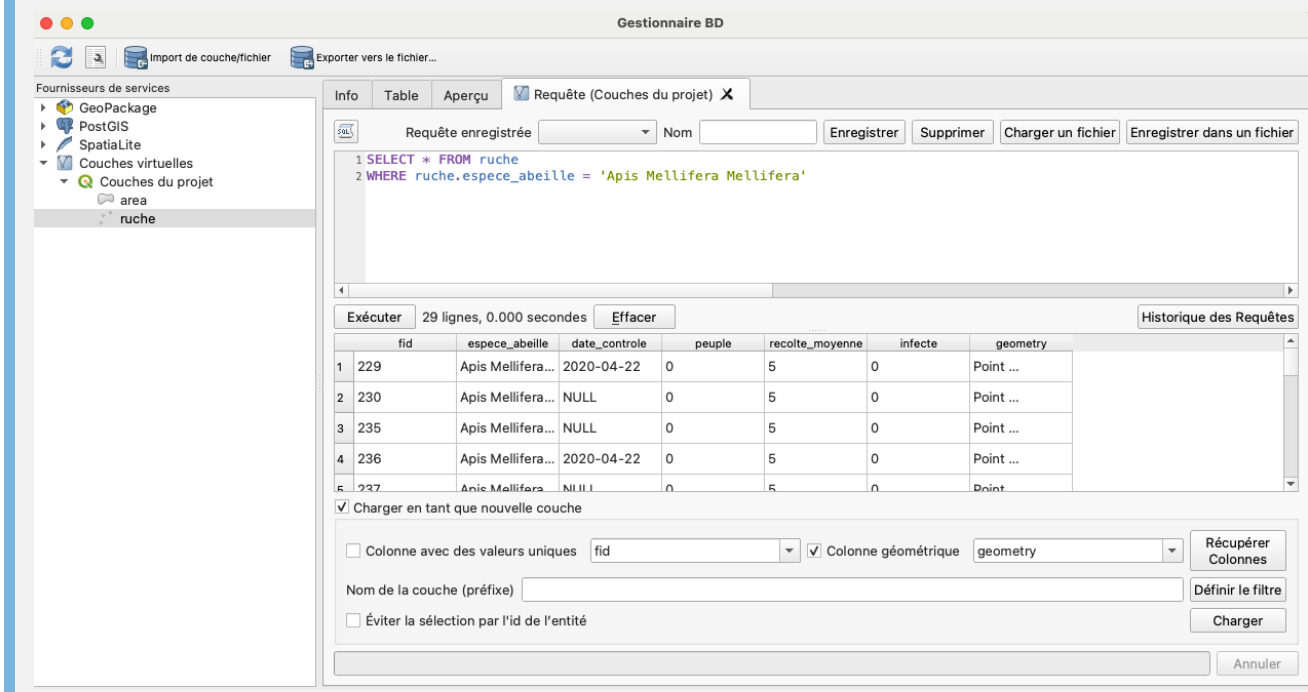
Astuce : dans les expressions, sous "champs et valeurs", il est possible de visualiser toutes les valeurs contenues dans un champ ou un échantillon de 10 valeurs. Cela permet, non seulement, de connaître ce qu'il contient, mais aussi de savoir comment écrire cette valeur de manière appropriée dans l'expression.



D'autres moyens de filtrer l'information affichée sur la carte ou dans la table attributaire existent: Une couche peut être filtrée directement dans les propriétés de la couche. A voir dans **Clic droit sur la couche > Propriétés > Source > Filtre d'entité du fournisseur de données**. Le **Constructeur de requête** en bas à droite permet de formuler la requête, p.ex. `"espece_abeille" = 'Apis Mellifera Mellifera'`. Notez le petit symbole de filtre qui apparaît dans la légende.

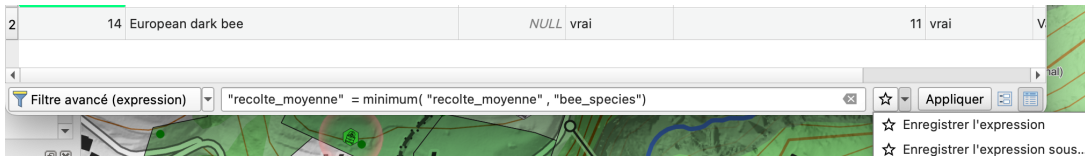


Une couche, créée à partir d'une requête SQL avec le Gestionnaire BD peut également servir à visualiser une information ciblée. Celle-ci peut être chargée dans le projet en tant que nouvelle couche. Par exemple `SELECT * FROM ruche WHERE ruche.espece_abeille = 'Apis Mellifera Mellifera'`

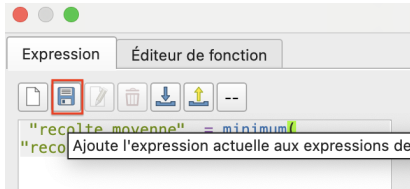


Enregistrer des expressions

Maya aimerait enregistrer ces expressions afin de pouvoir les réutiliser dans l'avenir. Comment peut-elle le faire ?



Alternativement, l'expression peut être enregistré dans la calculatrice des champs dans les expressions de l'utilisateur.



Astuce : Les expressions récemment utilisées se retrouvent aussi dans l'onglet *Récent (generic)* de la calculatrice des champs (panneau du milieu).

Mettre en valeur les récoltes exceptionnelles

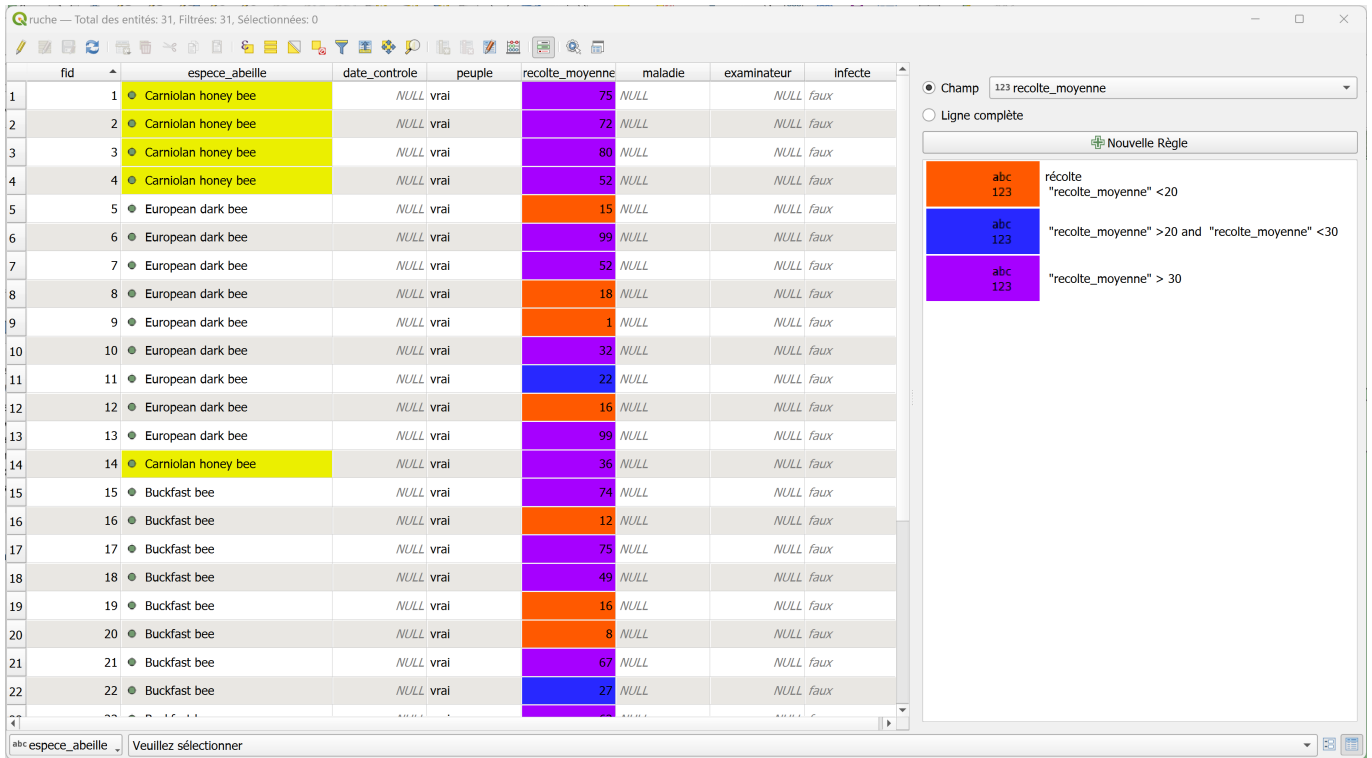
Maya veut avoir une meilleure vue d'ensemble de sa production de miel dans la table attributaire.

Activez la **mise en forme conditionnelle**. 

Les règles de mise en forme conditionnelle peuvent être définies pour un seul attribut ou pour la ligne entière.

Exercice :

1. Dans le champ `espece_abeille`, faire apparaître un point vert quand la ruche est colonisée.
2. Dans le champ `espece_abeille` ajouter un fond jaune si l'espèce d'abeille est 'Carniolan honey bee'.
3. Dans le champ `recolte_moyenne`, ajouter un fond de différentes couleurs en fonction du rendement (<20 en rouge, de 20 à 30 en bleu et >30 en violet).
4. Toute la ligne est grisée si la ruche est vide.

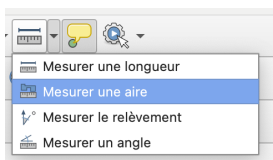


Les mises en forme sont stockées dans le projet QGIS et peuvent également être sauvegardées sous forme de style. Cela sert seulement à mettre en évidence des éléments dans la table attributaire.

Estimation grossière du nombre de ruches par surface

Les abeilles sont-elles tombées malades parce qu'il y en a trop à Lavertezzo ? Maya fait des recherches et découvre qu'une moyenne de 20 ruches par km² est acceptable.

Nous utilisons l'outil de mesure pour effectuer une analyse approximative.



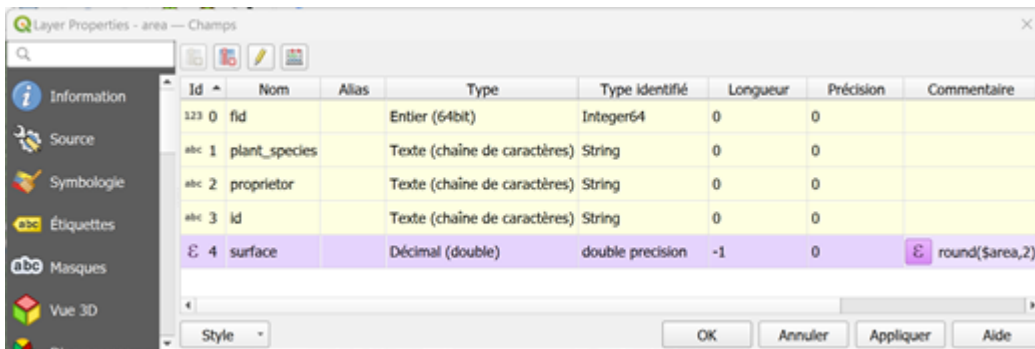
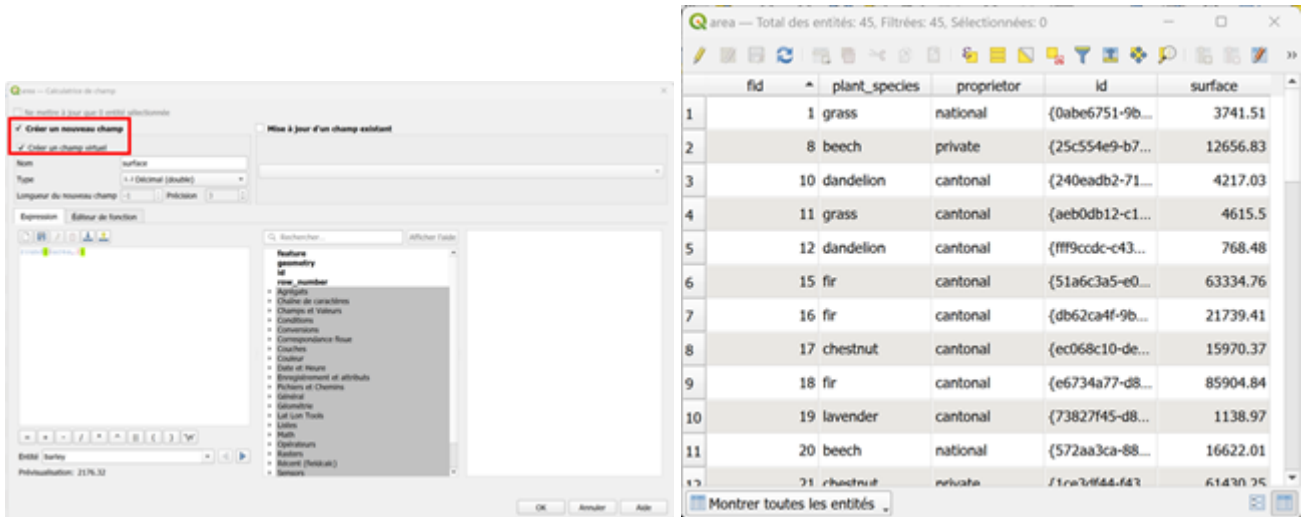
Peut-être que Maya devrait déplacer certaines de ses ruches un peu plus loin.

Calculer dynamiquement la surface des objets

Maya désire connaître la surface des champs. Elle crée un champ virtuel avec une expression pour les calculer. Ainsi, si elle change la géométrie d'une surface végétale, la valeur se recalcule automatiquement.

Pour ce faire, allez sur la **table d'attributs de la couche area > calculatrice de champ**

`round($area, 2)`



Infobulles

Maya veut optimiser les valeurs qui identifient les éléments sur la carte.

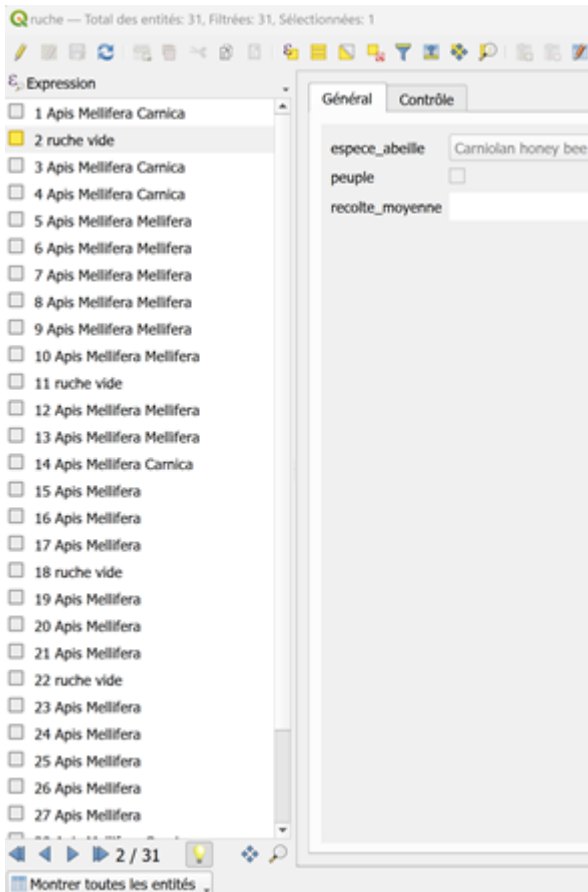
Cette valeur est nommée **infobulles** et est visible dans la table d'attributs dans la vue "formulaire" et dans les expressions sous **Entité** pour prévisualiser les résultats.

Clic droit sur la couche > Propriétés > Infobulles

Elle souhaite avoir un aperçu du **fid** et de l'information 'ruche vide' si la ruche n'est pas peuplée et **fid** et **espece_abeille** si la ruche est peuplée.

```

CASE WHEN "peuple" is false
THEN "fid" || ' ' || 'ruche vide'
ELSE "fid" || ' ' || "espece_abeille"
END
    
```



Marquer les ruches malades

Maya est choquée de découvrir que toutes ses abeilles Buckfast sont tombées malades, elles ont des acariens Varroa.

Maintenant que nous avons vu comment utiliser le filtre et la calculatrice, à vous de jouer.

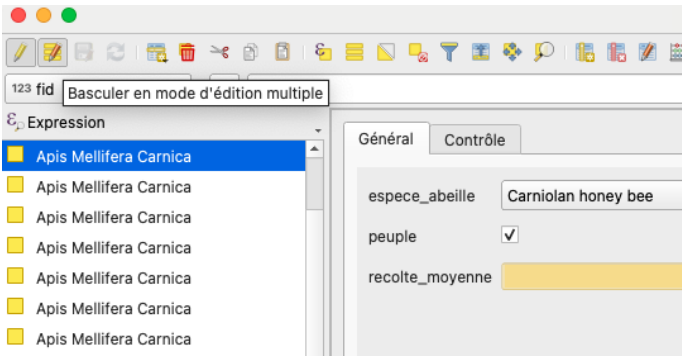
Exercice :

1. Sélectionner toutes les ruches avec l'espèce d'abeille 'Buckfast'.
2. Avec la calculatrice de champ, changer l'attribut `infecte` en `true` des ruches sélectionnées.
3. Mettre dans l'attribut `maladie` la valeur 'Varroa'.

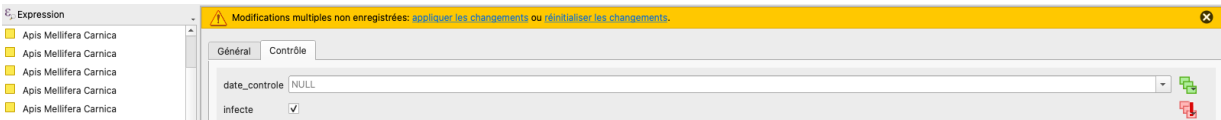
Maya a contrôlé les ruches avec peu de récolte. Elle constate que celles-ci sont infectées par la loque européenne (EFB).

Exercice :

1. Filtrer les ruches avec peu de récolte grâce au filtre avancé.
2. Sélectionner manuellement les ruches qui se sont infecté avec l'EFB.
3. Basculer en mode d'édition multiple.



4. Cocher "infecté" et attribuer la maladie. Avec un clic sur **appliquer les changements**, confirmer que toutes les ruches sélectionnées recevront ces valeurs d'attributs.

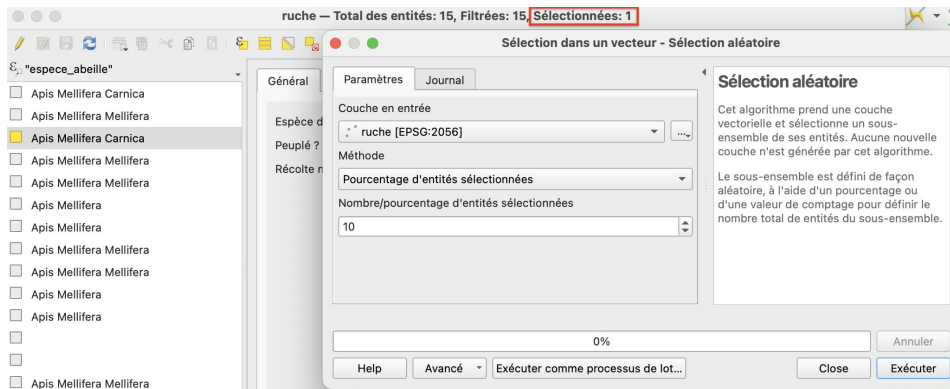


Malgré tout l'amour que Maya apporte aux ruches, elle constate qu'il y a aussi 10% des ruches qui sont concerné par la loque américaine (AFB).

1. Vecteur > Outils de recherche > Sélection aléatoire

Pour l'attribution de Varroa et de l'infection, nous pourrions procéder de la même manière que décrit ci-dessus, mais ce serait ennuyeux. Nous voulons découvrir une autre méthode.

2. Ouvrir la **calculatrice des champs** et définir le statut des ruches sélectionnées comme infectées :



Analyse des plantes consommées

Le miel le plus recherché par Maya est celui qui se trouve à proximité des châtaigniers. Pour pouvoir contrôler quelles abeilles consomment quelle plante, Maya doit établir un lien entre les plantes et les ruches.

Nous ajoutons un champ `area_id` représentant une clé étrangère sur la couche `ruche`.

Clic droit sur la couche > Propriétés > Champs

123 8	area_id	int	integer	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
-------	---------	-----	---------	---	---	-------------------------------------	-------------------------------------

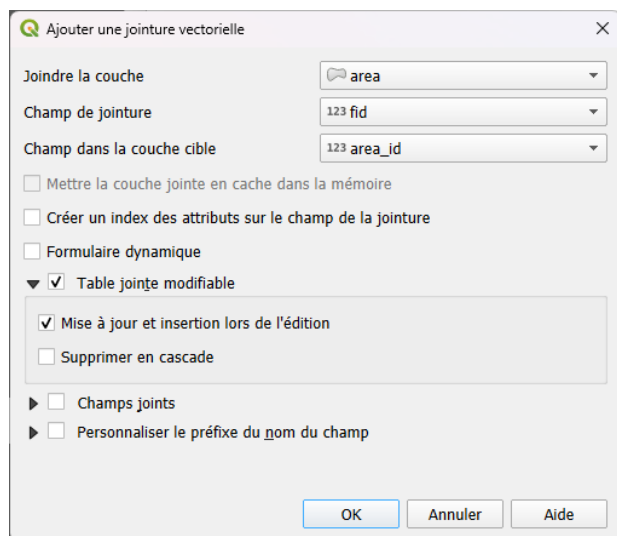
Jointure

Nous pouvons maintenant faire une jointure entre les tables.

Clic droit sur la couche > Propriétés > Jointure

Joindre la couche : **area** Champ de jointure : **fid** Champ dans la couche cible : **area_id**

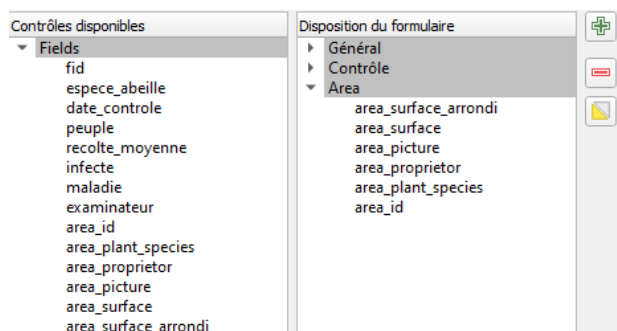
Nous avons des options supplémentaires comme la mise en cache de la jointure, la création d'un index d'attributs et un formulaire dynamique. Ici, nous activons la jointure de table éditable.



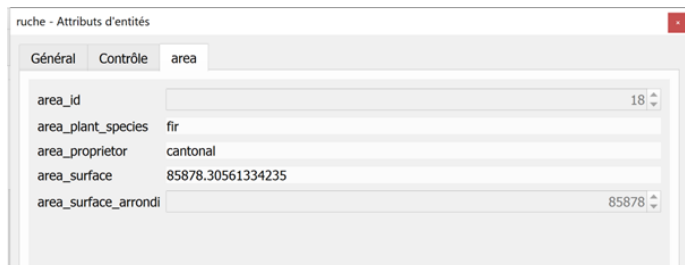
Lorsque nous passons maintenant à la section **Champs**, nous voyons que les champs du tableau joint y sont listés en vert.

Pour avoir ces champs dans le formulaire, nous devons les ajouter avec glisser-déposer dans la section formulaire d'attributs.

Nous créons un nouvel onglet appelé **Area** et y ajoutons l'**area_id** et les champs joints.



Voici le résultat :



Les jointures sont créées rapidement, mais ont certaines limites.

- c'est à sens unique : vous pouvez voir quelle zone est référencée pour une ruche, mais pas quelles ruches référencent cette zone
- vous ne pouvez pas créer une nouvelle zone lors de la création d'une ruche et inversement.

Examinons donc les relations.

Supprimez à nouveau les champs de jointure (nous devons également les supprimer dans le formulaire).

Les **jointures** permettent 'd'ajouter' visuellement à une couche A des données d'une couche B, c'est en quelque sorte une **vue**. Pour chaque ligne dans la couche A, il y a 0 ou 1 valeur de la couche B qui s'y ajoute. Nous verrons dans la table attributaire de la couche A les informations jointes de la couche B. Dans les propriétés de la couche, cela est visible dans l'onglet **Champs** (colorés en vert). Par contre, dans la couche B, nous verrons aucune indication de cette jointure. La configuration se fait **au niveau d'une couche**.

Les **relations** permettent de voir des informations dans les deux sens et de créer des liens 1:N ou M:N entre deux couches. Elles ont besoin d'une clé étrangère de la couche A qui est inscrit dans la couche B. Les données sont donc effectivement liées. Dans le cas des relations, on parle des entités **parent** et des entités **enfant**. La configuration se fait **au niveau du projet**, entre deux couches. Plusieurs types de relations existent:

Relation 1:1 (One-to-One) :

Dans une relation 1:1, chaque entité spatiale d'une couche de données **enfant** est associée à une seule entité d'une couche de données **parent**, et vice versa. Par exemple, une couche de données de limites de villes peut être jointe à une couche de données démographiques où chaque ville est associée à ses propres données démographiques.

Relation 1:N (One-to-Many) :

Dans une relation 1:N, chaque entité spatiale d'une couche de données **parent** peut être associée à plusieurs entités d'une autre couche de données **enfant**, mais chaque entité de cette couche **enfant** est associée à une seule entité spatiale de la couche **parent**. Par exemple, joindre une couche de données d'écoles (parent) à une couche de données d'étudiants (enfant), où une école peut avoir plusieurs étudiants et un étudiant ne fréquente qu'une école.

Relation M:N (Many-to-Many) :

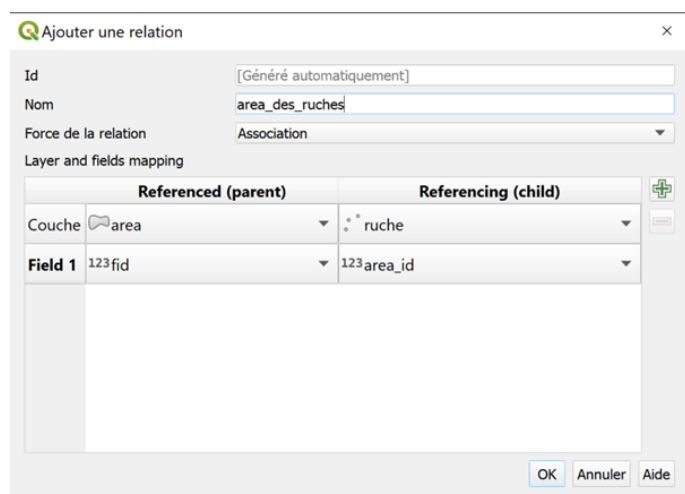
Dans une relation M:N, plusieurs entités spatiales d'une couche de données peuvent être associées à plusieurs entités d'une autre couche de données, et vice versa.

Par exemple, mettre en relation une couche de données de parcelles de terrain à une couche de données de propriétaires, où chaque parcelle peut avoir plusieurs propriétaires, et un propriétaire peut être associé à plusieurs parcelles. Dans une relation M:N, il faut travailler avec une **table de**

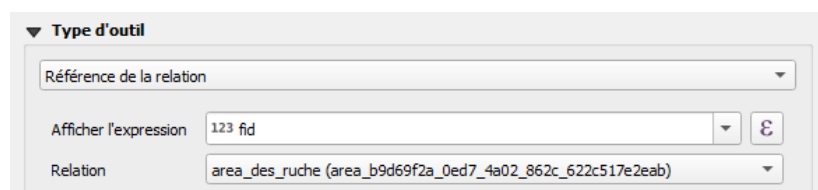
relation qui comporte une ligne pour chaque lien qu'il y a entre les deux couches. Dans les widgets du formulaire d'attribut, la **valeur relationnelle** traite les données comme une sorte de jointure. La **référence relationnelle** par contre fait référence à une relation dans le projet.

Relation un à plusieurs

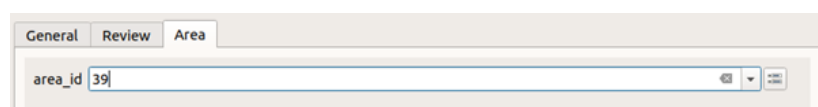
Projet > Propriétés > Relations (ou nous pouvons utiliser le **Localisateur** pour y écrire 'Relations')



Après avoir créé la relation, nous pouvons vérifier les propriétés du formulaire d'attribut et nous voyons qu'il y a déjà un widget de référence de relation attribué.



Nous avons donc dans les formulaires de la couche ruche une liste déroulante pour sélectionner la zone. Ainsi, nous voyons dans la couche de surface quelles ruches sont connectées.



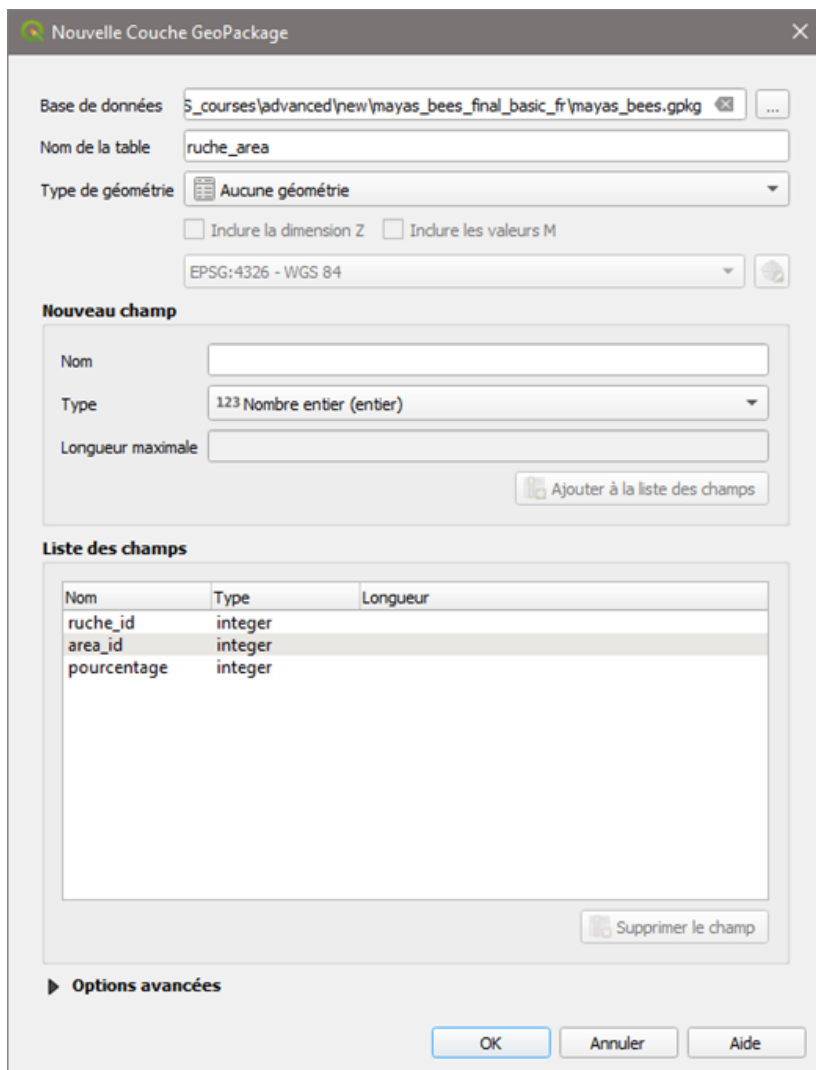
Relation plusieurs à plusieurs (facultatif)

Mais, ce serait trop facile que les abeilles ne consomment que dans un seul champ. Ces petites abeilles aiment la diversité et mangent un jour de la châtaigne et un autre jour de la lavande.

Maya a besoin de créer des relations plusieurs à plusieurs entre les couches.

Nous créons une *table de jointure* appelée **ruche_area** avec les champs :

- **fid** (général)
- **ruche_id** (clé étrangère de la ruche)
- **area_id** (clé étrangère de la zone)
- **pourcentage** (informations complémentaires sur la jointure)



Nous créons la relation plusieurs à plusieurs, ce qui signifie que nous créons deux relations.

ruche 1--n ruche_area m--1 area

Cela permet que plus d'une ruche puisse se référer à plus d'une zone.

- Cela signifie qu'une ruche peut être référencée par plus d'une entrée de la jointure **ruche_area**. Mais, une entrée de la jointure **ruche_area** ne peut faire référence qu'à une seule ruche.
- Cela permet qu'une zone puisse être référencée par plus d'une entrée de la jointure **ruche_area**. Mais, une entrée de la jointure de zone de ruche ne peut faire référence qu'à une seule zone.

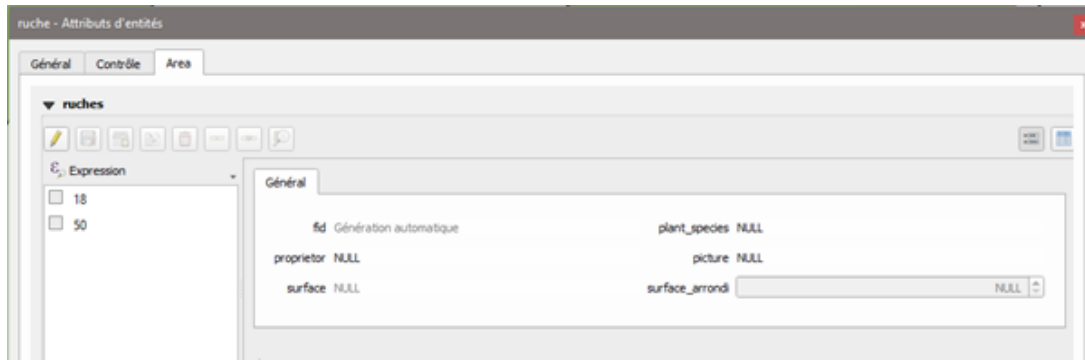
Nom	Couche de référence	Champ de référence	Couche de référencement	Champ référençant	Id	Force
1 areas	area	fid	ruche_area	area_id	ruche_area_are...	Composition
2 ruches	ruche	fid	ruche_area	ruche_id	ruche_area_ruc...	Composition

La force est une *composition* - cela signifie que l'enfant (l'entrée dans la couche **ruche_area**) est également supprimé lors de la suppression du parent (soit la ruche, soit la zone associée). Ce n'est pas le cas pour la force appelée *association*.

Vérifions la configuration du formulaire.

Clic droit sur la couche > Propriétés > Formulaire des attributs

Nous ajoutons la relation au formulaire et fixons directement la cardinalité.



La tâche est maintenant accomplie à la satisfaction de Maya : elle a enregistré les maladies, les a attribuées aux colonies d'abeilles correspondantes et est en mesure de procéder à des évaluations importantes pour elle et de les présenter sous forme de carte compréhensible. Maya a désormais bien mérité un cappuccino...

Il existe des extensions pour faciliter la gestion des relations, surtout dans le formulaire d'attributs:

- Ordered relation editor : cette extension permet de changer (en drag and drop) l'ordre dans lequel les enfants d'une relation sont affichés dans le formulaire du parent.
- Linking relation editor : des enfants existants peuvent être reliés à un parent.
- Document management system : permet de gérer de manière intuitive une table annexe et la table de jointure correspondante comportant les chemins et les informations sur des documents, photos ou autres fichiers externes.

Les jointures et relations nécessitent un champ unique dans les couches à lier. Il est recommandé d'utiliser des champs de type **uuid** afin d'éviter tout duplicats d'identifiants, plutôt qu'un champ **id** qui est constitué d'un nombre entier.

Visualiser les zones de butinage, le volumes de bourdonnement et le danger des termites

Zones de collecte du pollen

Maya sait que les abeilles butinent jusqu'à 4000 mètres de leur ruche. Elles récoltent toutefois la majeure partie du pollen dans un rayon de 100 mètres. Maya souhaite visualiser l'emplacement exact de ces zones.

Base de données > Gestionnaire BD...

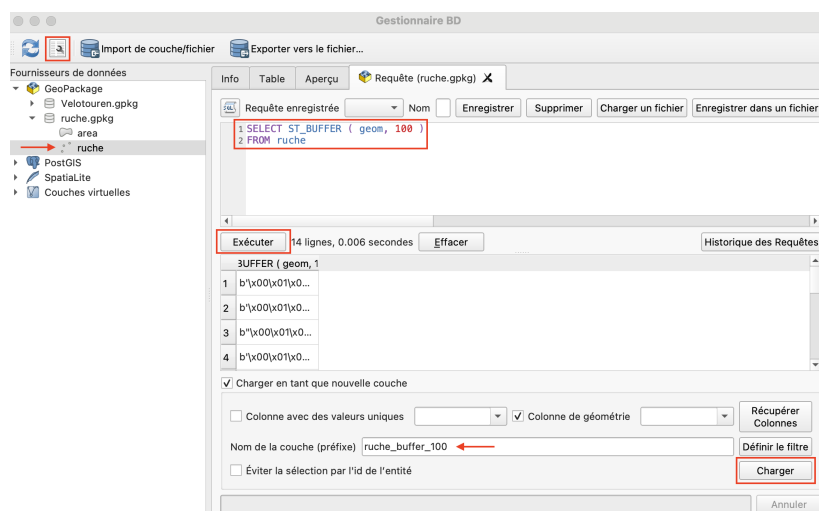
Sélectionnez le GeoPackage de Maya dans la liste et ouvrez la fenêtre SQL. Saisissez ensuite la requête SQL suivante :

```
SELECT ST_BUFFER ( geom, 100 ) FROM ruche
```

> Exécuter

Sources d'erreurs possibles : Le champ peut également s'appeler `geometry` → adapter en conséquence si nécessaire. La commande suivante peut être nécessaire au préalable : `CREATE EXTENSION postgis;`

Chargez la couche (p.ex. en tant que `ruche_buffer_100`).



Nous voyons maintenant les zones de butinage comme cercles sur la carte.

Il est possible d'obtenir le même résultat avec une **couche virtuelle**.

Celles-ci ont les avantages suivantes:

- nous pouvons utiliser des données de divers sources (ou importer directement les couches du projet),
- l'exécution de la commande est plus rapide que pour les requêtes du gestionnaire BD,
- les couches virtuelles s'actualisent quand les données sources sont actualisées (telle qu'une vue dans une base de donnée).

Cependant, en cas de nombreuses couches virtuelles dans un projet (qui s'actualisent en continu), celui-ci peut devenir lent et faire planter QGIS.

Allez dans **Couche > Créer une couche > Nouvelle couche virtuelle** et exécutez à nouveau le même extrait de code.

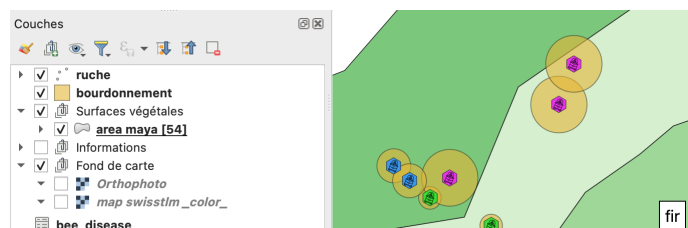


Volume de bourdonnement des abeilles (facultatif)

Maya a appris de source peu fiable que les colonies d'abeilles produisent leurs propres bourdonnements et que les différentes espèces d'abeilles bourdonnent à des volumes différents. Le bourdonnement des abeilles Buckfast s'étend sur 5 m, celui des Apis Mellifera Carnica sur 3 m et celui des abeilles mellifères européennes sur seulement 2 m.

```
SELECT ST_Buffer ( geometry , 5 ) AS noise_geom, fid, espece_abeille
FROM ruche
WHERE espece_abeille = 'Apis Mellifera'
UNION SELECT ST_Buffer ( geometry, 3 ) AS noise_geom, fid, espece_abeille
FROM ruche
WHERE espece_abeille = 'Apis Mellifera Carnica'
UNION SELECT ST_Buffer ( geometry , 2 ) AS noise_geom, fid, espece_abeille
FROM ruche
WHERE espece_abeille = 'Apis Mellifera Mellifera'
```

Ajoutez les données comme couche, l'appellez "bourdonnement" avec l'identifiant unique **fid**.

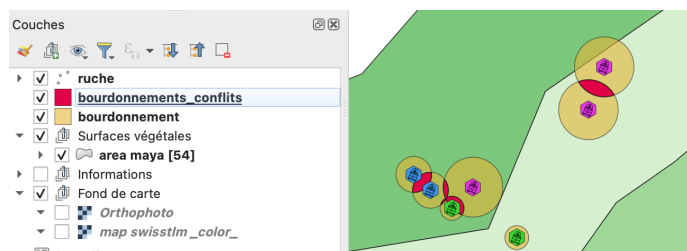


Maya a maintenant appris, de sources tout aussi peu fiables, que les abeilles sont désorientées lorsqu'elles entendent le bourdonnement de deux colonies différentes. Elles se perdent et ne retrouvent plus jamais le chemin de leur ruche.

Examinons les zones de conflit.

```
SELECT CONCAT(a.fid, b.fid) AS fid, ST_Intersection(a.geometry, b.geometry) AS
conflict_geometry
FROM bourdonnement AS a, bourdonnement AS b
WHERE a.fid != b.fid
AND ST_Intersects(a.geometry, b.geometry)
```

Chargez la couche en tant que **bourdonnement_conflits**.



Heureusement, Maya a entendu dire d'une autre source peu fiable que cela ne posait problème que lorsque le bruit provenait de différentes espèces d'abeilles.

```
SELECT CONCAT(a.fid, b.fid) AS fid, ST_Intersection(a.geometry, b.geometry) AS
conflict_geometry
FROM bourdonnement AS a, bourdonnement AS b
WHERE a.fid != b.fid
AND ST_Intersects(a.geometry, b.geometry)
```



Du coup, la situation n'est pas si grave !

Déterminer le risque lié aux termites (facultatif)

Maya a entendu dire que des termites envahissantes ont migré vers le Tessin. Elles pourraient nuire aux abeilles. Maya reçoit un fichier Shapefile contenant les emplacements des termitières.

Sélectionnez le GeoPackage **mayas_bees.gpkg** et importez le fichier Shapefile **/termites/mounds.shp**.

Il est désormais possible d'exécuter une commande SQL sur le GeoPackage contenant les termitières.

```
SELECT ST_Buffer(geometry, 50) AS termites_geom, *
FROM mounds
```

Ajoutez la couche **termites**.

Nous pouvons désormais déterminer quelles ruches sont en danger à l'aide de couches virtuelles.

```
SELECT a.fid, ST_Intersection(a.geometry, b.geometry) AS geometry
FROM ruche AS a, termites AS b
WHERE ST_Intersects(a.geometry, b.geometry)
```

Maya souhaite installer des pièges à termites au cas où celles-ci quitteraient leurs zones habituelles de recherche de nourriture. Afin de trouver le meilleur emplacement pour installer les pièges qui doivent interrompre le chemin des termites, elle a besoin de commandes PostGIS supplémentaires.

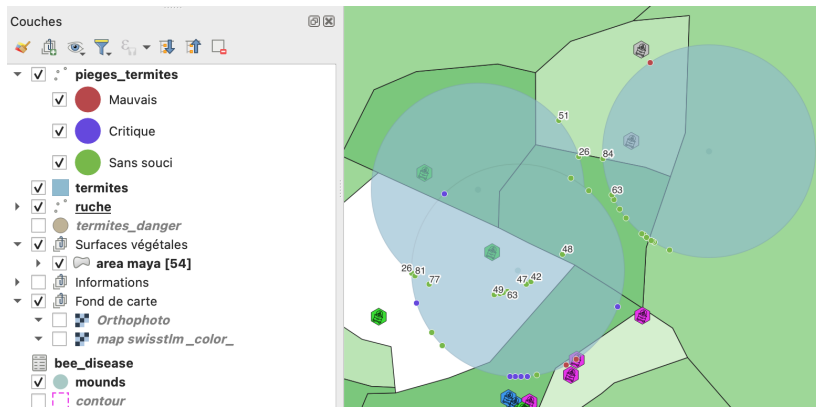
Nous déterminons dans la zone de recherche de nourriture le point le plus proche d'une ruche.

```
SELECT r.fid,
ST_closestPoint(t.geometry, r.geometry) as geometry,
ST_distance(
ST_transform(ST_closestPoint(t.geometry, r.geometry), 2056),
ST_transform(r.geometry, 2056)
) AS distance
FROM ruche r, termites t
WHERE NOT ST_Intersects(r.geometry, t.geometry)
```

Pour voir à quelle distance se trouve une ruche, nous adaptons la symbolisation en conséquence.

Ensemble de règles		
Étiquette		Règle
<input checked="" type="checkbox"/>	● Mauvais	distance<10
<input checked="" type="checkbox"/>	● Critique	distance>10 and distance<20
<input checked="" type="checkbox"/>	● Sans souci	distance>20

Ceci nous permet de voir où l'installation de pièges est la plus urgente.



Symbologie et étiquettes des ruches

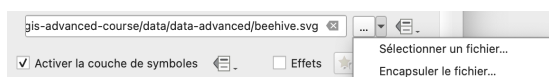
Comme les ruches ont maintenant de nombreux attributs différents, une catégorisation selon les différentes espèces d'abeilles ne suffit plus à Maya comme symbole. Elle met donc un peu plus de travail dans la représentation.

Encapsuler le fichier svg

Maya souhaite mettre l'ensemble du projet à la disposition de ses amis et de ses collaborateurs. C'est pourquoi elle souhaite réduire le nombre de fichiers à envoyer.

Nous intégrons le SVG dans le projet.

Clic droit sur la couche **ruche** > **Propriétés...** > **Symbologie** > aller au **symbole SVG** > **Encapsuler le fichier** > sélectionner à nouveau **beehive.svg**.

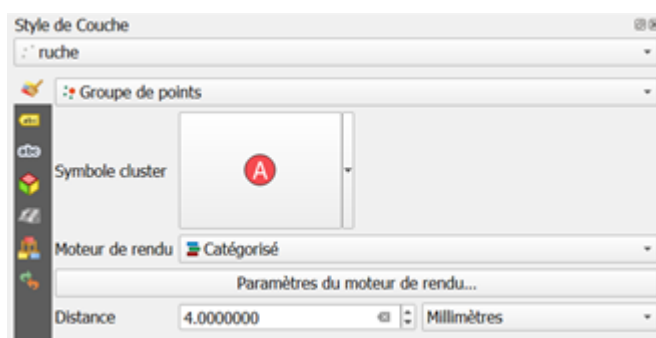


Enregistrez le projet. Nous pouvons maintenant supprimer le fichier SVG du dossier des données.

Rendre visible les ruches malades

En voyant les ruches sur la carte, vous pouvez constater que parfois, les ruches se superposent. Pour améliorer la visibilité, nous utilisons d'abord "groupe de points".

Configurez le groupe de points pour qu'il corresponde à un cercle avec l'information sur le nombre de points groupés.

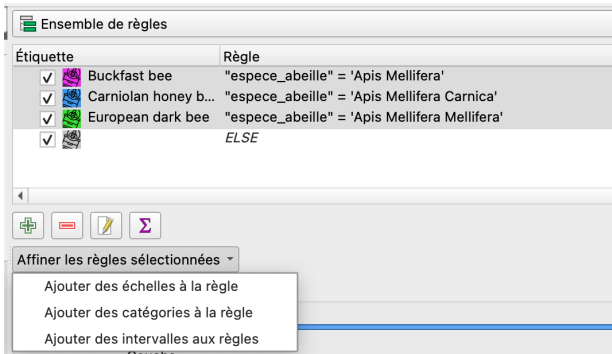


Désormais, nous pouvons faire ressortir les ruches malades ou non dans un style supplémentaire.

Clic droit sur la couche **ruche** > **Styles** > **Ajouter** > mettre un nom, p.ex. **infectés**

Pour créer le style, suivez les étapes suivantes :

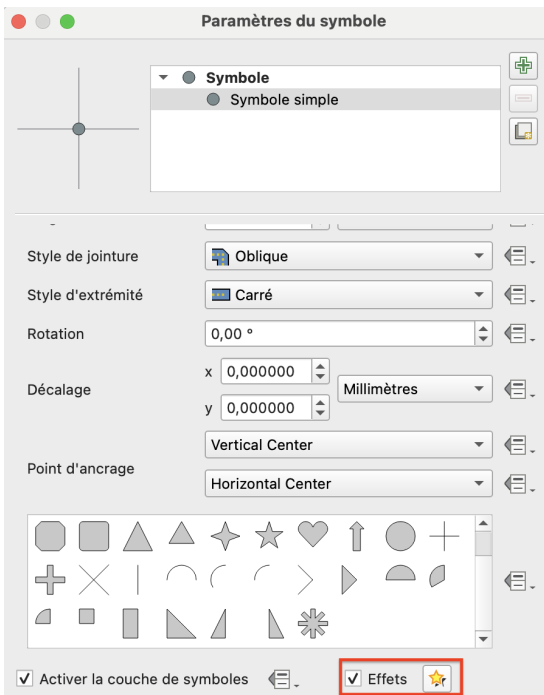
1. Changer "Catégorisé" par "Ensemble de règles"
2. Sélectionner les trois règles des espèces
3. Allez sur **Affiner les règles sélectionnées** > **Ajouter des catégories à la règle**



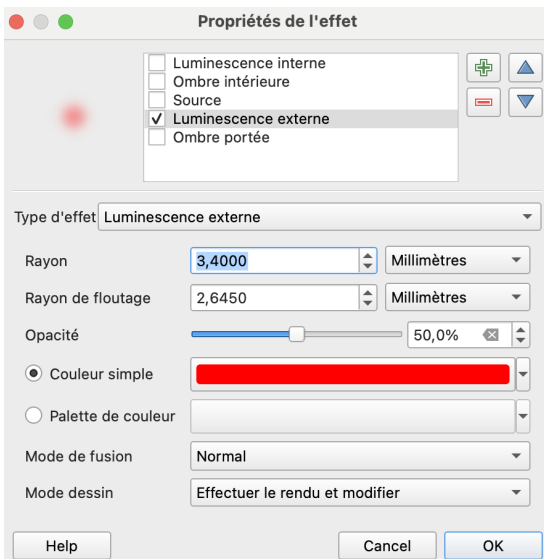
4. Choisissez l'attribut **infecte** et **Classer**

5. Supprimez la valeur "false" avec 

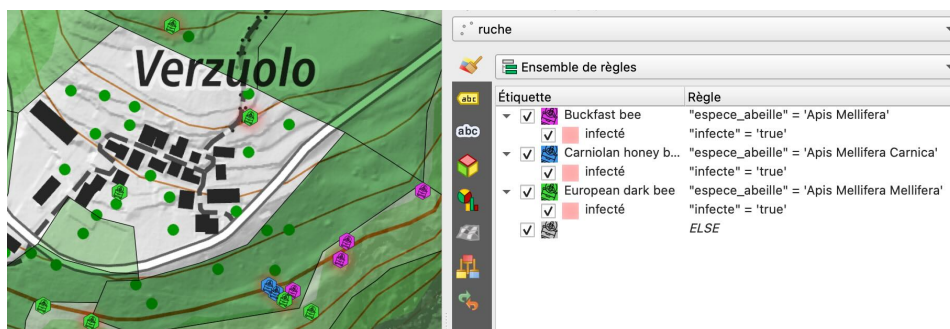
6. Sélectionnez le symbole de la valeur "true" puis **Symbole simple** et activez les **effets** tout en bas



7. Décochez "Source", activez "Luminescence externe", augmentez le rayon et choisissez une autre couleur



1. Complétez l'étiquette avec "infecté"

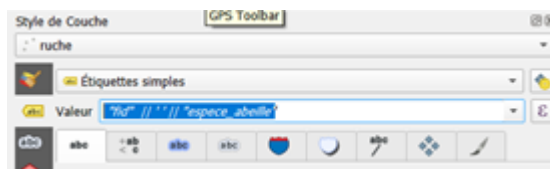


Facultatif: Les symboles peuvent en plus être catégorisés selon la maladie. Ajoutez un autre niveau d'affinement des règles avec les différentes maladies. Définissez un symbole supplémentaire ayant différentes couleurs en fonction du type de maladie. Attention, ce symbole ne doit pas recouvrir le symbole principal des ruches. Avec le bouton **Niveaux de symbole..** il est possible de régler l'ordre d'affichage des différents composants du symbole. Ici, 0 correspond au niveau le plus bas, 1 et 2 sont dessinés plus en avant.

Étiquetage des ruches

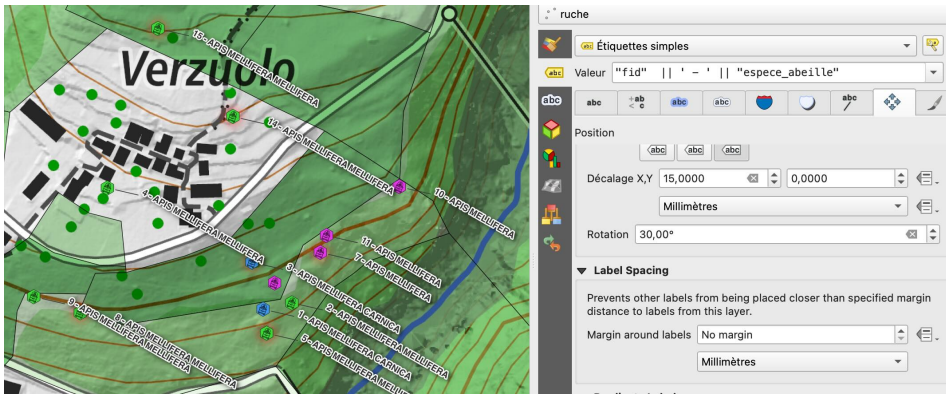
Maya connaît ses symboles, mais ses amis et ses aides doivent également pouvoir voir au premier coup d'œil quel type d'abeille habite dans une ruche. C'est pourquoi Maya travaille sur les étiquettes.

1. Activez l'étiquette en sélectionnant "Étiquettes simples"
2. Dans **Valeur** écrire l'expression suivante `"fid" || ' - ' || "espece_abeille"`



Nous pouvons encore améliorer le résultat, faites les modifications suivantes :

1. **Texte** : changez la police et la couleur
2. **Formatage** : forcez l'écriture en majuscule
3. **Tampon** : ajoutez un tampon (buffer)
4. **Ombre** : appliquez une ombre
5. **Positionnement** :
 - o **Mode** : décalez par rapport au point (cadrant en bas à droite)
 - o **Décalage X,Y** : X=15
 - o **Rotation** : 30
6. **Connecteurs** : activez les connecteurs et définissez le style et l'espacement
7. Pour finir, définissez la visibilité suivant l'échelle



Lorsque nous positionnons manuellement les étiquettes, de nouveaux champs auxiliaires sont créés pour les coordonnées à partir desquelles le positionnement est effectué. Les informations sont enregistrées dans le fichier du projet. Sous **Propriétés de la couche > Champs**, nous pouvons voir ces champs (en vert). Les différentes fonctions d'étiquetage dans la barre d'outils :



Visualiser les lignes entre la maison de Maya et ses ruches (facultatif)

Maya souhaite maintenant modifier la symbologie pour que des lignes partent de sa maison et mènent aux ruches. Pour ce faire, Maya a besoin des coordonnées de sa maison.

1. Connectez-vous au serveur PostgreSQL d'OPENGIS.ch Nom : peut être choisi librement, p.ex. **demo db**
 Service :
 Hôte : **demopg.opengis.ch**
 Port : **21699**
 Base de données : **coursedemo**
 SSL mode : **requiert**

Tester la connexion

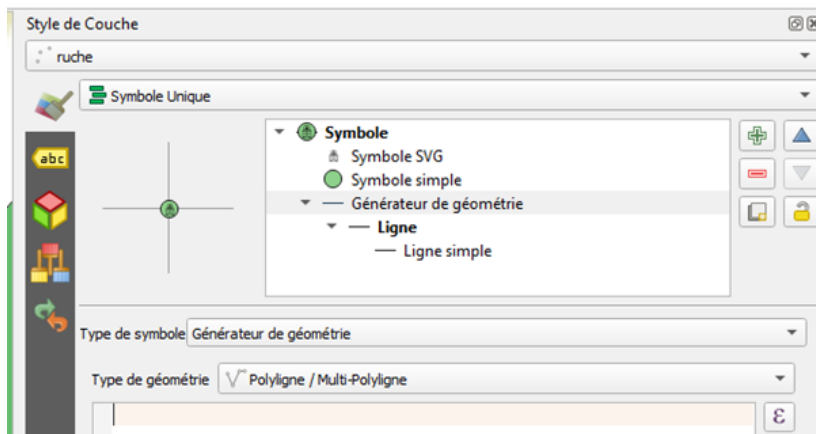
Nom d'utilisateur : **course_participant**
 Mot de passe : **qgis!**

Connecter

2. Choisir la table **public.mayas_friends** et l'ajouter au projet.
3. La position de la maison de Maya est dans cette couche. Recherchez la position, puis utilisez "Identifier la caractéristique" et obtenez les coordonnées dans la section "Identifier les résultats"
4. Ajoutez les coordonnées aux variables du projet. **"Projet" > "Propriétés" > "Variables"** et créez 2 variables : "maya_maison_est" et "maya_maison_nord" avec les bonnes valeurs (*Remarque : enregistrer impérativement les coordonnées dans la variable sans séparateurs de milliers, sinon la valeur sera enregistrée sous forme de chaîne de caractères au lieu d'un nombre*).

Ainsi, Maya peut les appeler dans une expression sans écrire les coordonnées.

5. **Clic droit sur la couche "ruche" > "Style" > "Ajouter..." > ruches_maison**
6. Ouvrez les propriétés de style de la couche, changez pour une symbologie unique, sur le symbole, ajoutez un générateur de géométrie type ligne



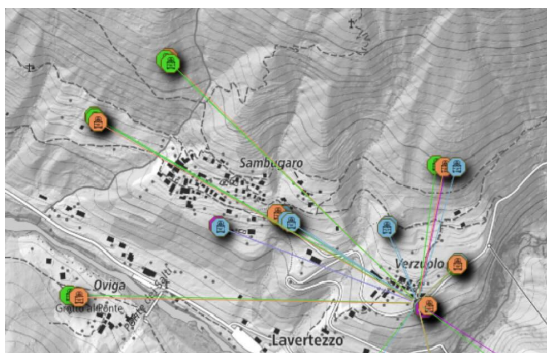
1. Avec une expression, créez une ligne entre les ruches et la maison de Maya

```
make_line( make_point( $x , $y ), make_point( @maya_house_x , @maya_house_y ) )
```

Maya s'aperçoit que près de la maison, il y a trop de lignes, alors elle décide d'y ajouter un tampon. Il faudra donc changer l'expression et faire la différence entre la ligne et un tampon.

8. Modifiez l'expression

```
difference( make_line( make_point( $x , $y ), make_point( @maya_house_x , @maya_house_y ) ), buffer( make_point( @maya_house_x , @maya_house_y ), 10) )
```



Facultatif : Maya souhaite utiliser les lignes pour visualiser la quantité de miel que chaque ruche rapporte. **Indice**, ajoutez une expression dans la largeur du trait.

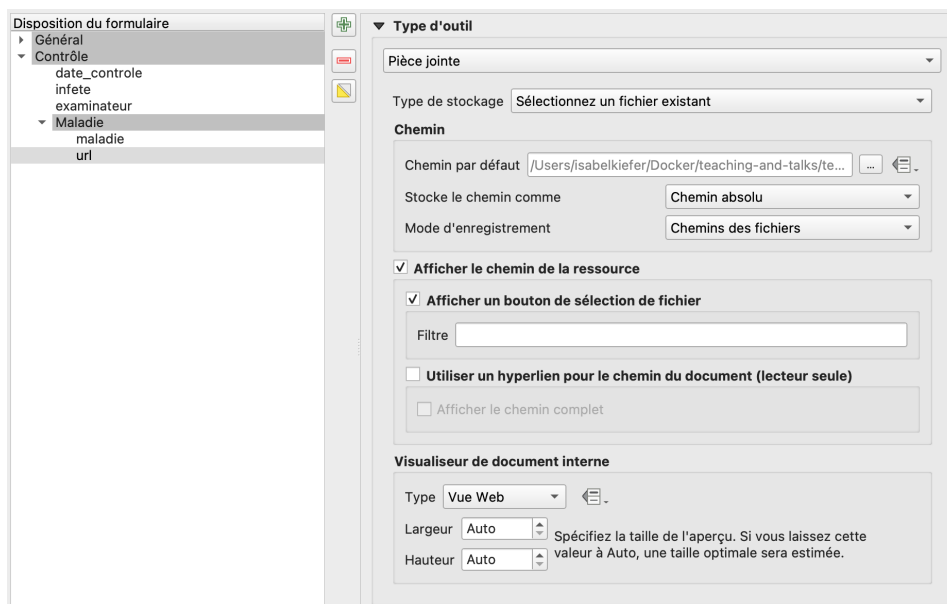
La tâche est désormais accomplie à la satisfaction de Maya : elle a répertorié les maladies, les a attribuées aux colonies d'abeilles correspondantes et est en mesure de réaliser des analyses importantes pour celles-ci et de les présenter de manière compréhensible sous forme cartographique. Maya a maintenant bien mérité un cappuccino...

Plus d'informations sur la maladie (facultatif)

Les amis de Maya ne sont pas tous experts en matière de maladies d'abeilles. Maya décide d'ajouter dans le formulaire un lien vers plus d'informations sur chaque maladie.

- Dans les propriétés de la couche **ruche**, créer un nouveau champ **maladie_url** (type: texte).
- Glisser ce champ dans l'onglet 'Maladie'
- Type d'outil = Pièce joint
- Visualiseur de document interne = Vue Web

- Ajouter comme valeur par défaut l'expression `concat('https://www.google.ch/search?q=', attribute(get_feature('bee_disease','code', "maladie"), 'description_en'))`
- Cocher **Appliquer la valeur par défaut sur la mise à jour**
- Mettez un alias au champ, p.ex. `searchUrl`



Le monde réel de l'extérieur - Présentation de QField

Maya aimerait aussi porter son projet avec elle quand elle visite les ruches. Pour cela, elle utilise l'application QField (qfield.org). Elle aimerait aussi partager son projet de terrain avec ses amis.

Installer l'application QField et synchroniser le projet

Maya télécharge l'application QField sur son téléphone portable (pour Android sur PlayStore, iOS dans l'AppStore, Windows et Linux : <https://docs.qfield.org/get-started/>).

Elle télécharge ensuite le projet et les données sur son téléphone portable afin de les ouvrir avec QField et de vérifier si les modifications apportées au formulaire d'attributs sont pratiques pour la saisie sur le téléphone portable.

En option : télécharger l'extension QFieldSync pour la synchronisation entre QField et QGIS. Cela sera particulièrement pratique lorsque Maya partagera le projet avec ses amis qui contrôlent les ruches pour elle.

Maya télécharge le projet QGIS depuis le plugin QFieldSync vers QFieldCloud, où elle a préalablement créé un compte, puis depuis là vers son téléphone portable.

Charger une carte de fond légère

Maya réfléchit aux cartes qu'elle pourrait intégrer dans l'application QField, le QGIS mobile, sur son téléphone portable. La carte doit pouvoir se charger le plus rapidement possible et être aussi petite que possible, car elle souhaite l'utiliser partout, même dans la forêt et en montagne, sans connexion Internet. Elle souhaite également qu'elle occupe le moins d'espace possible sur son téléphone portable.

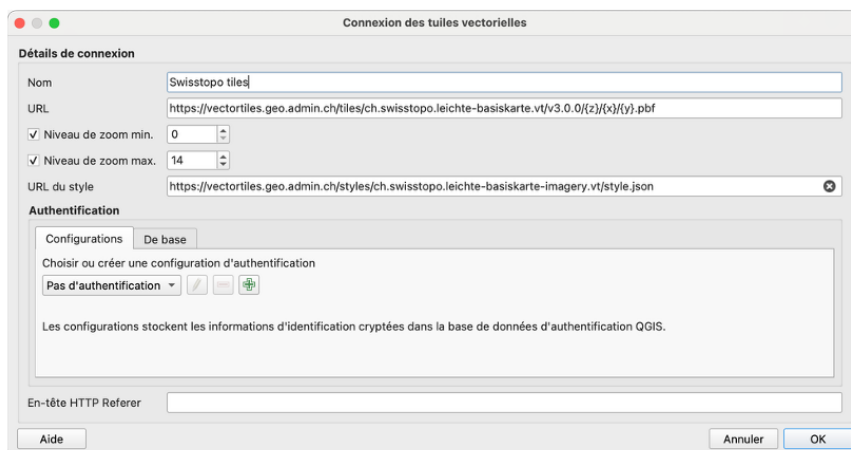
Gestion des sources de données > Tuile vectorielle > Nouveau > Nouvelle connexion générale Les tuiles vectorielles se trouvent dans un fichier .pbf et différents styles peuvent être chargés sous forme de .json.

Tuiles vectorielles : <https://vectortiles.geo.admin.ch/tiles/ch.swisstopo.leichte-basiskarte.vt/v1.0.0/{z}/{x}/{y}.pbf>

Style pour carte de base légère avec arrière-plan en relief :

<https://vectortiles.geo.admin.ch/styles/ch.swisstopo.leichte-basiskarte.vt/style.json>

Remarque : si un exemple de lien est copié depuis Internet, les chiffres précédant «pbf » sont à remplacer par {z}/{x}/{y} conformément à l'exemple dans l'aperçu.



Une fois la connexion établie, la carte de base légère peut être ajoutée.

En complément de la carte de base légère, le WMTS de Swisstopo : « Carte de base légère ombrée » est prévu. Sans cet arrière-plan, les hachures du relief manquent.

Gestion des sources de données > WMS/WMTS > Connexion au serveur WMTS de Swisstopo > Ajouter "Leichte Basiskarte Relief"

Pour que le relief soit visible, nous devons rendre transparente la couleur de remplissage du symbole d'arrière-plan de la carte de base ou utiliser le mode de fusion "Multiplier".

D'ailleurs, pour cette carte de base légère, il existe également un style pour l'orthophoto : <https://vectortiles.geo.admin.ch/styles/ch.swisstopo.leichte-basiskarte-imagery.vt/style.json>

Il s'agit bien sûr toujours d'une solution en ligne. Maya aimerait également disposer de cet arrière-plan hors ligne dans les régions montagneuses, où le réseau mobile n'est pas toujours disponible.

Le téléchargement pour l'utilisation hors ligne des tuiles vectorielles s'effectue à l'aide d'un algorithme issu de la boîte à outils de traitement.



Sélectionnez l'emplacement du fichier de sortie (le même que celui du projet QGIS) et les niveaux de zoom (par exemple, max. 14). (Remarque : les hachures rocheuses et autres éléments similaires ne sont pas représentés).

Maya vérifie à nouveau les paramètres de QFieldSync et télécharge la nouvelle version de son projet sur QFieldCloud.

Facultatif : il est possible de télécharger directement toute la Suisse en version hors ligne (environ 950 Mo) : <https://vectortiles.geo.admin.ch/tiles/ch.swisstopo.base.vt/v1.0.0/ch.swisstopo.base.vt.mbtiles>

Analyse multicritère

Maya réfléchit à la manière d'identifier de nouveaux sites potentiels pour des plantes spéciales, proches de certaines de ses abeilles, afin d'essayer de récolter un miel de fleurs différent et spécifique de ces plantes. Pour ce faire, sa connaissance lui a conseillé que ces lieux idéaux soient caractérisés comme suit : beaucoup de soleil (orientation sud), peu de pluie et à moins de 50m de forêts.

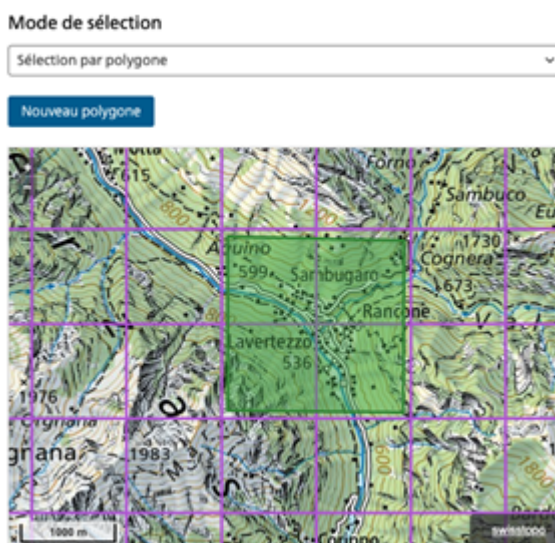
Maya recherche donc de tels endroits et vérifie si ses ruches s'y trouvent déjà ou si elle doit en installer de nouvelles. L'idéal serait que ces sites soient facilement accessibles par les transports publics.

La démarche pour faire cette analyse est la suivante :

Données du modèle altimétrique numérique (swissALTI3D)

Il existe deux manières d'obtenir cette donnée. La première est d'aller sur le Géoportail de la confédération :

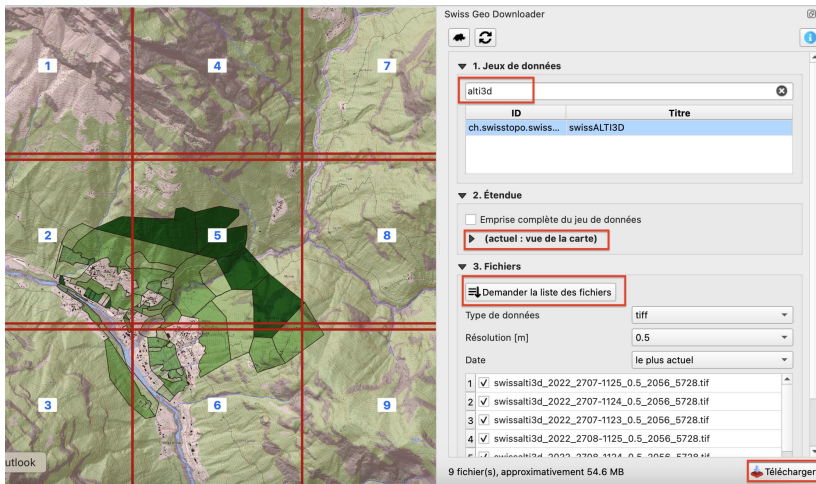
- Aller sur map.geo.admin.ch
- Chercher **swissALTI3D** dans la barre de recherche
- Sélectionner **swissALTI3D relief multidirectionnel**
- Dans les informations sur la couche, suivre le lien vers les données (Lien vers la description détaillée des données)
- Zoomer et utiliser **Sélection par polygone**, créer un polygone autour de Lavertezzo



- Télécharger et enregistrer les fichiers dans le dossier du projet

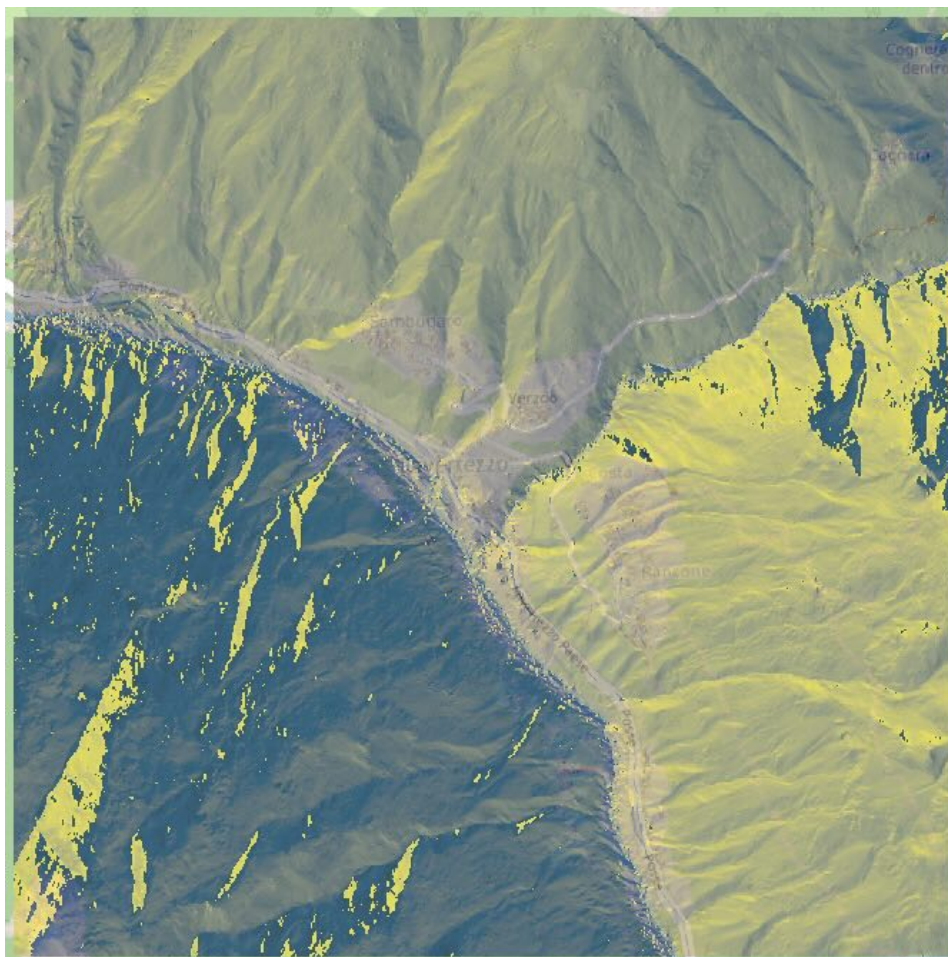
Une autre manière est d'utiliser l'extension *Swiss Geo Downloader* (à noter que depuis peu, le **Swiss Locator** intègre aussi les fonctionnalités du Swiss Geo Downloader).

- Chercher **alti3d** dans la barre de recherche de l'extension
- Choisir l'étendue d'après la couche **area**
- Télécharger les fichiers trouvés



Ensuite, nous allons traiter ces couches à l'aide des outils (de la boîte à outils) suivants :

- l'outil **Fusion** > fusionner les quatre rasters
- l'outil **Exposition** > cela fait ressortir où est la meilleure exposition
- Changer l'apparence avec une **Pseudo-couleur** et la palette de couleur **Cividis**



Avec ce résultat, nous pouvons clairement voir les endroits avec la meilleure exposition.

Données des forêts (swisTLM3D)

- télécharger le fichier **SWISSTLM3D_2024_LV95_LN02.gpkg** sur le drive au lien donné
- charger la couche **tlm_bb_bodenbedeckung**
- Filtrer la couche dans l'attribut **objektart** avec la valeur **Wald**

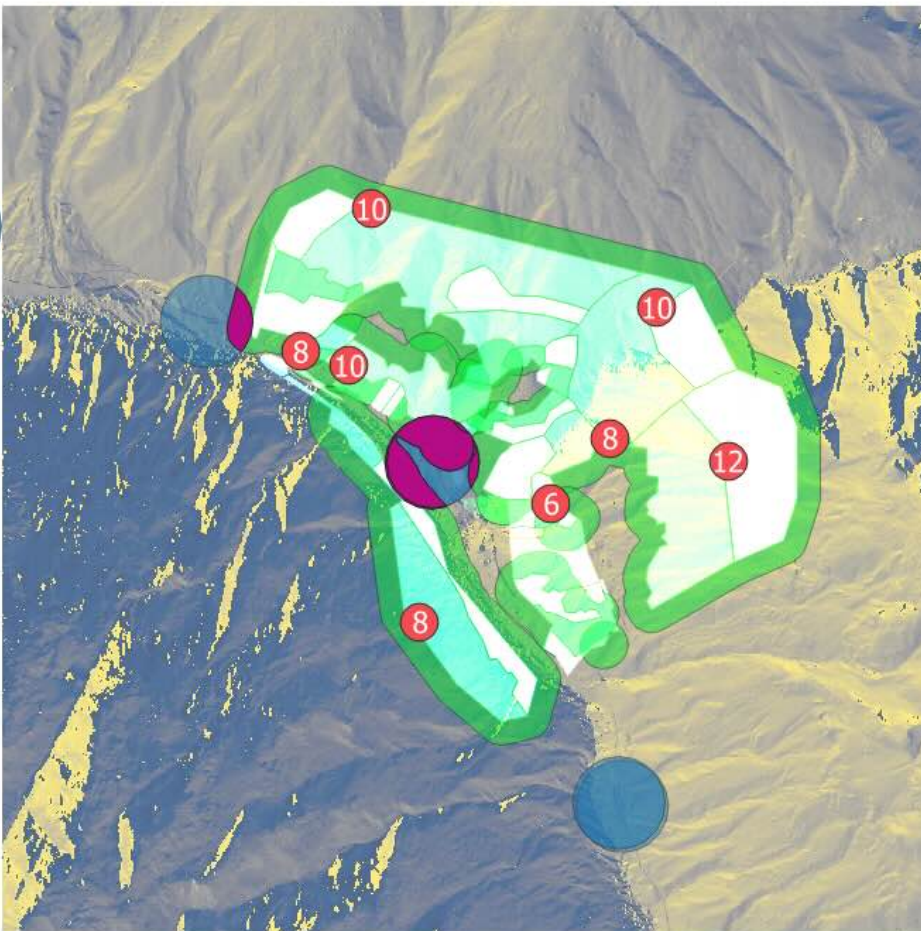
- Découper la couche avec l'outil **Couper** avec la couche **area**
- Renommer cette nouvelle couche **foret** et copier dans data-advanced-fr.gpkg
- Faire un tampon de 50m de la forêt

Données des emplacements station de transports publics

Pour ce faire :

- Aller sur map.geo.admin.ch
- Chercher **arrêts tp**
- Dans les informations sur la couche, suivre le lien vers les données (Lien vers la description détaillée des données)
- Cliqué sur "Téléchargement des données"
- Télécharger le gpkg
- Charger la couche **BordureArret**
- faire un tampon de 100m sur cette couche

Maintenant qu'on a le tampon des stations de TP et des forêts, utilisez l'outil **Intersection** pour trouver les meilleures zones où placer les ruches.

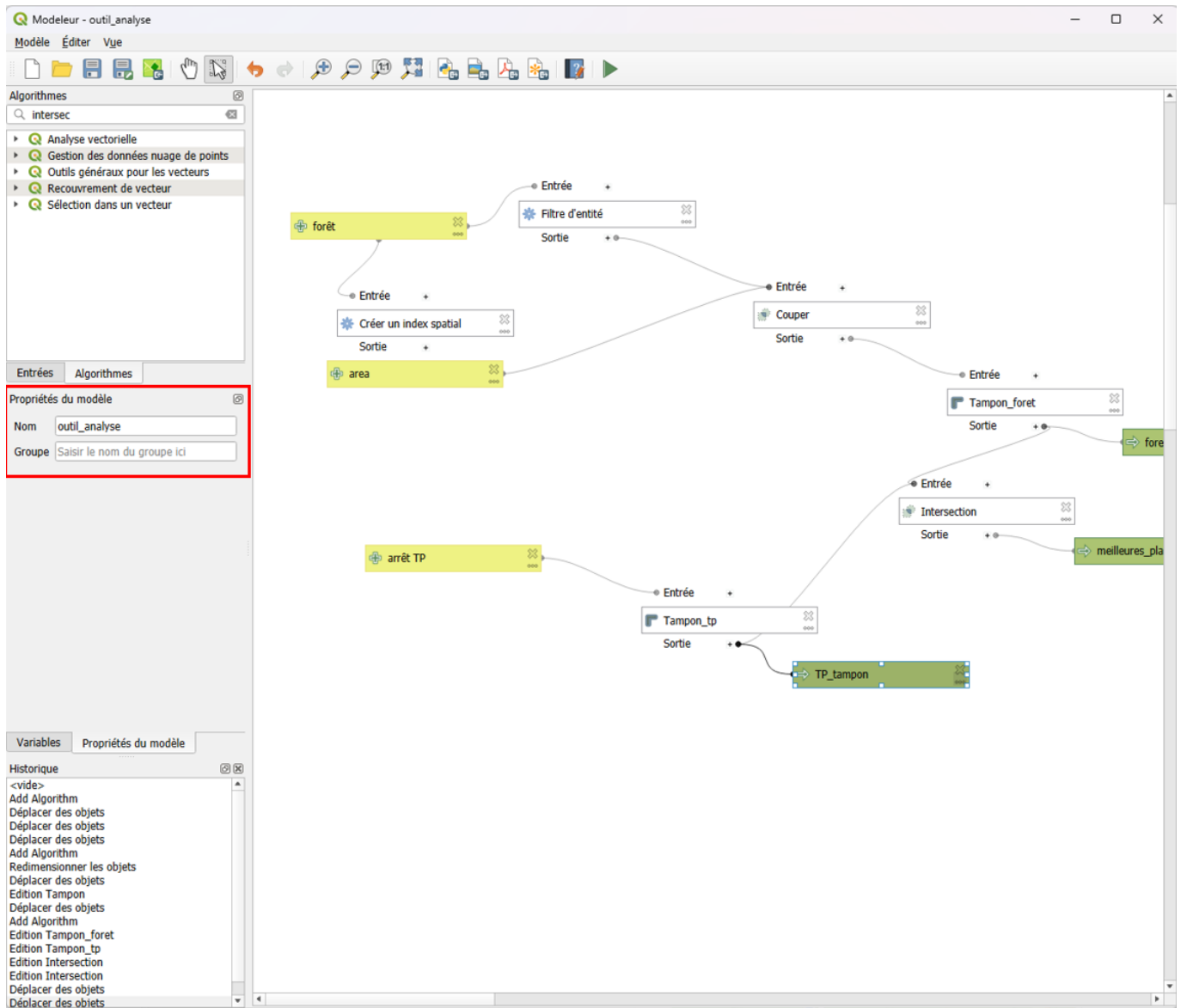


Reproduire cette analyse avec le Modeleur graphique

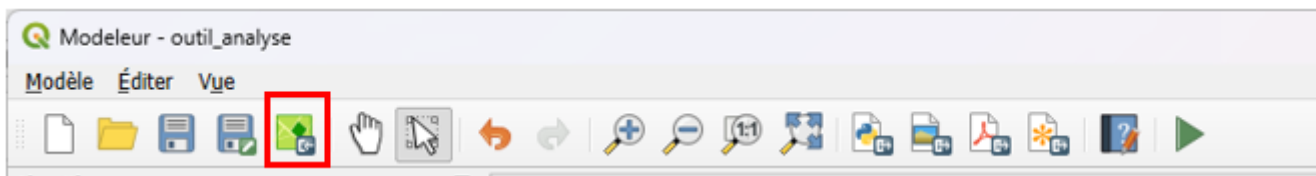
Le processus d'analyse spatiale décrit dans le chapitre précédent doit maintenant être représenté dans un flux de travail avec l'outil **Modeleur graphique**.

Aller sous **Traitement > Modeleur...**

1. Donner le nom `outil_analyse` au modèle

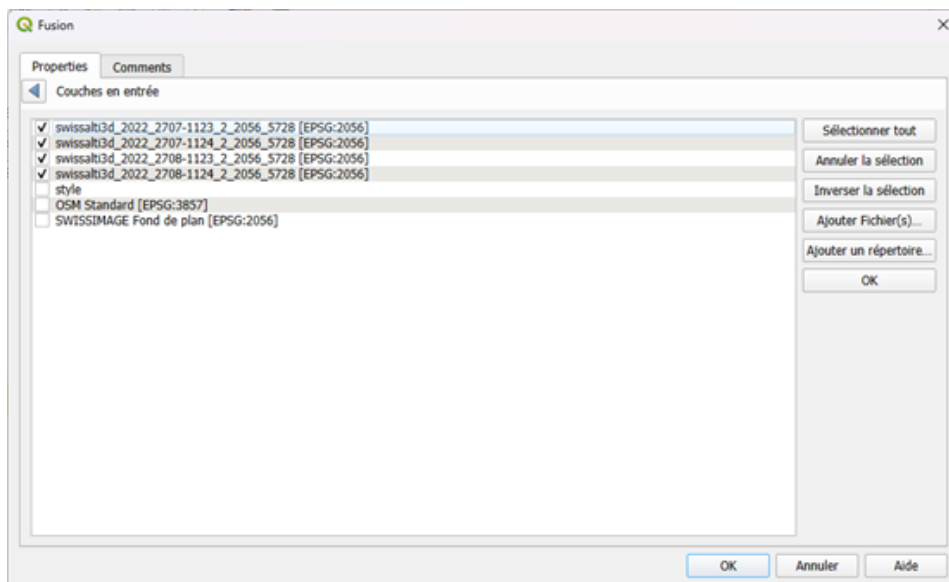
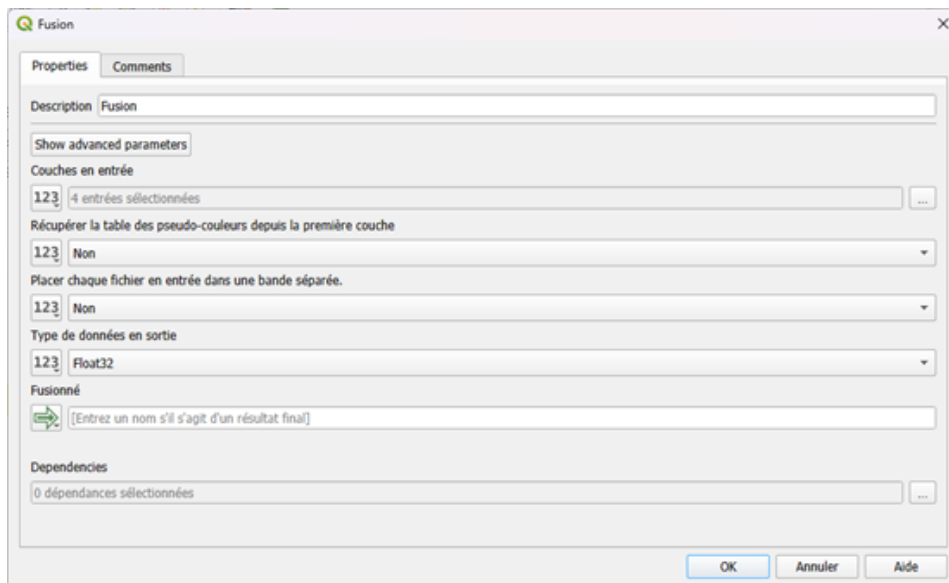


2. Sauvegarder le modèle dans le projet QGIS

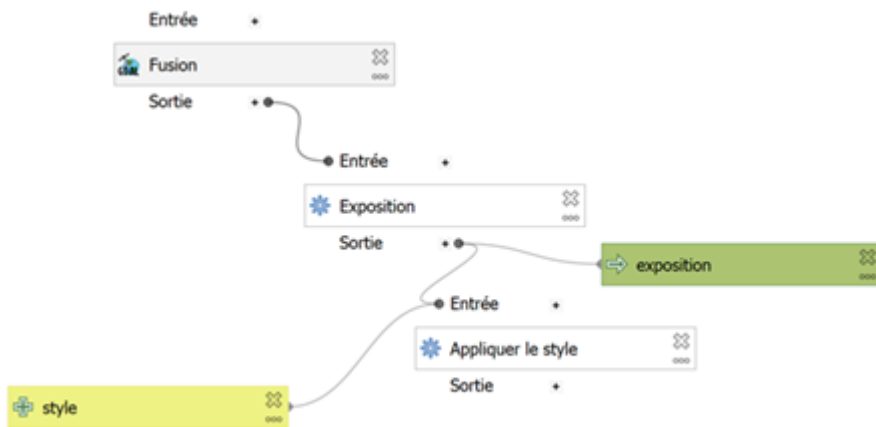


Nous pouvons maintenant mettre en place l'outil d'analyse.

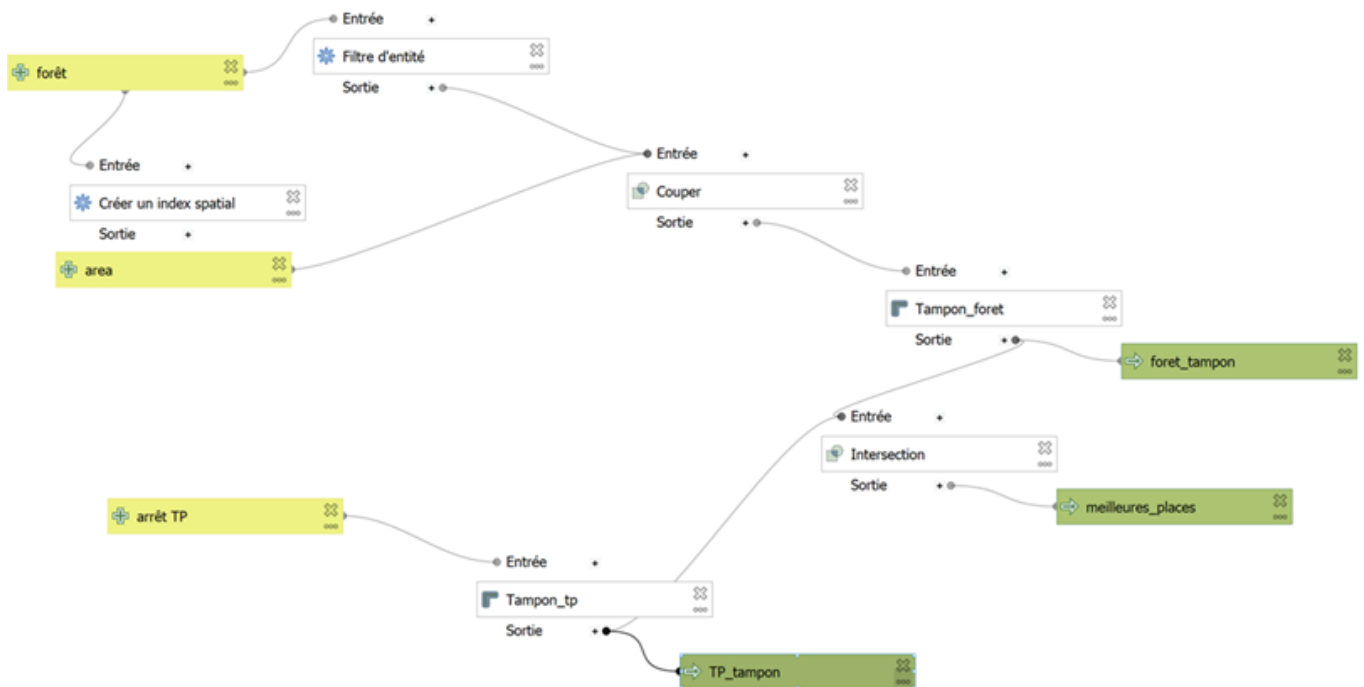
1. Créer le traitement du raster



Le résultat est le suivant :



1. Créer le traitement vectoriel



3. Sauvegarder > Exécuter

Intégration de données externes

Maya a fait du bon travail. Pour sa récompense elle veut faire de la randonnée ce week-end. Peut-être en Italie ? Elle cherche des cartes et réfléchit à l'endroit où elle pourrait aller se promener.

Elle se met à la recherche d'une carte de randonnée pour l'Italie voisine avec QuickMapServices.

Données INTERLIS

Savais-tu que Maya conduit un pick-up ? En effet, elle doit transporter les caisses des ruches et les outils de sa maison aux endroits où elles doivent être construites. Soucieuse de son impact environnemental, elle ne veut pas l'utiliser trop souvent. Elle veut construire des hangars près de ses ruches pour y stocker tout le matériel. Ainsi, elle pourra éviter d'avoir à monter tout le temps à bord du pick-up.

Elle reçoit de son ami Matteo un dossier INTERLIS avec les zones où il est permis de construire.

Pour importer le fichier INTERLIS, nous utilisons l'extension **Model Baker**.

Maya ne connaît ni INTERLIS ni Model Baker. Elle regarde les données dans l'éditeur de texte et s'aperçoit que la structure est définie dans le fichier `.ili` et que le fichier `.xtf` contient les données. Elle teste ce qui se passe quand elle ajoute ces fichiers par glisser/déposer dans son projet.

Le Model Baker reconnaît qu'il s'agit d'un cas qui le concerne et a intercepté les fichiers. Il est également possible de sélectionner l'option "Sélectionner les fichiers de transfert et les modèles à importer" lors de l'ouverture de l'assistant de workflow.

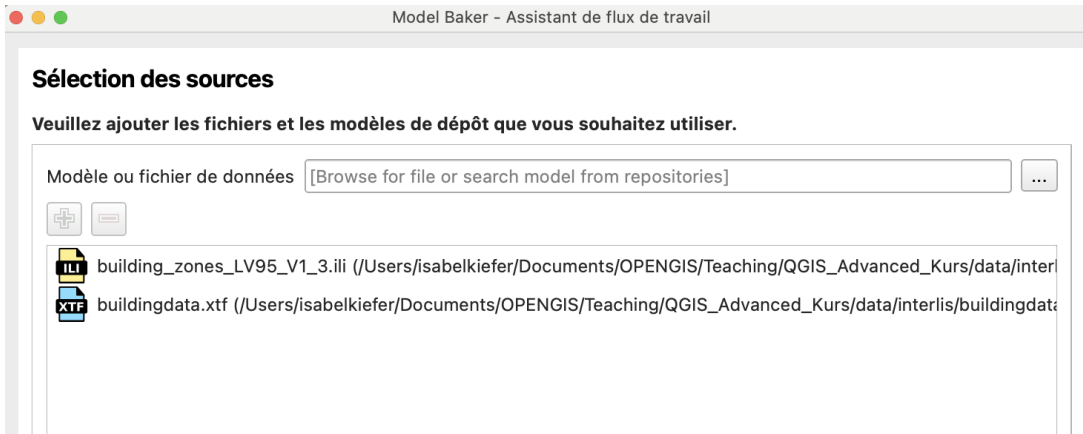
Astuce : les données INTERLIS se composent d'un modèle (fichier `.ili`) et des données proprement dites (fichier de transfert `.xtf`), qui sont structurées conformément au modèle. Dans le cas d'un ensemble de données existant, les deux fichiers sont chargés dans QGIS via le Model Baker. S'il n'y a pas encore de données, mais que la structure des données (le schéma) d'un modèle doit être respectée, seul le fichier modèle est utilisé. Si vous ne disposez pas d'un fichier `ili`, vous pouvez rechercher des modèles dans les référentiels de la Confédération ou de divers cantons dans la barre de recherche.

Dans tous les cas, l'emplacement de stockage (GeoPackage ou base de données PostGIS) doit également être défini.

Dans la dernière étape, le Model Baker permet de créer un projet QGIS préconfiguré à partir de la structure de données chargée.

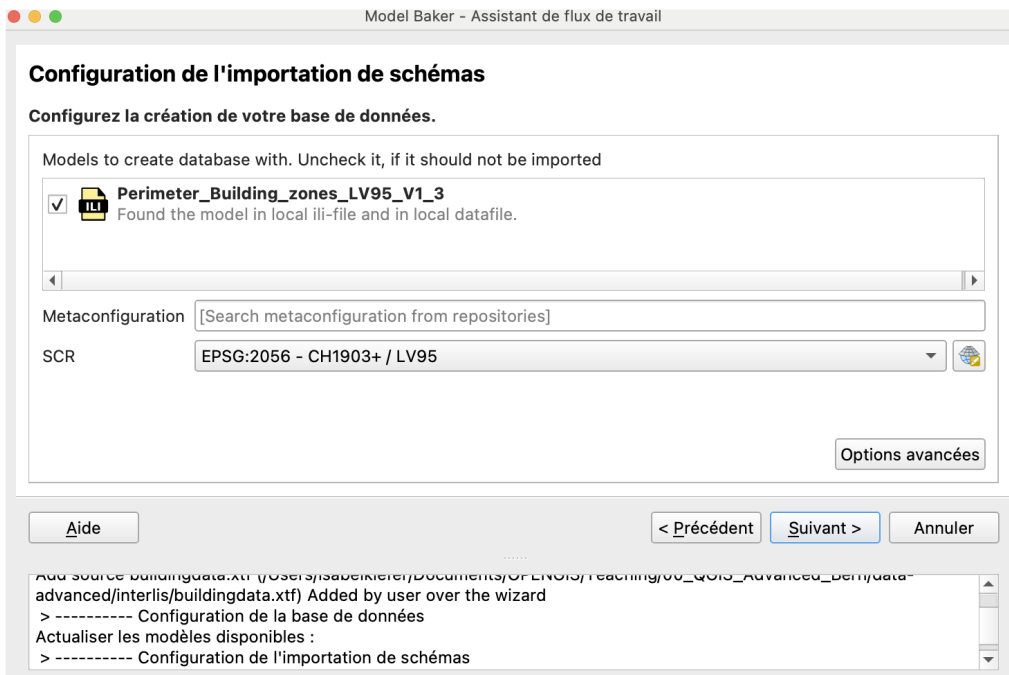
Charger un modèle et des données

Dans l'assistant de flux de travail, nous sélectionnons d'abord **Choisir les fichiers de données et les modèles à importer ou générer une nouvelle base de données**.

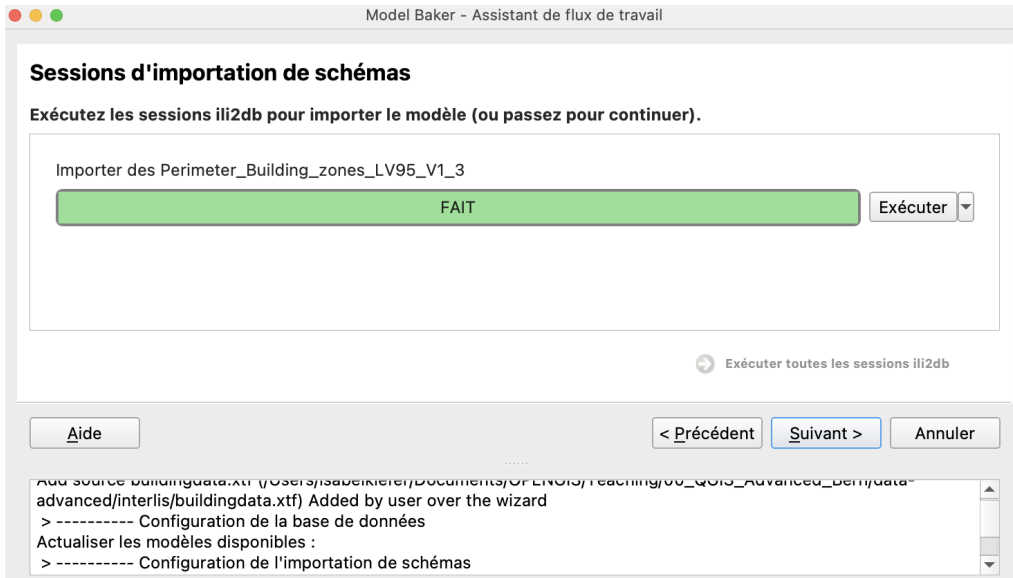


Nous recherchons notre fichier ili **interlis/building_zones_LV95_V1_3.ili** et le chargeons dans Model Baker à l'aide du signe plus vert. Nous procédons ensuite de la même manière avec les données de transfert **interlis/buildingdata.xtf**. > **Suivant**

Nous sélectionnons **Geopackage** comme source et définissons l'emplacement de stockage. > **Suivant**



Le Model Baker commence par importer le schéma de données. > **Suivant** et > **Exécuter**



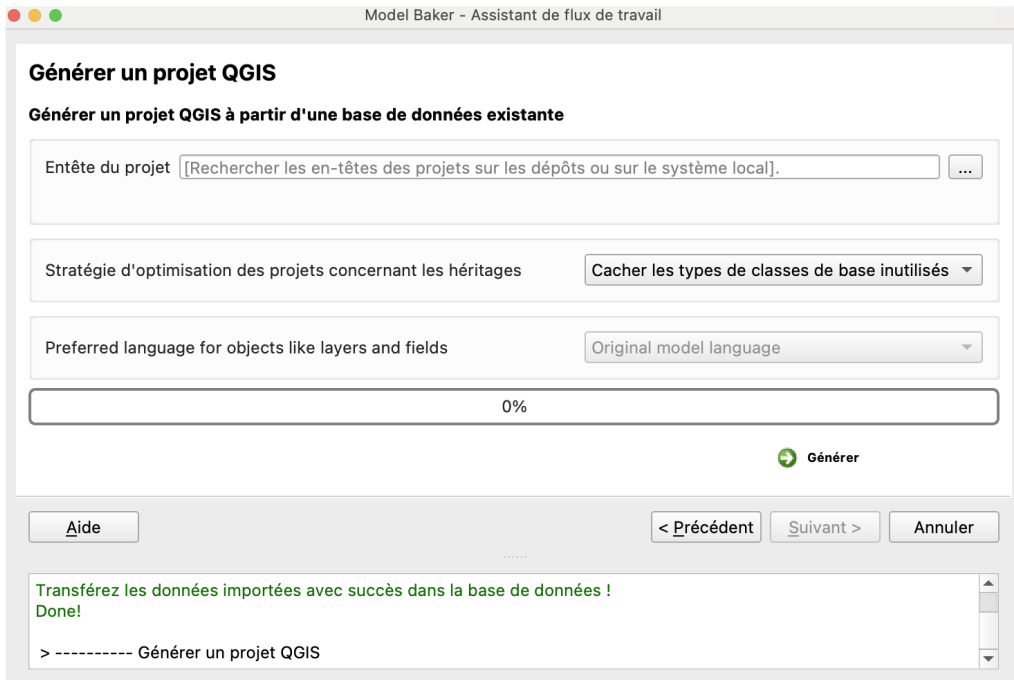
Une fois le schéma de données importé, l'importation des données peut commencer. > **Suivant** et > **Exécuter**

Pour cet exercice, nous utilisons les paramètres par défaut de Model Baker. Si nécessaire, il est toutefois possible de modifier les commandes exécutées en arrière-plan avant leur exécution (cliquez sur la flèche à droite du bouton Exécuter).



Créer le projet QGIS

Si on travaille dans un projet QGIS déjà ouvert, l'étape suivante consiste à importer les couches du GeoPackage dans le projet QGIS. Si on utilise l'assistant Model Baker dans QGIS avant d'ouvrir un projet, le plugin va créer un nouveau projet QGIS.



Les couches sont préconfigurées conformément au modèle de données.

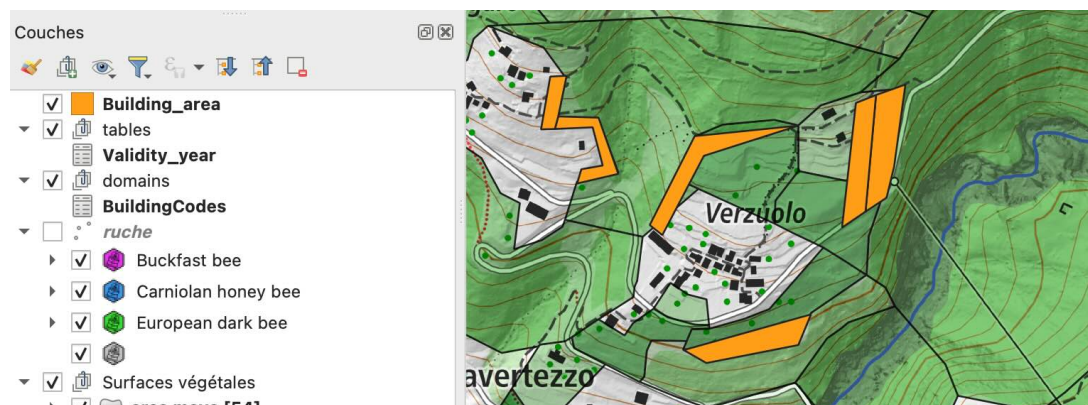
Une nouvelle couche **Building_area** a été créée dans le projet, ainsi que le tableau **Validity_year** (dans le groupe *tables*) et le tableau de domaine **BuildingCodes** (dans le groupe *domains*).

Dans la dernière étape, des valeurs par défaut sont définies pour les ID des couches nouvellement créées. Si une nouvelle zone à bâtir est désormais enregistrée dans QGIS, elle reçoit automatiquement un ID unique.



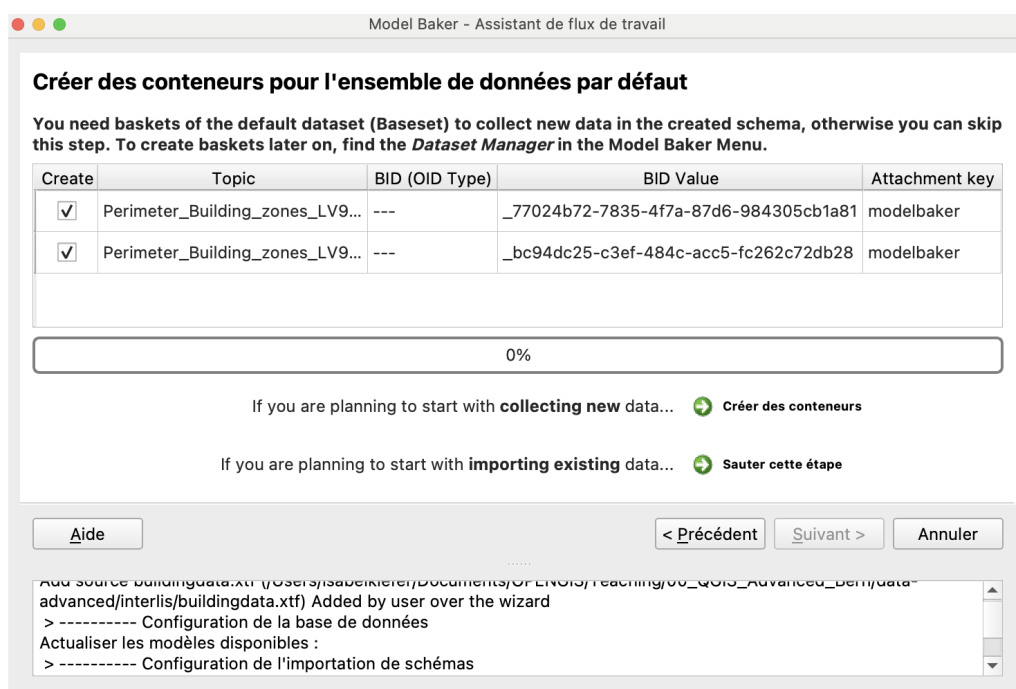
Dans les paramètres du projet sous **Relations**, nous voyons que de nouvelles relations ont été créées. Le formulaire d'attributs de **Building_area** est préconfiguré.

Maya voit désormais clairement les zones dans lesquelles la construction est autorisée.



Astuces : l'importation répétée de modèles et de données peut entraîner des erreurs. Dans ce cas, il est recommandé de vider le cache lors de la première étape du Model Baker > **Nettoyer ilicache.**

Il est possible que Model Baker demande après la création du schéma si l'on veut créer des **Baskets.** Nous pouvons simplement suivre les propositions en fonction de si nous avons déjà des données existantes ou non.



Données GeoJSON (facultatif)

Maya consulte également le catalogue officiel des géodonnées de la Suisse : geocat.ch et y trouve une carte d'aptitude des sols. Celle-ci peut être intéressante, car elle indique à quoi se prête telle ou telle surface agricole pour la plantation, ce qui est important pour les abeilles. Elle s'informe sur les données, les charge dans son projet et les évalue par thème.

- Informations: <https://www.blw.admin.ch/blw/fr/home/politik/datenmanagement/geografisches-informationssystem-gis/bodeneignungskarte.html>
- Données: <https://www.geocat.ch/geonetwork/srv/fre/catalog.search#/metadata/843de9c9-6feb-4577-ab3b-e4fb62a9c56a>

Cartes de fonds en dehors de la Suisse

Maya a fait du bon travail. Pour se récompenser, elle aimerait partir en randonnée ce week-end. Peut-être en Italie ? Elle cherche des cartes et réfléchit à l'endroit où elle pourrait aller randonner. Elle utilise l'extension QuickMapServices pour rechercher une carte de randonnée pour l'Italie voisine.

Dans **Internet > QuickMapServices > Search NextGIS QMS**, cherchez 'hiking' ou 'outdoors'.

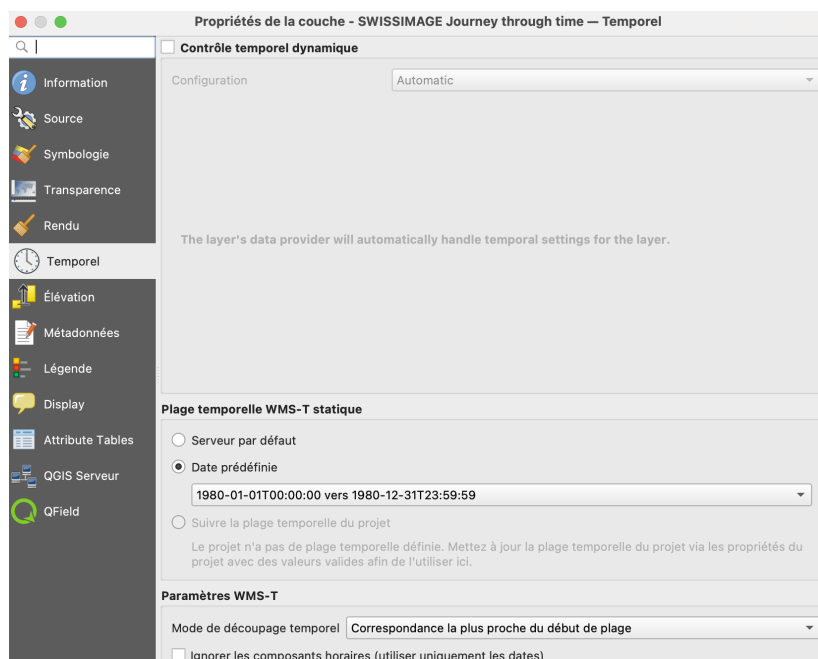
Nous allons charger la **OSM TF Outdoors**.

Charger des anciennes orthophotos (facultatif)

Maya est curieuse de voir comment son lieu d'habitation a changé durant les 50 dernières années.

Avec la commande **chw SWISSIMAGE Zeitreise** dans la barre de recherche nous chargeons la couche WMTS grâce au Swiss Locator.

L'icône en forme d'horloge dans la légende des couches nous mène directement aux propriétés de la couche. Nous y désactivons le contrôle dynamique du temps et sélectionnons l'année souhaitée > **date prédéfinie (par exemple 1980)**.



Nous modifions le nom de la couche : **SWISSIMAGE 1980**.

Facultatif : l'extension **MapSwipe Tool** nous permet de comparer différentes orthophotos en les faisant

glisser d'avant en arrière. 

Le panneau **Contrôleur temporel** (dans ce cas d'utilisation, la couche doit avoir la fonction "Contrôle temporel dynamique" activée) nous permet de parcourir toutes les images ou de les faire défiler automatiquement. Il est important de sélectionner "**années**" pour un pas de 1.

Remarque : pour de plusieurs années, les photos aériennes ne couvrent pas l'ensemble du territoire suisse.

Profil d'élévation de l'itinéraire de randonnée

Maya souhaite faire une randonnée avec ses amis zurichois jusqu'à ses ruches situées au point culminant. Elle crée un profil altimétrique de cette randonnée à titre d'information pour ses amis.

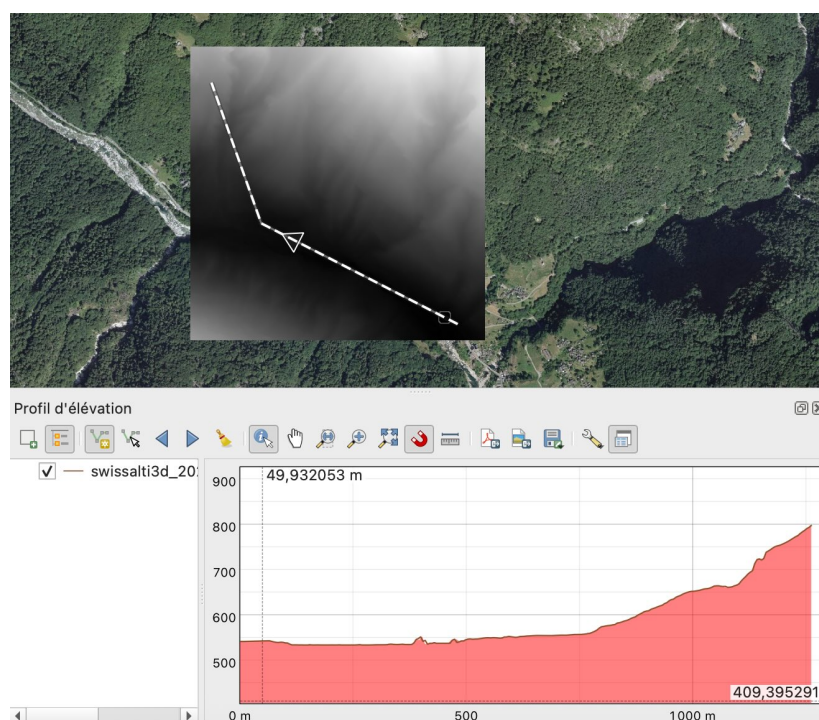
Elle a déjà chargé les données altimétriques dans le modèle pour analyser les nouveaux emplacements des ruches.

Au cas où QGIS ne reconnaît pas automatiquement que la couche raster correspondante contient des données altimétriques, nous définissons cela sous **Couche > Propriétés > Élévation**, nous activons **"représente une surface altimétrique"**.

Sous **Vue > Profil d'élévation**, activez l'outil de profil.



L'icône permet de tracer une nouvelle ligne pour laquelle le profil sera alors affiché.



Dans les **Propriétés de la couche > Élévation**, vous pouvez ensuite ajuster le style du profil et, par exemple, remplir tout ce qui se trouve sous la ligne.

Astuce : l'outil profil peut lire différents types de couches, à condition que des valeurs Z soient disponibles : couches raster ou vectorielles, ainsi que nuages de points (Lidar, etc.).

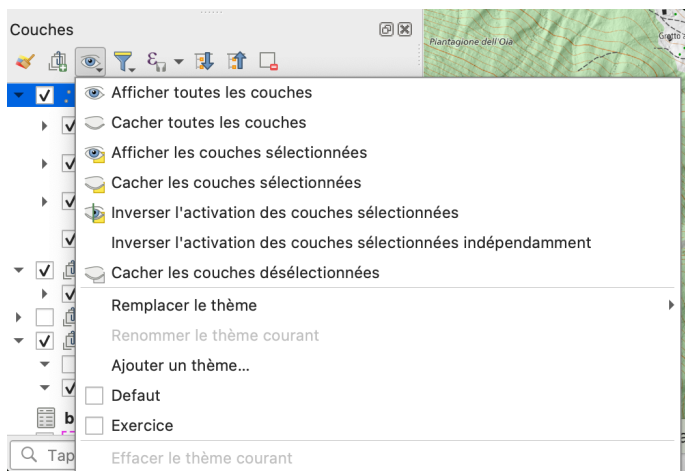
Un profil peut combiner plusieurs couches.

Mise en page

Carte des abeilles de Maya et des surfaces de plantes consommées

Après un super week-end en montagne, Maya réfléchit sur le tourisme. Il y a souvent des touristes qui passent devant ses ruches et qui s'informent sur les abeilles et les plantes qui y poussent. Elle pense donc que ce serait un beau geste pour eux de faire quelques panneaux d'information pour leur donner les renseignements. Des données ouvertes que vous connaissez

En guise de préparation, nous regroupons les couches et les styles souhaités pour la carte sous forme de **thème de carte**. Pour ce faire, sélectionnez d'abord les styles souhaités pour chaque couche, puis affichez les couches à visualiser, y compris les légendes, si vous le souhaitez.



Nous pouvons maintenant passer à la mise en page. Nous créons une nouvelle mise en page d'impression "Les abeilles de Maya".

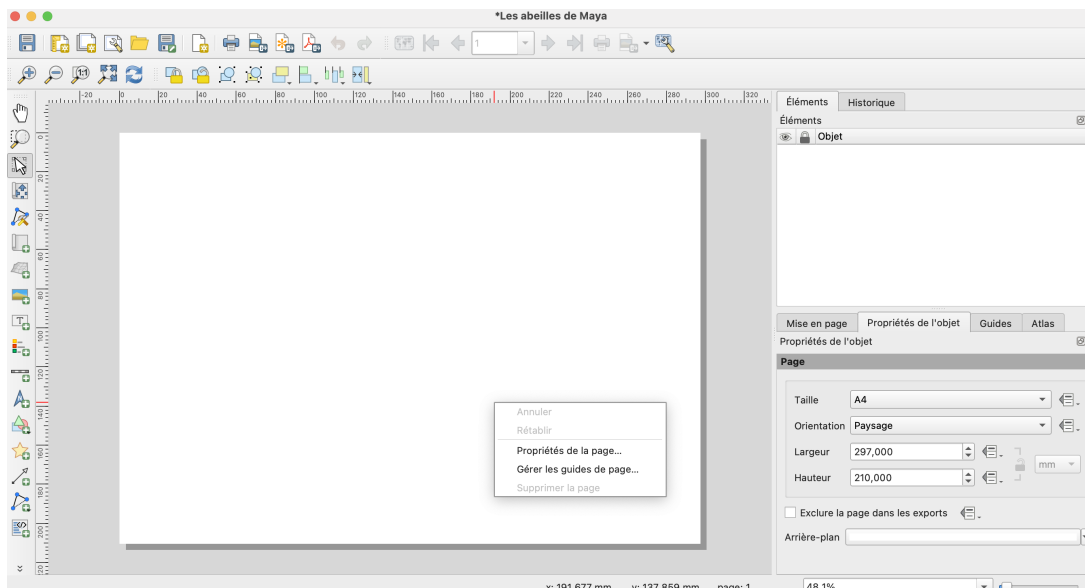
Projet > Nouvelle mise en page...

Un **clic droit sur la feuille vierge** nous permet d'accéder aux **propriétés de la page**.

Nous sélectionnons A4 et le format paysage.

Pour faciliter le travail graphique, nous activons sous **Vue > Guides intelligents**.

Nous ajoutons une **carte**, sélectionnons un extrait appropriée et définissons une échelle adaptée pour la carte.



Attention : lorsqu'une carte est dessinée, les couches et les styles actuellement actifs dans la vue principale sont repris. Afin que cette composition ne change pas dans la carte dessinée, même si d'autres couches sont activées dans la vue principale ou si un style est modifié, nous cochons les cases **Propriétés de l'objet > Couche > Verrouiller les couches** et **Verrouiller le style des couches**.



Nous pourrions également suivre un **thème de carte** prédéfini pour chaque carte.

Afin de savoir clairement où se trouve le nord, même lorsque la carte est pivotée, nous ajoutons une **flèche** indiquant le nord.

Nous ajoutons ensuite une **barre d'échelle**. Une échelle adaptée au niveau de zoom est automatiquement proposée.

Nous ajoutons une étiquette pour le titre **Ajouter un élément > Ajouter une étiquette** et la nommons provisoirement "Espèce végétale" : nous ajustons la taille et le style de la police.

Maya souhaite mentionner qui a créé la carte, de quelles données il s'agit et quand la carte a été créée.

Nous ajoutons une autre étiquette à cet effet. La date doit apparaître de manière dynamique le jour de la création de la carte. **Ajouter un objet > Ajouter du texte dynamique > Date actuelle > sélectionner le format souhaité.**


Produire automatiquement une fiche par surface végétale

Maya aimerait créer une fiche de données par surface végétale.

Nous utilisons la fonctionnalité **Atlas**.

Dupliquez la mise en page et l'appellez **Surfaces végétales**

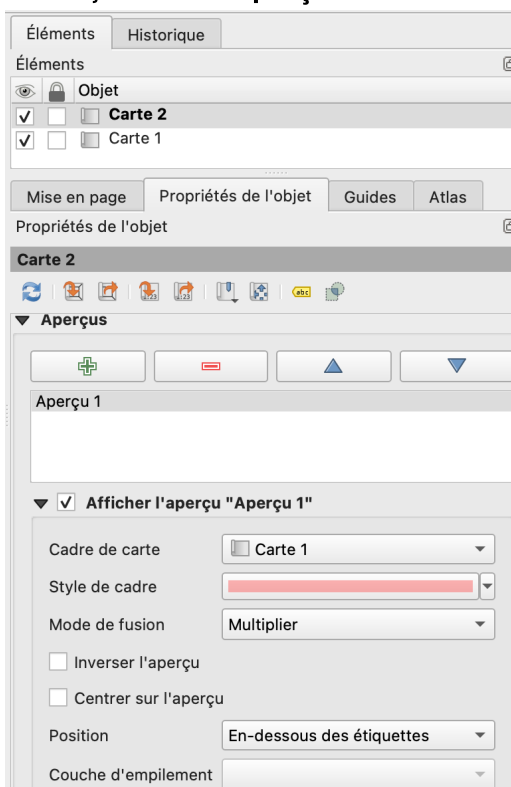
1. Cliquez sur **paramètres de l'atlas**  et cochez la case **générer un atlas**

2. Dans **Couche de couverture**, choisissez **area**
3. Dans **Nom de la page**, choisissez **plant_species**
4. Activez dans les **propriétés de l'objet** de la carte la coche "**contrôlé par l'atlas**"
5. Choisissez **Échelle prédéfinie (meilleur ajustement)**
6. Cliquez sur **Aperçu de l'atlas** 

Lorsque nous naviguons à l'aide des flèches, nous voyons désormais que la surface végétale concernée s'affiche.

Maya est ravie. Mais, il est difficile de se situer... Maya souhaite améliorer le panneau afin que l'on puisse voir où se trouve la zone dans les environs de Lavertezzo.

7. Ajouter une nouvelle carte et mettez **l'échelle** à 20'000. Activer également **contrôlé par l'atlas**.
8. Nous ajoutons un **Aperçu** en utilisant **Carte 1**



Astuce : Pour être sûr que l'échelle ne change pas, écrivez-la dans l'expression.

De plus, Maya souhaite que seule la surface végétalisée sélectionnée soit visible sur la première carte.

9. Dans les **propriétés de l'objet** de la carte, l'icône en haut à droite permet d'accéder aux **paramètres de découpage**.



Avec ces deux cartes, nous avons une bonne vue des zones, mais on ignore de quelle espèce de plante il s'agit. Maya décide de changer le titre avec l'espèce de plante.

10. Allez dans les propriétés du **titre** et supprimez la valeur dans les **propriétés principales**.
11. Cliquez sur **Insérer une expression** et écrivez **Espèce de plante: ' || "plant_species"**

Parfait. Nous avons maintenant toutes les informations dont nous avons besoin. Mais il reste encore de la place sur la carte, et Maya n'est jamais à court d'idées.

Facultatif : 12. Ajoutez une image 13. Comme source d'image, écrivez l'expression :

```
@project_folder || '/' || "path"
```

ou éventuellement : (selon l'emplacement indiqué par @project_folder)

```
file_path( @project_folder ) || "/" || "path"
```

@project_folder est une variable de projet et "path" est l'attribut qui contient le chemin relatif.

Maya est fière du résultat et se réjouit d'installer ces panneaux.

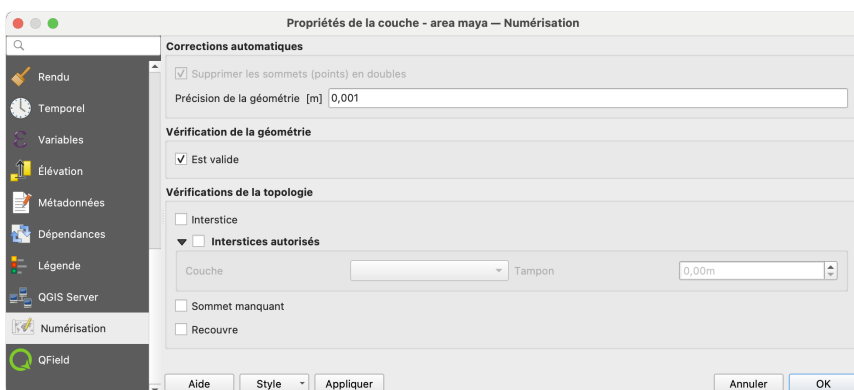
Traitement des données géométriques (facultatif)

Les abeilles ne se soucient pas de récolter le miel d'une zone ou d'une autre. Maya a déjà relevé beaucoup de zones dont elle sait quelles sont les cultures. Elle décide de compléter les données autour de sa maison et d'adapter les surfaces qui ont changées depuis la première saisie.

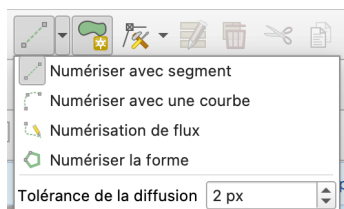
Préparation - topologie et géométrie

Maya souhaite avoir des données propres. Pour cela, elle effectue quelques réglages importants en vue de la numérisation sous

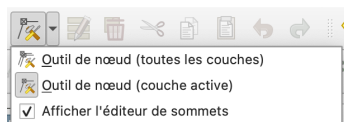
Propriétés de la couche > Numérisation.



Options d'édition



Outil de noeuds (outil de sommets)



Combiné à la fonction "**Édition topologique**", il s'agit d'un outil efficace pour déplacer les nœuds de surfaces adjacentes et/ou de plusieurs couches.

Accrochage / Tracé


(Anglais: *snapping / tracing*)

Numériser une nouvelle zone à la suite d'une zone existante est assez difficile à l'œil. L'outil d'accrochage peut être très utile dans ce cas-là :

Affichage > Barre d'outils > Accrochage



Activez le **snapping** et capturez quelques polygones. Les nœuds sautent aux nœuds existants. Il y a quelques options pour un travail optimal.

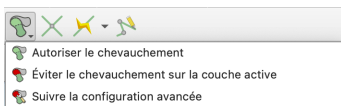
Avec l'activation du **suivi de tracé** le pointeur suit automatiquement à la limite des objets existants. Il est donc possible de numériser des éléments très rapidement. 

Un autre outil formidable est l'**édition topologique**. Avec elle, non seulement la position de l'élément actuel est changée, mais aussi celle de tous ceux qui ont le nœud à cette position. Pour la ligne ou le polygone nouvellement numérisé, des nœuds sont également placés à tous les points d'intersection d'une surface limitrophe, même sur une ligne droite. Cela constitue la condition optimale pour une édition topologique ultérieure à l'aide de l'outil de noeuds.



Éviter les chevauchements

Lors du dessin d'un nouveau polygone, les géométries existantes sont prises en compte afin que seule la nouvelle partie soit dessinée.



Cercles et autres formes (facultatif)

Ajoutez la barre d'outils pour les formes : **Vue > Barre d'outils > Numérisation de formes**

Avec elle, il est possible de digitaliser des cercles et d'autres formes.

Note : Pour pouvoir enregistrer des arcs de cercle, le type de données de la couche doit le permettre.

Outils de construction

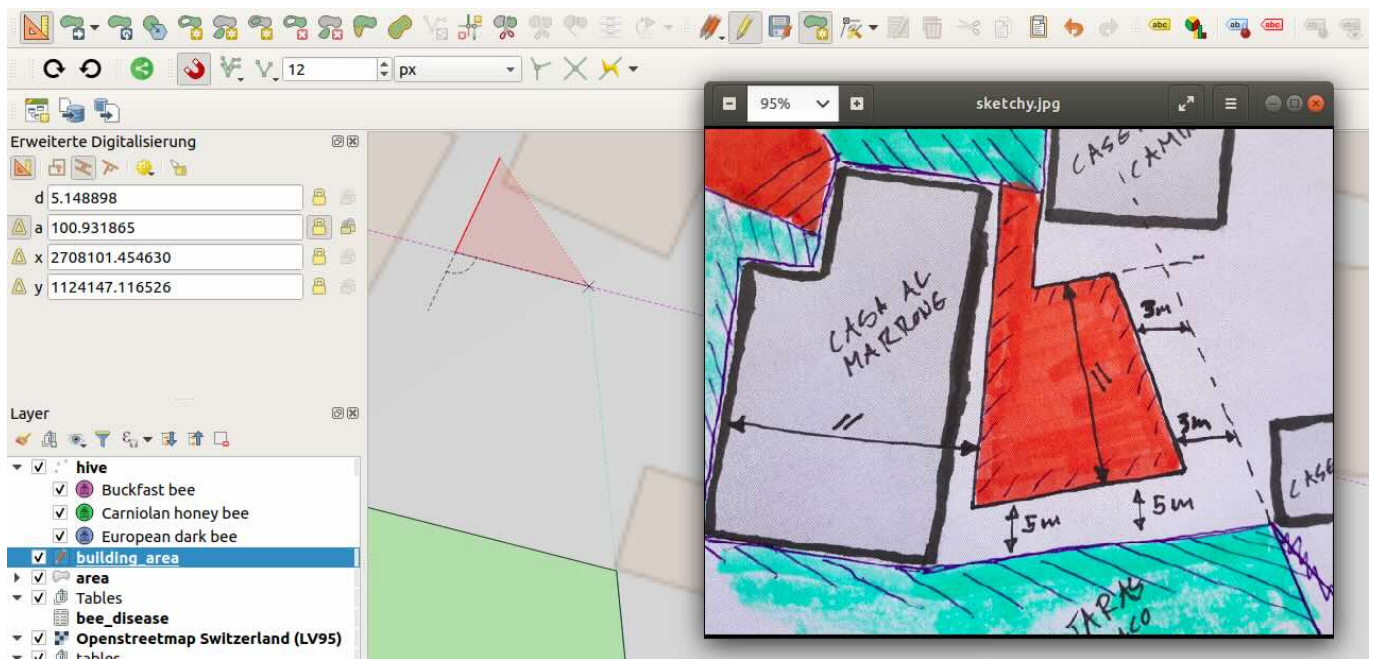
Maya a reçu d'anciens villageois des croquis de leurs jardins et cours intérieurs. Elle aimerait les numériser.

Ajoutez la barre de numérisation avancée : **Vue > Barre d'outils > Numérisation avancée**

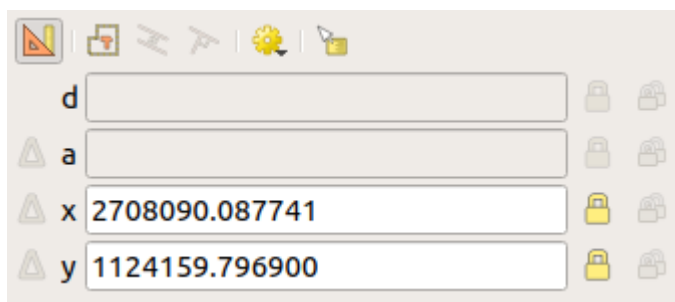
Nous y voyons les boutons pour les fonctionnalités principales. Il est possible de déplacer, de faire pivoter, de simplifier, etc. les géométries.

Vue > Panneau > Numérisation avancée

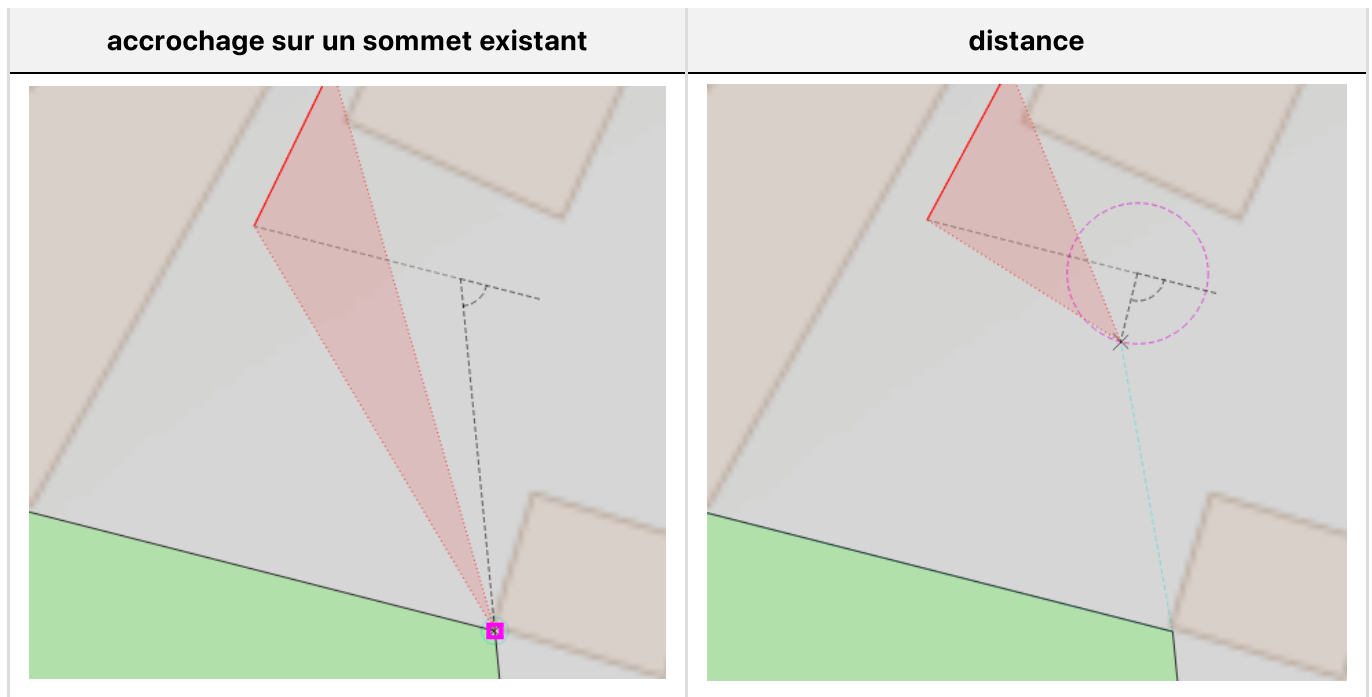
L'outil de numérisation avancée est un outil puissant pour capturer des géométries complexes avec des angles droits, parallèles, etc.



A côté du bouton permettant d'activer l'outil de numérisation avancée, il existe les possibilités suivantes de contrôle avec les boutons :



Activez le mode de construction (ou utilisez la touche : c). Dans le mode de construction, les sommets ne sont pas stockés. Ceux-ci sont utilisés pour construire la géométrie jusqu'au sommet qui doit être numérisé.

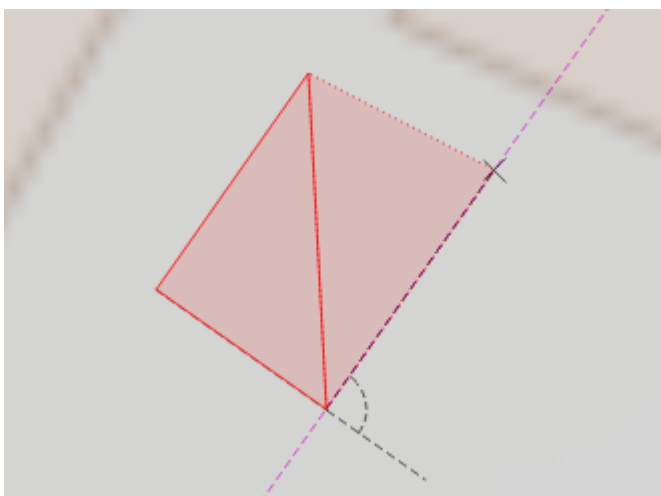


Tracez une ligne parallèle (ou utilisez la touche p pour passer entre parallèle et angle droit). Lorsque l'accrochage est activé, vous pouvez construire vos lignes parallèlement aux géométries existantes.

Faites un angle droit (ou utilisez la touche p pour passer de l'un à l'autre). Lorsque l'accrochage est activé, vous pouvez construire vos lignes avec un angle droit par rapport aux géométries existantes.

Définir les angles d'accrochage

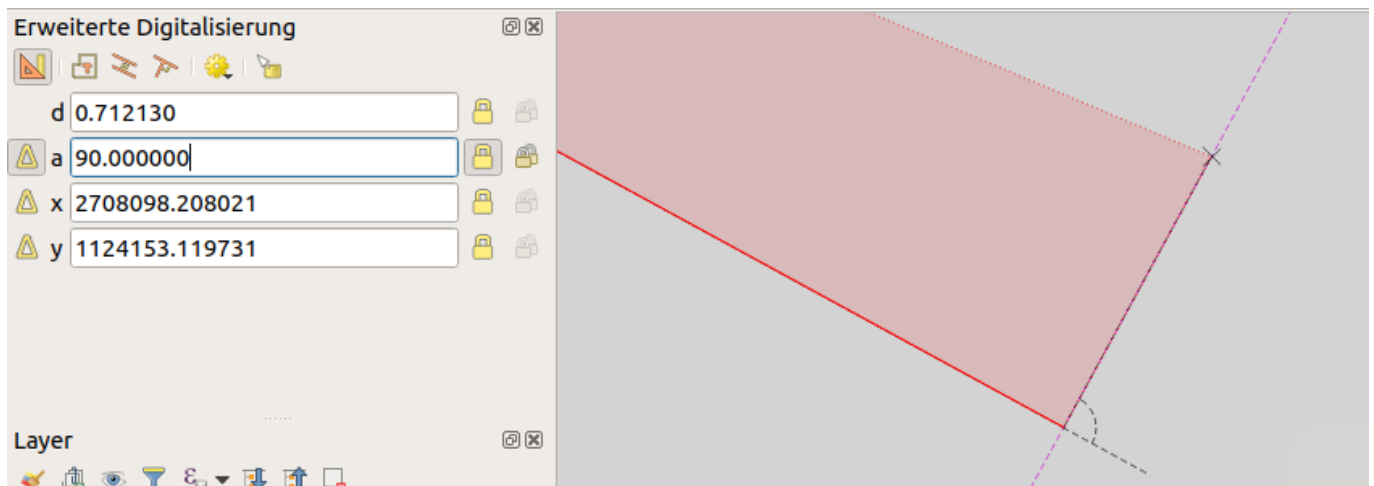
Définissez les angles avec la ligne précédente.



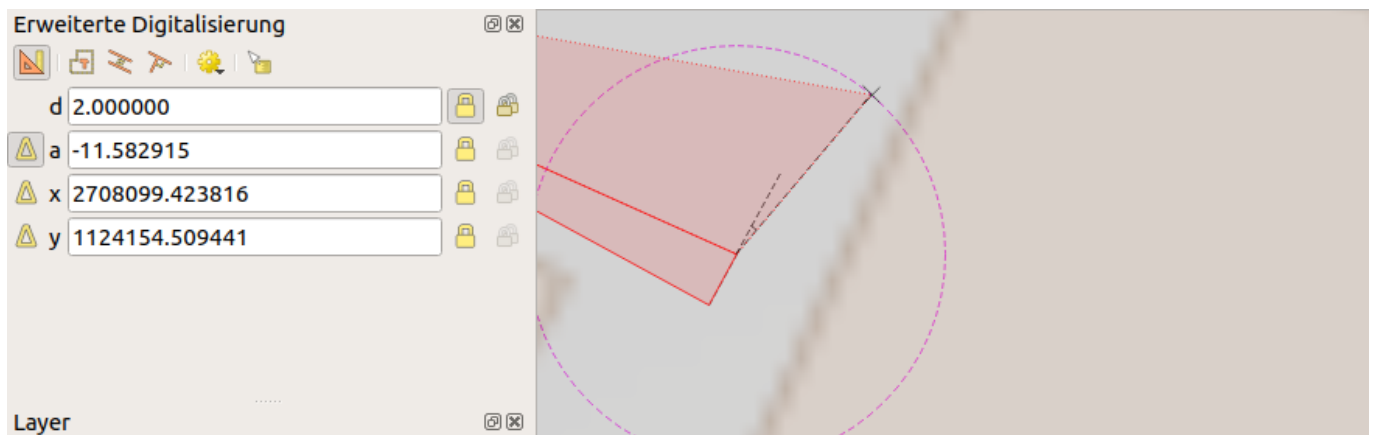
Activer l'information sur le canevas

La distance, l'angle et les coordonnées sont affichés dans le canevas lors de la numérisation.

Raccourci vers l'angle (en appuyant sur la touche **a**) et saisissez l'angle :



Raccourci vers la distance (en appuyant sur la touche **d**) et saisissez la distance :



Vérifier la topologie / la géométrie (facultatif)

L'extension principale **Vérificateur de topologie** (Topology Checker) est un outil facile à utiliser qui permet de détecter les erreurs dans les géométries (auto-intersections, nœuds doubles, etc.). De plus, l'outil examine la couche dans son ensemble et détecte les erreurs de topologie (par exemple les trous, les chevauchements, les doublons, etc.).

Nous installons l'extension et la trouvons sous **Vecteur > Vérificateur de topologie**. Les règles peuvent être définies dans le panneau Vérificateur de topologie.

L'extension principale **Vérifier les géométries** permet d'effectuer des analyses plus approfondies des objets de la couche.